ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БЕРНШТЕЙН-КОГАН С. В., ВЕЙС А. Л., ВИЛЬЯМС В. Р., ВОЛЬФСОН М. Б., ГЕНДЛЕР Е. С., ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф., ИПАТЬЕВ В. Н., КАГАН В. Ф., КАЛИННИКОВ И. А., КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КИРПИЧЕВ М. В., КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В., КУЗЬМИНСКИЙ К. С., ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛИНДЕ В. В., МАРТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ОСАДЧИЙ П. С., ПАЛЬЧИНСКИЙ П. И., СВЕРДЛОВ В. М., ХРЕННИКОВ С. А., ЧАРНОВСКИЙ Н. Ф., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ЭССЕН А. М.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ПЯТЫЙ

ГАЗОВЫЕ ТКАНИ
ГРАФИЧЕСКАЯ СТАТИКА

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»
МОСКВА ✧ 1929

Издание осуществляется Акционерным Обществом «Советская Энциклопедия» при Коммунистической Академии ЦИК СССР, пайщиками которого состоят: Государственное Издательство РСФСР. Издательство Коммунистической Академии, Издательство «Вопросы Труда», Издательство «Работник Просвещения», Издательство Н. К. Рабоче-Крестьянской Инспекции СССР, Издательство «Известия ЦИК СССР», Издательство «Правда и Беднота», Госмедиздат, Издательство Охраны Материнства и Младенчества, Акционерное Общество «Международная Книга», Мосполиграф, Государственный Банк СССР, Электробанк, Торгово-Промышленный Банк СССР, Внешторгбанк СССР, Госстрах СССР, Центробумтрест, Центросоюз, Госпромцветмет, Всесоюзный Текстильный Синдикат, Анилтрест, Азнефть, Резинотрест, Сахаротрест, Орудийно-Арсенальный Трест. Председатель Правления Н. Н. Накоряков. Члены: О. Ю. Шмидт, И. Е. Гершензон, А. П. Спунде, Л. И. Стронгин.

Редакционная работа по V тому Т. Э. закончена 15 декабря 1928 г.

Адрес редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.
Адрес конторы Акционерного Об-ва: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография «Мосполиграф», Москва, Трехпрудный пер., д. 9.
Главлит А 16 935. Тираж 21 000 экз.

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

Главный Редактор — инж. **Л. К. Мартенс.** | Пом. Гл. Редактора — инж. **А. Л. Вейс.**
Зам. Гл. Редактора — проф. **М. Б. Вольфсон.** | Зав. Издат. Частью — **К. С. Кузьминский.**

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ

Авиация, воздухоплавание.
Юрьев Б. Н., проф.
Автомобильное дело, авиационные и автомобильные двигатели.
Брилинг Н. Р., проф.
Архитектура, строительное дело, городское благоустройство, коммунальное хоз-во.
Долгов А. Н., проф.
Щусев А. В., акад. архит.
Запорожец И. К., архит.
Красин Г. Б., инж.
Астрономия.
Михайлов А. А., проф.
Бумажное производство.
Жеребов Л. П., проф.
Военная и морская техника, судостроение.

Боклевский К. П., проф.

Михайлов В. С., инж.
Фишман Я. М.
Геодезия (высшая и низшая).
Орлов П. М., проф.
Кочеулов П. Ф., проф.
Гидротехника, гидравлика.
Эссен А. М., инж.
Двигатели внутреннего сгорания.
Гиттис В. Ю., проф.
Мартенс Л. К., инж.
Детали машин и подъемные механизмы.
Холмогоров И. М., проф.
Добывающая промышленность и горное дело.
Губкин И. М., проф.
Пальчинский П. И., проф.
а) Геология и минералогия.
Федоровский Н. М., проф.
б) Драгоценные камни.
Ферсман А. Е., акад.
в) Каменный уголь.
Терпигорев А. М., проф.
г) Нефть.
Губкин И. М., проф.
д) Руда металлическая.
Таубе Е. А., проф.
е) Силикатная промышленность.
Швецов Б. С., проф.
ж) Торф.
Радченко И. И.
Дорожное строительство.
Крынин Д. П., проф.
Железнодорожное дело.
Шухов В. В., проф.
Энгельгардт Ю. В., проф.
Кожевенное дело.
Поварнин Г. Г., проф.
Красящие вещества, крашение и ситцепечатание.
Порай-Кошиц А. Е., проф.
Лесоводство.
Кобранов Н. П., проф.
Математика.
Каган В. Ф., проф.
Материаловедение.
Флоренский П. А., проф.
Металлургия черных и цветных металлов.
Павлов М. А., проф.
Евангулов М. Г., проф.
Механика прикладная и теория механизмов.
Малышев А. П., проф.
Радциг А. А., проф.
Механика строительная и графостатика.
Прокофьев И. П., проф.
Механика теоретическая.
Некрасов А. И., проф.
Мосты.
Передерий Г. П., проф.
Мукомольное дело, мельницы и элеваторы.
Цакуто М. М., проф.
Козьмин П. А., проф.
Организация производства, стандартизация.
Керженцев П. М.
Шпильрейн И. Н., проф.
Бурдянский И. М., инж.
Ноа Ф. Г., инж.
Высочанский Н. Г., инж.
Паровые котлы и машины.
Металлические изделия.
Саттель Э. А., инж.
Полиграф. промышленность.
Вольфсон М. Б., проф.
Михайлов С. М.
Промышленная гигиена и техника безопасности.
Каплун С. И., проф.
Хлопин Г. В., проф.
Радиотехника.
Баженов В. И., проф.
Резиновое производство.
Лурье М. А., инж.
Сельское хозяйство, с.-х. машины и орудия.
Вильямс В. Р., проф.
Сопротивление материалов.

Бобарыков И. И., проф.

Худяков П. К., проф.
Текстильное дело и технология волокнистых веществ.
Линде В. В., проф.
Теплотехника, термодинамика, энергетика.
Кирпичев М. В., проф.
Рамзин Л. К., проф.
Техника освещения.
Лапиров-Скобло М. Я., инж.
Технология и производство взрывчатых веществ.
Ипатьев В. Н., акад.
Технология дерева.
Дешевой М. А., проф.
Квятковский М. Ф., проф.
Технология и обработка металлов.
Чарновский Н. Ф., проф.
Технология строительных материалов.
Эвальд В. В., проф.
Лахтин Н. К., проф.
Технология углеводов, винокурение, пивоварение.
Тищенко И. А., проф.
Физика.
Иоффе А. Ф., акад.
Лебединский В. К., проф.
Химическ. промышленность.
Шеин С. Д., инж.
Химия (орган., неорган., физ. химия и хим. технология).
Бах А. Н., проф.
Холодильное дело.
Рязанцев А. В., проф.
Экономика.
Вольфсон М. Б., проф.
Гинзбург А. М.
Электротехника.
Осадчий П. С., проф.
Юрьев М. Ю., проф.
Шпильрейн Я. Н., проф.
Шенфер К. И., проф.
Кулебакин В. С., проф.

СОРЕДАКТОРЫ И НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ РЕДАКЦИИ

Соредакторы: по химии — **Беркенгейм Б. М.,** проф., и **Медведев С. С.;** по организации производства и стандартизации — **Троянский П. П.;** по горному делу — **Попов А. С.,** проф., и **Смирнов Н. Н.,** проф.; по строительному делу — **Брилинг С. Р.,** проф.; по физике — **Вавилов С. И.,** проф.; по холодильному делу — **Эстрин С. Г.,** инж.

Ельцина Н. М., канд. хим.; **Знаменский А. А.,** инж.; **Мельников И. И.; Мушенко И. Н.,** инж.; **Павлушков Л. С.; Ракицкий Н. П.; Соколов Н. В.,** инж.; **Таубман С. И.,** инж.; **Третлер А. А.** инж.; **Флоренский П. А.,** проф.; **Шпринк Б. Э.,** инж.; **Эрвальд К. А.,** инж.

Пом. Зав. Издат. Частью: **Маркус В. А.;** Зав. Иллюстр. отд.: **Тавастшерна В. Я.;** Зав. Худ.-Техн. Отд.: **Варшавский Л. Р.;** Зав. Комплектованием: **Сеник А. М.;** Тех. Ред.: **Волконский С. Н., Гришинский А. С., Гришинский В. С., Говсеев Ю. А., Никаноров В. М., Татаринов Б. Н.;** Тех. Ред. при типографии: **Малкин А. Д.;** Зав. Корректорской: **Колянковский Д. П.**

СПИСОК АВТОРОВ-СОТРУДНИКОВ Т. Э.

АГАФОНОВ С. С., инж. (морское дело).
АГОКАС Е.В., инж. (авиация, военная техника).
АДАМС А. А., инж. (технология металлов, станки).
АЙЗЕНМАН Г. А., инж. (паровые котлы).
АКИМОВ Г. В., инж. (металлургия цветных металлов).
АКУЛОВ К. А., проф. (гидротехника, гидравлика).
АКУЛЬШИН П. К., инж. (электротехника).
АЛЕКСАНДРОВ В. А. (экономика).
АЛЕКСАНДРОВ В. Л., инж. (авиация).
АЛЕКСАНДРОВ Н. К., инж. (электротехника).
АЛЕКСЕЕНКО-СЕРБИН Т. М., инж. (техника освещения).
АНАНЬИН С. Г., инж. (технология металлов).
АНДРЕЕВ Г. В., инж. (нефть).
АНДРЕЕВ Н. Н., проф. (физика).
АНИСИМОВ Н. И., инж. (гидротехника).
АНОХИН А. И., инж. (дорожное дело).
АНОХИН Н. С., инж. (нефть).
АНТОШИН А. Н., инж. (ж.-д. дело).
АПАРОВ Б. П., инж. (эл.-техника).

БАБИЧКОВ А. М., инж. (ж.-д. дело).
БАБОШИН А. Л., проф. (металловедение).
БАЕВ Н. А., инж. (электротехника).
БАЖЕНОВ В. И., проф. (радиотехника).
БАЙКОВ А. А., проф. (металлургия, цемент).
БАЛАНДИН А. А. (химия).
БАРАЦ Ю. О. (физика).
БАХ А. Н., проф. (химия).
БАХ-НИКОЛАЕВА П. А. (химия).
БАХМЕТЬЕВ Е. Ф., инж. (алюмин. и дуралюмин. сплавы).
БЕБЕШИН В. А. (обувное производство).
БЕЗУХОВ Н. М., инж. (строит. механика).
БЕЛЕНКО В. Л., инж. (техника безопасности).
БЕЛИКОВ П. Н., проф. (радиотехника).
БЕЛИЦ-ГЕЙМАН П. С., инж. (стандарты).
БЕЛОВ В. И., проф. (горное дело).
БЕЛОВ П. И., инж. (строит. дело).
БЕРКЕНГЕЙМ А. М., проф. (органич. химия и технолог. фармацевт. препаратов).
БЕРКЕНГЕЙМ Б. М., проф. (неорганич. и физич. химия).
БЕРНАЦКИЙ Л. Н., проф. (электрич. железные дороги).
БЕРНШТЕЙН-КОГАН С. В., проф. (жел.-дор. дело).
БЛОХ М. А., проф. (химия).
БОБАРЫКОВ И. И., проф. (сопротивление материалов и детали машин).
БОБКОВ П. К. (технология углеводов).
БОБРОВ Ф. Ф., проф. (бумажное производство).
БОГДАНОВ Е. А., проф. (сель. хоз.).
БОГДАНОВ Н. И., инж. (игольное производство).
БОЙЧЕВСКИЙ Г. П., инж. (вагоно- и тракторостроение).
БОКЛЕВСКИЙ К. П., проф. (судостроение и военная техника).
БОЛДЫРЕВ В. Ф., проф. (энтомология).
БОРЗОВ Н. А., инж. (военная техника).
БОРИСЕВИЧ В. К., инж. (горное дело).
БОССЕ Г. Г. (резин. производство).
БОЯРКИН А. Н. (текстильное дело).
БРЕСЛАВЕЦ В. Н. (сельское хозяйство).
БРИЛИНГ Н. Р., проф. (автомобильное дело, двигатели внутр. сгорания, авиац. моторы).
БРИЛИНГ С. Р., проф. (строит. дело).
БРУК И. С., инж. (электротехника).
БРУНС Б. П. (химия).
БРУСЯНЦЕВ Н. В., инж. (автомоб. дело).
БУДАКОВ Г. С., инж. (гранильное дело).
БУЛГАКОВ Н. В., инж. (пушнина).
БУРДАКОВ А. А., проф. (технология углеводов).
БУРДЯНСКИЙ И. М., инж. (организация производства).
БУРКОВ А. И., инж. (обработка металлов).
БЫЗОВ Б. В., проф. (резин. производство).

ВАВИЛОВ С. И., проф. (физика).
ВАНИН С. И., проф. (фитопатология).
ВАНЮКОВ В. А., инж. (металлургия цветных металлов).
ВАСИЛЬЕВ А. А. (минеральные краски).
ВАСИЛЬЕВ В. А., проф. (гидротехника и гидравлика).
ВАСИЛЬЕВ М. И., инж. (организация производства).
ВАХРАМЕЕВ К. С. (полиграфич. промышленность).
ВВЕДЕНСКИЙ Б. А., проф. (радиотехника).
ВЕЙНБЕРГ Б. П., проф. (физика).
ВЕЙС А. Л., инж. (точная механика)
ВЕКСЛЕР И. Л., инж. (нефть).
ВЕЛИКАНОВ В. А., инж. (измерит. приборы).
ВЕНДЕРОВИЧ В. М. (мукомольное дело).
ВЕСНИН А. А., архит. (архитектура, строит. дело).
ВИККЕР Д. А., инж. (электротехн., радиотехн., точная механика).
ВИЛЬЯМС В. Р., проф. (почвоведение, земледелие).
ВИНТЕР А. В., инж. (гидротехника, гидроэлектрич. станции).
ВИТОРСКИЙ В. К., инж. (радиотехника).
ВИХАНСКИЙ В. Н. (крашение и ситцепечатание).
ВИШНЕВ В. М., инж. (авиация).
ВЛОДАВЕЦ Н. И., инж. (геология и минералогия).
ВЛАСЬЕВ Н. И., инж. (морск. дело).
ВЛАДОС М. Х., инж. (эл.-техника).
ВОЛКОВ В. С., инж. (электротехника).
ВОЛКОВ Н. А., архит. (части зданий и расчеты).
ВОЛОГДИН В. П., проф. (радиотехника).
ВОЛЬФСОН М. Б., проф. (полиграфич. промышленность).
ВОРОНЦОВА В., инж. (ж.-д. дело).
ВОСКРЕСЕНСКИЙ И. Н., проф. (военная техника).
ВОСКРЕСЕНСКИЙ Л. Н., проф. (минеральные краски).
ВЫСОЧАНСКИЙ Н. Г., инж. (организация производства, военная техника).

ГАЕВСКИЙ А. Э., инж. (резин. производство).
ГАЛАКТИОНОВ И. Д. (полиграфич. промышленность).
ГАЛЬПЕРИН Д. С., проф. (пивоварение).
ГАРМАШ А. И., инж. (горное дело).
ГВОЗДЕВ А. А., инж. (строит. механика).
ГЕДЫМИН В. К., воен. инж. (военная техника).
ГЕЛЛЕРШТЕЙН С. Г., доц. (организация производства).
ГЕРЛИВАНОВ Н. А., инж. (строительное дело).
ГЕРМАНОВИЧ И. В., инж. (трамвай, путевое скрепление).
ГЕРШ С. Я., инж. (нефть).
ГИВАРТОВСКИЙ Р. В. (дрожжевое производство).
ГИНЗБУРГ А. М. (экономика).
ГИТТИС В. Ю., проф. (двигатели внутр. сгорания).
ГЛАЗУНОВ В. И., инж. (резин. производство).
ГЛУХАРЕВ К. К., инж. (военная техника).
ГЛУШКОВ В. Г., проф. (гидротехника, гидравлика).
ГОГОЛЬ-ЯНОВСКИЙ Г. И. (сельское хозяйство).
ГОЛЕНКИН М. И., проф. (ботаника)
ГОЛЬЦШМИДТ В. И., инж. (авиация).
ГОРБУНОВ Л. М., инж. (резин. производство).
ГОРБУНОВ М. М., инж. (электротехника).
ГОРДОН В. О. (экономика, стандарты).
ГОРДОН И. Л. (очистка воды).
ГОРОДЕЦКИЙ С. С., инж. (электротехника).
ГОРШЕШНИКОВ В. С. (органическая химия).
ГОТМАН Е. В., инж. (полиграфическая промышленность).

ГРАФТИО Г. О., проф. (гидроэлектрич. станции).
ГРАЧЕВ К. Ф., проф. (горячая обработка металлов).
ГРИБОЕДОВ Д. Н., проф. (крашение и ситцепечатание).
ГРИГОРОВИЧ К. П., проф. (металлургия).

ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО В.Е., проф.

(металлургия, пламенные печи).
ГУБЕР Я. М., инж. (электротехника).
ГУБКИН И. М., проф. (горное дело).
ГУРЕВИЧ С. Б., инж. (авиация, автомоб. дело).
ГУРИН Г. И., проф. (ветеринария).
ГУЩИН Н. И., проф. (водопровод).

ДАНИЛЕВИЧ Г. Э., инж. (организация производства).
ДАНИЛЕВСКИЙ А. И. (радиотехника).
ДАШКЕВИЧ Г. В., инж. (электротехника).
ДЕКАТОВ Н. П., инж. (отопление).
ДЕМЬЯНОВ Н. Я., проф. (агрономич. химия).
ДЕНИСОВ П. И., инж. (холодильное дело).
ДЕРЕВЯГИН А. А., инж. (переработка дерева).
ДЕРЕЧЕЙ Е. Г., проф. (металлургия цветных металлов).
ДЕРЖАВИН А. Н., проф. (текстильное дело).
ДЕШЕВОЙ М. А., проф. (технология дерева).
ДЗЕРЖКОВИЧ А. А., проф. (военная техника).
ДМИТРИЕВ А. Г. (военная техника).
ДМИТРИЕВСКИЙ В. И., инж. (авиация).
ДМОХОВСКИЙ В. К., проф. (бетон и железобетон).
ДОБРОВОЛЬСКИЙ В. А., проф. (землед. машины).
ДОБРОХОТОВ А. Н., проф. (точная механика).
ДОБРЫНИН А. А., инж. (двигатели внутр. сгорания).
ДОБРЯНСКИЙ А. Ф., проф. (нефть)
ДОВГЕЛЕВИЧ Н. И., инж. (военная техника).
ДОМОНТОВИЧ М. К. (агрономич. химия).
ДОХТУРОВСКИЙ В. С., проф. (торфяное дело).
ДРЕЗЕН Э. К. (организация производства).
ДРОЗДОВ В. А., проф. (канализация, промышл. гигиена).
ДРУЖИНИН Д. В. (агрономич. химия).
ДУБОВИК В. А., инж. (электротехника).
ДЬЯКОНОВ А. П. (сел. хозяйство).

ЕВАНГУЛОВ М. Г., проф. (металлургия цветных металлов).
ЕВГРАФОВ Г. К., инж. (мосты).
ЕГОРОВ П. И., инж. (металлургия черных металлов).
ЕЛЕОНСКИЙ А. Н. (сел. хозяйство).
ЕЛЬЦИНА Н. М. (химия).
ЕРМОЛАЕВ Н. А., инж. (вышивальное производство и кружева).
ЕРМОЛАЕВА С. С. (бумажное произв.).

ЖЕБРОВСКИЙ В. А., инж. (горное дело).
ЖЕЛЯБУЖСКИЙ Ю. А. (кинематография).
ЖЕРЕБОВ Л. П., проф. (бумажное производство).
ЖИРМУНСКИЙ С. С., инж. (искусственный шелк).

ЗАБОРОВСКИЙ А. И. (физика).
ЗАВАЦКИЙ С. В. (водолазное дело).
ЗАДАРНОВСКИЙ В. К. (текстильное дело).
ЗАЙЦЕВ А. К., проф. (материаловедение).
ЗАЙЦЕВ И. В., инж. (торфяные машины).
ЗАЙЦЕВ С. А. (полиграфич. промышленность).
ЗАЛУЦКИЙ Л. В., проф. (измерит. приборы).
ЗАПОРОЖЕЦ И. К., архит. (архитектура, городское благоустройство, строит. дело).
ЗВЯГИНСКИЙ Я. Я., инж. (городское благоустройство).
ЗДАНОВСКИЙ И. А. (сельское хозяйство).
ЗЕЛИГЕР Д. Н., проф. (организация производства).
ЗЕЛИНСКИЙ Н. Д., проф. (неоргапич. химия).
ЗЕМБЛИНОВ С. В., инж. (жел.-дор. дело).

ЗЕМЯТЧЕНСКИЙ П. А., проф.

(силикатная промышленность).
ЗНАМЕНСКИЙ А. А., инж. (авиация).
ЗОЛОТАРЕВ А. Е., инж. (технология дерева).

ИЛЬИНСКИЙ М. А., проф. (крашение, ситцепечатание).
ИОФФЕ А. Ф., акад. (физика).
ИОФФЕ И. С., инж. (крашение и ситцепечатание).
ИОФФЕ Я. С., инж. (крашение и ситцепечатание).
ИПАТЬЕВ В. Н., акад. (взрывчатые вещества).
ИРИСОВ А. С., доц. (физика).

КАБЛУКОВ И. А., проф. (химия).
КАГАН В. Ф., проф. (математика).
КАЗАКОВ С. А., проф. (астрономия).
КАЗАРНОВСКИЙ И. А., проф. (неорганич. химия).
КАКУРИН С. Н., инж. (радиотехника).
КАЛАНТАР В. А. (сельское хозяйство).

КАМЕНСКИЙ Л. В., инж. (бумажное производство).
КАМЗОЛКИН В. П., проф. (химия).
КАНАРСКИЙ Н. Я., проф. (текстильное дело).
КАНЕВСКИЙ Я. И., инж. (военная техника).
КАНТОР Г. И., проф. (геология).
КАПЛУН С. И., проф. (промышлен. гигиена, техника безопасности).
КАРАВАЕВ Н. М., проф. (органич. химия).
КАРАТЫГИН Е. С., инж. (холодильное дело).
КАРАЧАН И. Р., инж. (военная техника).
КАРИКАШ Ф. А. (кардное производство).
КАРЛСЕН Г. Г., инж. (строит. дело).
КАРНАУХОВ Н. М., проф. (металлургия).
КАРПОВИЧ П. А., инж. (организация производства).
КАСИМОВ М. М., инж. (электротехника).
КАЦЕПОВ Д. Н., инж. (жестян. производство).
КАШКИН К. Н., проф. (ж.-д. дело).
КВЯТКОВСКИЙ М. Ф., проф. (технология дерева).
КЕКЧЕЕВ К. Х., доц. (организация производства).
КЕРЖЕНЦЕВ П. М. (организация производства, стандарты).
КЕТОВ Х. Ф., проф. (прикладная механика).
КИРПИЧЕВ М. В., проф. (теплотехника).
КИТАЙГОРОДСКИЙ И. И., инж. (силикатная промышленность).
КЛАССЕН В. Э., проф. (паровые котлы, машины).
КЛИМОВ В. Я., инж. (авиационные двигатели).
КЛЯЦКИН И. Г. (радиотехника).
КНОПФ В. М., инж. (жел.-дор. дело).
КНОРРЕ Э. В., инж. (городское благоустройство).
КОБРАНОВ Н. П., проф. (лесоводство).
КОВАЛЕВСКИЙ И. И., инж. (бумажное производство).
КОЗЬМИН П. А., проф. (мукомольное дело).
КОМАРЕВСКИЙ В. И., ст. асс. Горн. Академии (химия).
КОМАРОВ Н. С., инж. (холодильное дело).
КОНАШИНСКИЙ Д. А., инж. (радиотехника).
КОНЮХОВ К. Г., инж. (теплотехника).
КОСТИЦИН В. А., проф. (физика).
КОСТЯКОВ А. Н., проф. (гидротехника).
КОТЛОВКЕР Б. А. (полиграфич. промышленность).
КОХ Ф. Я., агр. (холодильное дело).
КОЧЕУЛОВ П. Ф., проф. (геодезия).
КОШКАРЕВ В. И., проф. (отопление, вентиляция).
КРАВКОВ С. В. (физика).
КРАСНОПЕВЦЕВ П. И., инж. (паровые котлы, машины).
КРАСНОПЕРОВ Н. В., проф. (двигатели внутр. сгорания).
КРАСОВСКИЙ Н. В., инж. (ветряные двигатели, ветросиловые станции).
КРАСОВСКИЙ П. И., инж. (жел.-дор. дело).
КРАШЕНИННИКОВ Ф. Е., доц. (текстильное дело).
КРИЛЬ Б. А., проф. (сел.-хоз. машины).
КРИЦМАН Л. Н., проф. (экономика).
КРИЧЕВСКИЙ М. И. (полиграфич. промышленность).
КРОТОВ Е. Г., проф. (технология дерева).
КРУГ К. А., проф. (электротехника)
КРУГЛИКОВ Ф. И., инж. (паровые котлы и машины).
КРЫНИН Д. П., проф. (дороги и дорожное строительство).
КРЮКОВ М. В., архит. (архитектура).
КУГЕЛЬ В. Р. (полиграфич. промышленность).
КУЗИН А. С., инж. (автомоб. дело).
КУЗМАК Е. М., инж. (котельное дело, обработка металлов).
КУЗЬМИНСКИЙ К. С. (полиграфич. промышленность).
КУКЕЛЬ-КРАЕВСКИЙ С. А., инж. (электротехника).
КУКСЕНКО П. Н. (радиотехника).
КУЛАГИН Н. М., проф. (зоология).
КУЛЕБАКИН В. С., проф. (электротехника).
КУПРИЧЕНКОВ Д. И., инж. (военная техника).
КУРБАТОВ В. Я., проф. (неоргапич. химия).
КУТЫРИН Д. В., инж. (металлургия черных металлов).
КУЧАРОВСКИЙ А. Е., инж. (материаловедение).

ЛАВРОВ Н. А., инж. (автомоб. дело, авиац. моторы, двигатели внутр. сгорания).
ЛАЗАРЕВ П. П., акад. (физика).
ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., инж. (техника освещения, энергетика).
ЛАХТИН Н. К., проф. (технология строит. материалов).
ЛБОВ А. Г. (текстильное дело).
ЛЕБЕДЕВ Н. В., инж. (авиация).
ЛЕБЕДИНСКИЙ В. К., проф. (физика).
ЛЕВИНА Э. М. (химия, стандарты).
ЛЕВИНСОН Я. Б., д-р (дезинфекц. аппараты).
ЛЕСКОВЕЦ В. Л., инж. (железнодорожное дело).

ЛИВЕРОВСКИЙ А. В., проф. (жел.-дор. дело).
ЛИНДЕ В. В., проф. (текстильное дело).
ЛИПИН В. Н., проф. (металлургия).
ЛИСКУН Е. Ф., проф. (животноводство).
ЛИТВИН Л. С., инж. (обработка металлов).
ЛОКШИН А. Я. (экономика).
ЛУКЬЯНОВ В. В., инж. (мукомольное дело).
ЛУРЬЕ Г. В., инж. (технология металлов).
ЛУРЬЕ М. А., инж. (резиновое производство).
ЛЫЗЛОВ В. С., инж. (электротехника).
ЛЮБИМОВ А. Л., инж. (горное дело).
ЛЯЛИН Л. М., проф. (жиры, масла).
ЛЯШЕНКО В. Д., инж. (крашение, ситцепечатание).
ЛЯЩЕНКО П. В., инж. (горное дело).

МАГИДСОН О. Ю. (фармацевтич. химия).
МАЙЗЕЛЬ С. О., проф. (техника освещения).
МАКСИМОВ Н. М., проф. (текстильное дело).
МАКСОРОВ Б. В., проф. (материаловедение).
МАЛЕВСКИЙ А. Д. (военная техника).
МАЛЫНИЧ В. И., инж. (авиация).
МАЛЫШЕВ А. П., проф. (прикладная механика).
МАНТЕЙФЕЛЬ А. Н., инж. (металлургия, технология металлов).
МАНУС И. Я., проф. (жел.-дор. дело).
МАРКОВ Н. Я., инж. (жел.-дор. дело).
МАРТЕНС Л. К., инж. (математика, теплотехника).
МАРТЫНОВ М. В., инж. (электротехника).
МЕДВЕДЕВ С. С. (химия).
МЕЛЬНИКОВ И. И. (электротехника).
МЕОС А. И. (крашение тканей).
МЕРЦАЛОВ М. И., проф. (прикладная механика).

МИЛЕНГАУЗЕН К. К., инж. (жел.-дор. дело).
МИЛОВИЧ А. Я., проф. (гидротехника, гидравлика).
МИЛОСЛАВСКИЙ В. В., проф. (организация производства).
МИНКЕВИЧ Н. А., проф. (металлургия).
МИРЕНКО В. С., инж. (холодильное дело).
МИРЕПСКИЙ Б. И., инж. (текстильное дело).
МИРЛАС Л. И. (крашение тканей).
МИХАЙЛОВ В. С., инж. (военная техника).
МИХАЙЛОВ С. М. (полиграфич. промышленность).
МИХАЙЛОВ С. Н., инж. (минеральные краски).
МИШУКОВ А. Я., инж. (материаловедение).
МОИШЕЕВ П. А., инж. (авиационные моторы).
МОЛЧАНОВ С. В., проф. (текстильное дело).
МОНАХОВ А. Д., проф. (текстильное дело).
МОНОСЗОН А. М. (химия).
МУСИНЬЯНЦ Г. Н., инж. (авиация).
МУШКЕТОВ Д. И., проф. (горное дело).

НАГОРСКИЙ Д. Б., инж. (газовое отопление, вентиляция).
НАДЕЖИН А. А., проф. (котельные установки).
НАМЕТКИН С. С., проф. (нефть).
НАУМОВ В. А. (горное дело).
НАУМОВ В. А. (электротехника).
НЕКРАСОВ А. И., инж. (авиация).
НЕКРАСОВ А. И., проф. (гидротехника, гидродинамика).
НЕПОРЕНТ О. И., инж. (организация производства).
НИТУСОВ Е. В., доц. (электротехника сильных токов).
НОВИКОВ Н. Г. (текстильное дело).
НОВОСПАССКИЙ А. Ф., инж. (доменные печи и плавка).
НОЗДРОВСКИЙ С. А., воен. летч. (авиация).
НОЛЛЕ Я. Х. (фармация).

ОЖИГОВ А. А., инж. (двигатели внутр. сгорания).
ОКНОВ М. Г., проф. (металлургия).
ОЛЕНИН П. В., проф. (материаловедение).
ОППОКОВ Е. В., проф. (гидротехника, гидравлика).
ОРЛОВ П. М., проф. (геодезия).
ОСАДЧИЙ П. С., проф. (электротехника).

ПАВЛИНОВ П. Я., проф. (материаловедение).
ПАВЛОВ М. А., проф. (металлургия черных металлов).
ПАВЛОВИЧ П. И., проф. (кожевенное дело).
ПАВЛУШКОВ Л. С., инж. (машиностроение).
ПАКУТО М. М., проф. (мукомольное дело, элеваторы).
ПАЛЬМ В. М., инж. (станки по обработке металлов).
ПАЛЬЧИНСКИЙ П. И., проф. (горное дело).
ПАНЮТИН П. С., инж. (автомоб. и авиацион. двигатели).
ПАПЕРНОВ З. А., инж. (организация производства).
ПАПКОВИЧ Б. Ф., проф. (морское дело).
ПАСТУШЕНКО Н. М., инж. (радиотехника).
ПЕВЦОВ А. Х., проф. (строительное дело).
ПЕРЕДЕРИЙ Г. П., проф. (мосты и графостатика).
ПЕРФИЛЬЕВ Н. А., инж. (военная техника).
ПЕСКОВ Н. П., проф. (химия).
ПЕТРОВ Г. Н., инж. (электротехника).
ПЕТРОВ С. С., инж. (электротехника).
ПЕТРОВ Ф. Ф., инж. (строительное дело).
ПЕТРОВСКИЙ В. А., проф. (технология дерева).
ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ Б. Ф., инж. (организация производства).
ПИЛЬНИК М. Е., инж. (металлургия).
ПЛЫШЕВСКИЙ Н. П., инж. (холодильное дело).
ПОВАРНИН Г. Г., проф. (кожевенное дело).
ПОДОБЕДОВ Н. Н., инж. (городские жел. дороги).
ПОДЭРНИ С. А., инж. (холодильное дело).
ПОЛЕТАЕВ Н. А. (текстильное дело).
ПОЛЯНСКИЙ Н. П., проф. (лесоводство и технология дерева).
ПОПОВ А. С., проф. (горное дело).
ПОРАЙ-КОШИЦ А. Е., проф. (крашение, ситцепечатание).
ПОРВАТОВ В. М. (геология, минералогия).
ПОРФИРЬЕВ Г. В., инж. (архитектура).
ПОЯРКОВ М. Ф., инж. (электротехника).
ПРОЗОРОВ К. С., инж. (организация производства).
ПРОКОПЬЕВ Е. П., доц. (золотопромышленность).
ПРОКОФЬЕВ В. В., инж. (мукомольное дело).
ПРОКОФЬЕВ И. П., проф. (строительная механика).
ПРОЦИКОВ Л. А., инж. (нефть).
ПРЯНИШНИКОВ Д. Н., проф. (агрономич. химия).
ПРЯНИШНИКОВ Н. Д. (сельское хозяйство).
ПЫШНОВ В. С., инж. (авиация).

РАБИНОВИЧ А. И. (фотография).
РАБИНОВИЧ К. И. (экономика).
РАДЧЕНКО И. И. (торфяное дело).
РАДЦИГ А. А., проф. (прикладная механика).
РАКОВСКИЙ А. В., инж. (материаловедение).
РАКОВСКИЙ Е. В., проф. (материаловедение).
РАКИЦКИЙ Н. П. (сельское хозяйство).
РАТНЕР И. В., инж. (жел.-дор. дело).
РЕБИНДЕР П. А., проф. (физика).
РЕЙХАРДТ А. Ю., проф. (технология дерева).
РЕМИЗОВ Л. А., инж. (гидроторф).
РЖЕВКИН С. Н. (физика).
РИДЕЛЬ Ю. О., инж. (электротехника).
РОГИНСКИЙ Н. О., проф. (жел.-дор. дело).
РОГОВИН И. И., инж. (золотопромышленность).
РОЖАНСКАЯ Ю. А. (математика).
РОЗАНОВ С. Н., инж. (подземные жел. дороги).
РОЗЕНБЕРГ С. И., инж. (резиновое производство).
РОЗИН М. Н., инж. (мукомольное дело, элеваторы).
РОЛЬЩИКОВ Б. П., инж. (гальванотехника).
РОМАНОВ А. Д., инж. (электротехника).
РОССИНСКИЙ Д. М., проф. (текстильное дело).
РУГГ В. М., инж. (автомоб. и авиац. двигатели).
РУНОВ Д. И., инж. (коксование торфа).
РУППЕНЕЙТ В. Р., инж. (военная техника).
РУТОВСКИЙ Б. Н., проф. (эфирные масла).
РЯБОВ А. С. (военная техника).
РЯБОВ И. И. (текстильное дело).
РЯЗАНЦЕВ А. В., проф. (холодильное дело).

САВКОВ Е. И., инж. (технология дерева, авиация).
САМОЙЛОВ Б. В. (организация производства).
САТТЕЛЬ Э. А., инж. (станки, обработка металлов).
САХАРОВ П. В., проф. (геология, минералогия).
СЕМЕНОВ Н. Н., проф. (физика).
СЕМИБРАТОВ М. В., инж. (паровые котлы, машины).
СЕРГЕЕВ А. И., инж. (холодильное дело).
СЕРГЕЕВ М. В., проф. (минеральные воды).
СЕРЕБРЕННИКОВ М. Г., инж. (теоретич. механика).
СЕРДОБОЛЬСКИЙ С. К., инж. (резинов. производство).
СИДОРИН И. И., проф. (авиация, металлургия, технология металлов).
СИНЕВ П. И., инж. (техника безопасности).
СИПЯГИН А. С., проф. (технология углеводов).
СИРОТИНСКИЙ Л. И., проф. (электротехника).
СКОРНЯКОВ Е. Е., проф. (гидротехника, гидравлика).
СМИРНОВ В. С., проф. (технология углеводов).
СМИРНОВ Л. П., проф. (прикладная механика).
СМИРНОВ Н. Н., проф. (нефть).
СОКОЛОВ Н. В., инж. (металлургия).

СОКОЛОВ П. П., инж. (аэрофотограмметрия).
СОКОЛОВ Н. С. (сельское хозяйство).
СОЛОВЬЕВ П. И., проф. (паровые котлы и машины).
СОРОКИН Г. А., инж. (нефть).
СОРОКО-НОВИЦКИЙ В. И., инж. (автомоб. и авиац. двигатели).
СОТОНИН К. И., доц. (организация производства).
СПЕНГЛЕР Е. И., инж. (жел.-дор. дело).
СТЕПАНОВ В. В., проф. (математика).
СТЕЧКИН Б. С., проф. (авиац. двигатели).
СТРАХОВ П. С. (сельское хозяйство).
СТРИЖОВ И. Н., проф. (нефть).
СТРУМИЛИН С. Г. (экономика).
СТРУННИКОВ В. Т., проф. (морское дело).
СУШИЛИН А. Ф., инж. (теплотехника).
СЫРКИН Я. К., проф. (физич. химия).

ТАНЕЕВ П. В., проф. (добыча торфа).
ТАТАРЧУК В. М., инж. (теплотехника).
ТАУБЕ Е.А., проф. (металлич. руды)
ТАУБМАН С. И., инж. (механика, сопротивление материалов).
ТАУРОК В. Г., инж. (паровые котлы и машины).
ТЕОДОРЧИК К. Ф. (радиотехника).
ТЕРПИГОРЕВ А. М., проф. (металлич. руды).
ТЕСНЕР А. А., инж. (бумажное производство).
ТИТОВ И. А. (сельское хозяйство).
ТИШБЕЙН Р. Р., инж. (морское дело).
ТИЩЕНКО И. А., проф. (технология углеводов, химич. аппаратура).
ТОПОЛЬНИЦКИЙ П. К. (геология, минералогия).
ТРАПЕЗНИКОВ А. К. (физика).
ТРАХТЕНБЕРГ Г. Г., инж. (гильзовое производство).
ТРОИЦКИЙ А. Д. (полиграфич. промышленность).
ТРОЯНСКИЙ П. П. (экономика).
ТРУБИН К. Г., инж. (металлургия, технология металлов).
ТРЯПКИН А. И., инж. (текстильное дело).
ТУЛУПИН Н. В., агр. (холодильное дело).
ТУЛУПОВ Н. М., инж. (авиация).
ТУРКУС В. А., инж. (вентиляция).
ТЫЧИНИН Б. Г. (физич. химия).

УЛИЦКИЙ Я. С. (экономика).
УРАЗОВ Г. Г., проф. (металлургия).
УСПЕНСКИЙ Н. Н. (экономика торфяного дела).
УТКИН М. С. (сельское хозяйство).
УШАКОВ К. А., инж. (авиация).

ФЕДОРОВ В. Г., инж. (военная техника).
ФЕДОРОВ В. С., инж. (текстильное дело).
ФЕДОРОВ М. С., инж. (жел.-дор. дело).
ФЕДОРОВ Н. С., инж. (текстильное дело).
ФЕДОРОВСКИЙ Н. М., проф. (геология, минералогия).
ФЕДОТОВ А. А., проф. (текстильное дело).
ФЕДОТЬЕВ П. П., проф. (электрохимия).
ФЕРСМАН А. Е., акад. (драгоценные камни).
ФИЛИППОВ А. В., проф. (силикатная промышленность).
ФИЛОСОФОВ П. С., проф. (силикатная промышленность).
ФИШМАН Я. М. (военная химия).
ФЛЕРОВ В. К., проф. (обувное дело).
ФЛОРЕНСКИЙ П. А., проф. (электротехника, материаловедение).
ФОКИН Л. Ф., проф. (газовое производство).
ФРЕДЕРИКС В. К., проф. (физика).
ФРЕЙДБЕРГ В. З. (экономика).
ФРЕНКЕЛЬ Я. И., проф. (физика).
ФРУМКИН А. Н. (физич. химия).
ФРИЗИНОВСКИЙ И. А., инж. (автомоб. дело).

ХИНЧИН Я. Г., проф. (бумажное производство).
ХЛОПИН Г. В., проф. (промышленная гигиена).
ХОЛМОГОРОВ И. М., проф. (детали машин, подъемные механизмы).
ХОЛОПОВ Е. И., инж. (обработка металлов).
ХОМУТИННИКОВ Н. Н., инж. (мосты).
ХОМЯКОВ К. Г., проф. (химия).
ХРЕННИКОВ С. А., инж. (металлургия).
ХРИСТОДУЛО Д. А., инж. (холодильное дело).

ЦВЕТ-КОЛЯДИНСКИЙ В.С., инж. (авиация).
ЦЕЙТЛИН Д. Г., инж. (топливо, котельные установки).
ЦЕРЕВИТИНОВ Н. А., инж. (материаловедение).
ЦЕРЕВИТИНОВ Ф. В., проф. (технология углеводов).
ЦЕХАНОВИЧ В. В., инж. (морское дело).
ЦИНЗЕРЛИНГ Е. В. (драгоценные камни).

ЧАПЛЫГИН С. А., проф. (авиация, гидродинамика, механика).
ЧЕРКАССКИЙ А. М. (полиграфич. промышленность).
ЧЕРНОЖУКОВ Н. И., инж. (горное дело).
ЧЕРНЫШЕВ Н. М., проф. (архитектура, живопись).
ЧЕСАЛОВ А. В., инж. (авиация).
ЧЕХОВИЧ З. Н. (агроном. химия).

ЧЕХОВСКИЙ К. Н., инж. (жел.-дор. дело).
ЧИЧИБАБИН А. Е., проф. (органич. химия).
ЧУДАКОВ Е. А., проф. (автомоб. двигатели).

ШАЛЬНИКОВ А. И. (физика).
ШАПОШНИКОВ В. Г., проф. (текстильное дело).
ШАПОШНИКОВ В. Н., проф. (технич. микробиология).
ШАПОШНИКОВ В. Н., проф. (экономика).
ШАРАШКИН К. И., проф. (силикатная промышленность).
ШАФРАНОВА А. С. (техника безопасности).
ШВЕЦОВ Б. С., проф. (силикатная промышленность).
ШЕЛКОВ В. И., инж. (военная техника).
ШЕНФЕР К. И., проф. (электротехника).
ШЕР М. Л., инж. (золотопромышленность, строит. дело).
ШИБАРОВСКИЙ А. Е., инж. (паровые котлы и машины).
ШИПЕРОВИЧ В. Л., инж. (горное дело).
ШИТТ П. Г., проф. (садоводство).
ШИУКОВ А. В., воен. летч. (авиация).
ШЛЕГЕЛЬ Б. Х., проф. (гидротехника).
ШЛОСБЕРГ А. М., инж. (текстильное дело).
ШОРЫГИН П. П., проф. (технология углеводов).
ШПИЛЬРЕЙН П. П., проф. (организация производства).
ШПИЛЬРЕЙН Я. Н., проф. (электротехника, математика).
ШПРИНК Б. Э., инж. (двигатели внутр. сгорания).
ШУКАЛОВ С. П., инж. (военная техника).
ШУЛЕЙКИН В. В., проф. (физика).
ШУР А. К., инж. (технология углеводов).
ШУСТОВ А. Н., проф. (технология углеводов).
ШУТКО К. И. (кинематография).
ШУХГАЛЬТЕР Л. Я., инж. (рационализация и организация производства).
ШУХОВ В. В., проф. (жел.-дор. дело).

ЩАПОВ Н. М., проф. (гидравлич. двигатели).
ЩАПОВ Н. П., инж. (строит. механика).
ЩЕЛКУНОВ М. И. (полиграфич. промышленность).
ЩУСЕВ А. В., акад. (архитектура).

ЭВАЛЬД В. В., проф. (технология строит. материалов).
ЭДЕЛЬШТЕЙН В. И., проф. (огородничество).
ЭЛЬЦИН И. А. (физика).
ЭЛЬЯШБЕРГ П. Е., проф. (бумажное производство).
ЭНГЕЛЬГАРДТ Ю. В., проф. (жел.-дор. дело).
ЭРВАЛЬД К. А., инж. (механика, теория механизмов).
ЭССЕН А. И. (горное дело).
ЭССЕН А. М., инж. (физика, гидротехника, гидравлика).

ЮНГ В. Н., инж. (силикатная промышленность).
ЮРГАНОВ В. В., проф. (силикатная промышленность).
ЮРКОВ П. К., инж. (кожевенное дело).
ЮРОВСКАЯ М. А., д-р (организация производства).
ЮРЬЕВ Б. Н., проф. (авиация).
ЮРЬЕВ М. Ю., проф. (электротехника слабых токов).
ЮХНЕВИЧ В. В. (военная техника).

ЯКИМЧИК В. В., инж. (организация производства).
ЯКОВЛЕВ А. Ф. (военная техника).
ЯНКОВСКИЙ В. М. (военно-химич. дело).
ЯШНОВ А. И., проф. (теоретическая механика).

ARCO G., D-r, Berlin (радиотехника).
BORCHARDT Ph., Dipl.-Ing., Sollm bei München (химич. технология).
CRANE H., New York (двигатели внутр. сгорания).
FORTIER Samuel, New York (ирригация).
GAILLARD J., New York (стандартизация).
GOLDMARK H., New York (гидротехника).
KOBBERT, Dipl.-Ing., Königsberg (газовое производство).
MIES van der ROHE, Prof., Berlin (строительная техника).
PROCKAT, Dipl.-Ing., Berlin (химич. технология).
SCHMITTENHENNER, Prof., Stuttgart (строит. техника).
SCHAPOVALOFF M., Riverside, California (фитопатология).
SCHWARZ T. (морское дело).
ZON R., St. Paul, Minn. (технология дерева).

СОКРАЩЕНИЯ И СИМВОЛИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I. Метрические меры.

км километры (1 000 *м*).
м метры.
дм дециметры (0,1 *м*).
см сантиметры (0,01 *м*).
мм миллиметры (0,001 *м*).
μ микроны (0,001 *мм*).
mμ миллимикрон (0,001 *μ*).
μμ микромикрон (0,000001 *μ*).
км² квадратные километры.
га гектары (квадратные гектометры).
а ары (квадратные декаметры).
м² квадратные метры.
м³ кубические метры.
дм³ » дециметры.
см³ » сантиметры.
мм³ » миллиметры.
т метрич. тонны (1 000 *кг*).
ц центнеры (100 *кг*).
кг килограммы (1 000 *г*).
г граммы.
дг дециграммы (0,1 *г*).
сг сантиграммы (0,01 *г*).
мг миллиграммы (0,001 *г*).
к караты (200 *мг*).
кл килолитры (1 000 *л*).
гл гектолитры (100 *л*).
дкл декалитры (10 *л*).
л литры.
дл децилитры (0,1 *л*).
сл сантилитры (0,01 *л*).
мл миллилитры (0,001 *л*).
тм тоннометры.
кгм килограммометры.
т/м² тонны на кв. метр.
кг/см² килограммы на кв. сантиметр.
м/ск метры в секунду.
п. м погонные метры.
рег. т регистровые тонны.

II. Математич. обозначения.

° градус.
′ минута, фут.
″ секунда, дюйм.
‴ терция, линия.
$>$ больше ($<$меньше).
$\not>$ не больше ($\not<$ не меньше).
$\cong$ приблизительно равно.
$\geqslant$ больше или равно.
$\leqslant$ меньше или равно.
$\gg$ значительно больше.
$\ll$ значительно меньше.
$\measuredangle$ угол, измеряемый дугой.
$\parallel$ параллельно.
$\perp$ перпендикулярно.
$\div$ от—до.
sin синус.
tg тангенс.
sc секанс.
cos косинус.
ctg котангенс.
csc косеканс.
arc sin арксинус.
arc tg арктангенс.
sh гиперболический синус.
ch гиперболическ. косинус.
th » тангенс.
$\varnothing$ диаметр.
e основание натуральных логарифмов.
lg логарифм десятичный.
ln логарифм натуральный.
lim предел.
Const постоянная величина.
$\sum$ сумма.
$\int$ интеграл.
$\sim$ приблизительно.
∞ бесконечность.
d полный дифференциал.
∂ частный дифференциал.

III. Международные символы.

а) Единицы.

A ампер.
Ah ампер-час.
W ватт.
Wh ватт-час.
kW киловатт.
kWh киловатт-час.
V вольт.
VA вольт-ампер.
kVA киловольт-ампер.
mA миллиампер.
Ω ом.
MΩ мегом.
μΩ микроом.
C кулон.
VC вольт-кулон.
H генри.
J джоуль.
F фарада.
μF микрофарада.
Å ангстрем.
D дина.
Cal калория большая.
cal » малая.
HP лошадиная сила.
lm люмен.
lx люкс.
m мюрг.

б) Величины.

$t°$ температура обыкновен.
$T°$ » абсолютная.
$t°_{кип.}$ температура кипения.
$t°_{пл.}$ » плавления.
$t°_{заст.}$ » застывания.
$t°_{отв.}$ » отвердевания.
$t°_{крит.}$ » критическая.
atm атмосфера техническая.
Atm » барометрич.
I сила тока.
Q электрич. заряд, количество электричества.
E электродвижущая сила.
V, U напряжение, потенциал.
A работа.
W энергия.
P мощность.
T период колебания.
f, ν частота.
ω угловая скорость, угловая частота.
Ω боковая частота.
λ длина волны.
φ сдвиг фазы.
L самоиндукция.
C емкость.
R сопротивление активное (ваттное).
ε диэлектрич. постоянная.
μ магнитн. проницаемость.
ϱ удельное сопротивление.
σ удельная проводимость.
δ декремент затухания.
Φ магнитный поток.
H_{Br} твердость по Бринелю.
$A_{c_1}, A_{c_2}, A_{c_3}$ } критич. точки
$A_{r_1}, A_{r_2}, A_{r_3}$ } желез. сплавов.
g ускорение силы тяжести.
l длина.
m масса.
$D^{t_1}_{t_2}$ уд. в. при $t_1°$ по отношению к воде при $t_2°$.
$[\alpha]$ угол вращения плоскости поляризации.
$C_{н.}$; $[H^+]$ концентрация водородных ионов.
pH; $P_н$ водородн. показатель.

IV. Основные сокращения.

фт.—футы.
дм.—дюймы.
об/м.—обороты в минуту.
п-вс.—пудоверсты.
п-фт.—пудофуты.
фт/ск.—футы в секунду.
чв-д.—человекодни.
чв-ч.—человекочасы.
долл., $—доллары.
лр.—лиры.
мар.—марки.
фн. ст., £—фунты стерлингов.
фр.—франки.
шилл.—шиллинги.
млн.—миллионы.
млрд.—миллиарды.
ч.—часы.
м., мин.—минуты.
ск.—секунды.
°Bé—градусы Боме.
°Э.—градусы Энглера.
°K—градусы Кельвина.
$t°$—температура по 100°-ной шкале (С).
$t°$Р.—температура по Реомюру.
$t°$Ф.—температура по Фаренгейту.
В табличных заголовках: °С или °Ц., °Р., °Ф.
ab—c (в библиографии при начальном годе ссылки на журнал).
абс. ед.—абсолютная единица.
ат. в.—атомный вес.
Aufl.—Auflage.
B.—Band, Bände.

v.—volume, volumes.
вкл.—включительно.
выс.—высота.
гг.—годы, города.
гл. обр.—главным образом.
д.—долгота.
д. б.—должно быть.
дд.—деревни.
ж. д.—железная дорога.
з.-европ. — западно-европейский.
з-д—завод.
изд.—издание.
ин-т—институт.
Jg.—Jahrgang.
кпд—коэффициент полезного действия.
к-рый—который.
к-та—кислота.
Lfg.—Lieferung, Lieferungen.
м—мета (хим.).
м. б.—может быть.
м. г.—минувшего года.
меш (mesh)—число отверстий в ситах на лин. дюйм.
мн-к—многоугольник.
мол. в.—молекулярный вес.
нек-рый—некоторый.
о—орто (хим.).
об-во—общество.
о-ва—острова.
п—пара (хим.).
р.—pagina, paginae (лат.—страница, страницы).
промышл.—промышленность.
проф.—профессор.
SK—зегеровские конуса.
С., Ю., В., З.—север, юг, восток, запад.
с.-з., ю.-в.—северо-западный, юго-восточный.
ст-и—статьи.
стр.—страницы.
т., тт.—том, томы.
t.—tome, tomes.
T.—Teil, Teile.
тв.—твердость.
т-во—товарищество.
темп-ра—температура.
т. н.—так называемый.
тр-к—треугольник.
уд. в.—удельный вес.
ур-ие—уравнение.
У. П.—Урочное Положение.
u. ff.—und folgende.
ф-ия—функция.
ф-ка—фабрика.
ф-ла—формула.
H.—Heft, Hefte.
хим. сост.—химический состав.
ц. т.—центр тяжести.
Ztg—Zeitung.
Ztrbl.—Zentralblatt.
Ztschr.—Zeitschrift.
эдс—электродвижущая сила.
эфф.—эффективный.
Ан. П.—английский патент.
Ам. П.—американский »
Г. П.—германский »
Р. П.—русский »
Сов. П.—советский »
Ф. П.—французский »
B.—Berlin.
Brschw.—Braunschweig.
L.—London.
Lpz.—Leipzig.
Mch.—München.
N. Y.—New York.
P.—Paris.
Stg.—Stuttgart.
W.—Wien.
Wsh.—Washington.
Л.—Ленинград.
М.—Москва.
П.—Петроград.
СПБ—Петербург.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАЗВАНИЙ РУССКИХ И ИНОСТРАННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ, ОБЩЕСТВ, ФИРМ

«АзНХ»—Азербайджанское нефтяное хозяйство, Баку.
БМЭ—Большая медицинская энциклопедия, Москва.
БСЭ—Большая советская энциклопедия, Москва.
«ВВ»—Военный вестник, Москва.
«ВВФ»—Вестник воздушного флота, Москва.
«ВИ»—Вестник инженеров, Москва.
«ВС»—Вестник стандартизации, Москва.
«ВТ»—Вопросы труда, Москва.
«ГЖ»—Горный журнал, Москва.
«ГТ»—Гигиена труда, Москва.
«Ж»—Журнал Русского физико-химического об-ва, Ленинград.
«ЖРМО»—Журнал Русского металлургического об-ва, Ленинград.
«ЖХП»—Журнал химической промышленности, Москва.
«ИТИ»—Известия Теплотехнического института им. проф. В. И. Гриневецкого и К. В. Кирша, Москва.
«ИТПТ»—Известия текстильной промышленности и торговли, Москва.
«МС»—Минеральное сырье и его переработка, Москва.
«МХ»—Мировое хозяйство и мировая политика, Москва.
«НИ»—Нерудные ископаемые, Ленинград.
«НХ»—Нефтяное хозяйство, Москва.
ОСТ—Общесоюзные стандарты, Москва.
«ПТ»—Промышленность и техника, СПБ.
«ПХ»—Плановое хозяйство, Москва.
«СГ»—Социальная гигиена, Москва.
«СП»—Строительная промышленность, Москва.
«СТ»—Санитарная техника, Москва.
«СХ»—Социалистическое хозяйство, Москва.
«Спр. Т. Э»—Справочник физических, химических и технологических величин.
«ТД»—Торфяное дело, Москва.
«ТиТбП»—Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.
«Труды ГЭЭИ»—Труды Гос. экспериментального электротехнич. ин-та, Москва.
«Труды НАМИ»—Труды Научного автомоторного ин-та, Москва.
«Труды НИУ»—Труды Научного ин-та по удобрениям, Москва.
«Труды ЦАГИ»—Труды Центрального аэрогидродинамич. ин-та, Москва.
ТЭ—Техническая энциклопедия, Москва.
«УФН»—Успехи физических наук, Москва.
«ХД»—Хлопковое дело, Москва.
«AAZ»—Allgemeine Automobil - Zeitung, Wien.
«A. Ch.»—Annales de Chimie et de Physique, Paris.
AEG—Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
AGFA—Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin.
«Am. Soc.»—Journal of the American Chemical Society, Easton, Pa.
«Ann. d. Phys.» — Annalen der Physik, Leipzig.
«Ann. Min.»—Annales des Mines, Paris.

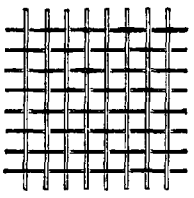
«B»—Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
BAMAG—Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Dessau.
BASF—Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a/R.
«B. u. E.»—Beton und Eisen, Berlin.
Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & C°, Köln a/R.
«Ch. Ind.»—Die chemische Industrie, Berlin.
«Ch.-Ztg»—Chemiker-Zeitung, Cöthen.
«Ch. Ztrbl.»—Chemisches Zentralblatt, Berlin.
«CR»—Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Paris.
DIN—Deutsche Industrie-Normen.
«Dingl.»—Dinglers polytechnisches Journal, Berlin.
«EChZ»—Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.
«EMA»—Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.
«EuM»—Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.
«ETZ»—Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.
«GC»—Génie Civil, Paris.
Handb. Ing.—Handbuch der Ingenieurwissenschaften, herausgegeben von L. Willmann, Th. Landsberg, E. Sonne, in 5 Teilen, 1910—25, Leipzig.
«I. Eng. Chem.»—Industrial and Engineering Chemistry, Easton, Pa.
IG—Interessen-Gemeinschaft der deutschen Fabrikindustrie.
«JAIEE»—Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
«J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.
«Lieb. Ann.»—Liebigs Annalen der Chemie, Berlin.
«Mitt. Forsch.»—Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin.
«M. Sc.»—Moniteur Scientifique du Docteur Quesneville, Paris.
«MuM»—Wochenschrift für die gesamte Müllerei und Mühlenbau-Industrie, München.
NDI—Normenausschuss der deutschen Industrie.
«PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
«RGE»—Revue Générale de l'Électricité, Paris.
«RM»—Revue de Métallurgie, Paris.
«Soc.»—Journal of the Chemical Society, London.
«St. u. E.»—Stahl und Eisen, Düsseldorf.
Ullm. Enz.—Enzyklopädie der technischen Chemie, herausgegeben von F. Ullmann, Wien—Berlin, 1915—1923.
«WeTeZ»—Westdeutsche Textil-Zeitung, Elberfeld.
«Z. ang. Ch.»—Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.
«Z. d. VDI»—Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin.
«ZFM»—Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, München.

В пятом томе Т. Э. помещены: 722 иллюстрации в тексте и 4 вкладки к статьям: «Гидроэлектрическ. станции»—1, «Гидроаэроплан»—1, «Горноспасательное дело»—1, «Граммофон»—1.

Г

ГАЗОВЫЕ ТКАНИ, легкие прозрачные ткани, в к-рых основные и уточные нити не прилегают друг к другу вплотную, а разделены между собой равными промежутками, образуя сквозные отверстия. Г. т. вырабатываются из шелка, камвольной шерсти, хл.-бум. пряжи и льна. По способу своего построения Г. т. могут быть подразделены на два вида: 1) ткани с гроденаплевым (полотняным) переплетением и 2) ткани собственно с ажурным переплетением (см. *Ажурные ткани* и *Барежж*).

Г. т. первого вида изготовляются следующим образом. При редком берде, нити основы пробираются по одной в каждый зуб подряд; при частом же берде проработка происходит с пропусками через 1, 2 или 3 зуба, в зависимости от желаемой плотности и, следовательно, размера просвечивающих отверстий по ширине ткани. Что же касается утка, то нити последнего должны располагаться друг от друга на таком же расстоянии, как и нити основы. Т. о. от переплетения основных нитей с уточными образуются равномерные просвечивающие отверстия (см. фиг.). К этому виду Г. т. принадлежат ткани следующих наименований: канва, кисея, муслин, марля и нек-рые другие сорта Г. т. При употреблении готовой газовой ткани с такого рода переплетением нити основы и утка могут перемещаться, и, следовательно, отверстия становятся неравномерными. Это явление, в особенности при использовании тканей для технических целей, считается недопустимым.



Г. т. второго вида, с ажурным переплетением, отличаются от Г. т. гроденаплевого переплетения тем, что нити основы попарно сплетают нити утка и взаимно перекрещиваются, при чем нити утка лежат отдельно и прямо (см. *Ажурные ткани*). Для выработки такого рода Г. т. необходимы две основы—коренная и перевивочная, а также особое устройство ремизного прибора. Шелковые ткани этого рода идут, в частности, в значительном количестве для мельничных сит. В данном случае важно, чтобы величина отверстий оставалась постоянной и перемещение нитей происходило не легко. Это как раз и достигается в газовых тканях второго вида.

Г. т. вырабатываются простые и узорные, в различных комбинациях и расцветках. Пряжа применяется различных №, гл. образом высоких; так для хл.-бум. газа применяются № от 70-го до 120-го. См. *Ткани*.

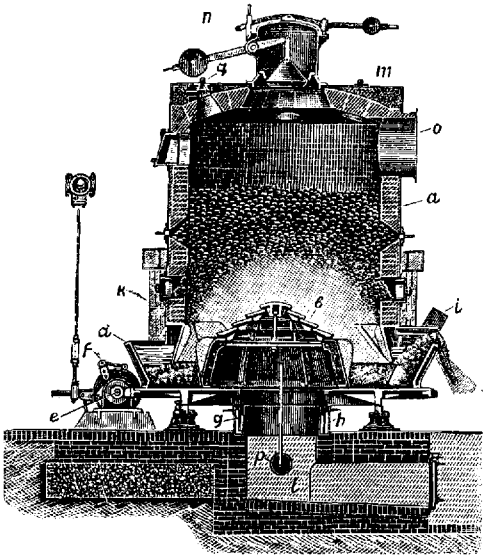
Лит.: Technologie d. Textilfasern, hrsg. v. R. Herzog. B. 2, p. 219, B., 1927. **С. Молчанов.**

ГАЗОВЫЕ ТОПКИ (и печи), топки и печи, в к-рых топливом служит газ. Для газообразного топлива применяют специальную своеобразную конструкцию как топки, так и рабочего пространства печи. В Г. т. можно достигнуть полного *горения* (см.) с незначительным избытком воздуха, что повышает $t°$ горения, усиливает теплопередачу, понижает $t°$ дыма и потерю уносимого им тепла, повышая всем этим использование тепла в печи. Осуществляется это установкой особых газовых горелок (см. *Горелки газовые*), которые дают возможность горящему газу тесно перемешиваться с воздухом. Но во многих случаях газ успешно сжигается в Г. т. без особых горелок, будучи подводим в сожигательные камеры, раскаленные стены к-рых способствуют моментальному воспламенению газа и полноте его сгорания, в особенности, если нужный для горения воздух предварительно нагревается в каналах, заложенных в толще стены топки, или в особых *рекуператорах* (см.), нагреваемых дымом. Наконец, газовые печи могут обходиться и без особой топки, когда газ и воздух сильно подогреваются в особых *регенераторах* (см.) и для горения вводятся в рабочее пространство печи непосредственно. В этом случае совершенное сжигание газа достигается соответственной конструкцией той части печи, в к-рой располагаются каналы, подводящие воздух и газ, надлежащими размерами сечения этих каналов (для достижения желательной скорости газов в них) и, наконец, достаточной продолжительностью пребывания горючей смеси в печи. См. *Печи*, *Мартеновский процесс* (там же—техника безопасности). **М. Павлов.**

ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ, см. *Турбины*.

ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ, генераторы, или газовики, аппараты для превращения твердого топлива в газообразное, или в т. н.

генераторный газ (см.), широко применяемый для отопления заводских печей, для нужд городского хозяйства (водяной газ), для превращения в механич. энергию (силовой газ) и для других технических целей.



Фиг. 1.

В основе своей Г. представляет собою шахтную топку неполного горения, т. е. такую топку, продуктами горения которой являются горючие газы. В отличие от простой топки, работающей обычно с избытком воздуха, сожигание топлива в Г. ведется при значительно более толстом слое горючего, с недостатком воздуха, т. е. с количеством воздуха, значительно меньшим, чем требуется для полного сгорания топлива. Недостающее же для полного сгорания количество воздуха вводится в то рабочее пространство, в котором производят сожигание генераторного газа по назначению. Воздух, поступающий под колосники Г., называется первичным воздухом; поступающий же для сожигания генераторного газа носит название вторичного, или добавочного, воздуха; в зависимости от условий горения, добавочный воздух подводят с бо́льшим или меньшим избытком против теоретич. необходимого для полного сгорания количества. При выработке в Г. обычного паро-воздушного газа первичный воздух составляет ок. $^1/_3$, а воздушного газа—ок. $^1/_2$ теоретически необходимого для полного сгорания количества воздуха.

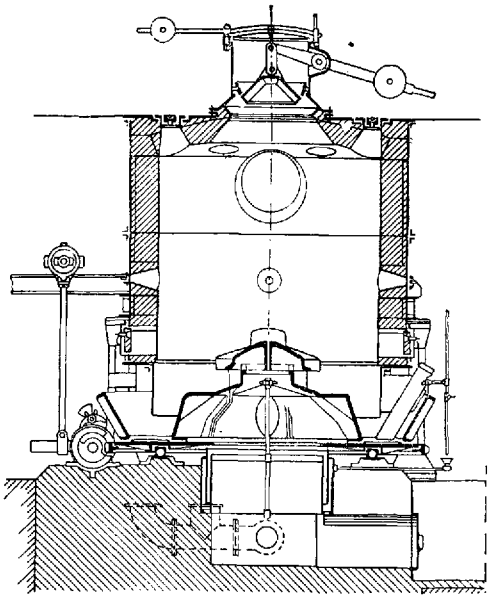


Фиг. 2.

Среднее положение между газогенератором и простой топкой занимает так называемая полугазовая топка, которая дает газ высокой температуры для непосредственного использования (без подогрева) в рабочем пространстве печи.

В современных конструкциях Г., теоретически говоря, можно сожигать любое твердое топливо, за исключением пылеобразного, применение к-рого в Г. очень затруднительно. Однако экономически выгодной представляется газификация далеко не всех сортов топлива. Наилучшие результаты дает сортированный (промытый и отсеянный) газовый каменный уголь, содержащий высокий % летучих веществ (в среднем 32—36%) и дающий не сильно спекающийся, легкогорючий (реактивный) кокс. Газификация мелкого и сильно спекающегося угля, с легкоплавкой золой и трудно горящим коксом, вызывает целый ряд неполадок в работе Г. Сожигание тощих, некоксующихся углей, дающих плотный углеродистый остаток малой реактивности, требует принятия специальных мер (повышение $t°$ или давления, или того и другого вместе). В особенности это положение относится к сожиганию антрацита, а также мелочи тощих углей и отбросов топлива. Сожигание низкосортного и малокалорийного топлива (сырые дрова, влажный торф, бурый уголь) представляет также свои трудности, часто сводящие нанет все выгоды газификации, т. к. получение хорошего газа из такого топлива становится возможным или после предварительной подготовки топлива (сушка, брикетирование, измельчение) или при последующей обработке полученного генераторного газа (промывка, очистка, осушка, конденсация).

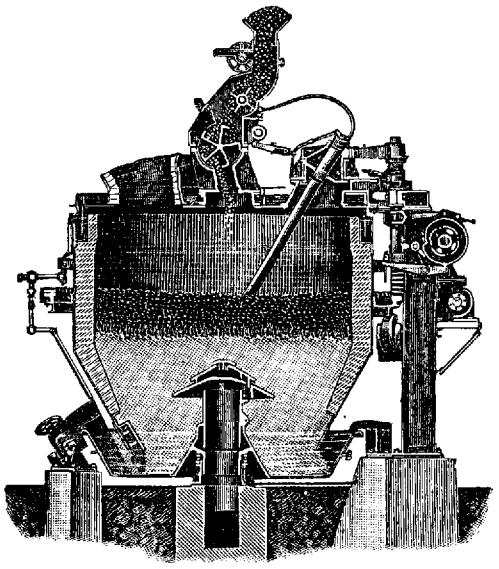
По роду топлива Г. делятся на: 1) коксовые и антрацитовые (тощее топливо); 2) каменноугольные (обычные битуминозные, или курные, угли); 3) буроугольные (рядовой уголь и брикет); 4) торфяные; 5) дровяные



Фиг. 3.

(дрова, измельченное дерево); 6) сланцевые (горючие битуминозные сланцы); 7) Г., работающие на отбросах различных производств. По способу подачи первичного воздуха различают: 1) Г. самодувные и 2) Г., работаю-

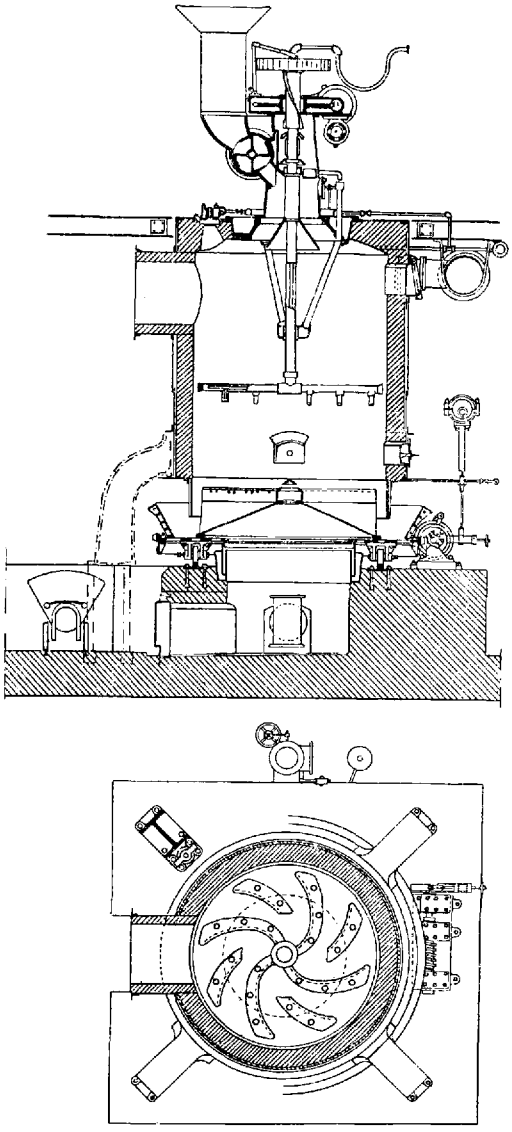
щие на дутье, т. е. с принудительной подачей воздуха от вентилятора или парового инжектора (пароструйного аппарата). Способ подвода воздуха влияет не только на возможность увеличения производительности Г., но и на величину положительного давления газа в общем сборном газопроводе



Фиг. 4.

(коллекторе), к-рое определяет технич. возможности безопасного распределения и сжигания газа. По конструкции отдельных частей различают: Г. с шахтами прямоугольными и Г. с круглыми шахтами; Г. с колосниковой решеткой (наклонной, полигональной, корзиночной, горизонтальной) и без колосников; Г. с центральным подводом воздуха и с подводом его по периферии (фурмами); Г. с выпуском жидкого шлака; Г. с водяным затвором; Г. с вращающимися колосниками и автоматическим выгребом золы; Г. с автоматическим питанием; Г. с механич. шуровкой и, наконец, вполне механизированные Г. (автоматическ. питание, шуровка, выгреб золы). Большинство современных Г. относится к типу Г. с водяным затвором (поддоном) и вращающимися колосниками.

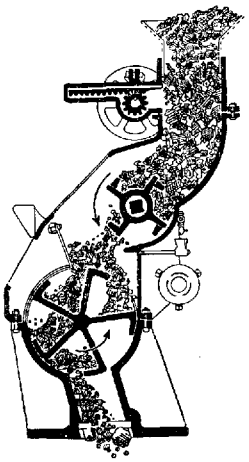
Устройство Г. представлено на фиг. 1. Здесь *a*—шахта Г., обычно состоящая из цилиндрич. кожуха, склепанного из котельного железа, толщиной в 8—10 *мм*, и выложенного изнутри огнеупорной (шамотной) кладкой, толщиной в один кирпич (230—250 *мм*), с изоляционной прослойкой (25—40 *мм*). Нижняя часть шахты иногда бывает пустотелая клепаная, без огнеупорной футеровки, но с водяным охлаждением. Шахта покоится на 4 колоннах *k*, клепаных или литых чугунных. В последнем случае они делаются пустотелыми, и часто через одну из них подводится дутье в поддувало. Наиболее ответственной частью Г. является колосниковая решетка *в*, укрепленная на дне вращающейся чаши *d*, служащей водяным затвором (зольником) Г. По мере вращения поддона зола автоматически выгребается специальным приспособлением (скребком, сошником) *i*, поставленным наклонно против движения поддона. При помощи особого винта скребок можно устанавливать глубже или мельче, а соответственно этому будет усиливаться или уменьшаться и выгреб золы. Поддон получает вращение от червяка *e* и храпового механизма *f*, приводимого в движение от эксцентрика трансмиссии. Дутье (пар и воздух) входит в поддувало *l* через отверстие *p* из воздухопровода и поступает под колосниковую решетку *в*. Для разобщения поддувала (давление дутья 50—250 *мм* водяного столба) от наружного



Фиг. 5.

(атмосферного) воздуха служит водяной затвор *g*—*h*. Сверху Г. перекрыт сводом из огнеупорного кирпича *m*, на к-рый устанавливается шуровочная коробка *n*, служащая для загрузки топлива в Г. В коробке имеется

двойной затвор (верхняя крышка и нижний конус) для устранения, вернее уменьшения, прорыва газа во время загрузки коробки (конус) и в период опускания топлива в Г. (верхняя крышка). Запорный конус свободно подвешен на цепи или серьге к рычагу с уравновешивающим противовесом. В случае работы на очень влажном топливе (бурый уголь, торф, дрова) Г. ($t°$ газа 200—450°) закрыт сверху только чугун. плитой (см. букву m на фиг. 8); при работе на каменном угле (темп-ра газа 500—750°) шахта Г. перекрывается сводом из огнеупорного кирпича. В верхней плите имеется 4—6 шуровочных отверстий q для наблюдения за ходом работы и для разбивания (шуровки) крупных коксовых кусков и шлаковых настылей при помощи длинных железных ломов. Для устранения выбивания газа через шуровочные отверстия они должны быть снабжены паровыми затворами: при открывании пробки шуровочного отверстия газ отдувается внутрь Г. сильной струей пара, вырывающейся из узкой кольцевой щели затвора. Получающийся в Г. газ отводится из шахты через отверстие o (газоотводный патрубок) и поступает в общий сборный газопровод, или коллектор.



Фиг. 6.

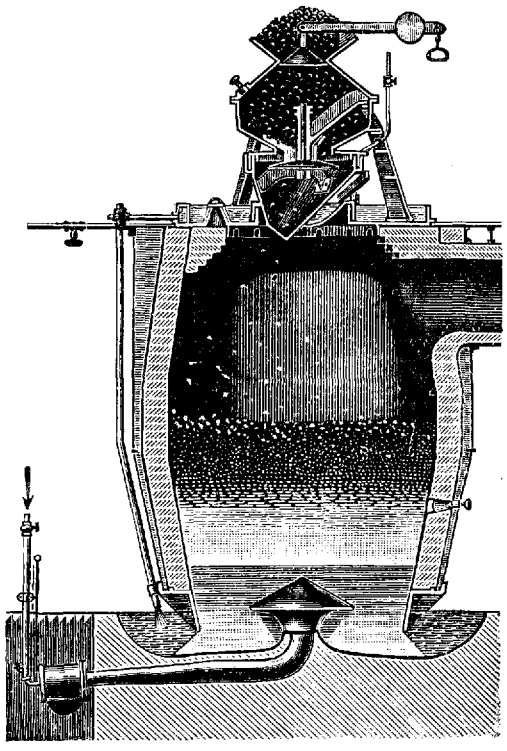
Работа по управлению Г., т. е. по поддержанию определенного постоянного режима, оптимального для совокупности данных частных условий эксплоатации газогенераторной установки, сводится к следующему.

1) Поддержание определенной толщины слоя топлива. Эта толщина определяется опытным путем и измеряется от верхнего уровня засыпи топлива до уровня начала шлаковой зоны. Регулировка толщины слоя топлива лучше всего осуществляется равномерной и непрерывной подачей топлива (автоматич. питание Г.) и равномерным и непрерывным удалением золы (автоматический выгреб шлака). Наблюдение за правильным распределением зон газообразования производится или при помощи лома, опускаемого через шуровочные отверстия верхней плиты сквозь всю толщу слоя топлива до шлаковой зоны, или через особые отверстия (гляделки), расположенные в стенах шахты на различных горизонтах. В первом случае о распределении $t°$, а следовательно, и различных зон по высоте шахты судят по тому, как распределяется степень нагрева лома вдоль его длины. Во втором случае вырывающийся через гляделки газ также дает довольно ясные указания: из шлаковой зоны через гляделку должен выходить только влажный и слегка подогретый воздух; из зоны горения должно выбиваться светлое пламя; из зоны восстановления—бледноголубое пламя горения CO; из зоны сушки и сухой перегонки—газ более или менее высокой температуры, окрашенный вследствие присутствия смоляных паров и прочих летучих образований.

2) Регулировка $t°$ зоны горения легче всего производится изменением количества пара, присаживаемого к дутью Г., а отчасти изменением интенсивности горения (производительности Г.). Наблюдение за $t°$ зоны горения ведется также при помощи лома и гляделок. Высокая $t°$ газа дает указание на высокую $t°$ зоны горения, но м. б. вызвана и другими причинами, например, прогарами, тонким слоем топлива.

3) Регулировка количества газа или производительности Г. достигается путем изменения количества паро-воздушного дутья, подаваемого под колосники Г. При работе Г. на постоянную (оптимальную) производительность регулировка сводится к подаче постоянного количества воздуха определенной степени влажности.

4) Надзор за равномерной работой Г. по всему сечению шахты сводится к равномерному распределению топлива по сечению шахты, равномерному распределению дутья, а следовательно, и образующихся газов по всей толще топлива (отсутствие бокового хода, прогаров, или труб), своевременной и регулярной шуровке слоя топлива (разбивание крупных образований, кокса, шлаковых

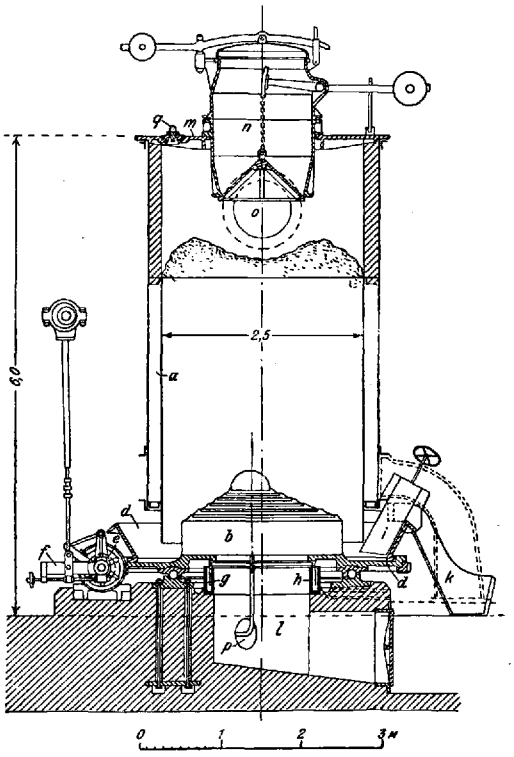


Фиг. 7.

козлов и настылей на стенах шахты). Главные указания на ход работы Г. дают качество газа и его $t°$. Для наблюдения за этим наиболее пригодны автоматич. (самопишущие) приборы (анализаторы, калориметры и т. д.). При отсутствии таковых о ходе работы су-

дят по внешнему виду газа, его $t°$, интенсивности окраски, скорости воспламенения и другим довольно неточным признакам.

В зависимости от вида и сорта топлива поддержание соответственного режима Г.



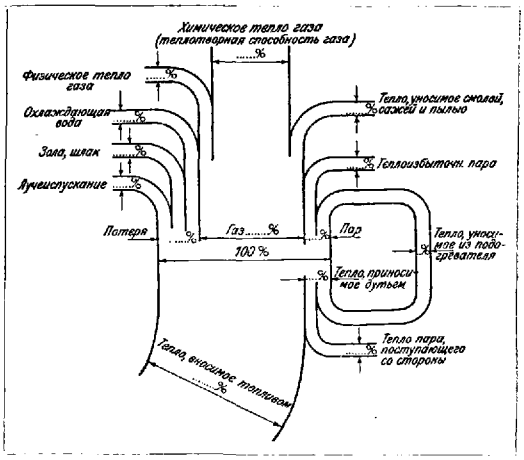
Фиг. 8.

представляет те или иные трудности, которые стремятся устранить особенностями в его конструкции. Однако, надо отметить, что одна лишь конструкция Г., как бы она ни была совершенна, еще не дает гарантий хорошей работы Г., к-рая м. б. достигнута только совокупностью четырех следующих факторов: 1) соответственными качеством и подготовкой топлива (однородность, сортировка, сушка, брикетирование, измельчение); 2) соответствующей конструкцией Г.; 3) выбором правильного режима Г.; 4) тщательной работой персонала и непрерывным контролем за режимом газогенераторов.

Несмотря на то, что рабочие при Г. нормально бывают заняты только в течение 10—25% всего рабочего времени, работа «на газу» считается тяжелой и вредной (постоянные отравления угарным газом). Это обстоятельство, а также желание по возможности избегнуть индивидуального влияния персонала на ход Г. привели к необходимости механизировать работу Г. Механизация Г. шла по трем направлениям: 1) автоматичность питания, 2) автоматичность выгреба золы (шлака) и 3) механизация шуровки слоя топлива. Первые две задачи разрешены достаточно удачно целым рядом конструкций. Последняя задача представляется наиболее трудной, т. к. в шахте Г. являются почти совмещенными два процесса—коксование угля и шлакование золы. Получение в верхних зонах крупных тестообразных коксовых образований, мало проницаемых для газов, и загромождение нижних зон крепкими шлаковыми настылями являются главной причиной неполадок в ходе Г. Работа на обугленном топливе (кокс) или на топливе, не дающем сильно спекающегося углеродистого остатка (торф, древесное топливо), значительно упрощает уход за Г.

Следующие типы Г. имеют значение для современной промышленности:

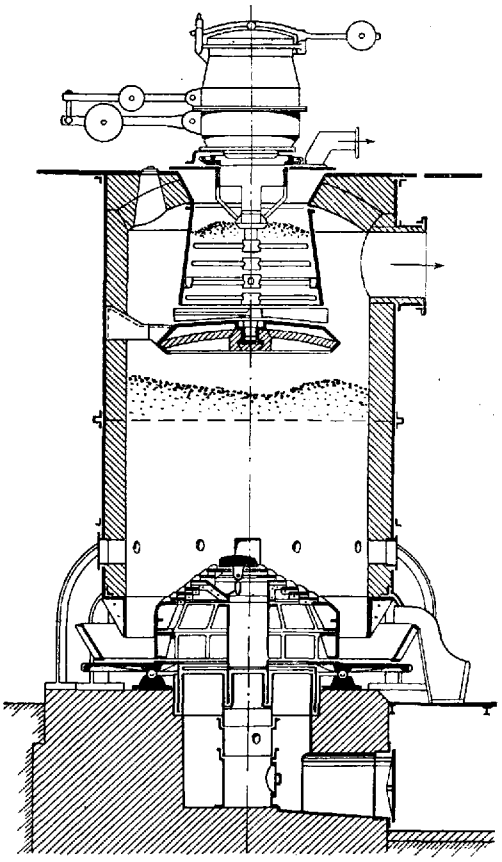
I. Генераторы для минерального топлива. 1) Тощее топливо (кокс, антрацит, тощие угли), обладающее малой реакционной способностью, хорошо сожигается в Г., работающих с выпуском жидкого шлака (высокое давление дутья и повышенная $t°$ зоны горения). Эти Г. легко регулируются, развивают большую производительность (интенсивность горения—от 300 до 1 100 *кг/м²* в час) и дают сухой газ с теплотвор. способностью 1 050—1 100 Cal/*м³* высокой температуры (800—950°). Успешный ход Г. требует отсеянного от пыли неспекающегося топлива и дутья повышенного давления (600—1 200 *мм* вод. столба). При наличии второго (верхнего) ряда фурм для подачи пара и при условии подогрева дутья теплотворная способность газа повышается (до 1 250 Cal/*м³*). Флюсовка золы ведется доменным или мартеновским шлаком; вместе со шлаком получается и небольшое количество чугуна. Состав шлака подбирается соответственным подсчетом. Общий вид Г. напоминает вагранку. Применение этого типа Г. ограничено. Тощие сорта топлива, особенно кокса, могут сожигаться и в обычных Г., но сожигание антрацита в них затруднительно, т. к. для этого требуется повышенное давление воздуха в зоне горения, чего можно достигнуть в конструкциях с закрытыми колосниками, т. е. в Г. высокого давления.



Фиг. 9. Схема распределения тепловых потерь газогенератора.

2) Битуминозное топливо (курные, газовые угли, бурые угли) обычно сожигается в Г. с вращающимся водяным поддоном систем Керпели, Гильгера, Тиссена, Пинча, Чепмена, Уельмана-Юза, Моргана и др. Первые четыре системы распространены в Европе и характеризуются неподвижной

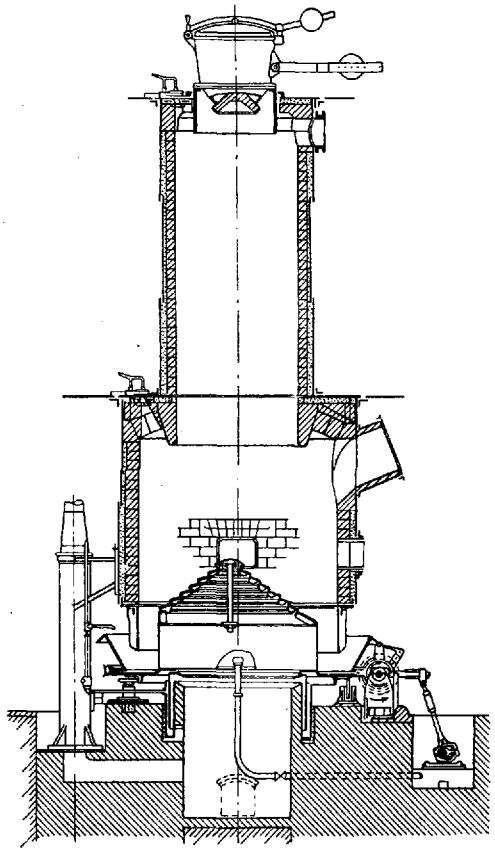
шахтой и более или менее развитой колосниковой решеткой. Общий вид вращающегося поддона показан на фиг. 2. На фиг. 1 представлен типич. каменноугольн. Г. европ.



Фиг. 10.

типа (Штейна-Аткинсона), весьма мало отличающийся от своих прототипов (Керпели и Гильгера), имевших до последнего времени почти исключительное распространение на континенте Европы и, в частности, в СССР (фиг. 3). Эти Г. можно назвать полуавтоматическими, в отличие от автоматических или вполне механизированных Г.; последние заимствованы из Америки, где их называют в последнее время не Г., а «газопроизводящими машинами». В числе наиболее распространенных конструкций последнего типа следует упомянуть системы: Уельмана-Юза (фиг. 4), Моргана и Чепмена. Все они, кроме автоматич. питания и выгреба золы, характеризуются еще и присутствием а г и т а т о р а, или приспособления для механич. ворошения или разравнивания поверхностного слоя топлива. Агитатор представляет собою охлаждаемый водой пустотелый стальной рычаг (штангу или грабли), приводимый в колебательное или вращательное движение от особого привода. Главное преимущество агитатора заключается в том, что он разравнивает слой топлива и засыпает образовавшиеся в нем прогары. Применение агитатора позволяет увеличить производительность Г. на 35—50% и сократить число рабочих до 1 чел. на два Г. Эти результаты относятся к работе европ. з-дов на отмытом и отсортированном каменном угле с малым содержанием серы. Агитаторы можно легко установить и на существующих уже Г. с вращающимися колосниками (напр., системы Керпели, Гильгера); таким путем можно значительно улучшить работу старых генераторных установок и увеличить их производительность. Комбинация европ. Г. с агитатором сист. Чепмена начинает входить в широкое употребление на европейск. з-дах. Подобный Г., но с колосниками системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло, разработан и в СССР (фиг. 5). Нек-рые системы америк. Г. (напр., Моргана, Уельмана-Юза, Вуда) снабжены в р а щ а ю щ е й с я ш а х т о й. Однако, в случае вращающегося поддона, при такой конструкции необходим специальный автомат, выключающий на короткое время вращение поддона, для того чтобы вызвать нек-рые сдвиги в толще топлива (устранение образовавшихся каналов, труб, прогаров и других путей наименьшего сопротивления).

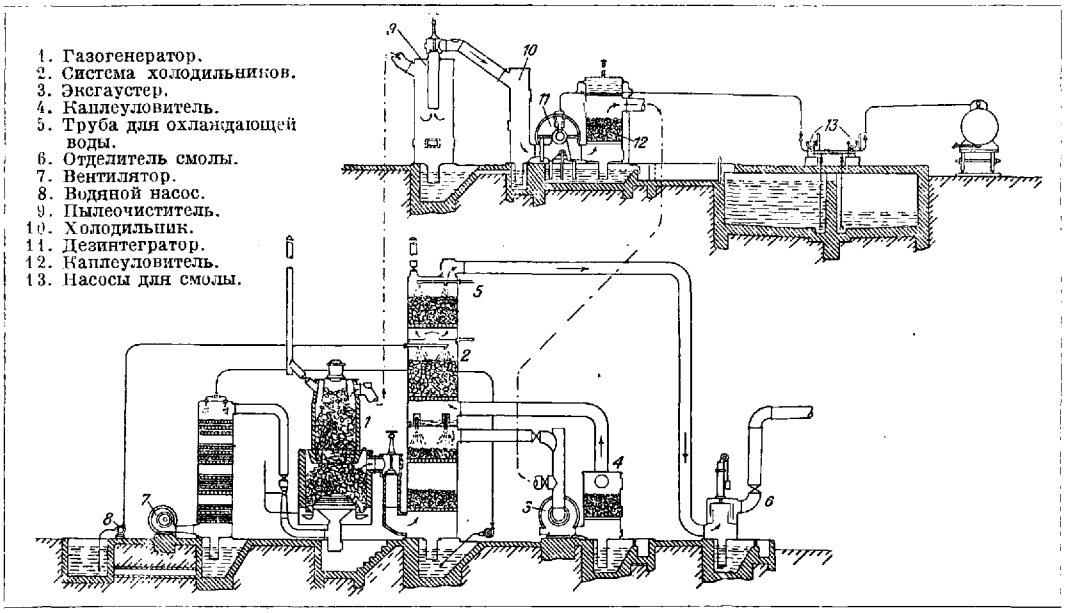
Устройство аппаратов для подачи угля в Г. европейск. типа явствует из приведенных



Фиг. 11.

рисунков (фиг. 1 и 3). Америк. питающие автоматы состоят из системы вращающихся от привода звездчатых барабанов (фиг. 6). Недостатком последних является малая их герметичность; по мере истирания поверхностей соприкосновения эти приборы начи-

нают сильно «газить». В своей последней модели фирма Уелмен переходит на затвор, состоящий из двух конусов, автоматически открываемых рычагами в разное время.



Фиг. 12.

В новейшей конструкции прибора для автоматическ. загрузки и распределения горючего в Г. Петтера распределение угля производится при помощи вращающегося по спирали жолоба. Непрерывность потока угля обеспечена червячной подачей. В установке с четырьмя Г., диаметром 2,6 *м*, с поворотной колосниковой решеткой для отопления стеклоплавильных печей применение этого прибора позволило пустить три Г. вместо четырех и сократить, кроме того, число лиц, обслуживающих Г., с четырех на два.

Из старых классических типов Г. до сих пор иногда применяются, особенно в качестве полугазовых топок, Г. Сименса, с наклонной колосниковой решеткой. В небольших установках при очень дешевом топливе до сих пор часто применяются газогенераторы старого типа Моргана (фиг. 7).

Г. для сожигания бурых углей можно подразделить на две категории: 1) Г. для буроугольных брикетов (с содержанием влаги 12—15%) и 2) Г. для рядового бурого угля (с содержанием влаги до 45—50%, каковы, например, герм. бурые угли). Буроугольные брикеты обычно дают несколько более влажный газ, но газифицируются в Г., как лучшие сорта сортированного каменного угля. Рядовой же уголь требует применения более высоких Г., дает пониженную производительность и, вследствие высокого содержания влаги в газе, требует добавочных устройств для ее конденсации. Таковы Г. систе·мы Керпели с удлинен. шахтой и бо́льшим объемом загрузочной коробки. Влажный бурый уголь также хорошо газифицируется в Г. сист. BAMAG с сухими колосниками.

Режим работы Г. на битуминозном топливе (каменных и бурых углях) можно характеризовать следующими цифрами: давление дутья при нормальной работе на сортированном кусковом угле доходит до 75—150 *мм* водян. столба, редко—до 200 *мм*; расход пара обычно составляет 25—30% для камен. углей, 30—40% для кокса и антрацита, 10—15% для буроугольных брикетов; содержание углерода в золе колеблется в пределах от 10 до 30% веса золы; интенсивность горения, или количество топлива, сожженного на единицу площади сечения шахты в единицу времени (*кг*/*м*² в час), характеризует работу Г. на минеральном топливе; по значениям этой величины можно сравнивать между собой удельную производительность газогенераторов различных систем.

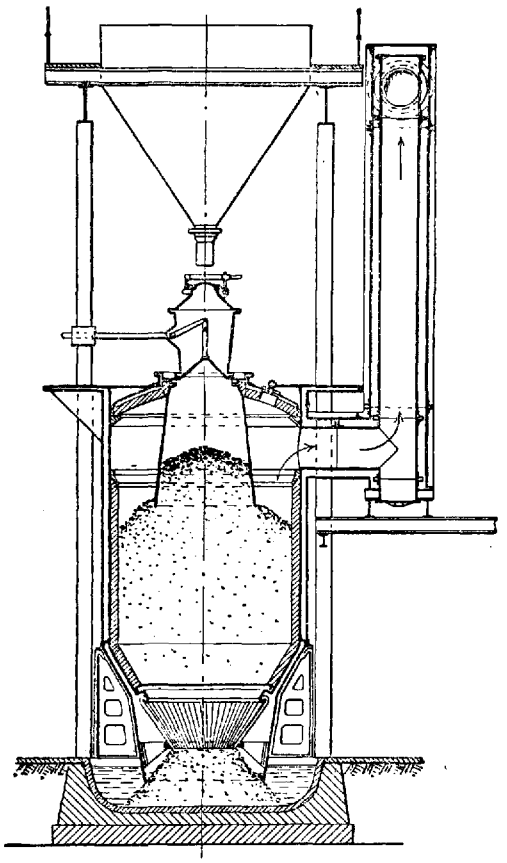
3) Отбросы минерального топлива (коксовая мелочь, обогащенные сгарки из-под паровых котлов и паровозов, остатки обогатительных производств и прочее мелкое и малоценное топливо) могут сжигаться в Г. высокого давления с упругостью дутья до 600—700 *мм* вод. ст. (в виду большого сопротивления слоя топлива) и дают достаточно хорошие результаты (теплотворная способность газа 1 050—1 400 Cal/*м*³). Производительность Г. с диаметром шахты в 2 *м* доходит до 8,5—12 *т* в сутки.

II. Г. для древесного и торфяного топлива. Вследствие высокого содержания влаги и малой теплопроизводительности торф и дрова по сравнению с минеральным топливом требуют значительно более громоздких Г. Это в значительной степени обусловливается и малым уд. весом указанных сортов топлива. В отличие от Г. каменноугольных, древесные и торфяные Г. принято характеризовать величиной полезного объема шахты, а не площадью ее сечения; производительность же их учитывают не интенсивностью горения, а временем пребывания топлива в шахте газогенераторов.

В зависимости от сорта дров, степени их измельчения, содержания влаги и т. д. время пребывания их в Г. можно принять равным:

Для крупных сырых дров	12—16 час.
» самосохлых (годовалых), 1 *м* дл.	8—10 »
» самосохлых колотых, 1 *м* дл.	~8 »
» короткопиленых дров (чурка)	6 »
» мелкорубленых дров (щепа)	1½—4 »

Для торфа при крупных кусках и влажности в 30—36% время пребывания в Г. составляет



Фиг. 13.

ок. 6 часов. Сожигание этих сортов топлива в Г. идет хорошо, при сравнительно низких $t°$ в зоне горения, вследствие большой реактивности (горючести) древесного угля и торфяного кокса. Дрова до последн. времени обычно сожигались в самодувных прямоугольных Г. высотой до 8 *м*, с горизонтальными колосниками или без колосников. Для загрузки дров (дл. 1 *м*) применена шуровочная коробка сист. Смирнова, с двойным водяным затвором. Для торфа и измельченных дров применяют обычно круглые шахтные Г. на дутье от вентилятора. В последнее время стали делать торфяные Г. с вращающимся поддоном по типу буроугольных (фиг. 8—буквенные обозначения те же, что и на фиг. 1). Для Г. этого типа характерны большая высота и большой объем засыпной коробки. Давление дутья, необходимое для работы дровяных Г., очень невелико—до 15 *мм* вод. столба, для торфа—до 50 *мм*. Расход пара—от 0 до 10% веса топлива (в зависимости от влажности и крупности кусков). На древесно-торфяном газе в Швеции и в СССР на Урале издавна работают сталеплавильные и стеклоплавильные печи, что указывает на достаточно высокие качества его.

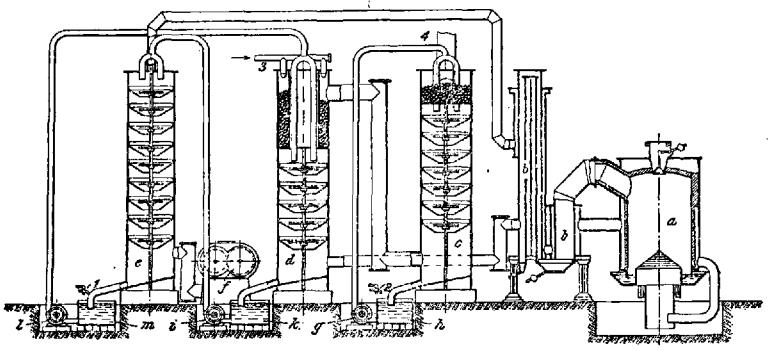
Коэффициент полезного действия Г. Распределение тепловых потерь Г. (тепловой баланс) изображено на схеме фиг. 9. В среднем можно принять следующие цифры для расхода тепла (в %):

Химич. тепло газа (теплопроизводительность газа из 1 *кг* топлива)	65—75
Физическое тепло газа	8—15
Химич. и физич. тепло смолы и сажи	0—15
Потеря С в золе (сгарках)	1— 4
Лучеиспускание, охлаждающая вода, конвекция и пр.	4—10

Так. обр., кпд Г. η при расчете на горячий газ со смолой и сажей составит 85—95%, при расчете на холодный и чистый газ—65—75%, в среднем, $\eta \cong 70$—71,5%.

Г. с утилизацией побочных продуктов начинают все более распространяться в Европе. Особенность их заключается в том, что первичный и вторичный газы отводятся из Г. отдельными патрубками с таким расчетом, чтобы в зоны сушки и сухой перегонки попало только незначительное количество первичного газа (более высокий выход смол при низкой $t°$ сухой перегонки). Г. такого типа изображены на фиг. 10 (сист. Mondgas Gesellschaft) и фиг. 11 (системы акц. общества Ю. Пинч). Установки таких Г. представляют довольно сложное устройство, в к-ром сам Г. занимает сравнительно небольшое место. Общий вид такой установки сист. MAN изображен на фиг. 12.

В связи с широким развитием газификации при низких $t°$ с утилизацией побочных продуктов, получение газа по первоначальному способу Монда утратило свое значение. Вследствие высокого расхода пара (от 100 до 250% от веса каменного угля) конструкция генератора Монда предусматривает подогрев паро-воздушного дутья между



Фиг. 14.

двойными стенками газопроводов и кожуха генератора. Конструкция генератора Монда, первоначально применявшаяся для торфа

и каменного угля, представлена на фиг. 13. В настоящее время фирмы, строящие установки Монда для газа, применяют обычную конструкцию каменноугольн. Г. с вращающимся колосниковым поддоном и несколько повышенной шахтой. Общая схема усовершенствованной установки Монда (системы Лимна) представлена на фиг. 14: здесь *a*—генератор; *b*—газопровод-подогреватель для дутья; *c*—скрубber; *d*—холодильник; *e*—увлажнитель дутья; *f*—вентилятор; *g* и *h*—насос и резервуар для сульфатных растворов; *i* и *k*—насос и резервуар для горячей воды; *l* и *m*—насос и резервуар для холодной воды; *1*—кран для воды; *2*—кран для кислоты; *3*—труба для воды; *4*—выход газа.

«Двойной газ»—переходная стадия от собственно генераторного газа (теплопроизводит. 1 000—1 300 Cal/*м*³) к газу светильному (5 000—6 500 Cal/*м*³) и «городскому» (4 600 Cal/*м*³). «Двойной газ» имеет теплопроизводительность 3 300—3 600 Cal/*м*³ и получается в особых генераторах процессом, аналогичным получению водяного газа, с той только разницей, что двойной газ получается из каменного угля, тогда как для получения водяного газа применяют обугленное горючее (кокс или древесный уголь). Для получения двойного газа применяют систему, состоящую из обычного Г., снабженного вверху дистилляцион. ретортой, и регенеративного устройства для испарения и перегрева пара, вдуваемого в генератор. Такую систему было бы правильно назвать «регенеративным Г.». Одной из конструкций этого типа, получающего в настоящее время все большее распространение, является Г. сист. Штрахе. Схема работы Г. ведется в две стадии, как и при получении водян. газа. В первый период нижняя часть шахты работает, как обычный Г., на воздушном дутье. Образующийся генераторный газ обогревает снаружи верхнюю реторту и через клапан отводится в нижнюю часть регенеративного перегревателя, где и сожигается с добавочным (вторичным) воздухом, поступающим от того же вентилятора. Во втором периоде тот же клапан закрывается, в подогреватель взбрызгивается вода, превращающаяся в пар, к-рый перегревается до 700—1 000°, проходя через раскаленную кирпичную решетку нижней части регенератора. Перегретый пар разлагается раскаленным коксом нижней шахты, образовавшийся водяной газ пропускается через слой каменного угля верхней реторты и обогащается там продуктами сухой перегонки. Суммарный двойной газ отводится через запорный клапан в общий сборный газопровод. Возвращением смол в реторту верхней части можно повысить теплотворную способность газа до 3 600 Cal/*м*³. Генераторы развивают производительность около 300 *м*³ газа в час. Преимуществами указанной выше системы являются: малый расход каменного угля и сожигание его без побочного получения кокса при сравнительно высокой теплотворной способности газа (3 300—3 600 Cal/*м*³).

Средняя эксплоатационная производительность каменноугольных генераторов.

	Тип генератора	Сорт угля	Интенсивность горения * *кг/м*² в час
I	Самодувные с ручной шуровкой (Сименс)	Кусковой Рядовой	60–90 до 60
II	На дутье с ручной шуровкой (Сименс Морган)	Кусковой Рядовой	90–120 до 90
III	На дутье с вращающимся поддоном	Кусковой Рядовой	120–150 до 120
IV	Механизированные автоматические генераторы	Кусковой Рядовой	150–300 до 150
V	Генераторы с выпуском жидкого шлака	Отсеянный кокс, антрацит или неспекающийся каменный уголь	300–1 100

* Интенсивность горения в *кг* угля, сожигаемого в час на 1 *м*² площади сечения шахты.

Средний состав двойного газа: 3,5% CO_2; 33,5% CO; 51,0% H_2; 9,5% CH_4; 0,9% C_mH_n; 1,7% N_2.

Производительность Г. следующая:

Наружный диаметр Г. (*м*)	1,70	2,30	2,78	4,28
Производ. газа (*м*³/*ч*)	100	300	500	1 500

Выход газа—ок. 160 *м*³ из 100 *кг* каменного угля и 80—100 *м*³ из 100 *кг* сырого бурого угля.

Г. для силового газа. Эти Г. работают часто как всасывающие, с принудительным движением воздуха под влиянием всасывающего действия двигателя.

Расчет производительности каменноугольных генераторов можно производить по вышеприведенной таблице средней интенсивности горения для различных генераторов.

Вопрос о применении Г. для автомобильного дела занимает в последнее время техников тех стран, которые не располагают запасами жидкого топлива; испытания газогенераторных автомобилей показали их полную надежность. Применение таких двигателей для тракторов и тяжелых автовозов может также иметь большое значение для многих районов СССР. Экспериментальные работы в этой области ведутся в Ленинградской лаборатории тепловых двигателей.

Лит.: Залесский В. П., Термодинамика генератора, М., 1919; Грум-Гржимайло В. Е., Попытка алгебраическ. расчета состава генераторного газа, «ЖРМО», 1910, *3*; его же, Пламенные печи, М., 1926; Мазинг Е. К., Применение антрацита для двигат. внутр. сгорания, Харьков, 1916; Флоров С. Ф., Газогенераторы и газификация топлива, М.—Л., 1927; Пильник М., Современное положение вопроса о газогенераторах, «Техн.-экономическ. вестник», Москва, 1924, *8—9*; Наумов В. С., Силовой генераторный газ, «Предприятие», М., 1926, *7*; Грибов И. В., Газогенераторные автомобили, «Техн.-эконом. вестник», М., 1927, *3*, *4*; Ветчинкин Н. С., Автомоб. и тракторный газогенераторы, «Лесопромышленное дело», Москва, 1928, *4*, стр. 19; Wolff O., Zur Frage der Nebenproduktengewinnung aus Generatorgasen in der Hüttenindustrie, Sonderabdruck aus «St. u. E.», 1914, *12*, *14*; «GC», 1925, p. 368; «La technique moderne», P., 1928, p. 527; Jüptner H., «Feuerungstechnik», Leipzig, 1924, Jg. 13, *3*, *4*; Korevaar A., Verbrennung im Gaserzeuger u. im Hochofen, «Kohle, Koks, Teer», Halle, 1927, B. 14; Neumann K., «Z. d. VDI», 1913, p. 291; ibidem, 1914, p. 1481; «St. u. E.», 1913, *10*, p. 394; Schüle W., Technische Thermodynamik, 4 Auflage. B. 2. Berlin, 1923; Wirth F., Brennstoffchemie, Berlin, 1922; Trenkler H., Die Gaserzeuger,

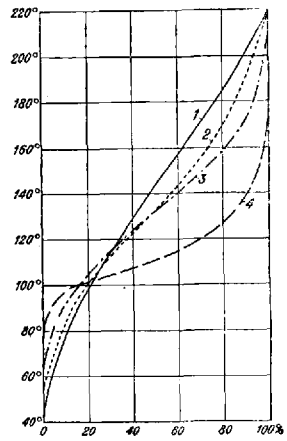
Berlin, 1923; Trenkler H., Urteergewinnung bei d. Gaserzeugung, «Z. d. VDI», 1920, B. 64, 48, p. 997; Fischer F., Kraftgas, 2 Auflage, Leipzig, 1921; Hermanns H., Gasgeneratoren und Gasfeuerungen, 2 Aufl., Halle, 1924 (обширный литературный указатель); Marchis L., Production et utilisation des gaz pauvres, P., 1908; Ihering A., Die Gasmaschinen, Lpz., 1923; Entgasen u. Vergasen, «Z. d. VDI», 1926, B. 69, Sonderheft; Gwosdz J., Generatorgas, Halle a/S., 1921; Gwosdz J., Die Wärme, p. 247, 1922, Berlin. **М. Пильник.**

Техника безопасности. В помещениях для газогенераторных установок д. б. устроены два больших вентиляционных, постоянно открытых отверстия: одно у потолка и другое у пола, и не менее трех дверей, открывающихся наружу. Подвальное зольниковое помещение д. б. соединено с рабочим помещением металлическими лестницами. Вход в зольниковое помещение должен быть снабжен плотной крышкой, свободно открывающейся сверху и снизу. Особые люки для удаления шлаков и золы должны устраиваться вне помещения для Г. Для обслуживания верхних частей генераторов и скрубберов должны быть устроены специальные несгораемые площадки с перилами. Каждый генератор, скруббер и очиститель должен иметь отдельный кран или задвижку для их включения и выключения. Во избежание ожогов все доступные для рабочих нагревающиеся части должны быть изолированы. Деревянные части здания во избежание пожара д. б. отделены от газогенератора и газопровода расстоянием не менее 1 *м* до скруббера и не менее 0,5 *м* за ним. Газогенераторная установка должна быть снабжена измерительными приборами для давления. При наличии нагнетательных устройств должна быть обеспечена полная герметичность всего устройства. Все стыки должны быть монтированы на непроницаемых асбестовых прокладках. На питающем двигатель газопроводе, возможно ближе к двигателю, д. б. поставлен клапан для предупреждения распространения взрыва от двигателя. Если помещение для Г. совершенно обособлено от помещения для двигателя, нужно иметь два клапана (или задвижки): один в начале газопровода, другой—ближе к двигателю. Доступ внутрь газопровода и в другие части устройства допускается только при совершенно погасшем генераторе. Т. к. опасность отравления газом всегда возможна, то станция д. б. снабжена необходимыми медикаментами и аппаратами для оживления пострадавших помощью кислорода. Вода из скрубберов должна отводиться таким способом, чтобы газы не могли проникнуть в рабочее помещение. При этом на установках для двигателей мощностью свыше 50 HP вода должна предварительно очищаться в особых устройствах во избежание заражения ею окрестных водоемов. На установках для менее мощных двигателей разрешается спуск скрубберной воды в поглощающие колодцы.

Лит.: см. *Двигатели газовые*, Техника безопасности. **П. Синев.**

ГАЗОКАЛИЛЬНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ основано на способности нек-рых тел (смеси окисей тория и церия с небольшими примесями окисей бериллия, алюминия или магния) развивать, при нагревании их в несветящем газовом пламени до белого каления, высокую световую лучеиспускаемость. См. *Освещение.*

ГАЗОЛИН, продукт получаемый из сырой нефти отгонкой наиболее легких ее фракций или из естественного газа путем его конденсации. Такое значение придается этому термину только в СССР, в других же странах он имеет иной смысл. Так, по американской номенклатуре, Г. — синоним нашего бензина. Америк. спецификация различает следующие виды Г.: авиационный военный (fighting), авиационный для внутреннего рынка (domestic) и моторный для двигателей внутреннего сгорания (motor gasoline). Последний, наиболее распространенный, приготовляется обычно смешением естественного бензина, получаемого отгонкой наиболее легких фракций нефти, с *бензином-крекинг* (см.), соответственно чему американский Г. отличается от нашего бензина: а) значительным содержанием непредельных углеводородов (до 20%) и б) несколько повышен. содержанием ароматич. соединений (до 10%). Кривые разгонок американск. газолина также существенно отличаются от кривых разгонок наших бензинов. На диаграмме (по Энглеру) представлены две кривые для америк. моторн. Г. и две для наших бензинов 2-го сорта: *1*—з-дов Texas C⁰ и Sinclair Ref. C⁰, *2*—з-дов Standart Oil C⁰ и Tide Water Oil C⁰, *3*—для грозненского бензина и *4*—для бакинского. Кривые американских Г. приближаются к прямой либо имеют лишь небольшие искривления, что указывает на значительную равномерность их состава; для наших же бензинов кривые разгонок имеют резко изогнутую форму, что указывает на крайне неравномерное содержание в них отдельных фракций (особенно в бакинском бензине). Указанные различия заставляют ставить современные америк. Г. выше наших бензинов, так как повышенное содержание в них непредельных и ароматич. соединений делает их более устойчивыми при компрессии в отношении детонации, бóльшая же равномерность их состава обусловливает более равномерную и полную сгораемость горючего в моторе и, соответственно, лучшую тяговую силу. В отношении выкипаемости современные америк. Г. ближе всего подходят к грозненскому бензину 2-го сорта.



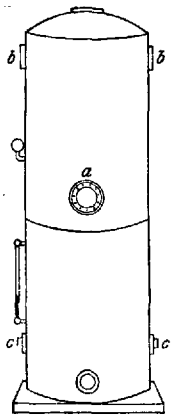
По номенклатуре нек-рых немецких авторов, Г. или петролейным эфиром называют один из наиболее легких типов бензина, а именно с удельным весом до 0,660. В новейшей нефтяной литературе газолином или природным газолином называют также *бензин из газа* (см.).

В СССР Г. употребляется гл. обр. для получения бензина. Отбор производится при $t°$ до 150° в Баку и до 220° в Грозном. Кроме бензиновых погонов, такой Г. содержит не-

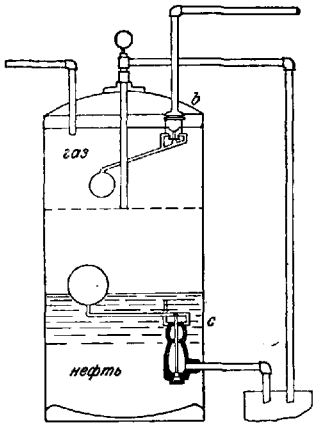
которое количество лигроиновых, а также легких керосиновых фракций. Для получения из газолина рыночного бензина его подвергают вторичной перегонке в аппаратах с ректификационной колонкой, после чего, в случае надобности, следует обычная очистка серной кислотой. В последнее время наши нефтеперегонные заводы, по образцу американских, стремятся, путем снабжения первых кубов батареи ректификационными колонками, получить первой гонкой рыночный бензин надлежащего качества.

Лит.: см. *Газолиновые заводы, Газ естественный, Газ нефтяной.* **С. Наметкин.**

ГАЗОЛИНОВЫЕ ЗАВОДЫ, заводы для получения природного *газолина* (см.) или *бензина из газа* (см.). Добываемый из газовых или нефтяных скважин естественный газ для отделения от нефти направляется в резервуары особой конструкции, называемые трапами, или сепараторами, для нефти и газа. Трапы бывают различных конструкций, хотя основной их принцип действия весьма прост: смесь газа и нефти пропускают через камеру, достаточно большую, чтобы понизить скорость смеси до величины, при которой нефть отделяется от газа; газ собирается в верхней части трапа, нефть—в нижней. На фиг. 1 изображен сепаратор сист. Балларда. Подача газа производится через трубу *a*, находящуюся на середине высоты вертикального сепаратора. В верхней части находятся выводные отверстия *b* для газа, в нижней—отверстия *c* для нефти. Чтобы газ не попал в нефтепровод, а нефть в газопровод, сепараторы обыкновенно снабжаются



Фиг. 1.



Фиг. 2.

автоматич. регулирующими клапанами. Примером может служить устройство сепаратора Вашингтона (фиг. 2), в котором при подъеме нефти выше определенного уровня верхний поплавок поднимается и запирает выходное отверстие *b* для газа; наоборот, при опускании нефти ниже известного уровня опускается нижний поплавок, запирая выходное отверстие *c* для нефти. Вертикальные цилиндрические сепараторы неприменимы при фонтанных скважинах большой мощности, где развиваются большие давления. В таких случаях пользуются горизонтальными трубчатыми сепараторами различных систем (Старка, Белла и других).

Из сепараторов газ направляется по газовым магистралям на Г. з. При этом в газопроводах скопляются газолин, а также вода и нефть, увлекаемые газом. Во избежание понижения пропускной способности газопровода, вследствие скопления в нем жидкостей, их удаляют с помощью особого рода ловушек (фиг. 3). Последние присоединяются к магистрали *a* в



Фиг. 3.

наиболее низких местах газопроводн. линий (куда жидкости собираются самотеком) с помощью особого седла *b*; по мере накопления в них жидкости они опоражниваются через выводн. трубу *c*. Для той же цели служат баки специальной конструкции, так наз. скрубберы, помещаемые на газопроводных магистралях впереди компрессоров, а иногда на газопроводе, идущем от компрессоров, впереди холодильников для газа.

Г. з. бывают трех типов: компрессионные, абсорбционные (на жидких растворителях), и адсорбционные (на твердых поглотителях). Общие схемы соответствующих установок—см. *Бензин из газа.*

I. Компрессионные Г. з. Конденсация газолина из естественного газа—процесс чисто физический. На Г. з. его осуществляют путем сжатия газа с последующим охлаждением водой или воздухом; реже пользуются охлаждением газа с помощью холодильных машин. Для сжатия газа до 8—10 *atm* применяются одноступенчатые компрессоры. При сжатии до более высоких давлений температура газа может подняться слишком высоко; в таких случаях предпочитают пользоваться двухступенч. компрессорами. В результате сильного сжатия (до 17—25 *atm*) и охлаждения газа происходит конденсация его с образованием газолина. Последний состоит гл. обр. из бутана ($t°_{кип.}$ 1°), пентана ($t°_{кип.}$ 36,4°) и отчасти пропана ($t°_{кип.}$ −45°) и гексана ($t°_{кип.}$ 68,9°); кроме того, здесь же могут оказаться гептан, а также нек-рое количество метана и этана, растворившихся в жидком конденсате. Кроме углеводородов ряда метана, в газолине могут находиться также некоторые нафтены, как то: циклопентан C_5H_{10} ($t°_{кип.}$ 49,5°), метилциклопентан $CH_3 \cdot C_5H_9$ ($t°_{кип.}$ 72°), циклогексан C_6H_{12} ($t_{кип.}$ 81,4°) и т. д.

Схема компрессионной установки для извлечения газолина из естественного газа изображена на фиг. 4. Газ из буровых скважин отсасывается вакуум-насосами *Б*; пройдя сепаратор *А*, холодильник *В* и сепаратор *Г*, газ поступает в компрессор низкого давления *Д*, а затем в компрессор высокого давления *З*, пройдя холодильник *Е* и сепаратор *Ж*, в котором снова выделяется часть газолина. После этого газ идет в третий холодильник *И* и третий сепаратор *К*, а затем через 2 рефрижератора *Л*, *М*, состоящие из батарей внутренних 3″ и наружных 5″ труб и охлаждаемые двумя холодильными

машинами *П. Р.* Газ в линию отсасывается вакуум-насосами *Т, Ф*. Направление движения газа через рефрижераторы, сепараторы *Н* и *О* и холодильные машины указано стрелками. Из сепараторов газолин

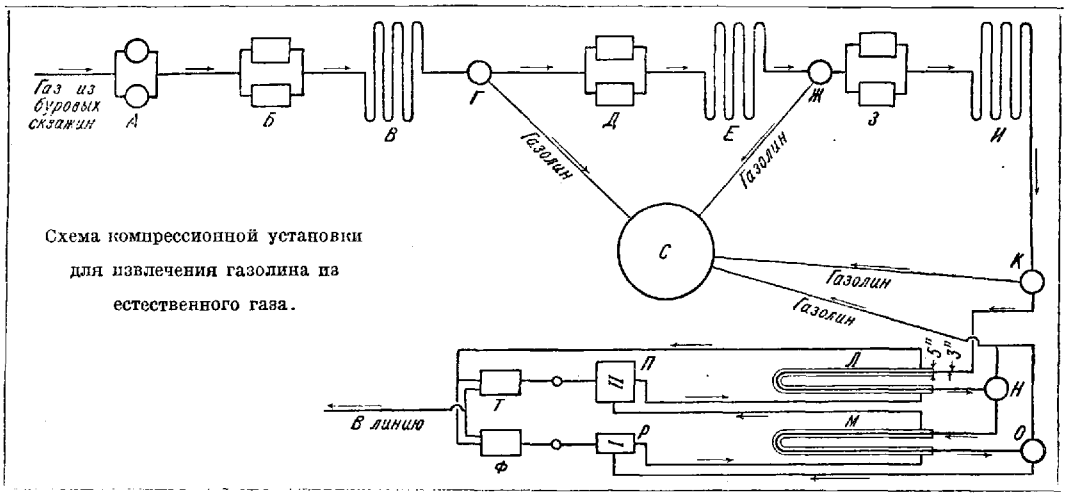


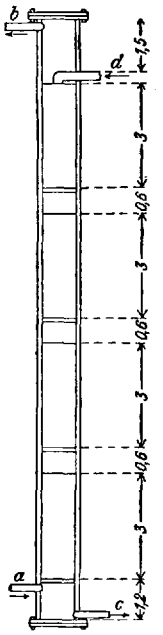
Схема компрессионной установки для извлечения газолина из естественного газа.

Фиг. 4.

поступает в сборник *С*. Значительная часть газа, в зависимости от его начальной влажности, остается неконденсированной; это—т. н. отработанный газ, к-рый идет на освещение или направляется обратно на промысла для приведения в действие моторов. По сравнению с исходным газом такой отработанный газ обладает рядом крупных практич. преимуществ: он дает менее коптящее пламя и благодаря отсутствию газолиновых паров не вызывает преждевременного воспламенения в цилиндрах газовых моторов. Описанный компрессионный тип Г. з. является наиболее распространенным. Значительно реже вместо сжатия газа прибегают к искусственному охлаждению его с помощью холодильных машин (обыкновенно с жидким аммиаком). Так, на одном Г. з. в Калифорнии, с пропускной способностью свыше 8 500 $м^3$ газа в сутки, для конденсации газа устроено семь змеевиков, расположенных в ряд и соединенных между собой стояками. В двух первых змеевиках значительн. понижение $t°$ достигается одним расширением газа без употребления аммиака. Затем, постепенно понижаясь, $t°$ достигает в седьмом змеевике 10° ниже нуля. Из первого змеевика стекает наиболее тяжелый конденсат, из последнего—наиболее легкий. Затем все конденсаты смешиваются в определенных пропорциях для получения требуемого газолина. В указанных условиях могут конденсироваться только бутан и высшие его гомологи, тогда как пропан может лишь раствориться в конденсате, сам же конденсироваться в данных условиях не может.

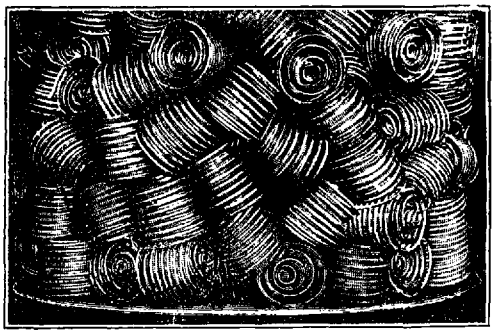
II. Абсорбционные Г. з. с жидкими поглотителями. Компрессионный метод получения газолина из естественного газа выгодно применять лишь к «богатому» («жирному») газу с содержанием не менее 12 *л* газолина на 100 $м^3$ газа. Более «бедный» («сухой») газ, а равно газ, отработанный на компрессионных установках, можно еще с большой выгодой перерабатывать на газолин при работе абсорбционным способом. Этот способ извлечения газолина из естественного газа состоит в том, что газ приводится в соприкосновение с более тяжелым, чем газолин, маслом (соляровое масло и т. п.), которое извлекает из газа находящийся в нем газолин (см. *Бензин из газа*).

Абсорбционный Г. з. и работу на нем организуют следующим образом. Подлежащий переработке газ поступает из газопровода сначала в систему нескольких первичных абсорберов, работающих параллельно. Эти абсорберы (фиг. 5) представляют собою высокие цилиндрическ. железные башни, достаточной прочности для сопротивления давлению, под которым они работают. Для увеличения поверхности орошения абсорберы разделяются особыми внутренними перегородками на секции, заполняемые битым кирпичом, стеклом, в последнее же время—специальными кольцами и спиралями (напр., кольца Рашига, спирали Брежа, фиг. 6). Входные отверстия *а* для газа (фиг. 5) находятся внизу абсорберов, сверху же, через *d*, навстречу току газа стекает абсорбирующее масло. Выходное отверстие *b* для отработанного газа помещается в верхней части абсорберов, для жидкости же *с*—в их нижней части. Пройдя через первичные абсорберы, в к-рых поглощается 80—90% газолина, газ в том же порядке проходит систему вторичных абсорберов, где абсорбируется остальной газолин, после чего отработанный газ поступает в газопровод для утилизации в качестве топлива, осветительного материала и т. п.



Фиг. 5.

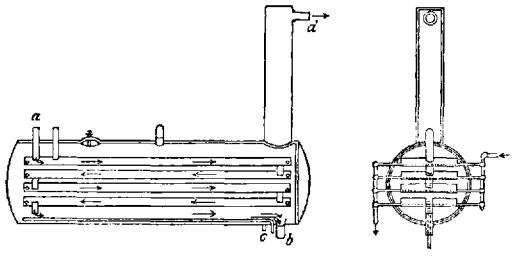
В этой части абсорбционной установки наиболее существенное значение имеют: 1) Число и размеры абсорберов. Так как абсорберы работают параллельно, то число их в каждой системе определяется количеством подлежащего переработке газа,



Фиг. 6.

размеры же каждого абсорбера—гл. образом давлением, под которым газ поступает в абсорбер. Чтобы увеличить пропускную способность газопровода и всей установки, газ обыкновенно перекачивается и поступает в абсорберы под значительным давлением, достигающим на некоторых абсорбционных заводах 17 *atm* и более. В таких установках, применяемых для переработки сухого газа, вышина абсорберов доходит до 9—12 *м* при диаметре в 0,75—1,2 *м*; при работе на низком давлении размеры абсорберов м. б. значительно больше (3,5×22 *м* и больше). 2) Состав и количество абсорбирующего масла. В качестве абсорбента чаще всего употребляется соляровое масло: обладая высокой поглотительной способностью для паров газолина, оно в то же время имеет достатрчно высокую начальную $t_{кип.}$, чем значительно облегчается полнота последующей отгонки газолина. Вместо солярового масла в качестве абсорбентов были предложены и другие жидкости, например, тетралин; однако, дешевизна и доступность солярового масла ставят этот абсорбент вне конкуренции, по крайней мере, при извлечении газолина из естественного газа. Для получения максимальных выходов на газолин средний расход масла при высоких давлениях составляет 65—90 *л* на 100 $м^3$ газа; при низких давлениях расход масла д. б. увеличен в несколько раз, т. к. с понижением давления растворимость газа в жидкости уменьшается. Растворимость газа уменьшается также вследствие нагревания масла теплотой, выделяемой газом при ожижении; при переработке жирного газа масло, далеко еще не насыщенное газолином, перекачивается из вторичного абсорбера для повторной операции в первичный не непосредственно, а через охлаждающие змеевики. 3) Скорость прохождения газа через абсорбер д. б. такова, чтобы, при максимальном использовании абсорбера, вместе с отходящим газом в газопроводную сеть не попадало масло. При правильном оборудовании абсорбера скорость прохождения газа через него может достигать 20 *м* в минуту и больше.

Следующей стадией работы на абсорбционной установке является отгонка газолина. Из абсорберов, работающих при высоких давлениях, насыщенное газолином масло подается сначала в сепаратор для отделения растворенных газов при давлении, примерно, атмосферном, а затем через подогреватель перекачивается в куб, где происходит отгонка газолина. Назначение подогревателя—предварительный подогрев перекачеваемого в перегонный куб масла за счет использования теплоты горячего масла, освобожденного в перегонном кубе от газолина и направляющегося обратно из куба в абсорбер. Наиболее широко распространены двойные трубчатые подогреватели, состоящие из внутренних труб диаметром 50—65 *мм* и наружных—диаметром 100 *мм*, обычно не изолируемых Горячее масло из куба проходит по межтрубному пространству, холодное же, насыщенное газолином масло из абсорберов идет по внутренним трубам в противоположном направлении. Кубы, применяемые для отгонки газолина, весьма разнообразны. Они имеют форму либо вертикальной колонны либо обыкновенного парового котла, расположенного горизонтально (фиг. 7). В том и в другом случае внутри котла помещается несколько широких горизонтальных, с небольшим уклоном желобов, по к-рым проходят 25-*мм* паровые трубы. Масло поступает в верхний жолоб через *a*, встречает здесь нагретую поверхность паровых труб и, нагреваясь, отдает часть растворенного в нем газолина. С первого жолоба масло стекает на второй, затем на третий и т. д., так что, дойдя до выходного отверстия *b*, масло должно отдать весь растворенный в нем газолин, который через отверстие *d* направляется в змеевики, орошаемые водой. Чтобы

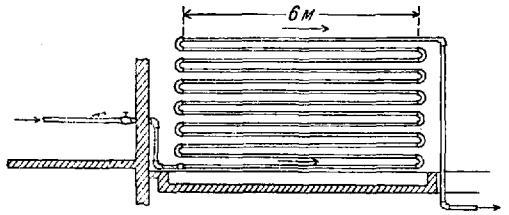


Фиг. 7.

обеспечить отдачу газолина, иногда в кубы вводится через *c* открытый пар. При этом, однако, происходит эмульгирование масла, осложняющее дальнейшую работу с ним, так как: 1) эмульгированное масло имеет значительно меньший коэффициент поглощения газолиновых паров и 2) обыкновенно водяные пары попадают далее в газопровод, конденсируются здесь и в холодную погоду вызывают обмерзание труб. Чтобы избежать этих неудобств, на нек-рых Г. з. для отгонки газолина стали применять огневой подогрев, давший во всех отношениях удовлетворительные результаты. Температура, применяемая для полного выделения газолина из масла, довольно высока (200° и выше), вследствие чего небольшое количество масла в виде пара увлекается парами газолина.

Если все эти пары сконденсируются вместе, то конечная точка кипения газолина будет слишком высока. Чтобы избежать такого загрязнения газолина, кубы снабжают либо дефлегматорами того же типа, как на нефтеперегонных кубах, либо колонками более сложного типа с разного рода насадками.

Простейший и наиболее распространенный тип холодильников, применяемых в газолиновом производстве, изображен на фиг. 8. Это—ряд зигзагообразных труб (змеевики), через которые проходят газолиновые пары; снаружи же по трубам разбрызгивается и стекает холодная вода. Внизу,



Фиг. 8.

под трубами—неглубокий ящик, из к-рого собравшаяся вода отводится прочь. Так же устроены холодильники для масла, которое, проходя подогреватель, не успевает достаточно остыть, чтобы поступить сразу в абсорбер, и требует добавочного охлаждения.

До выпуска в продажу газолин, прошедший через змеевики, подвергается стабилизации, а иногда и очистке. Стабилизацией газолина называется освобождение его от т. н. «диких» газов (главн. обр. этана и пропана), к-рые, растворившись в газолине, сообщают его парам слишком большую упругость. Освобождение от «диких» газов производилось раньше путем выветривания газолина в сепараторах высокого, низкого и, наконец, атмосферного давления. При этом, однако, вместе с «дикими» газами улетучивается значительное количество газолина. Во избежание этих потерь применяются иногда специальные ректификационные колонки; существуют также способы утилизации газолина, увлекаемого «дикими» газами. После стабилизации газолин идет на смешение с бензином перегонки. Когда в газолине докторской пробой устанавливается присутствие сернистых соединений, то производится очистка его раствором хлорноватистокислого натрия (гипохлоритный процесс) или так называемым докторским раствором, т. е. щелочным раствором окиси свинца в присутствии серы (плюмбитный процесс).

III. Адсорбционные Г. з. с твердыми поглотителями. Во время войны 1914—18 гг. были найдены и разработаны способы значительного повышения адсорбционной способности древесного угля путем специальной его обработки при высокой $t°$ (ок. 850°) водяным паром. Такой уголь получил название активированного угля. Естественный газ пропускают в адсорбер с активированным углем до насыщения адсорбента. Затем направляют газ во второй адсорбер, в первый же пропускают перегретый пар для отгонки поглощенного в адсорбере газолина. Пары воды и газолина отводятся в холодильник, где они конденсируются и затем разделяются. Когда газолин отогнан, адсорбер охлаждают обычно остаточным газом, водяной пар направляют во второй адсорбер, газ же—в третий, и таким образом заканчивается цикл работы установки. Активированный уголь готовится из плотных древесных пород (береза, дуб, самшит и пр.), в Америке—из скорлупы кокосового ореха. В последнее время в качестве адсорбента очень высокой поглотительной способности начинают применять *силикагель* (см.). Адсорбер представляет собою вертикальный цилиндр, диаметром ок. 1,5 *м*, высотою ок. 2 *м*. Он вмещает 1 500—2 000 *кг* активированного угля, поддерживаемого поперечными сетками. В нижней части адсорбера имеется отверстие для впуска газа и выпуска паров, в верхней—для выпуска отработанного газа и впуска водяного пара; в стенке адсорбера имеется еще отверстие с герметической крышкой для взятия пробы угля.

Система охлаждения на адсорбционных Г. з. состоит из нескольких змеевиков различной длины: 1) змеевики для охлаждения отработанного газа, снабженные в начале и конце ловушками для воды; 2) змеевики для охлаждения водяных паров из адсорбера; здесь конденсируется бóльшая часть водяных паров, пары же газолина проходят без заметной конденсации, т. к. $t°$ выходящих паров, путем регулирования притока охлаждающей воды, поддерживается около 80—85°; 3) змеевики для конденсации паров газолина, сильно охлаждаемые; 4) змеевики для отработанного пара. Конденсированная вода идет на питание паровых котлов. Кроме системы адсорберов и холодильников, на адсорбционном заводе имеются: а) небольшой компрессор для остаточного газа со специальным при нем холодильником; б) паровая установка; в) сборные и другие резервуары.

Преимущества адсорбционных заводов следующие: 1) кпд значительно превышает кпд Г. з. с масляным поглощением, при чем в нек-рых случаях это превышение достигает 50 %; 2) газолин отличается высокими качествами: стойкостью при «отдувке», способностью обходиться без специальной очистки для улучшения цвета; 3) сравнительная простота установки и отсутствие капитальных сооружений (при работе с небольшими давлениями нет надобности в мощных дорогих компрессорах) позволяют в случае надобности переносить заводы на новые месторождения газа без слишком больших затрат; 4) расход топлива и воды значительно меньше, чем на других газолиновых заводах.

Из недостатков адсорбционных Г. з. можно отметить: 1) высокую стоимость активированного угля; 2) неприменимость адсорбционного способа к газу, содержащему примесь воздуха, в виду возможности опасных взрывов в адсорберах.

Размеры и производительность Г. з., существующих в настоящее время в С. Ш. А., крайне разнообразны. Наряду с мощными предприятиями, перерабатывающими

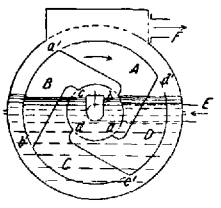
1,5—2 млн. $м^3$ естествен. газа в сутки, существуют заводы с пропускной способностью в 15—20 тысяч $м^3$. Их производительность определяется гл. образ. характером перерабатываемого газа: если на компрессионных заводах, перерабатывающих богатый газ, выходы газолина нередко составляют 50 $л$ и более на 100 $м^3$ газа, то абсорбционные заводы, работающие на бедном газе, довольствуются выходами в 2—2,5 $л$ на 100 $м^3$ газа. В С. Ш. А. перерабатывается газ не из одной или нескольких ближайших к заводу скважин, а зачастую из нескольких сотен и даже тысяч скважин, при чем для этой цели к одному Г. з. прокладывается газопровод длиной в несколько десятков $км$. При достаточно богатом газе находят выгодным включать в сеть даже скважины с суточным дебитом в 5—6 $м^3$. Главная масса газолина из естественного газа идет в С. Ш. А. на смешение с бензином, чем достигается не только повышение качества последнего, но и значительное расширение общих бензиновых ресурсов. Сначала это смешение технически осуществлялось путем простого растворения газолина в тяжелом природном бензине в определенных отношениях. В настоящее время для той же цели пользуются более совершенными методами, а именно: а) вместо масла для поглощения газолина в абсорберах применяют тяжелый бензин; при этом выходы газолина резко возрастают, хотя увеличивается огнеопасность работы, так как приходится работать с громадными количествами бензина; б) с помощью особого насоса накачивают в газопровод тяжелый бензин (лигроин) между компрессором и холодильником, при чем лигроин не только помогает конденсироваться газолину, но и растворяет такие фракции его, которые самостоятельно не осели бы в холодильнике. Полученные таким образом смеси содержат еще слишком много летучих частей; для получения из них рыночных продуктов их подвергают перегонке в кубе помощью пара при давлении около 2 atm и $t°$ 75—77°. Пары легких углеводородов, получаемые при перегонке, направляют в небольшой компрессор, который их сжимает и передает на орошаемый холодильник. Здесь конденсируются два товарных продукта: 1) наиболее легкий газолин с $t°_{кип.}$ 4,5—27°, представляющий собою, в сущности, сжатый газ; его собирают в стальные бутыли под небольшим давлением и под именем «газа в бутылях» (bottled gas) пускают в продажу, при чем он успешно конкурирует с ацетиленом в сварочных работах; 2) «кухонный бензин» с $t°_{кип.}$ 22—80°; этот продукт собирается в особых прочных бидонах, снабженных краном, и употребляется для отопления печей, плит и т. п. Остаток после отгонки сжатого газа и кухонного бензина представляет собою уже рыночный автомобильный бензин. В СССР газолиновое дело находится еще в начальной стадии развития. В настоящее время мы имеем пять успешно работающих газолиновых заводов различных систем: три в тресте «Азнефть» (Биби-Эйбат, Сураханы и Раманы) и два в тресте «Грознефть» (Новые Промыслы и Соленая Балка).

Лит.: Буррель Д., Сейберт Ф. и Оберфелль Д., Извлечение газолина из естественного газа конденсацией, П., 1921; Буррель Д., Бигдисон П. и Оберфелль Д., Извлечение газолина из естественного газа путем поглощения, П., 1921; Оберфелл Г. и Алден Р., Газолин из природного газа, перевод с английск., М.—Л., 1926; Аккерман И. П., «Нефтяное и сланцевое хоз.», М.—Л., 1924, т. 7, *9*; Стрижов И. Н., «НХ», 1926, т. 2, *9*, *10*, *11—12*; Шахназаров М. Х., там же, 1926, т. 10, *3*; Burrell G. A., The Recovery of Gasoline from Natural Gas. N. Y., 1925; Lichty L. C., Measurement, Compression a. Transmission of Natural Gas, N. Y., 1924. **С. Наметкин.**

ГАЗОМЕРЫ, газовые счетчики, приборы для измерения количества газа, проходящего через газопроводную трубу. По своей конструкции газомеры распадаются на две большие группы: 1) для измерения газа, отпускаемого отдельным потребителям, и 2) для измерения больших потоков газа.

Первая группа газомеров измеряет расход газа по принципу объема; Г. этого типа делятся на мокрые и сухие.

Мокрый Г. (фиг. 1) состоит из барабана с четырьмя камерами A, B, C и D, заключенного в устанавливаемый на месте установки кожух; нижняя часть барабана погружена в воду, которая открывает или закрывает отверстия в нем a, b, c и d, служащие для входа газа из газопроводящей сети через трубу E. Через незакрытые водой входные отверстия газ проникает в соответствующие камеры барабана, а из последних, после измерения, выходит через выпускные отверстия a', b', c' и d' в трубу F, ведущую газ к потребителю. Входные и выходные из барабана отверстия расположены так, что в каждой отдельной камере при открытом одном из отверстий (входном или выходном) другое обязательно закрыто, т. е. через барабан не м. б. сквозного протока газа, а происходят последовательные наполнение газом или опорожнение от него каждой из камер. На фиг. 1 представлено, как заканчивается наполнение газом камеры B и начинается наполнение камеры C; одновременно заканчивается опорожнение камеры D и продолжается опорожнение камеры A; при этом попеременном наполнении и опорожнении камер барабан, в силу разницы давлений входящего и выходящего газа на разделительные стенки его, приходит во вращение, для чего достаточно разницы давления в 2—4 $мм$ водяного столба. Вращение барабана передается счетному механизму, который таким образ. регистрирует количество проходящего газа, обычно в объемных единицах. Схема, изображенная на фиг. 1, в практике воспроизводится несколько иначе. Главное отличие состоит в том, что входные и выходные отверстия располагаются не на цилиндрич. поверхности барабана, а на его лобовых частях, имея приблизительно радиальное расположение, при чем наружную цилиндрич. оболочку барабана делают сплошной и припаивают наглухо к разделительным стенкам барабана. Последнего типа барабан сист. Крослея (Crossley) изображен на фиг. 2 со снятой

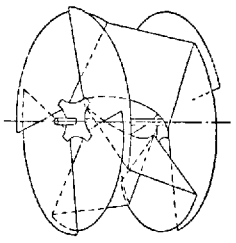


Фиг. 1.

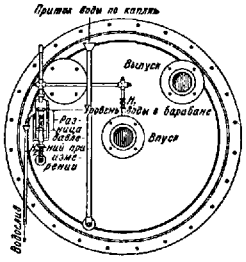
верхней оболочкой. Для избежания увлечения воды разделительными стенками измерительного барабана (крыльями) число оборотов вала в час не должно превышать 120 и может уменьшаться до 80 с возрастанием диаметра измерительного барабана. Поэтому в последнее время, для увеличения пропускной способности мокрых Г., устраивают барабаны из нескольких параллельно работающих барабанов описанного типа, что позволяет довести пропускную способность мокрого Г. до 6 000 $м^3/ч$.

Основное условие правильности работы газомера—сохранение постоянства уровня жидкости внутри его. Между тем, пропускаемый газ обычно насыщается водой и уносит ее с собой, что влечет за собой постепенное увеличение измерительн. пространства и, соответственно, уменьшение показаний газомера. Поэтому каждый Г., кроме больших стационарных, имеет запорное приспособление, прекращающее доступ в него газу, коль скоро уровень жидкости в нем понизится ниже предельной нормы. Восстановление и поддержание постоянного уровня жидкости в Г. достигается тремя путями.

1) Стационарные (большие) Г. обычно снабжают воронкой и подвижным водосливом; через воронку отдельными каплями



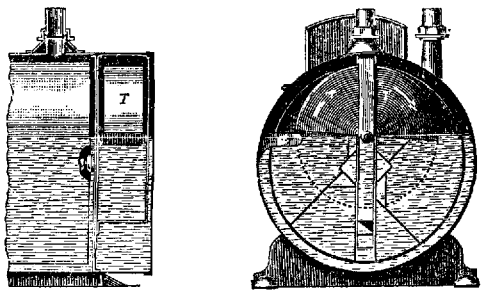
Фиг. 2.



Фиг. 3.

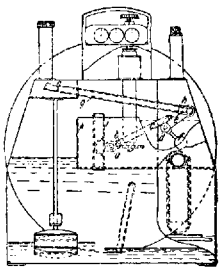
доливают воду, а через водослив удаляется ее избыток. На фиг. 3 показано означенное устройство: здесь имеется водослив A системы Кинга, соединенный с водным пространством наполняемой газом камеры при помощи крана H_2; пространство над водосливом соединено особой трубочкой через кран H_1 с входным отверстием газа в газомер; поэтому на воду у водослива сверху и снизу действуют одинаковые давления, что обеспечивает правильную его службу. Здесь же, внизу, у водослива установлен водяной манометр, указывающий, в *мм* водяного столба, превышение давления входящего газа над наружной атмосферой. Водослив устанавливают на определенной потребной высоте, а газомер приводят с помощью уровней (ватерпасов) в строго горизонтальное положение.

2) Домовые Г. иногда снабжаются автоматическими приспособлениями, восстанавливающими понижающийся уровень воды. На фиг. 4 представлен регулятор уровня в виде полуцилиндрич. тела T, вращающегося около горизонтальной оси и при нормальном уровне воды поддерживаемого выступом d. При понижении уровня тело T наклоняется вправо и, вытесняя воду, поднимает ее уровень до нормального. Для помещения тела T корпус газомера продолжен по направлению образующей цилиндрической поверхности. Другая система регулировки уровня заключается в том, что в Г. имеется запасное отделение с водой. Из этого отделения вода забирается небольшими черпаками, приводимыми в движение от оси Г., и выливается в водяное его пространство, повышая



Фиг. 4.

т. о. в нем уровень воды. На фиг. 5 указано одно из таких приспособлений: продолженный спереди вал a сообщает посредством рычажно-шарнирной передачи $b.c, d.e\ f\ h$ качательное движение полой трубе g с вырезом q; труба g, опускаясь вниз, захватывает отверстием q воду из запасного отделения; эта вода при движении трубы g вверх выливается в отделение k, сообщающееся с водяным пространством Г.; излишек воды из водяного пространства отводится через водослив i. Существуют еще приспособления, состоящие из запасной камеры с водой, расположенной над Г.; эта камера соединена с входной камерой для газа двумя трубками; одна из них во входной камере срезана немного ниже нормального горизонта жидкости в Г.; как скоро уровень жидкости в Г. понизится, газ через открывшееся отверстие трубки входит в запасную камеру и своим давлением проталкивает из нее воду по второй (водяной) трубке во входную камеру Г. до тех пор, пока поднимающийся уровень жидкости не закроет низа первой трубки, т. е. пока уровень жидкости в водян. пространстве Г. не поднимется до нормального.



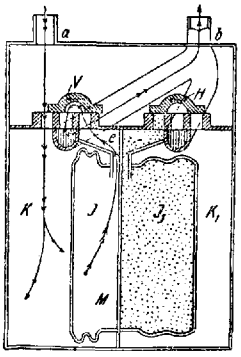
Фиг. 5.

3) Заменяют воду в газомере какою-либо менее испаряющейся жидкостью, как, например, глицерином при 16—18° Bé или раствором хлорист. магния.

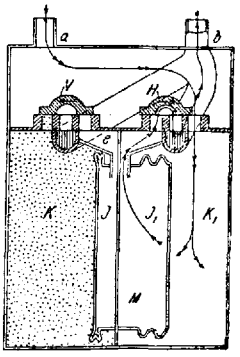
Описанные в п. 2 приспособления несколько сложны; поэтому чаще предпочитают итти по другому пути, который обеспечивал бы правильность показаний Г. и при опускающемся в нем уровне воды. Наиболее распространенной в этом отношении является конструкция барабана с т. н. обратным измерением: она состоит в том, что в задней части обыкновенного кроссеевского барабана помещен подобный же маленький барабан, к-рый имеет общую ось

вращения с первым, но у которого входы и выходы в камерах расположены в прямо противоположном направлении по отношению к главному барабану, т. е. у дополнительного барабана входные щели устроены на задней стороне главного барабана, где у последнего находятся его выходные отверстия, а выходные щели дополнительного барабана ведут во внутренние пространства измерительных камер главного барабана. Такое устройство ведет к тому, что, при измерении газа, последний, выйдя из главного барабана, частично поступает в щели дополнительного барабана, а из последнего вновь поступает в камеры главного барабана. Если обозначить объем измерительного пространства камеры главного барабана через a (литров) и такой же объем камеры дополнительного барабана через d (литров), то объем газа, пропускаемый Г. за его одно полное вращение, будет равен $4(a-d)$ литрам. При падении уровня воды в Г. произойдет увеличение обоих объемов a и d. Барабаны конструируются так, чтобы увеличение этих объемов было одинаковым, так как в этом случае разность между ними не изменится. Обычно глубина погружения дополнительного барабана в воду равна, примерно, $^2/_3$ глубины погружения главного барабана. Мокрые Г. работают нормально при давлении газа не свыше 40—50 *мм* водяного столба.

Сухие Г. в основной своей части представляют мехи определенной емкости, к-рые попеременно наполняются газом и опорожняются от него. В зависимости от устройства отдельных мехов и числа их сухие Г. делятся на несколько типов. В представленном на схемах фиг. 6 и 7 Г. имеются четыре камеры: две наружные камеры K и K_1 и две внутренние J и J_1. Внутренние камеры J и J_1 разделены между собой промежуточной стенкой и ограничены с других сторон параллельно движущимися крышками, соединенными с промежуточной стенкой мембранами из кожи или из специальной материи. Внешние камеры K и K_1 образованы с одной стороны наружными очертаниями внутренних камер, а с другой—кожухом Г. и верхней горизонтальной стенкой, на которой расположены золотниковые аппараты V и H, регулирующие впуск газа в газомер и выпуск его оттуда к местам потребления. Газ по входной трубе a входит в верхнюю распределительную камеру Г. и направляется через открытое отверстие зеркала золотника в одну из измерительных камер. На фиг. 6 показано такое положение золотников, при котором камера K соединена со входом газа, а камера J—с выходом, в то время как камеры K_1 и J_1 закрыты для входа и выхода газа, при чем камера J_1 наполнена газом, а камера K_1 свободна от него. В изображенном на фиг. 6 положении газ наполняет камеру K и прогоняет содержимое камеры J через выходное отверстие e. При передвижении разделительной между K и J стенки последняя с помощью рычажно-шарнирной передачи передвигает золотники V и H влево. Передвижение золотника V вначале не меняет положения дела в левой части Г., вследствие чего разделительная между K и J стенка продолжает двигаться вправо до своего крайнего положения; передвижение же золотника H сообщает камеру K_1 со входом газа и камеру J_1 с выходом его, почему стенка между K_1 и J_1, под влиянием



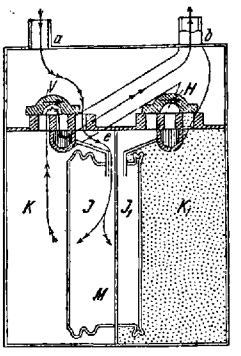
Фиг. 6.



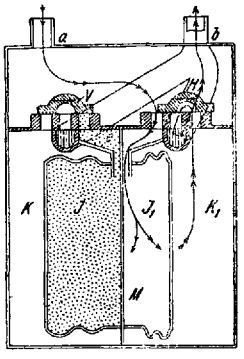
Фиг. 7.

напора входящего газа, двигается справа налево. При дальнейшем движении золотников золотник V разобщает камеры K и J со входом и выходом в Г.; последнее положение изображено на фиг. 7. На фиг. 8 и 9 представлены два дальнейшие положения измерительных камер и золотников. Положения Г., показанные на фиг. 6—9, дают представление о полном замкнутом цикле работы сухого газомера.

Самым слабым местом в конструкции сухих Г. являются мембраны, соединяющие промежуточную стенку M с подвижными



Фиг. 8.



Фиг. 9.

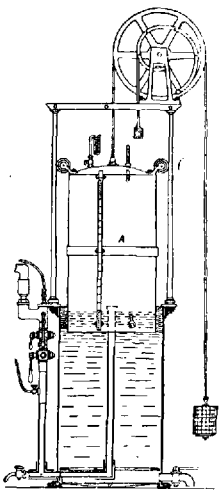
разделительными стенками между внутренними и наружными камерами Г. Т. к. мембраны делаются обычно из кожи, подверженной б или м. влиянию влаги и различных примесей, заключающихся в измеряемом газе, то в некоторых конструкциях этой системы Г., независимо от тщательного выбора материала, соответственной обработки его и пропитки маслом, применение кожи сужено, и мембраны делают из узких лент, соединяющих отдельные стенки измерительных камер более сложной формы (ромбоидальной, призматической и т. п.). Кроме того, т. к. швы в коже обычно являются причиной неплотности и газопроницаемости измерительных камер, то, взамен швов, кожу в местах соединения со стенками камер зажимают между металлическими кольцами.

Объем измерительных камер, т. е. количество газа, проходящее через Г. за полный цикл его действия, регулируется тем, что в нек-рых частях рычажно-шарнирной передачи к распределительному механизму введены продольные вырезы в штангах, в к-рых шарниры движутся по принципу кулисных камней; переставляя камень кулисы, можно изменять степень наполнения измерительных камер газом.

Сухие газомеры обладают меньшей чувствительностью, чем мокрые; потеря напора в них—обычно около 6 *мм* водяного столба; они, вследствие жесткости мембраны, склонны уменьшать со временем объем пропускаемого газа, в противоположность мокрым Г., где испарение воды увеличивает объем измерительного пространства. В общем точность мокрых газомеров при тщательной их эксплоатации надо считать выше, чем сухих. Срок службы сухих газомеров, примерно, в два раза меньше срока службы мокрых (12 и 20 лет). С другой стороны, сухие Г. имеют существенные преимущества перед мокрыми, ибо не боятся мороза, более удобны для транспорта и во многих случаях по своей точности являются вполне удовлетворительными. Статистика распространения мокрых и сухих газомеров дает следующие данные за 1910—12 гг.: в Англии применяются по преимуществу сухие Г.; во Франции—почти исключительно мокрые; в Германии примерно—60 % сухих и 40 % мокрых, из последних 1 % газомеров с малоиспаряющейся жидкостью. В качестве контрольно-опытных применяются исключительно мокрые Г. Точность газомеров, т. е. погрешность в показаниях их по сравнению с пропущенным объемом газа, не должна превышать $\pm 2\,\%$.

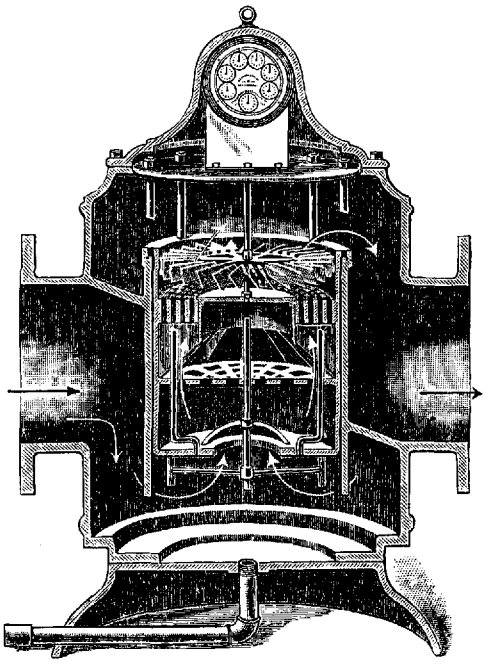
На корпусе каждого Г. имеется обозначение измерительного пространства (J) в *л* и его пропускной способности (при вышеуказанных потерях напора, т. е. 4—5 *мм* водяного столба для мокрых и 6—7 *мм* для сухих газомеров) или характерного расхода (V) в $м^3$ или горелках; последнее обозначение делается из расчета 150 *л* газа на одну горелку в час. Соотношение между этими двумя величинами определяется тем, что J д. б. не более 1,5% от V. Наибольшая величина V, достигнутая в современных типах описанных газомеров достигает для мокрых многобарабанных Г. 6 000 $м^3$ и для сухих—1 000 $м^3$. Нормальным, наиболее распространенным размером Г. считается газомер с пропускной способностью в 5 горелок, т. е. 750 *л*/*ч*, что видно, например, из статистики г. Берлина в нач. декабря 1913 г., где имелось: 2 263 газомера в 3 горелки, 373 192—в 5 горелок, 58 606—в 10, 16 348—в 20, 3 331—в 30, 1 777—в 40 и 3 664 газомера больше чем в 40 горелок. Всего было 459 181 Г. с производительностью более чем в 3 500 000 горелок, т. е. в среднем приходилось 7,55 горелок на один Г., а газомеры с производительностью в 5 горелок составляли 81,2% от общего их количества.

Для поверки правильности работы Г. применяется кубицир-аппарат (фиг. 10), представляющий собою цилиндр с центральной трубой, идущей к поверяемому газомеру. Цилиндр заполняется водой, но так, чтобы верх центральной трубы был выше уровня воды. Над цилиндром подвешен на блоке колокол A, края которого погружены в воду, налитую в цилиндр. Т. о., под колоколом образуется определенный объем воздуха, соединенный центральной трубой с поверяемым Г. Если позволить колоколу опускаться, то воздух из-под него будет прогоняться через Г. Сравнение объема прогнанного через Г. воздуха с показаниями Г. дает возможность судить о точности его показаний. Так как колокол, опускаясь в воду, будет терять в своем весе, то для равномерности его хода имеется специальный компенсатор. При поверке необходимо иметь в виду, что при пропускании через Г. воздуха, вместо газа, сопротивление в нем возрастает примерно на 20—50%. Кроме того, как кубицир-аппараты, так и испытываемые Г. должны иметь одинаковую темп-ру, т. к. на каждые 2,73° разницы $t°$ происходит изменение объема воздуха на 1%.



Фиг. 10.

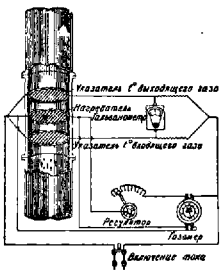
Вторая группа газомеров (для измерения больших потоков газа) основана на принципе измерения проходящего газа по скорости



Фиг. 11.

его прохождения и распадается по характеру действия Г. на три системы: крыльчатые системы Ротари, электротермические системы Томаса и Г., основанные на принципе Вентури. Крыльчатый Г. представлен

на фиг. 11. Газ, проходя Г., приводит в движение крыльчатку и вращает вертикальную ее ось; движение последней передается счетному механизму. Точность измерения такими Г., в зависимости от чистоты газа, колеблется в пределах от ±2 до ±5 % количества пропущенного газа, при чем минимальный регистрируемый с указанной точностью расход составляет $^1/_8$—$^1/_5$ от пропускной способности Г., к-рая в этом типе Г. достигает 20 000 *м*³/*ч*. Электротермич. Г. сист. Томаса (фиг. 12) имеет нагреваемую электрич. током платиновую проволоку. Газ этой проволокой нагревается, при чем повышение его *t*° измеряется термоэлементами. Повышение *t*° проходящего газа, при известных величинах затраченной на его нагревание энергии и его теплоемкости, дает возможность определить количество пропущенного газа. Точность измерения Г. сист. Томаса достигает ± 1% от количества пропущенного газа. Г. типа Вентури представляет собою обыкновенную, суженную посредине трубу Вентури (см. *Водомеры*, фиг. 1). При прохождении газа через горло (узкое отверстие) трубы он увеличивает свою скорость и уменьшает давление. По разнице давлений у входа в трубу и в горле трубы Вентури судят о количестве протекающего газа.



Фиг. 12.

Все Г. второй группы могут работать при высоких давлениях газа, что несвойственно первой группе.

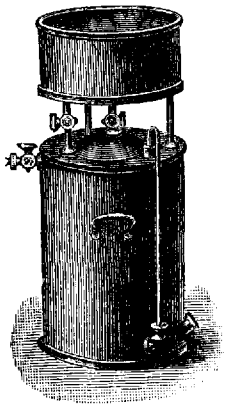
ГАЗОМЕТР, сосуд, применяемый в химических лабораториях для собирания, хранения и для грубого измерения объемов различных газов, нерастворимых или мало растворимых в воде. На фиг. 1 изображен стеклянный Г., предложенный Митчерлихом, изготовляемый вместимостью до 20 *л*. Через воронку с длинной, доходящей почти до дна сосуда трубкой, снабженной краном (слева), вливается вода, к-рая, по мере поднятия уровня, вытесняет содержащийся в сосуде воздух через второй кран (справа). Наполнение сосуда газом производится через короткую и широкую трубку (тубус), находящуюся внизу сосуда, после наполнения сосуда водой доверху. Вода при закрытых кранах не выливается из сосуда через открытый тубус, так как удерживается силой атмосферного давления, и может вытекать только при впуске в сосуд газа, скопляющегося в верхней его части.



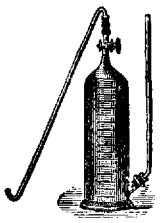
Фиг. 1.

На фиг. 2 изображен обыкновенный металлич. Г., устроенный по тому же принципу, что и вышеописанный. Сверху прибора находится цилиндрич. воронка для воды, соединенная с сосудом при помощи ножек, из которых одна (на фиг. 2 левая) представляет трубку, доходящую почти до дна сосуда, и снабжена краном. Сбоку сосуда имеется стеклянная указательная трубка для наблюдения за уровнем воды в сосуде.

Для работ с газами, растворяющимися в воде или такими, к-рые не должны содержать в себе паров воды (с сухими газами), применяется ртутный Г. Устройство и действие этого прибора, основанное на описанном принципе, понятны из фиг. 3.



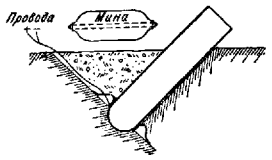
Фиг. 2.



Фиг. 3.

Прибор этот известен в лабораториях под названием Г. Бунзена. Более точные приборы для измерения объемов газов называются волюмометрами. **А. Доброхотов.**

ГАЗОМЕТЫ, химическ. минометы, орудия ближнего боя, применяемые для химического нападения (см. *Военно-химическое дело*). Это метательные орудия типа мортир, очень простой конструкции, гладкоствольные или нарезные, с постоянным углом возвышения (45°) и с дальностью стрельбы от 400 до 3 500 *м*; последняя регулируется изменением веса заряда. Снаряд — мина, содержащая до 50% по весу отравляющих веществ (О. В.; см. *Боевые отравляющие вещества*) и небольшой разрывной заряд. Г. введены в апреле 1917 г. англичанами. Тип Г., наиболее применявшийся на войне 1914—18 гг. (системы Ливенса, см. фиг.), состоял из гладкой стальной трубы-ствола, иногда усиливаемого проволочной обмоткой (длина ствола 76—137 *см*, толщина стенок 6,3—9,5 *мм*, вес 30—75 *кг*), и стальной опорной плиты (диаметр 30—46 *см*, толщина 6,3 *мм*, вес до 13,5 *кг*). Выбрасывающий заряд (переменный)—серия мешочков с порохом в жестян. гильзе; выстрел производился электрическим запалом, соединенным проводами с ручной индукторной машинкой. Мина изготовлялась из стали и весила 20—60 *кг*. В качестве О. В. находили применение фосген, дифосген, хлорпикрин, бромистый бензил и арсины. В конце войны германцами были введены нарезные Г. Данные о Г. различных армий приведены в помещенной ниже табл.



Г. устанавливают в специально отрытых ровиках, группами (батареями) по 20—100 Г. в каждой, и засыпают землей до дульной части или укрепляют особыми подпорками. Стрельба производится исключительно залпами, вследствие чего на обстрелянном

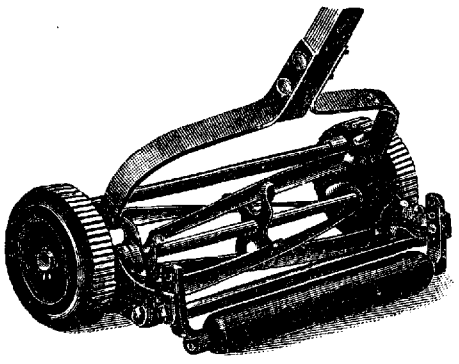
Данные о газометах различных армий.

Государство	Тип Г.	Газомет			Мина		Дальнобойность в м	Время появления
		калибр в см	длина в см	вес в кг	вес в кг	заряд в кг		
Англия	Ливенса гладкоств. легк.	20	76	30	28	13,5	1 100	апр. 1917
	Ливенса гладкоств. сред.	20	84	48	28	13,5	1 250	
	Ливенса гладкоств. тяж.	20	137	68	60	27	1 800	
Франция	гладкоств.	20	~80	37—45	28	13	1 500	окт. 1917
Германия	»	18	114	67	28—29	12—15	1 600	дек. 1917
»	нарезной	16	125	73	35	6—8,5	3 500	авг. 1918
Австрия	гладкоств.	22,5	110	75	35—37	15	—	—

участке внезапно создается облако О. В. очень высокой концентрации (до 1,3 *кг* О. В. на 1 *м*² участка), могущее в короткий срок преодолеть защитное действие противогаза и вызвать массовое отравление бойцов. Стрельба из Г. «стойкими» О. В. может применяться для быстрого заражения участков местности. В будущем, в условиях маневренной войны, предполагается применение облегченных типов Г., допускающих быструю установку и переноску. Обслуживание Г. в бою производится специальными химическими частями войск.

Лит.: Фишман Я. М., Газовая война, ч. I, стр. 306—311, М., 1924; Фарроу Э. С., Газовая война, стр. 113—116, пер. с англ., М., 1925; Руководство по химич. службе в РККА, §§ 54—62, М., 1927; Бенкевич И., Роль химич. минометов в маневренной войне, «Техника и снабжение Красной армии», М., 1924, *162*; Cours de sciences appliquées. Gaz de combat, Ministère de la guerre, P., 1923; Serant L., La guerre chimique, P., 1924; Meyer J., Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe, p. 151—161, Lpz., 1925; Hanslian R., Der chemische Krieg, 69—73, p. 140—148, 2 Aufl. ge, B., 1927. **В. Янковский.**

ГАЗОНОКОСИЛКА, машина для короткой и ровной стрижки газонов в садах и парках. Г. строятся двух типов: 1) барабанные — с вращающимися ножами и 2) ножевые, работающие по принципу *сенокосилок* (см.), с прямолинейно-возвратным движением ножа. Последний тип Г строится редко, так как работа их менее чиста и сравнительно тяжела вследствие передаваемых



рукам толчков качательного движения ножа. Барабанная газонокосилка имеет три или четыре ножа, изогнутых по винтовой линии и прикреплен. к боковым крестовинам или дискам (см. фиг.). Барабан получает движение от опорных катков непосредственно или при помощи зубчатой передачи. Опорные катки имеют рифленый обод для сцепления с поверхностью газона. К рамке Г. сзади прикрепляют каток, перестанавливающийся выше или ниже для уменьшения или увеличения высоты резки. Иногда к Г. присоединяют корзину или ящик для травы. Г. успешно работает на короткой траве и на поверхности без кочек и камней.

В СССР распространены Г. ручные, рассчитанные на силу одного человека, с шириной захвата от 0,15 *м* (6 дм.) до 0,45 *м* (18 дм.) и весом от 12 до 24 *кг*. В Англии Г. строят на силу двух человек, с шириной захвата до 0,53 *м* (21 дм.), и одноконные — до 0,91 *м* (36 дм.).

Лит.: Дебу К. И., Руководство к выбору и уходу за сельскохозяйственными машинами и орудиями. Орудия и машины для уборки трав, Петербург, 1905. **Н. Соколов.**

ГАЗООПРЕДЕЛИТЕЛИ, приборы, служащие для определения примеси посторонних газов в воздухе. Они находят применение в промышленности (охрана труда на вредных производствах), в угольных копях и рудниках, в военном деле и отчасти в лабораторно-исследовательской практике. В горном деле представляет интерес гл. обр. определение метана (CH_4); в металлургии, при тоннельных и минных работах и в ряде отраслей химич. промышленности — определение окиси углерода (CO). В нек-рых химич. производствах Г. необходимы для контроля воздуха рабочих помещений и складов, в которых выделяются вредные газы. В военном деле Г. служат для распознавания в атмосфере боевых отравляющих веществ (О. В.; см. *Боевые отравляющие вещества*), применяемых с целью химич. нападения. Если Г. соединены (непосредственно или помощью проводов) с каким-либо сигнализационным прибором, автоматически приводимым в действие в нужный момент и предупреждающим целую группу лиц об опасности, то такая система в целом называется газопредупредителем. Если прибор действует непрерывно, отмечая изменения концентрации газа, мы имеем регистрирующий индикатор газа.

Все многочисленные типы Г., применяемые или предлагавшиеся в самых различных областях техники, можно подразделить по принципам их действия на след. группы: 1) Диффузионные, основанные на изменении давления в пористом сосуде вследствие разности скоростей диффузии для газов с различным мол. в. 2) Химические, основанные на химич. реакции газа с каким-нибудь веществом, дающей резкий видимый эффект, напр., изменение окраски, выпаде-

ние осадка; сюда относятся Г. в виде набора реактивных бумажек либо склянок с жидкими (красочными или осадочными) реактивами на О. В. и аспиратором для просасывания воздуха; к этой группе относятся: французск. полевой Г. Дегре («D. Z.»); полевой Г. Прокофьева—на хлор и фосген; американ. «гуламитовый» Г.—на CO (с J_2O_5); герм. промышленный Г. Винклера—на CO (с $PdCl_2$). 3) Электрические, основанные на возникновении или изменении электрического тока в результате химическ. действия газа; сюда относятся франц. газопредупредитель Габро на хлор; газопредупредитель Аркадьева (возникновение электрическ. тока при растворении О. В. в воде, в которую погружены два разнородных металла); газопредупредитель Яковкина (изменение электропроводности воды вследствие растворения и гидролиза О. В.). 4) Спектрохимические—франц. Г. на хлор Бикара (окрашивание пламени горелки медью в присутствии Cl_2). 5) Термохимические, основанные на тепловом эффекте химической реакции: полевой газопредупредитель Круга, Фишера и Центнершвера (используется теплота реакции О. В. с нейтрализующим веществом; дифференциальный термометр замыкает электрическ. цепь). 6) Тепловые: американ. индикатор на CO (примесь CO понижает теплопроводность воздуха, что отмечается изменением теплоотдачи нагретой проволоки, повышением ее $t°$ и электрического сопротивления). 7) Каталитические (только для CO) основаны на применении катализатора, платины или *гопкалита* (см.), сжигающего CO в CO_2 за счет кислорода воздуха. Регистрирующая часть прибора отмечает либо изменение давления (вследствие сокращения объема газовой смеси), либо увеличение электрического сопротивления Pt, либо повышение $t°$ смеси (помощью термоэлемента). Ряд промышленных индикаторов на CO (наивысшей чувствительности) выпускается американскими фирмами.

Сигнализационная часть газопредупредителей построена по принципу звукового или светового сигнала и может представлять собою: звонок, свисток, взрывчатый заряд с воспламенителем (газопредупредитель Аркадьева), электрическую лампочку, горючую смесь для вспышек и т. п. В индикаторах показания дает стрелка гальванометра, градуированного в концентрациях газа; предельное (угрожающее) показание обычно также связывается с автоматически включаемым *сигнализационным прибором*.

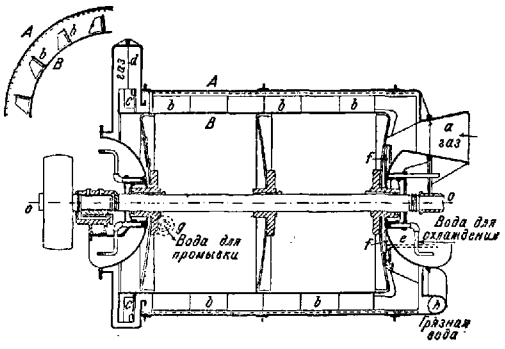
Г., применяемые в военно-химическ. деле, должны: 1) обнаруживать присутствие О. В. в воздухе в концентрациях, представляющих хотя бы минимальную опасность, 2) давать указание на химическую природу примененного противником О. В. и 3) по возможности допускать количественное определение концентрации. В связи с этими задачами и условиями боевой обстановки от «полевых» Г. требуются: а) чувствительность, б) наглядность показания (резкость эффекта), в) быстрота действия, г) независимость от $t°$ (в пределах от $-15°$ до $+30°$), д) прочность, простота устройства и обращения. Большинство приборов, сконструированных для военных целей, не отвечало этим требованиям; вследствие ненадежного и запоздалого действия они вышли из употребления. Кроме того, многочисленность и разнообразие химич. типов О. В. сделали невозможным изобретение универсального Г., пригодного для всех О. В.; в практике военно-химическ. дела сохранились лишь простейшего устройства «специфические» Г. (на отдельные О. В. или родственные группы их), основанные на чисто химич. принципе.

Лит.: Аркадьев В. К., Научно-технич. основы газовой борьбы, М., 1917; Чугаев Л., Химич. основы газового и противогазового дела, П., 1918; Фишман Я., Газовая война, ч. I, М., 1924; Руководство по химической службе в РККА, М., 1927; Katz S., «I. Eng Ch.», 1925, v. 17, 6, p. 555; Fieldner u. andere, Brennstoff-Chemie, B 17, Essen, 1926; Winkler, «Montanistische Rundschau», W., 1923, p 106; Büler A., «I. Eng. Ch.», 1924, v 16, p 128. См также *Анализ газов*. **В. Янковский.**

ГАЗООЧИСТИТЕЛИ, аппараты для очистки газа доменных печей от пыли. Количество пыли, в зависимости от размеров современной доменной печи и упругости дутья, достигает 30 *г* и более в 1 $м^3$ газа

Очистка газа бывает: грубая, оставляющая содержание пыли до 1 *г* в 1 $м^3$ газа; тонкая, оставляющая не свыше 0,02—0,05 *г*, и полутонкая. По способу выполнения газоочистка бывает сухая и мокрая. Сухая основана на принципах внезапного изменения направления течения газа и быстрого изменения скорости вследствие расширения газопровода; сюда же относится способ фильтрации через ткань. Мокрая очистка наиболее совершенно осуществляется в аппаратах, возможно мельче разбрызгивающих воду, навстречу которой течет газ.

Из аппаратов для тонкой очистки газа наиболее применяемой в Европе и Америке является установка системы Тейзена. Основной принцип ее действия заключается в разбрасывании воды и газа посредством



Фиг. 1.

лопаток, вращающихся в неподвижном кожухе В последнее время в аппарат Тейзена внесено много усовершенствований фирмой Эльзасского об-ва механическ конструкций в Мюльгаузене Эта фирма изготовляет аппараты Тейзена сериями. Аппарат (фиг 1) представляет собою неподвижный железный кожух *A*, в к-ром на оси *O* вращается железный цилиндр *B* с лопатками *b*. Эти лопатки при вращении барабана отбрасывают газ к внутренней поверхности кожуха, которая

одета металлич. сеткой (на фиг. пунктирная линия), отстоящей от стенок барабана на расстоянии 10 *мм*. Газ входит через трубу *a*. На противоположном конце барабана, на той же оси *O*, находится вентилятор с лопатками *c*, служащий для просасывания газа через прибор к выходу его из аппарата через трубу *d*. Вода для охлаждения газа подводится трубой *e* в распыливающее воду кольцо с закраинами *f*. Разбрызгиваясь, вода хорошо смешивается с притекающими газами. Вода для промывки газа поступает через трубу *g* в пространство между кожухом и лопатками цилиндра и, двигаясь по всему кожуху винтообразно навстречу газу, хорошо улавливает частицы пыли, вынося их через трубу *h*. Скорость вращения барабана на окружности—от 40 до 60 *м/сек*.

Результаты действия прибора на заводах Гёрде, Ромбах и др. определяются следующими данными:

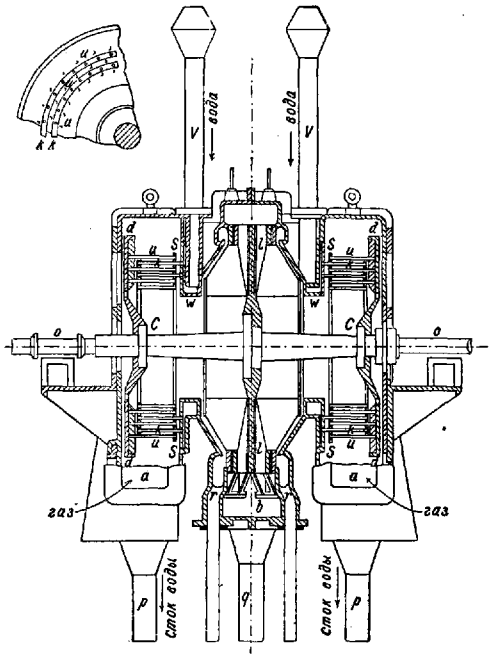
Содерж. пыли до очистки . . . . . 6–2 *г* в 1 *м*³
» » после очистки . 0,04–0,01 *г* в 1 *м*³
Колич. газа, прошедшего в 1 ч. . 6 000–17 000 *м*³
Расход воды на 1 *м*³ газа . . . . . 1,0–1,5 *л*
Расход мощности на 1 000 *м*³/*ч* . . . . 7,0–7,5 HP

Описанный прибор в позднейшее время был Тейзеном усовершенствован и в новом своем виде получил название дезинтегратора Тейзена. Аппарат строят двух типов: один—по принципу параллельного движения газа и воды когда они идут от оси прибора к его периферии, и второй—по принципу обратного течения, в к-ром газ идет от периферии к центру, навстречу воде. Аппарат первого типа применяется при газе, уже ранее охлажденном, а второй тип—при газе горячем. Аппарат второго типа (фиг 2) представляет коробку, к-рая состоит из трех отделений: два боковых симметричных отделения представляют дезинтеграторы, а среднее—вентилятор и конденсатор. Прибор имеет один общий горизонтальный вал *oo* с подшипниками, вынесенными наружу. На валу надеты две шайбы *C* с вертикальными дисками *d*, в к-рые вделаны горизонтальные стержни из углового железа *u*. В стенки *S* дезинтегратора вделаны горизонтально же круглые стержни *k*, приходящиеся между стержнями *u*. Газ поступает в каналы *a*, внизу камер дезинтегратора. Вода по трубам *v* идет в кольцевые каналы *w* и через отверстия в стенках входит между стержнями *u* и *k*, где движущимися стержнями *u* разбивается на мелкие брызги смешивающиеся с газом. Грязная вода удаляется по трубам *p*. Из боковых отделений газ проходит в среднюю камеру прибора, где на том же валу *oo* вращается система изогнутых лопаток *l*. Здесь газ отделяет значительное количество влаги, стекающей по трубе *q* и каналам *r*, и гонится в кольцевую камеру *b*, из которой идет отводящая труба. Число оборотов движущейся части прибора 650—700 в минуту. Результаты работы аппарата приведены в таблице.

Результаты работы дезинтегратора Тейзена.

Место применения	Колич. протек. в 1 час газа при t° 50° в *м*³	Содержание пыли в 1 *м*³ газа в *г*		Расход		Число об/м.
		до очистки	после очистки	воды на 1 *м*³ газа в *л*	энергии на 1000 *м*³/*ч* в HP	
Завод Гельзенкирхен (малый прибор, первые опыты)	10 200	4,0	0,031	1,2	3,9	515
Завод Деффердинген (средн. цифры из 100 определений)	45 000	1,0	0,016	0,6	5,2	660
Завод Ромбах (наблюдения в течение 1 часа)	30 000	0,3	0,015	0,6	4,3	605

Большое количество воды, расходуемой в аппаратах Тейзена, вызывает необходимость в больших резервуарах, занимающих много места и делающих установку громоздкой и очень дорогой. Это неудобство устранено в

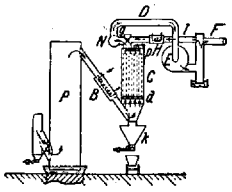


Фиг. 2.

бассейнах сист. Нейштата, к-рые работают без больших потерь воды и без особых механических приспособлений.

Сухая газоочистка по способу фильтрации введена впервые на з-дах Halbergerhütte. Схема этого устройства изображена на фиг. 3. газ притекает по трубе *A* в пылеочиститель *P*; в нем улавливается много пыли, и *t*° газа понижается до 50—60°. Далее газ идет в подогреватель *B*, в котором имеется змеевик, нагреваемый паром или горячими газами. Отсюда, подогретый

до 70—80°, газ вступает в фильтр *C* сист. Бета (Beth), представляющий собою ящик с отделениями (обычно одиннадцатью); каждое отделение содержит определенное количество цилиндрических мешков из особо приготовленной материи, в роде сукна. Число мешков может колебаться от 20 до 35, диам. их—ок. 200 *мм*, высота фильтрующей части — 3 *м*. Каждое отделение м. б. совершенно изолировано. Мешки открыты снизу и закрыты с верхнего конца, за который они подвешены. Днище фильтра *d* устроено так, что газ может попадать только внутрь мешков. Эксгаустер *E* просасывает газ через ткань мешков и трубу *D* и прогоняет его под известным давлением далее по трубе *F* к месту его назначения. Пыль густо осаждается на внутренней поверхности мешков и заполняет их так, что доступ в них газа прекращается. В это время давление очищенного газа в ответвлении трубопровода *I* на клапан *g* превышает давление газа в фильтре, и клапан *g* разобщает засоренную камеру фильтра с газосборником *N* и трубой *D*. Одновременно с этим действует особый аппарат *H*, встряхивающий пластину *p*, к которой подвешены мешки, и пыль падает в камеру *k*, откуда ссыпается в вагонетки. Период встряхивания длится 15—20 ск. и повторяется приблизительно через каждые 4 м. Содержание пыли в 1 *м*³ входящего газа составляет около 6 *г*, а по выходе из фильтра—от 0,01 до 0,03 *г*, смотря по качеству материи мешков. Расход пара на подогрев газа не превышает 12 *кг* на 1 000 *м*³ Мешки служат в течение 7 месяцев непрерывной работы вполне исправно. На том же з-де сделана установка для очистки 18 000 *м*³ газа в час. В этой установке содержание пыли за вентилятором было доведено до 0,012 *г* в 1 *м*³. За вентилятором перед газовыми машинами поставлены два башенных холодильника, в которых происходит дальнейшее осаждение пыли, и газ поступает в машину с содержанием пыли лишь 0,00045 *г* в 1 *м*³. Такая газоочистка вводится и в СССР на Краматорском заводе.



Фиг. 3.

В последнее время введен еще особый способ так наз. электростатическ очистки газов. Аппараты для этой очистки вошли в доменное производство в результате лабораторных исследований американ. профессора Котреля. Очищаемые газы проходят через камеры, содержащие положительные и отрицательные электроды. Осаждение пыли происходит у отрицательного полюса. Ток имеет очень высокое напряжение, порядка 60—100 тыс вольт. Расход электрической энергии колеблется от 5 до 15 kW на 1 000 *м*³ газа в минуту. Ток д. б. постоянным Первая электростатич. установка типа Котреля была сделана в 1919 г. на заводе American Manganese Mfg. Co в г. Денбар для очистки колошниковых газов печей, работавших на железо-марганец и зеркальный чугун. Вслед за этим подобная же очистка была применена на з-де Шеридан в Пенсильвании для той же цели. На обоих з-дах *t*° колошниковых газов доходила до 650°, что представляло большие затруднения при их очистке другими способами. Газ удавалось очищать до содержания пыли в 0,2—0,3 *г* в 1 *м*³ газа. В Англии разработка метода электростатической очистки была начата Соджем в 1917 г. Здесь, как и в С. Ш. А., электростатическая очистка газов была доведена лишь до 0,2 *г* в 1 *м*³ газа. На основании этих данных электростатическую очистку можно причислить к разряду полутонкой очистки.

Дюррер показывает, что в Германии в опытных установках электростатич. очистки содержание пыли доведено до 0,01 *г* в 1 *м*³. В настоящее время на з-дах Дилинген работает установка для очистки 10 000 *м*³ газа в час; результаты выражаются количеством пыли ниже 0,02 *г* в 1 *м*³, при чем иногда удавалось понижать его до 0,003 *г*.

Сравнивая три главнейших современных способа очистки, нужно сказать следующее: установка Тейзена отличается простотой и безопасностью производства, постоянством производительности, простотой ухода и требует минимума места. Недостатком ее является большой расход воды и энергии; с пылью в виде грязи манипулировать неудобно, бассейны системы Нейштата устраняют это неудобство. Установка системы Гольбергергютте-Бета расходует мало воды и энергии, дает сухую пыль, но чувствительна к изменениям состава, *t*° и количества пыли в газах и чрезвычайно громоздка. Об электростатич. очистке имеется очень мало цифровых данных; в опытной установке з-дов Дилинген расход энергии 2,5 kW на 1 000 *м*³ очищаемого газа в минуту, включая сюда энергию для вентиляторов и транспортеров.

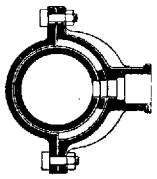
Лит.: Линин В. Н., Металлургия чугуна, железа и стали, Л., 1925; Павлов М. А., Металлургия чугуна, Л., 1924; «St. u. E.», 1901, *9*, *10*, 1904, *5*, 1911, *6*, *19*, 1914, *6*, 1924, *19*; «Iron Age». N. Y., 1924; «La technique moderne». P., 1926, *23*; «Journal of the Iron a. Steel Inst.», L.—N. Y., 1920. **П. Егоров.**

ГАЗОПРЕДУПРЕДИТЕЛИ, см. *Газопредупредители*.

ГАЗОПРОВОДЫ, идущие от газовых заводов, устраиваются различным образом в зависимости от их назначения. Газопроводная сеть для светильного газа состоит из магистральной линии с примыкающими к ней отводными линиями. Для магистральных линий употребляются чугунные трубы с раструбами, чугунные отводы и крестовины. Применяются также маннесмановские стальные трубы, которые для предохранения от ржавчины асфальтируются. Соединения магистральных труб делаются на просмоленной пеньке со свинцовой заливкой, а в тех местах, где трубы подвергаются сотрясениям (например на мостах), применяются резиновые прокладки. Магистрали прокладываются на глубине от 0,6 до 2,0 *м* (в зависимости от местного климата) и с уклоном в 0,006—0,009. При проводке через мосты трубы укладываются или под мостовым настилом или на железных кронштейнах сбоку моста и термически изолируются. При большой длине моста, когда можно опасаться значительного линейного расширения трубопровода от изменения темп-ры,

применяют сальники (компенсаторы), в которых трубы могут иметь по длине относительное перемещение. При пересечении Г. рек и водоемов употребляются дюкеровские трубы (Dükerröhre), изготовляемые из котельного железа толщиною 10—15 *мм*. Дюкеровские трубы укладываются на глубине 1 *м* ниже дна. В наиболее низких местах газопроводов ставят конденсационные горшки. Эти горшки представляют собою чугунные сосуды с боковым раструбом для соединения с магистральной трубой; в крышке горшка укреплена немного не доходящая до дна сосуда железная трубка, к верхнему концу которой привинчивается сифонный насос для удаления скопившейся воды и смолы. Над трубкой конденсационного горшка в мостовую вделывается чугунная коробка с крышкой. Расчет труб см. *Воздухопровод*.

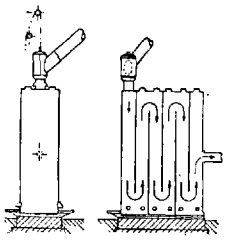
Для отводных линий применяются железные газовые трубы. Если диаметр газовой трубы не превышает $^1/_4$ диаметра чугунной магистральной, то присоединение осуществляется непосредственным ввинчиванием.



Фиг. 1.

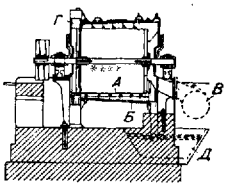
При большем диаметре д. б. поставлен чугунный отвод или может быть применено хомутовое соединение; это соединение состоит из раструба, снабженного лапами, которые охватывают чугунную трубу и скрепляются болтами с дополнительной железной скобкой (фиг. 1). Хомутовое соединение ставят с прокладкой из кожи или из картона, обмотанного пенькой с суриком. Г. должен допускать выключение отдельных частей без нарушения работы остальных частей.

Г., предназначенные для отвода газа из доменных или коксовых печей и из генераторов к месту потребления, устраиваются след. обр. Газ из доменной печи поступает в пылесобиратель (фиг. 2), в котором выделяется часть содержащейся в газе пыли. Отсюда газ поступает по трубам в холодильные решетчатые башни высотой от 15 до 25 *м* и диаметром до 4,5—6 *м*, орошаемые водой сверху или сбоку при помощи особых разбрызгивающ. приспособлений. Очищенный так. обр. газ («грубая очистка»), содержащий в 1 *м*³ от 0,1 до 0,5 *г* пыли и охлажденный до 25—40°, применяется для отопления котлов, а смешанный с газом из коксовых печей—для плавки в мартеновском цехе. Если газ предназначается для использования в газовых двигателях, он подвергается еще окончательной очистке (мокрой, сухой или электрической). При мокрой очистке газ после грубой очистки пропускают через водяной туман, связывающий содержащуюся в нем пыль, для чего служат промыватели, состоящие из вентилятора с водяной инжекцией и водяного распылителя. Один из таких промывателей (системы Тейзен) показан на фиг. 3:



Фиг. 2.

А—вращающийся барабан с лопатками, расположенными по винтовой линии; *Б*—проволочная сетка, облегающая внутреннюю поверхность кожуха; газ подводится справа *В* и выходит очищенным в *Г*; чистая вода поступает в середину кожуха и вытекает в жолоб *Д*, унося с собой пыль. После такой очистки газ содержит 0,01—0,03 *г* пыли в 1 *м*³. Сухая очистка состоит в просасывании газа (после грубой очистки) через холщевые мешки. Электрич. очистка заключается в заряжении пылинок электрич. зарядом, отчего они устремляются к собирательному электроду. В виду свойства газа взрываться при соответствующем смешении с воздухом все такие Г. снабжаются предохранительными клапанами, открывающимися при взрыве и тотчас же закрывающимися после него, следовательно, преграждающими воздуху доступ в трубу. Очистительные устройства отделяются от газопровода клапанами (тарелочными—для пылесобирателей и колокольными—для холодильников). Г. для отвода газа из коксовых печей снабжаются очистителями для удаления из них сернистых соединений. Эти очистители делают в виде железных ящиков, высотой в 1—2 *м*, шириной 0,6—0,7 *м* и длиной в 1 *м* со съемной крышкой из ковкого чугуна, закрываемых герметически при помощи водяного затвора или резиновых пластин. Очистительная масса, известь, располагается в 3—4 слоя на решетках из прутьев. Газ пропускается через такой очиститель со скоростью 2,5—5 *м/сек*. Если из газа добываются побочные продукты (смазочные масла, бензол, серпокислый аммиак), то к Г. присоединяют конденсационное устройство.



Фиг. 3.

За последнее время за границей, особенно в Америке, широкое развитие получила передача газа на большие расстояния. Газопроводы дальнего действия устраиваются, примерно, по следующей схеме. Газ, добываемый в генераторах, проходит через газоочистители, в которых он очищается от пыли, и затем последовательно через воздушные и водяные холодильники, где значительная часть содержащихся в нем тяжелых углеводородов конденсируется в газовую смолу. Охлажденный до 25—30° газ пропускается через ряд приборов для добывания из него побочных продуктов, после чего уже очищенный, сухой и охлажденный газ поступает в компрессор, при помощи которого сжимается до требуемого давления и направляется в газопровод.

Лит.: Hütte, Справочная книга для металлургов, М., 1927; Керекеш В. В., «Вестник металлопромышл.», М., 1922, *I* (3), стр. 21—35; Schilling N. H., Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, München, 1879; Osann B., Lehrbuch der Eisenhütten-Kunde, B. 1, Lpz., 1923. **В. Пальм.**

ГАЗОУБЕЖИЩА, сооружения для групповой (коллективной) защиты от действия «газов», т. е. боевых отравляющих веществ (О. В.). В *военно-химическом деле* (см.) Г. называются помещения, оборудованные т. о., что во время химич. нападения в них можно

находиться, не прибегая к противогазу и другим средствам индивидуальной защиты. Назначение Г.—защита лиц, к-рые не вооружены средствами личной защиты (противогазами, защитной одеждой) или не имеют возможности пользоваться этими средствами.

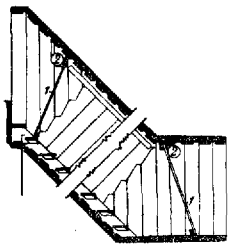
Для предохранения от проникания О. В. извне все стены, перекрытия и входы Г. должны быть непроницаемы для паров, дымов и туманов О. В. Люди, находящиеся в Г., должны быть обеспечены достаточ. количеством воздуха, годного для дыхания, в виде постоянного запаса или непрерывного притока извне; Г. должно иметь перекрытие, предохраняющее от разрушительного действия химич. и фугасных авиабомб, артил. снарядов и их осколков; кроме того, Г. должно быть целесообразно расположено в смысле легкого и быстрого доступа к нему.

Классификация. I. По назначению различают: 1) войсковые Г. (полевые), 2) Г. для гражданского населения (городские) и 3) Г. для устройства в них рабочих помещений. II. По масштабу и степени защитного действия: 1) тяжелые Г.—защищающие от 6-дюймовых фугасных снарядов и мелких авиабомб и обеспечивающие длительную защиту от О. В.; 2) легкие Г.—защищающие от пуль и осколков и дающие лишь кратковременную защиту от О. В. III. По принципам конструкции: 1) Г. с постоянным объемом воздуха (герметические)—с ограниченным временем защитного действия; 2) Г. с вентиляционно-фильтрующими приспособлениями—срок действия которых ограничен лишь мощностью фильтра. Газоубежища всех перечисленных типов осуществляются либо постройкой их, либо приспособлением готовых помещений путем соответствующего оборудования.

Общая схема устройства Г. Всякое газоубежище должно иметь: 1) вход (тамбур), одновременно служащий предохранительным шлюзом; иногда шлюз делается двойным, состоящим из раздевальни и помещения для дегазации; 2) непроницаемые для О. В. двери или занавесы — по обе стороны тамбура, а также между помещениями; 3) помещение для людей (собственно Г.); 4) перекрытия для защиты от фугасного и пробивного действия снарядов; 5) запасный выход (в обычное время наглухо закрытый). В газоубежищах с вентиляционно-фильтрующей системой, кроме того, имеются: 6) помещение (клетка) для фильтра; 7) фильтр, задерживающий О. В. (желательно сменный); 8) воздухопровод (извне к фильтру либо от фильтра к Г.); 9) вентилятор с двигателем или ручные мехи для подачи воздуха внутрь газоубежища.

Тамбур. Двери или занавесы тамбура должны открываться в противоположные стороны (фиг. 1); внутри тамбура должен находиться запас нейтрализующих химических средств.

Занавесы м. б. или вообще газонепроницаемыми или же пропускающими воздух, но задерживающими О. В. В первом случае их пропитывают высококипящими маслами, во втором—нейтрализующими или поглощающими О. В. растворами. Занавесы должны быть: 1) непроницаемыми для всех О. В., 2) достаточно прочными, 3) гибкими даже при морозе, 4) невоспламеняемыми, 5) неклейкими, 6) дешевыми, 7) пропитка не должна вытекать из ткани. Обычно занавесы делают из толстой шерстяной или хл.-бум. материи (одеяльной), к которой с двух сторон прибивают горизонт. рейки, подвешенные за верхний край; занавесы опираются на наклонную деревянную раму (на фиг. 1 показан вход полевого Г. англ. типа: *1*—опорная рама для занавеса, *2*—занавес в свернутом виде). Состав пропитки (американской): 85% цилиндрового + 15% льняного масла; вес пропитки составляет до 300% веса ткани.



Фиг. 1.

Помещение для людей. Герметичность помещения в отношении О. В. достигается: 1) в строящихся Г.: а) углублением газоубежищ под поверхность земли или покрытием их земляной насыпью и б) газонепроницаемостью и плотным прилеганием занавесов; 2) в помещениях, приспособляемых под Г.: а) закладкой окон и лишних дверей, б) оштукатуриванием и покрытием масляной краской стен и потолка и в) герметическим закрыванием дымоходов и вентиляционных отверстий. Помещение полезно снабжать щелочными поглотителями для углекислоты и сосудами с *оксилитом* (см.) для пополнения запаса кислорода.

Перекрытия делают из земли, бревен, камня, бетона, железобетона и т. п. материалов. Мощность их определяется требуемой степенью защитного действия; например, для защиты от авиабомб весом до 80 *кг* можно применить: 1) бетон—0,5 *м*, песок—0,9 *м*, накат бревен—0,25 *м*; 2) булыжник—1,0 *м*, песок—0,9 *м*, накат—0,25 *м*; 3) накат бревен — 4 × 0,25 *м*, песок—0,9 *м*, накат—0,25 *м*.

Вентиляционно-фильтрующее устройство, в соответствии со степенью газопроницаемости всего помещения, рассчитывают таким обр., чтобы оно могло поддерживать внутри Г. давление несколько выше атмосферного (на 2—3 *см* водяного столба). Этим обеспечивается удаление испорченного воздуха из Г. и предотвращается возможность проникания О. В. извне через щели и поры помещения. Вентиляционно-фильтрующее устройство желательно обеспечивать непрерывной подачей электрической энергии извне, а на случай прекращения таковой оно должно иметь приспособления для обслуживания вручную людьми, находящимися в Г. Фильтр помещают снаружи или внутри самого Г. (что предпочтительнее). Он представляет собою бетонный или железный ящик с решетчатым дном, наполнен. *активированным углем* (см.), растительной землей, хим. поглотителями О. В., слоями войлока и другими фильтрующими материалами. Вентилятор — центробежный (0,5—1 HP для Г. емкостью до 50 чел.)—ставят всегда между фильтром и помещением.

Расчетные данные. Для газоубежища с постоянным объемом воздуха имеем:

$$V = k \cdot n \cdot t, \qquad (1)$$

где V—объем Г. в $м^3$, k—объем чистого воздуха на 1 человека в час в $м^3$. n—число помещающихся в нем людей и t—время защитного действия в часах. С другой стороны,

$$V = \frac{n \cdot q \cdot t}{p - p_0}, \qquad (2)$$

где q—количество CO_2 в $л$, выделяемое 1 чел. в час, p_0—начальная концентрация CO_2 внутри Г. (в $л/м^3$) и p—конечная (предельная) концентрация CO_2. Известно, что 1 чел. в состоянии покоя потребляет 500—750 $л$ воздуха в час, поглощая ~ 23 $л$ кислорода и выделяя 20—21 $л$ CO_2 и 40 $г$ воды. Нормальное содержание CO_2 в воздухе $p_0 = 0{,}4\,‰ = 0{,}4$ $л/м^3$. Если внутри газоубежища принять за предельную концентрацию $p = 1\% = 10$ $л/м^3$ CO_2, то из формул (1) и (2) получаем: $k = q : (p - p_0) = 2{,}1$ $м^3$ (чистого воздуха на 1 чел. в час) и

$$V = 2{,}1\, n \cdot t. \qquad (3)$$

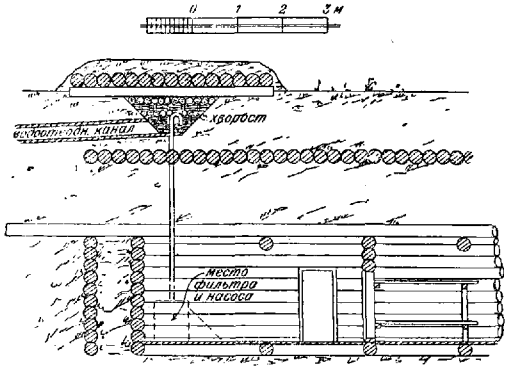
Для Г. с подачей чистого воздуха объем помещения V_1 определяется лишь возможностью размещения людей и м. б. уменьшаем до $^1/_3$—$^1/_5 V$. Количество же a свежего воздуха в $м^3$, вводимое на 1 чел. в час, рассчитывается по ф-ле:

$$a = \frac{q}{p - p_0} - \frac{V_1}{2n \cdot t}. \qquad (4)$$

Если условия позволяют пренебречь значением V_1 объема Г. (правая часть двучлена мала), то ф-ла (4) дает: $a \cong 2{,}1$ $м^3/ч$ на 1 чел.

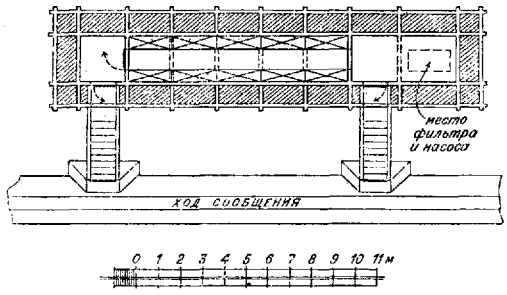
Размеры фильтра определяются активностью поглотителя, заданным временем действия, количеством людей в газоубежище и допускаемым расходом энергии, зависящим от сопротивления фильтра. Для фильтра из активированного угля, при концентрации О. В. в 1—2‰ и 24-часовом защитном действии, на 1 человека требуется ~ 5 $л$ (~ 1 $кг$) угля. Напр., угольный фильтр размерами 2,1 $м^2 \times 15$ $см = 0{,}3$ $м^3$ может обслуживать Г. на 60 человек в течение 24 часов, пропуская 126 $м^3/ч$ воздуха.

Основные типы Г. В период войны 1914—18 гг. существовали только полевые Г., вначале—с постоянным объемом воздуха (обычные войсковые убежища, более или менее оборудованные в противогазовом отношении),



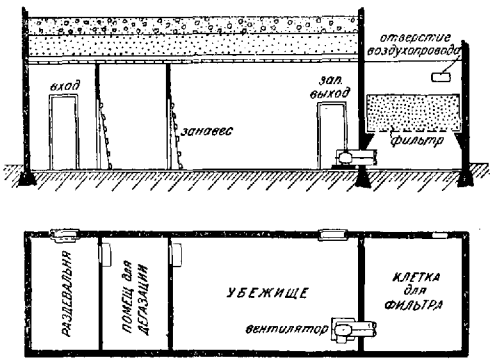
Фиг. 2.

позже—с вентиляцией (в англ., германской и франц. армиях). Из применявшихся Г. в литературе описаны лишь два типа: английское Г. [1], типа лисьей норы (с постоянным объемом), и французское Г. [2], с вентиляцией. Проект полевого Г. на 20 человек, с вентиляцией, представлен на фиг. 2 и 3.



Фиг. 3.

Для защиты населения городов ряд типов Г. разработан лишь в виде проектов, еще не проверенных на практике (фиг. 4). Эти проекты предполагают устройство Г. в подвалах домов, лестничных клетках и т. п. помещениях, а также создание Г. большой



Фиг. 4.

емкости путем соответствующего оборудования тоннелей, сетей метрополитена и других подземных сооружений. Для защиты рабочих помещений выдвигался проект вентиляции воздухом, забираемым из высоких слоев через фабричные трубы. В армии подлежат разработке системы противогазового оборудования (по принципу Г.) танков, бронемашин, поездов, судовых и крепостных помещений.

Лит.: [1]) Защита против газа. Англ. инструкция, М., 1923; [2]) «Военно-инж. зарубежник», М., 1922, *9*—*10*, стр. 12; Сведения по военно-хим. делу, М., 1923; Павлов М. Н., Газоубежища и аналогичные или противогазовые устройства, «Техника и снабжение Красной армии», Москва, 1925, *171*, *181*; его же, Газоубежища, «Химия и жизнь», М., 1925, *9*; Hanslian R., Der chemische Krieg, 2 Auflage, p. 285—295, Berlin, 1927.

В. Янковский.

ГАЗЫ топочные и дымовые, см. *Газ топочный и дымовой.*

ГАЗЫ ДЛЯ ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ, см. *Газ для воздухоплавания.*

ГАЗЫ КОЛОШНИКОВЫЕ, см. *Газ колошниковый.*

ГАЗЫ СОВЕРШЕННЫЕ, см. *Газ.*

ГАЙДРОП, пеньковый канат длиной 80—100 $м$, прикрепленный к гондоле сферического аэростата (см. *Аэростат*) и служащий

для торможения и смягчения спуска на землю. Опуская и поднимая Г. во время низкого полета аэростата на высоте от земли, не превышающей длину спущенного гайдропа, можно регулировать высоту подъема аэростата. Вес Г. должен быть не менее $^1/_{50}$ полной подъемной силы аэростата.

Лит.: Воздухоплавание. Его прошлое и настоящее, «Промышленность и техника», СПБ, 1896, т. 11, 1903—4, т. 9; Франк М. Л., Воздухоплавание, т. 1, ч. II, СПБ, 1911; Eberhardt C., Luftschiffahrt, B.—Lpz., 1921; Engherding, Luftschiff u. Luftschiffahrt in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, Berlin, 1926.

ГАЙКИ, см. *Болты.*

ГАЙКОРЕЗНЫЕ СТАНКИ, см. *Болтовое производство.*

ГАЛАКТАНЫ, высшие *полисахариды* (см.), играющие роль резервного вещества растений и дающие при гидролизе или одну d-галактозу или смесь ее с l-арабиновой (галакто-арабаны) или с d-маннозой (галакто-маннаны). Галактаны содержатся в семенах люцерны (люпеоза, до 42%), в незрелой свекле, в агар-агаре (желоза) и т. д.; галакто-маннаны—в цареградских стручках siliqua dulcis (карубан).

Лит.: Шорыгин П. П., Химия углеводов и ее применение в промышленности, стр. 208, 213, М.—Л., 1926; Tollens B., Kurzes Handbuch d. Kohlenhydrate, Lpz., 1914. **П. Шорыгин.**

ГАЛАКТОЗА, моносахарид $C_6H_{12}O_6$; d-галактоза, стереоизомерная с d-глюкозой, не встречается в природе в свободном состоянии, но весьма распространена в виде полисахаридов (молочный сахар, рафиноза, галактаны, галакто-арабаны и др.), входит также в состав растительных слизей (пектиновых веществ). Обычно получают d-Г. гидролизом молочного сахара, нагреванием его с разбавленной серной к-той; Г. кристаллизуется из воды в больших призмах с 1 молекулой H_2O, из спирта—в безводных шестигранных табличках с $t°_{пл.}$ 165°; растворяется в 9,7 ч. воды при 0°; раствор показывает мутаротацию, соответственно чему различают две формы Г.: α и β; первоначальное удельное вращение +144°, соответствующее α-форме, постепенно уменьшается до +82°, при чем устанавливается равновесие между α- и β-формами (удельное вращение чистой β-формы +52°). Г. сбраживается дрожжами значительно труднее, чем d-глюкоза; некоторые расы дрожжей (напр. Saccharomyces Ludwigii) совершенно не действуют на нее.

l-галактоза, ее оптический антипод, в природе не встречается, образуется при брожении рацемической dl-галактозы, которая получается при окислении дульцита перекисью водорода.

Лит.: Шорыгин П. П., Химия углеводов и ее применение в промышленности, стр. 85—89, Москва—Ленинград, 1926. **П. Шорыгин.**

ГАЛАЛИТ, пластическ. массы из казеина, с самыми разнообразными свойствами, начиная от прозрачных светложелтых, с уд. в. 1,3—1,4 и содержанием воды 8—10%, и кончая совершенно непрозрачными, темноокрашенными массами, с уд. весом 1,2—1,3 и содержанием воды 32—50%. Г. хорошо обтачивается и шлифуется, поэтому широко применяется для выделки пуговиц, гребней, ручек, рукояток для зонтов и тростей и т. п., а высшие его сорта—для имитации слоновой кости, янтаря и рога. Как электроизоляционный материал галалит стоит ниже бакелита и карболита. Применение его ограничивается техникой слабых токов. См. *Казеин.*

Лит.: Г. П. 241887 и 127942; Fritsch J., Fabrication des matières plastiques, p. 155—168, P., 1926; Blücher H., Plastische Massen, p. 171—182, Lpz., 1924; Grosslicht T., «Kunststoffe», Mch., 1911, p. 84, 1912, p. 225; Bartels A., ibid., 1915, p. 145; Glücktner G., ibidem, 1911, p. 85; Wernicke K., ibidem, 1912, p. 205, 1919, p. 208; Schwarzbach, ibidem, 1917, p. 69; Schering H., Die Isolierstoffe d. Elektrotechnik, p. 213, Berlin, 1924; Demuth W., Die Materialprüfung d. Isolierstoffe der Elektrotechnik, p. 171, 2 Auflage, Berlin, 1923. **Г. Максоров.**

ГАЛЕВО, галль, или колышка, продолговатая двойная питяная петля с ввязанным посредине небольшим отверстием-глазком для проводки основной нити. Отдельные Г. нанизываются на два шнурка, прикрепляемые к концам двух деревянных планок, и так. образ. в совокупности образуют прибор, называемый ремизкой (см. *Ремиз*). Г. изготовляются исключительно из крученой (от 3 до 32 нитей), двойной крутки, хл.-бумажн. пряжи (от № 24 до № 70) высокой добротности; реже—из шерсти, льна и шелка. Глазки вяжутся из той же пряжи, из какой сделаны и сами галево, но бывают глазки (мальоны) металлические, фарфоровые и стеклянные. Длина галево делается от 25,5 до 33 *см*, соответственно величине открытия зева. Г. вяжутся на специальных машинах, называемых ремизовязальными. Г. изготовляют также из железной проволоки и стали; для этого две проволоки скручивают вместе, оставляя в середине глазок, к-рый затем вылуживается.

Лит.: Рутман Ф., Текстильщик. Ремизное и бердоч. производство, 2 изд., М., 1927. **С. Молчанов.**

ГАЛЕНИТ, см. *Свинцовый блеск.*

ГАЛЕНОВЫ ПРЕПАРАТЫ. Этим именем обозначались сложные лекарственные препараты (экстракты, настойки, эликсиры, кашки, мази, пластыри, лекарственные вина), введенные в фармацию римским врачом и фармацевтом Клавдием Галеном (131—200 гг. нашей эры). Г. п. того времени приготовлялись почти исключительно из растений выжиманием, вываривaнием и другими простейшими способами и широко применялись с лечебными целями до конца 15 в. Но, начиная со времени Парацельса, начавшего борьбу против Г. п. и введшего в медицину химические вещества, число Г. п. резко уменьшилось. В настоящее время к Г. п. относят все лекарственные препараты, не представляющие собой химически индивидуальных соединений. Наиболее важные галеновы препараты получаются настаиванием, вываривaнием, вытяжкой или перколяцией веществ растительного или животного происхождения. К этой группе принадлежат: настои (infusa), отвары (decocta), настойки (tincturae), экстракты (extracta). Настои и отвары всегда готовят из растительных веществ настаиванием. Различают водные настои на холодной и на кипящей воде. Холодный настой получается настаиванием растительного вещества на перегнанной воде при комнатной $t°$ в продолжение 4 ч.; горячий настой—обливанием растительного препарата кипящей перегнанной водой и погружением сосуда в паровую баню на 5 м. Отвар получается

обливанием растительного вещества надлежащим количеством холодной перегнанной воды и погружением сосуда в паровую баню на 30 мин. Настойкой (тинктурой) называется жидкая, б. или м. окрашенная, спиртовая, спирто-эфирная или винная вытяжка из веществ растительного или животного происхождения. Продолжительность настаивания для разных настоек колеблется от 2 до 7 дней. Экстракты представляют собой водные, спиртовые и эфирные вытяжки из свежих или сухих частей растений. Эти вытяжки сгущают выпариванием в вакуум-аппаратах при возможно малом давлении и низкой $t°$. В зависимости от консистенции экстракты делятся на густоватые, густые и сухие. Приготовленные упомянутыми выше способами препараты, в особенности экстракты и настойки, содержат в себе, помимо главного действующего начала, большое количество балластных веществ (белки, пигменты, смолы, пектиновые вещества, сахары), которые ослабляют действие препарата и при хранении способствуют его порче. Одним из условий успешного применения Г. п. является их стандартизация, позволяющая прибегать к точной дозировке активного начала. Способы стандартизации м. б. физические, химические и биологические. Химическая стандартизация возможна лишь в тех случаях, когда действующее начало Г. п. точно известно и выделено; если этого нет, то испытание Г. п. происходит помощью биологическ. методов, дающих наиболее правильные результаты. Невозможность химической стандартизации большинства Г. п. объясняется тем, что физиологич. активность препарата не всегда пропорциональна общему количеству действующих начал (глюкозидов, алкалоидов), вследствие содержания различных балластных веществ, способствующих изменению действующих начал.

В виду этого замечается стремление к замене Г. п. (старой галеники) новыми препаратами (новой галеникой, или неогаленикой), которые, будучи очищены от балластных примесей, сохраняют полностью свое полезное действие. Первым таким препаратом был «диализированный экстракт наперстянки» Галаца. В настоящее время число неогаленовых препаратов весьма велико. В довоенное время они ввозились в Россию из Германии, но во время войны 1914—18 годов импорт прекратился. В настоящее время вопрос о приготовлении неогаленовых препаратов разрабатывается в Научном химико-фармацевтическом институте НТУ ВСНХ, которым уже выпущен ряд препаратов типа новой галеники (гитален, дигипорм, адонилен и другие). Ниже приводятся наиболее употребительные галеновы препараты.

Наперстянка (дигиталис), высушенные листья красной (Digitalis purpurea) и желтой наперстянки (Digitalis ambigua s. grandiflora) из сем. норичниковых (Scrophulariaceae), произрастающей в СССР и в горных местах З. Европы. Наперстянка является наилучшим регулятором сердечной деятельности. Из листьев наперстянки выделены следующие действующие начала—глюкозиды: 1) дигитоксин $C_{34}H_{54}O_{11}$, почти нерастворимые в воде кристаллы—наиболее сильно действующее и количественно преобладающее в наперстянке вещество; 2) дигиталин $C_{35}H_{56}O_{14}$—трудно кристаллизующийся глюкозид, мало растворим в воде (1 : 100); 3) дигиталеин—легко растворимый глюкозид, близок к дигиталину; 4) гиталин—легко растворимый в воде глюкозид; 5) дигитонин—вещество группы сапонинов, легко растворим в воде и в слабом спирте, по характеру действия не имеет ничего общего с предыдущими.

В последнее время стали применять препараты т. н. новой галеники, обладающие постоянным и неизменным действием. Сюда принадлежат: 1) Дигален—действующая составная часть листьев наперстянки. В продаже дигален имеется в виде водного раствора с добавкой 25% глицерина, в склянках по 15 $см^3$ и в ампулах по 1 $см^3$. 2) Дигипурат—сухой экстракт, заключающий в себе все терапевтически действующие начала наперстянки. Дигипурат выпускается в виде порошка, в виде таблеток (0,1) и в спиртовом растворе для применения внутрь (15 кап.) и, наконец, в водно-щелочном растворе в ампулах для внутримышечных и внутривенных инъекций. 3) Дигитализа т—получается путем диализа; предложен взамен настоя и тинктуры. 4) Веродиген—получается путем обработки листьев наперстянки холодной водой и содержит гл. обр. глюкозид гиталин. В продажу выпускается в таблетках (0,0008 гиталина) и в ампулах. Один из лучших препаратов. 5) Дигинорм R—русский препарат, соответствующий германск. дигипурату, представляет собой экстракт из листьев наперстянки, содержащий глюкозиды: дигитоксин, дигиталеин и ангидрогиталин. 6) Гитален—русский стандартизованный препарат наперстянки типа веродигена, представляет собой водную вытяжку листьев наперстянки, содержащую главным образом глюкозид гиталин. Гитален выпускается в виде капель для приема внутрь (20—30 капель). 7) Адонилен — русский стандартизованный препарат черногорки (Herba Adonis vernalis), представляет собой водный экстракт черногорки, содержащий всю сумму активных глюкозидов. 8) Секакорнин—представляет собой обеспложенный жидкий экстракт спорыньи, богатый гистамином, но бедный эрготамином. Темная жидкость с характерным запахом и вкусом спорыньи. 9) Перистальтин—представляет собой растворимую в воде смесь глюкозидов американской крушины. В продаже имеется в виде таблеток (0,05), дает слабительный эффект. 10) Сеннатин—темная прозрачная жидкость, содержащая действующие начала сенны (александрийского листа), применяется как слабительное. 11) Пантопон—содержит все алкалоиды опия в легко растворимой форме солянокислых соединений. Количество морфия—50%, количество других алкалоидов опия—25%. Препарат представляет светло-коричневый кристаллическ. порошок. Назначается для подкожных впрыскиваний, а также для употребления внутрь (вместо морфия).

В продаже существует в порошке, в таблетках (0,01) и в ампулах (0,02—для подкожных инъекций).

Следующие данные, заимствованные из отчетов фармацевтич. заводов и Госмедторгпрома, дают наглядное представление о состоянии производства Г. п. во второе пятилетие существования СССР. Необходимо заметить, что до войны 1914—18 гг. статистики по производству Г. п. не существовало.

Размеры производства галеновых препаратов по стоимости до войны 1914—1918 гг. в тыс. руб.

Вырабатываемые продукты	1924/25 г.	1925/26 г.	1926/27 г.
Выработка старой галеники	6,574	8,612	9,975
Выработка новой галеники	3,028	62,029	168,042

Таблица показывает, что выпускаемые фармацевтическими з-дами стандартизованные (на сердцах лягушек) препараты: дигипорм, гитален, адонилен, а также и пантопон (на кроликах), постепенно освобождают фармацевтич. рынок от зависимости в отношении этих препаратов от заграничного рынка.

Лит.: Тихомиров В. А., Курс фармации, 5 изд., М., 1909; Медведкова Л. И., О современной галенике в связи с работами проф. Tschirch'a, «Хим.-фарм. журнал», М., 1926, *3(27)*; Хитрик С. Н., Производство алкалоидов в СССР, «Хим.-фарм. журн.», М., 1928, 7; Степпун О. А., О препаратах наперстянки, их стандартизации и стандартных титрах, «Терапевтич. архив», М., 1924, т. 2, вып. 1; Ярхо Л. Н., Состояние фармацевтич. промышленности и ее перспективы. Труды Всерос. фармацевтич. совещания, М., 1927; Schelenz H., Geschichte d. Pharmazie, B., 1904; Real-Enzyklopädie d. gesamten Pharmazie, W., 1904—14; Trendelenburg P., Grundlagen der allgemeinen und speziellen Arzneiverordnung, Lpz., 1926; Schmidt E., Ausführliches Lehrbuch d. Pharmazeutischen Chemie, B. 2, Brschw., 1922—23; Fränkel S., Die Arzneimittel-Synthese, Berlin, 1927. **Я. Нолле.**

ГАЛЕТЫ ПИЩЕВЫЕ, лепешки, выпекаемые из крутого хлебного теста таким образ., чтобы в них оставалось возможно меньше влаги, и допускающие благодаря этому весьма длительное хранение (до 2 лет). Г. п. играют роль хлебных консервов, подобно сухарям, от которых отличаются тем, что уже из выпечки выходят с небольшим содержанием влаги; благодаря этому они гораздо менее гигроскопичны и менее ломки, чем сухари. Г. п. изготовляются из различных видов муки с небольшим прибавлением соли и сахара.

Г. п. в разных государствах готовятся неодинаково: в Англии их пекут из пресного пшеничного теста, во Франции—из квашеного, в Германии—из смеси пшеничной и ржаной муки, а в СССР—б. ч. из пшеничной муки с добавлением толокна. Во Франции были испытаны для армии т. н. клейковинные галеты Паскаля, состоящие из смеси пшеничной муки и пшеничной клейковины, получающейся в виде отброса на крахмальных з-дах при выработке крахмала из пшеничной муки. Эти Г. п. отличаются большим содержанием белковых веществ и очень питательны. Конские галеты пищевые, употребляемые в иностран. армиях, состоят из 75% овса, 15% гороха и 10% конопляных семян. Для нашей армии конские Г. п. заготовлялись 2 сортов:

	Сорт 1-й	Сорт 2-й
Муки овсяной	20,8 %	23,0 %
» гороховой	40,7 %	34,5 %
» ржаной	30,5 %	34,5 %
» картофельной	4,0 %	2,75 %
Масла льняного	4,0 %	5,25 %

Производство пищевых и конских Г. п. почти одинаково, но конские галеты готовятся всегда пресные.

По проекту Общесоюзн. стандарта (ОСТ), принятому Научно-технич. советом кондитерской промышленности, Г. п. разделяются на пять номеров.

Галеты пищевые №№ 1, 2 и 3 имеют практическое значение для военного ведомства, а Г. п. №№ 4 и 5 рассчитаны исключительно на гражданский спрос.

Производство Г. п. состоит из следующих манипуляций: 1) приготовление теста (замешивание), 2) брожение теста, 3) раскатка его, 4) штамповка (формовка), 5) выпечка, 6) сушка, 7) сортировка, 8) упаковка и 9) хранение.

Для приготовления теста берут 35—45% воды от веса сухих материалов. Тесто д. б. упругое, крутое и по возможности лучше вымешено, для чего применяют специальные месильные машины. Для получения брожения употребляются закваска или дрожжи; количество закваски колеблется от 5 до 10% от количества муки. При заквашивании галетного теста можно поступать двояко: или заквашивать прямо густое тесто, или сначала заквашивать жидкое тесто, а уже потом жидкое квашеное тесто размешивать с сухой мукой до требуемой густоты. Приготовленное т. о. тесто ставится в теплое место с $t°$ 30—35°, где оно начинает бродить. Густое тесто требует для своего поднятия 8—10 ч., а жидкое 3—4 ч. Как и при производстве хлеба, тесто подымается два раза: сначала до формовки, а затем в готовых отштампованных Г. п., к-рые перед сажанием в печь кладут в теплое место, где они продолжают бродить и подниматься. До формовки тесто д. б. хорошо раскатано (толщиной до 1 *см*), после чего его штампуют (формуют). Прокатка, штамповка, а равно последующее выпекание производятся такими же машинами и печами, как и при производстве бисквитов (см. *Бисквитное производство*). Для более скорой выпечки и лучшей просушки галеты накалывают так, чтобы на каждые 1,5—2 *см* приходилось по одному отверстию. Для рациональной выпечки Г. п. требуются следующие условия: 1) большая площадь пода при малой высоте печи; 2) равномерная $t°$ печи, 3) быстрая нагрузка и разгрузка. Этим требованиям удовлетворяют печи с подвижным подом, а еще лучше—цепные печи, которые допускают непрерывную работу и дают равномерную выпечку. Температура печи рекомендуется 160—200°, но по опытным выпечкам на нек-рых ф-ках Моссельпрома в Москве оказалось, что вполне возможно выпекать Г. п. на цепных печах при $t°$ 220—250°. При этом, в зависимости от толщины галет и $t°$ печи, продолжительность выпечки колеблется от 15 до 20 мин. Свежевыпеченные галеты содержат около 15—18% воды и потому, в целях продолжительн. хранения,

должны быть досушены. Это выполняется на стеллажах, устраиваемых над пекарной печью, или в обыкновен. каменных сушилках. После просушки Г. п. подвергаются сортировке для удаления недопеченных, недосушенных и поломанных галет. Эта операция тем важнее, что недопеченные и сырые Г. п. скоро портятся и покрываются плесенью, которая легко распространяется на остальной товар.

Для Г. п. установлены след. технич. условия: 1) они д. б. хорошо и правильно испечены и высушены; влаги должно содержаться—в №№ 1, 2 и 3 не более 8%, а в №№ 4 и 5—не более 12%; 2) они должны иметь слегка коричневый цвет, различных оттенков в зависимости от сорта муки, ровную, несколько блестящую, без трещин, поверхность, без пригорелых мест, посторонних включений или комочков; 3) в изломе они д. б. одного цвета, только полоска по краям (корочка) может быть несколько темнее остальной массы; излом должен представлять равномерн. мелкопористую массу без больших пустот; 4) они д. б. хрупки и ломаться без особого труда; 5) вкус и запах д. б. нормальными, приятными, без посторонних привкуса и запаха, также без хруста на зубах, зависящего от минеральных примесей; 6) Г. п., опущенные в воду, должны ее впитывать в себя, свободно намокая, но не теряя своей формы, не превращаясь в тесто, и должны становиться мягкими настолько, чтобы их было легко разжевывать; в холодной воде (16°) галета должна удовлетворительно намокать в 1—2 м., в горячей (60°)—в ½—1 м.; 7) кислотность в Г. п. не должна превышать 6°, при выпечке на химических разрыхлителях щелочность не должна превышать 3°; 8) золы за вычетом поваренной соли д. б. в Г. п. в №№ 1, 2 и 3 не более 2,4%, а в №№ 4 и 5—не более 0,8%, в том числе золы, нерастворимой в слабой соляной к-те, не более 0,1%; 9) ломаных Г. п. допускается в партии не более 20%; 10) Г. п. №№ 1, 2 и 3 должны быть квадратные, размером 10×10 *см*, или прямоугольные, 8×12 *см*; колебания допускаются до 5%; толщина м. б. 1—2 *см*, а средний вес одной галеты около 70 *г*.

Г. п. упаковывают в деревянные ящики или в бумагу. Ящики для укупорки изготовляются из 12—13-*мм* сухих (не более 15% влажности) досок любой древесной породы; ящики, внутрен. размерами 60×45×44 *см*, должны быть плотно сбиты и выложены внутри со всех сторон плотной оберточной бумагой. Г. п. №№ 1, 2 и 3 могут, кроме вышеуказанного способа, укладываться рационами. Рацион должен заключать в себе 700 *г* Г. п., т. е. около 10 штук.

Лит.: Микини В., Руководство по хлебопекарному и дрожжевому производству, СПБ, 1912; Инструкция по анализу муки Гос. хлебн. инспекции СССР, М., 1928; Maurizio A., Die Nahrungsmittel aus Getreide, B. 2, B., 1926; Neumann R. O., Die im Kriege 1914—1918 verwendeten u. zur Verwendung empfohlenen Brote, Brotersatz- und Brotstreckungsmittel, Berlin, 1920; Wolf G., Bäckerei, 2 Auflage, Leipzig, 1920. **А. Шур.**

ГАЛЛЕИН, синий краситель фталеиновой группы (см. *Красящие вещества синтетические*), получающийся конденсацией фталевого ангидрида с пирогаллолом или галловой к-той при 200° и являющийся по строению диоксифлуоресцеином. Отнятием от него воды с помощью концентрированной серной кислоты получается *церулеин* (см.). Г. применяется по хромовой протраве в крашении шерсти для прочных темносиних тонов и в ситцепечатании.

ГАЛЛИЗАЦИЯ, исправление виноградного сусла, получаемого в неблагоприятные для виноделия годы. Производится Г. разбавлением сусла водою до желаемой нормы кислотности с прибавлением соответствующего количества сахара (нормальное сусло должно содержать ~ 24% сахара и 0,6% кислоты, считая на винную кислоту). У нас этот прием запрещен законодательством и считается фальсификацией вина.

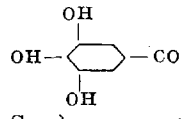
ГАЛЛИЙ, Ga, химич. элемент 5-го ряда III группы периодич. системы; ат. в. 69,72; порядковый номер 31; уд. в. 5,9; $t°_{пл.}$ +30°. Г. представляет собой смесь двух *изотопов* (см.) с ат. весом 69 и 71. Физ. свойства см. *Справочник физ., хим. и технолог. величин*.

Существование и свойства Г. были предсказаны в 1871 г. Менделеевым, к-рый описал еще неоткрытый тогда элемент под именем экаалюминия. В 1875 г. Г. был открыт в пиренейской цинковой обманке при помощи спектрального анализа Лекоком де-Буабодраном. По своим свойствам Г. имеет сходство с Al, In и Tl, т. е. элементами нечетных рядов III группы периодич. системы. Для спектра Г. характерна блестящая фиолетовая линия с длиной волны в 417 *μμ*. На воздухе Г. окисляется только с поверхности, вода на Г. не действует,—азотная к-та действует слабо; однако Г. легко растворяется, выделяя водород, в соляной к-те, едком кали и аммиаке. Гидрат окиси Г.—слабое основание, легко растворяется в растворе KOH и труднее—в слабом растворе аммиака. Соли Г.—$GaCl_3$ и $GaCl_2$—летучи. Сернокислый Г. с сернокислым аммонием образует квасцы $Ga_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$. Сероводород осаждает Г. только из уксуснокислого раствора. С алюминием Г. дает сплавы, к-рые при небольшом содержании в них алюминия при обыкновенной $t°$ жидки и разлагают воду почти так же энергично, как металлич. натрий. Галлий в небольшом количестве—около 0,57%—содержится в пиренейской цинковой обманке, в германите (минерале из юго-западных африканских владений Англии). **В. Горшенников.**

ГАЛЛИПОТ, полузастывшая на воздухе и закристаллизовавшаяся естественная—в первоначальной стадии жидкая и прозрачная—сосновая смола. Г. употребляется при производстве лака. Обычно галлипот вместе с другими видами сосновой смолы перерабатывается на *канифоль* (см.) и *скипидар* (см.).

Лит.: Филиппов Н. А., Подсочка хвойных пород и переработка живицы, стр. 7, СПБ, 1910; Vèzes M. et Dupont G., Résines et térébenthines, p. 335, 401, Paris, 1924.

ГАЛЛОВАЯ КИСЛОТА, триоксибензойная кислота, в свободном состоянии встречается в растениях, содержащих дубильные вещества. Она найдена в чае, толокнянке (Arctostaphylos uva ursi Spr.), в сумахе (виды Rhus), в арнике (Arnica montana L.), в диви-диви (Caesalpinia

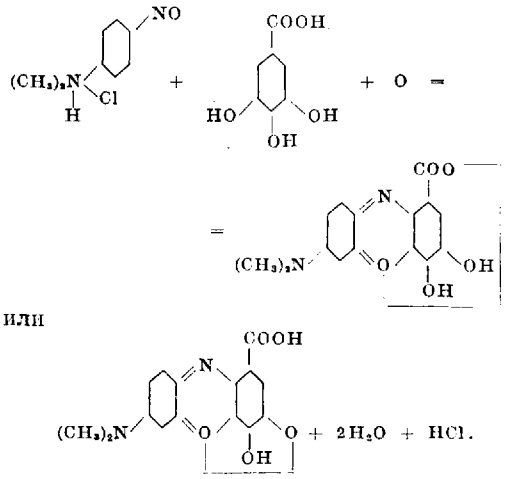


coriaria), квебраховом дереве (виды Quebrachia), в турецких и китайских дубильных орешках (Quercus cerris и Q. infectoria). Дубильные вещества являются производными Г. к. Обыкновенно Г. к. получают из китайских дубильных орешков, галлов, подвергая находящиеся в них дубильные вещества ферментативному гидролизу. С этой целью 100 *кг* измельченных орешков увлажняют 10 *л* воды, в которых разболтан 1 *кг* дрожжей. Брожение вызывается повышением $t°$ (не выше 38°). По окончании брожения Г. к. извлекают из массы смесью из 4 частей эфира и 1 части алкоголя. Извлечение производится в батарее диффузоров. По отгонке растворителя остается водный концентрированный раствор Г. к., к-рый при охлаждении кристаллизуется. Для получения совершенно чистой Г. к. сырую кислоту переводят в раствор крепостью 10°Bé, обрабатывают при нагревании яичным белком, обесцвечивают цинковой пылью и нагревают с животным углем. Из очищенного раствора галловая кислота выкристаллизовывается с 1 молекулой воды в виде шелковистых белых игол. Галловая кислота имеет кисловато-горький вкус, растворяется в 3 частях кипящей и 130 частях холодной воды, при 100° теряет кристаллизационную воду, а при 200° плавится с разложением; с солями железа дает интенсивную сине-черную окраску (чернила); галловая кислота служит исходным материалом для производства пирогаллола, ряда красителей, медикаментов (дерматол, аирол) и чернил. **О. Магидсон.**

Лит.: см. *Дубильные вещества.*

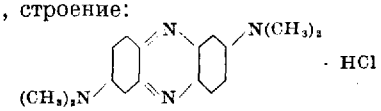
ГАЛЛОЦИАНИНЫ, искусственные органич. красители из класса оксазинов, получаемые конденсацией *n*-нитрозоаминов с галловой к-той или ее производными и иногда дальнейшей переработкой получающихся красителей в лейкосоединения, сульфокислоты, ариламидные производные и т. п. Вследствие наличия в них двух гидроксилов в ортоположении друг к другу, а иногда еще и карбоксильной группы, Г. являются протравными красителями, закрепляющимися на волокнах б. ч. по хромовой протраве. Тона окрасок—синие, фиолетовые и зеленые. Хотя по протравам они способны окрашивать все волокнистые материалы, однако, на практике применяются больше всего в ситцепечатании. Благодаря своей стойкости к восстановителям, в частности—к гидросульфиту, очень удобны для цветных восстановительных *вытравок* (см.), например, по субстантивным или холодным (ледяным) и даже кубовым окраскам. Реже применяются для крашения шерсти в прочные синие и фиолетовые тона, большей частью в смеси с др. протравными или хромировочными красителями. Общая потребность текстильной промышленности СССР в галлоцианиновых красителях—около 50 *т* в год. До сих пор их выписывали из-за границы; в ближайшие годы нек-рые из них предполагает изготовлять Анилтрест.

Родоначальником этой группы, а вместе с тем и исходным материалом для синтеза некоторых других красителей, является галлоцианин DH, получаемый нагреванием в спиртовом растворе смеси солянокислого *n*-нитрозодиметиланилина с галловой кислотой по следующему уравнению:



или

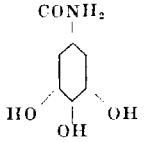
Окислителем при этой реакции служит избыток нитрозодиметиланилина, восстановляющегося в *n*-амидодиметиланилин или *n*-диметиламидофенилгидроксиламин, к-рые в свою очередь реагируют с нитрозодиметиланилином, еще остающимся в реакционной смеси, с образованием красителя азинового ряда, метиленового серого, или нигризина, имеющего, по всей вероятности, строение:



и являющегося всегда побочным продуктом производства Г. Фабрикация Г. ведется в железных эмалированных или освинцованных котлах с мешалками, паровым обогревом и обратными холодильниками. В качестве растворителя применяется почти всегда метиловый спирт. По окончании конденсации и охлаждении смеси Г. выделяется в осадок, тогда как метиленовый серый остается в растворе, так что их легко отделить друг от друга простым фильтрованием под давлением. Из фильтрата отгонкой спирта получается метиленовый серый.

Г. представляет собою темносиний кристаллический порошок, довольно трудно растворимый в воде. Благодаря этой трудной растворимости он сам сравнительно мало применяется в красильной технике. Легче растворимы, а потому и чаще применяются, его бисульфитное соединение и его лейкосоединение, получающиеся: первое—обработкой Г. раствором кислого сернистокислого натрия, а второе—восстановлением Г. сернистым натрием. Последнее известно под названием галлового фиолетового С. При нагревании щелочного раствора Г. из карбоксильной группы его отщепляется углекислота; получающийся краситель (в виде лейкосоединения) носит название модерн-фиолетового N. При нагревании Г. с анилином, толуидинами и другими ароматическими аминами получаются ариламидные производные его, при чем, в зависимости от условий реакции, ариламидный

остаток либо замещает гидроксил карбоксильной группы Г., либо внедряется в ядро в орто-положение к карбоксилу, иногда с одновременным отщеплением CO_2 из карбоксила. Такой декарбоксилированный анилид Г. (вернее, фениламинопирогаллолцианин) при сульфировании дает ценный сине-зеленый краситель — галлофенин D (или хромазурин G). Если при галлоцианиновом синтезе заменить галловую кислоту



галламидом: , то при тех же условиях получается галлами новый синий, являющийся, следовательно, амидом Г., лейкосоединение которого, известное под названием галлового фиолетового DF, или модерн-фиолетового DF—один из наиболее применяемых галловых красителей. Другие красители этой группы получаются, напр., из галлоцианина конденсацией с *п*-диаминами, обработкой его или его производных формальдегидом (модерн-синий) и т. п. Многие марки галловых красителей получаются смешением различных вышеперечисл. индивидуальных красящих веществ между собою или с друг. протравными красителями. Так, напр., галловиридин G состоит из галлофенина D и хромоцитронина (азокрасителя), галловиридин VD—из того же галлофенина с перулеином и т. д. **А. Порай-Кошиц.**

Лит.: см. *Красящие вещества синтетические.*

ГАЛЛЫ, цецидии, особые видоизменения формы растения или его органов, вызываемые поселяющимися на них растительными или животными паразитами; благодаря раздражающему действию выделений этих паразитов происходит гипертрофическое разрастание тканей растений (образование особых наростов или опухолей). Галлы встречаются на всевозможных растениях, начиная от высших и кончая низшими, а также на всех органах растений как надземных, так и подземных. Галлы, образуемые вследствие воздействия на растение водорослей, бактерий, грибов или высших растений, носят название фитоцецидий. Г., причиняемые червями, клещиками, тлями, паучками, орехотворками (Cynipideae) и двукрылыми (Diptera), называются зооцецидиями.

Различают четыре типа галлов: свернутые, вздутые или выпяченные, наплывные и сердцевинные. Все эти четыре типа носят название простых Г., так как разрастание тканей при их образовании захватывает лишь один орган растения—лист, корень; когда же Г. захватывают несколько соприкасающихся друг с другом частей растения, они носят название сложных Г. Среди сложных Г. различают следующие группы: кнопперсовые, кукушкины и клубковые.

Обычное строение галлов заключает в себе охранную наружную ткань и питающую внутреннюю; в последней часто и проходит цикл своего развития паразит, вызывающий образование Г. Питающая ткань богата углеводами, наружная редко содержит хлорофилл, чаще же всего в ней находится антоциан, придающий разнообразную окраску Г.

В зооцецидиях, особенно на листьях, ветвях и плодах дуба, характерно высокое содержание дубильных веществ, что позволяет их употреблять в медицине и промышленности. К этой категории Г. относятся: китайские чернильные орешки, образующиеся на Rhus semiliata вследствие укуса Aphis chinensis и содержащие до 77% таннина; турецкие чернильные орешки, образующиеся на Quercus infectoria; европейские чернильные орешки, с содержанием таннина от 7 до 25%, образующиеся на черешчатом и сидячецветном дубах под влиянием уколов насекомых (Cynipideae) и употребляемые для изготовления чернил. Особый вид Г., образующийся на молодых плодах летнего дуба (Q. pedunculata) и зимнего (Q. sossiliflora) и вызываемый укусом Cynips calicis, носит название кнопперсов (кнопперов) и содержит от 24 до 40% дубильных веществ. Кнопперсы употребляются в качестве дубильных материалов.

Г., образующиеся на нормально развитых растениях, не приносят особого вреда, но при массовом их появлении замечается обессиливание растения; галлы, развивающиеся на побегах, нарушают правильность ветвления, а иногда, как на ивовых плантациях, портят выращиваемый для корзиноплетения прут. В некоторых случаях, как, например, у винограда, образование Г. на корневой части, вызываемое филлоксерой (Phylloxera vastatrix), приводит растение к гибели.

Собирание Г. и сжигание их, до момента вылета из них вредителей, является лучшей мерой борьбы в тех случаях, когда повреждения являются для растения опасными.

Лит.: Ячевский А. А., Болезни растений (Фитопатология), вып. 1, стр. 103—119, СПБ. 1907; Кернер ф. Марилаун А., Жизнь растений, пер. с нем., стр. 493—522, СПБ. 1901; Гнамм Г., Дубильные вещества и дубильные материалы, перевод с нем., стр. 110, 135—138, Л., 1927. **Н. Кобранов.**

ГАЛЛЯ ЦЕПЬ, см. *Цепи.*

ГАЛМЕЙ, каламин, кремнекислый цинк, минерал; химический состав $H_2Zn_2SiO_5$ (25% SiO_2, 67,50% ZnO и 7,5% H_2O), система ромбическая; тв. 5; удельный вес 3,35—3,50; встречается в сплошных зернистых массах в виде почковидных, тонкошестоватых и плотных агрегатов. Цвет голубой, зеленый, бурый, красный или серый. Перед паяльной трубкой не плавится. Разлагается кислотами с выделением студенистого SiO_2. Галмей встречается в области выветривания в верхних частях рудных жил, нередко среди известняков и глин, залегая обычно в верхних горизонтах, и редко служит источником больших запасов цинка, представляя, однако, превосходную цинковую руду, из которой после предварительного ее обжига получают цинк посредством восстановления ZnO углем и одновременной перегонки металла. Известнейшие месторождения находятся в Саксонии, Англии, Бельгии, Польше и Соединенных Штатах Америки. В СССР встречается в Нерчинском крае и в Тетюхе (близ Владивостока). См. *Цинковые руды.*

Лит.: Ост Г., Химическая технология, Л., 1927; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПБ, 1907.

ГАЛОИДИРОВАНИЕ, введение галоида в состав органического соединения. В технике чаще всего пользуются хлорированием (введением хлора) и бромированием (введением брома); операция получения иодистых соединений (иодирование), часто применяемая при синтетических работах в лабораториях, в технике имеет место только в исключительных случаях; введение фтора никакого значения не имеет. Технический смысл галоидирования заключается не столько в получении готовых фабрикатов, сколько в приготовлении промежуточных продуктов, необходимых в производствах синтетических красителей и фармацевтич. веществ. Галоидирование осуществляется *при помощи*: 1) *элементарных галоидов* и 2) галоидных минеральных соединений.

Г. элементарным хлором или бромом—операция, весьма часто применяемая в химической технике. Она заключается или в присоединении хлора или брома к ненасыщенным соединениям по месту двойной связи или в замене одного или нескольких атомов водорода углеводородов—галоидами, напр.:

$C_{10}H_{16} + HCl = C_{10}H_{17}Cl$; $C_6H_6 + Cl_2 = C_6H_5Cl + HCl$.

пинен — хлористый бэрнил; бензол — хлорбензол

Для этого пользуются жидким хлором, сохраняемым в стальных цилиндрах под давлением 6—7 *atm*. Аппаратура, в к-рой ведется реакция, делается из чугуна или свинца, а в нек-рых случаях, если для реакции необходим свет, применяются стеклянные сосуды. Вследствие ядовитости хлора или брома аппаратура д. б. вполне герметична. Избыточный хлор связывают раствором бисульфита натрия или известковым молоком. Получающийся в качестве побочного продукта хлористый водород на больших з-дах перерабатывают на хлорсульфоновую к-ту. В нек-рых случаях хлористый водород может вызвать конденсацию или полимеризацию начальных или конечных продуктов реакции. Для устранения этих вредных побочных явлений к реакционной смеси прибавляют уксуснокислый натрий, мел и т. п. вещества, связывающие HCl. При Г. аминов или фенолов и нафтолов группы NH_2— и HO— защищают путем предварительного *ацилирования* (см.). Напр., для получения дихлорбензидина из бензидина последний сначала ацетилируют, хлорируют и затем омыляют; α-нафтол перед Г. превращают в α-нафтиловый эфир *п*-толуолсульфокислоты. Хлорирование обычно ведется т. о., что хлорируемое вещество подвергают или само по себе или в каком-нибудь растворителе действию газообразного хлора. О количестве вводимого хлора (степени хлорирования) судят по увеличению веса реакционной смеси или по количеству выделенного хлористого водорода. Бром применяют в жидком, реже в газообразном состоянии. Так, напр., бромистый этилен приготовляют пропусканием этилена через слой жидкого брома, тогда как при бромировании фенола с целью получения *о*-бромфенола выгоднее вести процесс в обратном направлении: в расплавленный фенол пропускать газообразный бром.

Г. твердых веществ в технике осуществляется весьма редко (приготовление тетраброминдиго, моно- и дихлориндиго). В некоторых случаях Г. ведут т. о., что необходимый галоид получают в самой реакции; при этом чаще всего пользуются соответствующим галоидоводородом с каким-нибудь окислителем, например:

$$HBr + HBrO = Br_2 + H_2O.$$

Для бромирования по этому способу бром сначала растворяют в разведенном едком натре, затем прибавляют вещество и жидкость подкисляют. Антрацен легко хлорируется при совместном действии $NaClO_3$ или $KClO_3$ и HCl.

Если реакция взаимодействия вещества с галоидом протекает слишком бурно, то реакционную смесь необходимо разбавлять. Так, ацетилен и хлор реагируют со взрывом, избыток же ацетилена умеряет реакцию. Того же эффекта достигают применением жидких растворителей. В качестве растворителей применяют воду, соляную, серную и хлорсульфоновую кислоты, $POCl_3$, ледяную уксусную кислоту, сероуглерод, четыреххлористый углерод, хлороформ, тетрахлорэтан, нитробензол и трихлорбензол.

В процессах Г. большое значение имеют физические факторы—$t°$ и свет. Нагревание, как правило, способствует Г., но иногда вызывает изменение направления реакции; так, если хлорировать толуол при обыкновенной $t°$, то галоид входит в ядро (образование *о*- и *п*-хлортолуола), при $t°$ же кипения толуола (110°) хлор становится в боковую цепь (образование хлористого бензила $C_6H_5 \cdot CH_2Cl$). Свет также влияет на Г.; так, хлороформ на прямом солнечном свету превращается в четыреххлористый углерод; присоединение к ацетилену хлора с образованием тетрахлорацетилена протекает гладко (без взрывов) при освещении лучами ртутной лампы. Если при действии хлора на толуол в темноте при обыкновенной $t°$ образуется хлортолуол, то на прямом солнечном свету или при освещении реакционной смеси лучами ртутной или дуговой лампы получается почти исключительно хлористый бензил (хлорирование боковой цепи).

При Г. элементарными галоидами большое значение имеют катализаторы, от присутствия которых зависит не только скорость реакции, но и характер получающихся галоидных соединений. Важнейшими катализаторами являются: металлическ. железо (применяется в виде опилок или стружек), безводное хлорное железо, хлористый или бромистый алюминий, пятихлористая сурьма, сера, хлористая сера и иод. Каталитическая активность железа и его соединений значительно понижается от присутствия влаги, и потому галоидируемое вещество д. б. предварительно хорошо просушено. Хлористое или бромистое железо (обычно берут 1%) применяют для Г. аромат. соединений (например, для получения хлорбензола, хлорнитробензола, 1,2-дихлор-1-нитробензола, *о*-хлорнитротолуола, *м*-динитрохлорбензола, 1,4- и 1,5-дихлорнафталина). Хлорным железом, как катализатором, пользуются также при Г. с помощью минеральных галоидных соединений, напр. при получении четыреххлористого углерода из сероуглерода и хлористой серы.

Пятихлористая сурьма $SbCl_5$ применяется при приготовлении тетрахлорэтана из ацетилена. Ее каталитическое действие основано на способности образовывать с 1 или 2 молекулами ацетилена молекулярные соединения, которые затем распадаются на тетрахлорэтан и $SbCl_5$. В ароматич. ряду $SbCl_5$ применяется как катализатор при хлорировании фталевого ангидрида, *n*-толуолсульфохлорида и толуола. Иодом, вследствие его высокой цены, в технике пользуются весьма редко. Сера и хлористая сера служат катализаторами при хлорировании уксусной кислоты с целью приготовления монохлоруксусной к-ты.

Г. связанным галоидом (галоидными соединениями). К этой группе реакций относятся, наприм., присоединение галоидоводорода к ненасыщенным соединениям, взаимодействие между гидроксилом и хлористым (или бромистым) водородом или галоидным фосфором, обмен диазониевой группы на галоид (реакция Зандмейера), и т. д.

Галоидоводороды HCl и HBr. Исходными веществами для Г. с помощью галоидоводородов служат олефины или алкоголи. В первом случае происходит присоединение HCl по месту двойной связи; напр., пинен присоединяет одну частицу HCl с образованием пиненгидрохлорида (хлористого борнила), служащего исходным материалом для синтеза камфоры. Из алкоголей действием галоидоводородов получают *галоидные алкилы* (см.)

$$ROH + HBr = RBr + H_2O.$$

Реакцию ведут при повышенном давлении в автоклавах, в присутствии веществ, связывающих воду ($CaCl_2$, $ZnCl_2$). Вместо готового галоидоводорода иногда пользуются смесью бромистого калия и серной кислоты. В некоторых случаях полезно применение катализаторов (уксусная к-та, нек-рые сложные эфиры и т. д.). Этим же путем приготовляются хлоргидриды.

Соли хлорноватистой и бромноватистой кислот, глав. обр. хлорная известь, широко применяются для приготовления хлороформа из этилового спирта. Хлорной известью пользуются также при хлорировании диацетилбензидина (получение 3, 3-дихлорбензидина). Гипохлорит натрия превращает фенол и нафтол в соответствующие монохлорпроизводные. Гипобромит натрия идет для приготовления бромоформа.

Хлористый сульфурил SO_2Cl_2 в последнее время приобрел в технике большое значение. Его хлорирующее действие основано на свойстве отщеплять два атома хлора. Иногда вместо готового хлористого сульфурила пользуются эквимолекулярной смесью из SO_2 и Cl_2. При действии SO_2Cl_2 ацетат натрия или кальция превращается в хлористый ацетил. При избытке уксуснокислой соли процесс протекает с образованием уксусного ангидрида. При действии хлористого сульфурила на уксусную кислоту получается монохлоруксусная кислота. Хлорирование *β*-аминоантрахинона, индиго, индигоидных красителей, индантрена и изовиолантрона хлористым сульфурилом ведут в растворе бензола, ледяной уксусной кислоты, нитробензола и т. д. Распространение хлористого сульфурила в качестве хлорирующего средства в технике тормозится сравнительно высокими ценами на этот продукт.

Галоидные соединения фосфора—PCl_5, PCl_3, PBr_5 и PBr_3—превращают спирты и к-ты (или их соли) в галоидные алкилы и галоидангидриды кислот (замена гидроксила галоидом):

$$3ROH + PBr_3 = 3RBr + H_3PO_3;$$
$$R\cdot COOH + PCl_5 = R\cdot COCl + HCl + PCl_3O;$$
$$3R\cdot COONa + PCl_3 = 3R\cdot COCl + PO_3Na + 2\,NaCl.$$

Вместо готового галоидного фосфора его обычно получают во время реакции: к галоидируемому веществу прибавляют фосфор, а затем действуют галоидом. Способ галоидирования хлористым или бромистым фосфором почти не применяется.

Хлористая сера S_2Cl_2 применяется для приготовления тетрахлорэтана из ацетилена и четыреххлористого углерода из сероуглерода (см. *Углерод четыреххлористый*). При действии хлористой серы на многоатомные спирты легко получаются *хлоргидрины* (см.), напр., гликольхлоргидрин $CH_2(OH)\cdot CH_2Cl$ и особенно монохлоргидрин из глицерина:

$$2\,HOCH_2\cdot CH(OH)\cdot CH_2OH + 2\,S_2Cl_2 =$$
$$= 2\,ClCH_2\cdot CH(OH)\cdot CH_2(OH) + 2\,HCl + SO_2 + 3\,S.$$

Способ непригоден в тех случаях, где наряду с хлорированием можно ожидать образования содержащих серу продуктов.

Тионилхлорид $SOCl_2$ удобен тем, что при реакции с гидроксильными соединениями (алкоголями, кислотами, фенолами) образуются только газообразные вещества, не затрудняющие выделения в чистом виде полученных продуктов:

$$R\cdot COOH + SOCl_2 = R\cdot COCl + SO_2 + HCl.$$

Вследствие высокой цены тионилхлорид применяется только при лабораторных работах.

Лит.: Houben J., Die Methoden der organischen Chemie, 3 Aufl., Lpz., 1925; Ullmann F., Über d. Verwertung v. Chlor in d. organischen Grossindustrie, «Ch. Ind.», 1908, B. 31, p. 405. **С. Медведев.**

ГАЛОИДНЫЕ АЛКИЛЫ, производн. алифатических углеводородов, в которых один из атомов водорода заменен галоидом. Г. а. получаются при действии: 1) галоидоводородов или галоидных соединений фосфора на алкоголи:

$$R\cdot OH + HBr = R\cdot Br + H_2O,$$
$$3R\cdot OH + PJ_3 = 3RJ + P(OH)_3;$$

2) алкильных эфиров серной кислоты на галоидные металлы:

$$(SO_4)(CH_3)_2 + KJ = CH_3J + SO_4K(CH_3);$$

3) галоидоводородов на олефины:

$$CH_2:CH_2 + HBr = CH_3CH_2Br;$$

4) свободных галоидов на углеводороды:

$$CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl.$$

Из всех галоидов наиболее энергично реагирует с углеводородами хлор; иод действует только в присутствии веществ, связывающих образующуюся иодистоводородную кислоту (окиси ртути, иодноватой кислоты и т. д.). Последний способ (4-й) получения галоидных алкилов неудобен в том отношении, что при этом получаются полигалоидные соединения и изомеры, отделение которых представляет значительные затруднения. Г. а. при

обыкновен. темп-ре (за исключением газообразных хлористого и бромистого метила)—бесцветные жидкости (иодистые алкилы при стоянии буреют от выделяющегося иода). Из всех Г. а. наименьшей $t°_{кип.}$ и наименьшим уд. весом обладают хлористые алкилы. Бромистые алкилы в среднем кипят на 25°, иодистые—на 50° выше соответствующих хлоридов. В том же направлении возрастает и уд. вес; с повышением мол. в. радикала уд. в. понижается. Применение Г. а. при лабораторных работах основано на их способности обменивать свой галоид на другие атомы или группы. Наиболее важные превращения галоидных алкилов могут быть выражены следующими ур-иями:

$R \cdot J + KOH = KJ + R \cdot OH$ (образование алкоголей)
$R \cdot J + NaOR' = NaJ + R \cdot O \cdot R'$ (» прост. эфиров)
$R \cdot J + AgNO_3 = AgJ + R \cdot NO_3$ (» сложн. »)
$R \cdot J + NH_3 = R \cdot NJH_2 \cdot HJ$ (» аминов)
$R \cdot J + KCN = KJ + R \cdot CN$ (» нитрилов)

Замена иода в иодидах происходит чрезвычайно легко. Хлор обладает наименьшей подвижностью. Последнее свойство зависит не только от природы галоида, но также от величины и строения радикала. Формально эти обменные разложения аналогичны реакциям двойного обмена солей, напр.:

$$KCl + AgNO_3 = AgCl + KNO_3,$$

тем не менее между ними имеется существенное различие: в то время как соли, являясь электролитами, реагируют моментально, Г. а. не диссоциированы на ионы и входят во взаимодействие с азотнокислым серебром медленно, иногда только при нагревании. Из других реакций с Г. а. следует отметить образование с металлич. магнием т. н. магний-органических соединений, играющих весьма важную роль в органич. синтезе (см. *Гриньяра реакция*):

$$R \cdot J + Mg = R \cdot Mg \cdot J,$$

и превращение Г. а. в углеводороды при действии металлич. натрия (Фиттига реакция):

$$R \cdot J + 2\,Na + R'J = 2\,NaJ + R \cdot R'.$$

Из различных Г. а. наиболее важны следующие. Бромистый этил C_2H_5Br—бесцветная сильно преломляющая свет жидкость, с запахом, напоминающим хлороформ; $t°_{пл.}$ —119,4°, $t°_{кип.}$ 38,38°; удельн. вес 1,4735. Получение: к 1 *кг* этилового спирта осторожно приливают 1 *кг* конц. серной кислоты; к этому раствору прибавляют 750 *кг* льда и 1 *кг* бромистого калия и нагревают при 110—125°; при этом бромистый этил перегоняется и сгущается. Для очистки его взбалтывают с раствором едкой щелочи, а затем с конц. серной кислотой и снова перегоняют. Бромистый этил применяется для целей *алкилирования* (см.) и в медицине как анестезирующее средство. Хлористый этил C_2H_5Cl—бесцветная жидкость приятного запаха; $t°_{пл.}$ —138,7°; $t°_{кип.}$ 12,2°; уд. в. 0,918. Получается при нагревании эквимолекулярной смеси этилового спирта и хлористого водорода в освинцованных автоклавах при 110—120°. По окончании главной реакции и дополнительного нагревания в течение 2 ч. смесь охлаждают до 60—70° и перегоняют. Пары промывают водой для освобождения от HCl и спирта и пропускают через вертикальные колонки, в которых сгущаются все высокомолекулярные примеси. Пары конденсируются в холодильнике, и жидкость перегоняют еще раз, при чем пары промывают конц. серной кислотой и сгущают в бомбах. Хлористый метил CH_3Cl—получается при взаимодействии хлористого водорода и метилового спирта под давлением. Пары из автоклава промывают сначала водой, затем конц. серной к-той и сгущают под давлением; $t°_{кип.}$ —24,09°; уд. вес 0,952. Иодистый метил CH_3J; $t°_{пл.}$ —66,1°; $t°_{кип.}$ 43°; уд. в. 2,279. Приготовляется действием иода и красного фосфора на метиловый спирт. Иодистый этил C_2H_5J—получается аналогич. образом; $t°_{пл.}$ —110,9°; $t°_{кип.}$ 72,3°; удельный вес 1,934.

Лит.: Meyer V. u. Jakobson P., Lehrbuch d. organ. Chemie, B. 1, T. I, Lpz., 1922. **С. Медведев.**

ГАЛОИДОВОДОРОДНЫЕ КИСЛОТЫ, водные растворы галоидоводородов, т. е. соединений *галоидов* (см.) с водородом, а именно: фтористого водорода HF, хлористого водорода HCl, бромистого водорода HBr и иодистого водорода HJ. Безводные галоидоводороды (H_2F_2, HCl, HBr и HJ), а равно растворы галоидоводородов в бензоле не функционируют в качестве кислот. Водные растворы галоидоводородов носят названия: фтористоводородной (или плавиковой) к-ты, хлористоводородной (или соляной) кислоты, бромистоводородной и иодистоводородной кислоты. Безводные галоидоводороды при обыкновенных условиях $t°$ и давления представляют собою газы без цвета, с острым запахом; на влажном воздухе они образуют облако, сгущаясь вместе с влагой из воздуха в мельчайшие капли Г. к. Газообразные галоидоводороды жадно растворяются в воде (ок. 500 объемов при обыкновенной $t°$). При перегонке этих к-т через нек-рое время $t°_{кип.}$ устанавливается на постоянных точках, соответствующих смесям Г. к. с водой в определенных процентн. соотношениях; при этом отгоняющиеся жидкости с постоянными $t°_{кип.}$ не представляют собою каких-либо стехиометрических химич. соединений или *гидратов* (см.), так как при изменении давления изменяется и состав таких смесей с постоянными $t°_{кип.}$ Так, например, содержание HCl в соляной к-те при давлении в 50 *мм* равно 23,2%, при 500 *мм*—21,1%, при 760 *мм*—20,24%, при 2 500 *мм*—18,0%. Физич. свойства Г. к. сопоставлены в табл. (на ст. 91).

Г. к.—весьма сильные к-ты: они растворяют все металлы, у к-рых упругость электролитического растворения выше, чем у водорода (см. *Электрохимия*).

Фтористоводородная к-та, как видно из табл., нарушает последовательность изменения свойств во всем ряде Г. к.; это объясняется тем, что, как показывает определение мол. в., HF является полимеризованным соединением, соответствующим формуле $(HF)_x$. В то время как теоретич. мол. в. HF = 20,02, мол. в. HF при $t°$ 26,4°, 36,3°, 47,3°, 69,4° и 88,1°, будет соответственно: 51,2, 32,2, 23,7, 21,0 и 20,6.

Г. к.—плохие проводники электричества (электропроводность—порядка электропроводности воды), но они принадлежат к наиболее диссоциированным электролитам.

Физические свойства галоидоводородных кислот.

Свойства	HF	HCl	HBr	HJ
Температура плавления . . .	−92°	−111°	−87°	−52°
» кипения	+19,4°	−83°	−68°	−36°
Плотность жидк. Г. к.	D_{11} 0,99 $(HF)_x$	D_{-83} 1,18	D_{-69} 2,16	D_{-33} 2,79
Пост. температура кипения водного раствора	120°	110°	126°	127°
Плотность постоянно кипящего раствора	1,14	1,10	1,49	1,70
% Г. к. в постоянно кипящ. растворе	35,37	20,24	47	57
Число мол. H_2O в растворе пост. кипения (приблиз.) . .	2	8	5	2,5

Однако повышение $t°$ растворов Г. к. уменьшает степень электролитической диссоциации. Это обстоятельство на первый взгляд как бы противоречит кинетич. представлениям об электролитической диссоциации и объясняется только тем, что ионизация Г. к. является экзотермическ. процессом. Последнее видно, напр., из того, что при нейтрализации 1 грамм-эквивалента HF 1 грамм-эквивалентом едкой щелочи вместо одинакового для всех сильных кислот и щелочей теплового эффекта нейтрализации ≅ 13 750 cal выделяется 16 270 cal: излишек теплового эффекта вызван экзотермич. процессом окончательной ионизации HF, с излишком, покрывающим расход энергии на эндотермич. процесс деполимеризации молекул $(HF)_x$. Большую роль в тепловых эффектах растворения Г. к. в воде играет теплота гидратации, имеющая положительный знак.

Г. к. являются восстановителями (см. *Восстановление*), при чем их восстановительная способность возрастает с увеличением ат. веса образующего их галоида, достигая наибольшего значения для HJ и сходя на-нет для HF. При образовании из элементов галоидоводородные кислоты обнаруживают следующие тепловые эффекты:

HF (газ)	HCl (газ)	HBr (газ)	HJ (газ)
+35,8 Cal	+22,0 Cal	+8,5 Cal	−6,2 Cal

Однако, процесс образования Г. к. из элементов является процессом обратимым, и положение равновесия в сильной степени зависит от $t°$. При $t°$ в 600° (по абсолютной шкале) Г. к. разлагаются на элементы в следующем %-ном отношении:

HCl	HBr	HJ
на 0,0000015 %	на 0,0035 %	на 18,9 %

Т. о., наиболее легко разлагается HJ. Его положение равновесия определяется следующими данными:

При $T°$	600°	700°	800°	HJ
% разложения	19	22	25	HJ
При $T°$	303°	900°	1 381° 2 000°	HBr
% разложения	$12{,}3\cdot10^{-8}$	$7{,}2\cdot10^{-2}$	0,81 3,40	HBr
При $T°$	303°	1 810°	4 000°	HCl
% разложения	$1{,}3\cdot10^{-4}$	0,22	10	HCl

Соединение $J_2+H_2=2HJ$ протекает при $t°$ 500°C на 75%;
» $Cl_2+H_2=2HCl$ » » » » практически нацело;
» $F_2+H_2=2HF$ » » » −252°C со взрывом в темноте нацело.

Для ускорения процесса соединения Cl_2+H_2 и Br_2+H_2 при обыкновенной $t°$ необходимо первоначальное повышение $t°$ или действие ультрафиолетового (или прямого солнечного) света. Ультрафиолетовый свет оказывает при образовании HCl такое же действие, как нагревание до 1 500°. Интересно отметить, что совершенно сухие газы Cl_2 и H_2 реагируют значительно медленнее, даже при нагревании или при действии света. Вода в самом ничтожном количестве является катализатором для процесса образования галоидоводородных к-т из элементов. Наоборот, озон, окислы азота, следы аммиака проявляют отрицательное каталитическ. действие, замедляя процесс образования Г. к. Для образования HJ необходимо подогревание и действие контактной массы, наприм. платинированного асбеста.

Г. к. образуются также при действии галоидов на водородсодержащие соединения (легче всего для фтора, значительно труднее для иода), при действии воды на галоидные соединения фосфора и при действии трудно летучих кислот на соли Г. к., но при этом HBr и HJ одновременно частично восстанавливают серную кислоту с образованием вместо галоидоводородных кислот самих галоидов. При пользовании для указанной реакции фосфорной кислотой восстановительного процесса не происходит.

Жидкие галоидоводороды хорошо растворяют галоидные соединения фосфора, SO_2 и H_2S, а равно и целый ряд органических соединений (в особенности содержащие O, N или S). Повидимому, здесь имеет место не простое растворение, но химический процесс присоединения с образованием оксониевых и аммониевых комплексов, например: $(CH_3)_2:O\langle^{H}_{J}$ или $[(CH_3)_2O...H]J$.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, т. 1, 2, М.—Л., 1927—28; Ephraim F., Anorgan. Chemie, Dresden, 1923.

Б. Беркенгейм.

ГАЛОИДЫ, галогены, солероды, общее название 4 химич. элементов: фтора F, хлора Cl, брома Br и иода J, принадлежащих к VII группе периодической системы. Естественное семейство Г. служит одним из наиболее ярких примеров способности химич. элементов образовывать группы, члены к-рых сходны по своим свойствам и обнаруживают закономерное изменение свойств, стоящее в тесной зависимости от величины их атомных весов. Нек-рые отклонения от этой закономерности обнаруживает фтор. Закономерность изменения физических свойств галоидов, в зависимости от атомного веса иллюстрирована табл. 1.

Молекулы всех Г. состоят каждая из двух атомов, но при $t°$ выше 500—600° молекулы иода, брома и хлора начинают разлагаться на отдельные атомы, и наступают явления, характерн. для процесса *диссоциации* (см.). Разложение молекул иода происходит легче и быстрее, чем брома; брома—более легко, чем хлора; разложения молекул фтора не наблюдалось; хлор и бром представляют собой смеси *изотопов* (см.) с массами, равными: для хлора—35 и 37, для брома—79 и 81. По растворимости в воде галоиды распределяются следующим образом: водных растворов фтора не существует вследствие того, что фтор энергично разлагает воду; хлор рас-

Табл. 1.—Зависимость физических свойств галоидов от атомного веса.

Атомный вес и величины, характеризующие физич. свойства	F	Cl	Br	J
Атомный вес	19,0	35,46	79,92	126,92
Удельный вес	1,14 (жидк.)	1,57 (жидк.)	3,18 (жидк.)	4,93 (тверд.)
Атомный объем	16,7 (жидк.)	21,4 (жидк.)	25,1 (жидк.)	25,9 (тверд.)
$t°_{пл.}$	−223°	−102°	− 7,3°	+113°
$t°_{кип.}$	−187°	−33,7°	+58,6°	+185°
Разница между $t°_{крит.}$ и $t°_{пл.}$	—	248°	309,3°	398,6°
Цвет и состояние	Бледно-желто ватo-зеленый газ	Желтовато-зеленый газ	Темно-бурая жидкость	Металлич. серое твердое тело

творяется при 20° в количестве 215 объемов на 100 объемов воды; растворимость брома равна ок. 3% при обыкновенной $t°$, а для растворения 1 весовой части иода требуется около 5000 ч. воды. Растворимость Г. значительно увеличивается в присутствии солей и особенно солей данного Г.

В химическ. отношении все Г. обладают большим сродством к большинству остальных элементов и поэтому в свободном состоянии в природе не встречаются. Энергия соединения Г. с другими элементами уменьшается с увеличением атомного веса: фтор является самым энергичным, а иод—наименее активным из галоидов. Табл. 2 показывает теплоту образования (в Cal) соединений галоидов с некоторыми другими элементами при расчете на 1 грамм-атом реагирующего галоида.

Табл. 2.—Теплота образования соединений галоидов с другими элементами.

Тип соединения (A—галоид)	F	Cl	Br	J
HA	35,8	22,0	8,5	−6,2
NaA	102,6	97,7	85,7	69,0
KA	118,1	105,6	95,3	80,1
CaA_2	106,8	91,9	77,5	74,5
BaA_2	111,3	98,4	86,0	68,0
PbA_2	108,0	83,0	64,0	40,0
SbA_3	141,0	91,0	61,0	29,0
SiA_4	240,0 (газообр.)	128,0 (жидк.)	71,0 (жидк.)	6,7 (тв.)

По отношению к водороду Г. одновалентны и образуют при соединении с ним галоидоводороды—газообразные вещества типа HA, где A—галоид; формула фтористого водорода при обыкновенной темп-ре H_2F_2; при нагревании это соединение постепенно превращается в HF (см. *Галоидоводородные кислоты*). Вследствие большого сродства к водороду, Г. обладают способностью разлагать воду, присоединяя к себе водород и выделяя кислород в свободном состоянии. При этом разложение воды фтором протекает быстро даже при обыкновенной $t°$, действие на воду хлора протекает медленно и дает заметные результаты только под влиянием прямого солнечного света, а для осуществления действия на воду брома и особенно иода необходимо присутствие веществ, обладающих восстановительными свойствами. Обладая большой способностью соединяться с водородом, галоиды наряду с этим могут при определенных условиях замещать водород в ряде соединений, например:

$$CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl,$$
$$NH_3 + 3Cl_2 = NCl_3 + 3HCl,$$
$$Ca(OH)_2 + 2Cl_2 = Ca(OCl)_2 + 2HCl,$$

или в общем виде:

$$RH + Cl_2 = RCl + HCl.$$

Такого рода замещение водорода Г. называется металепсией. Валентность Г. по отношению к большинству других элементов одинакова с валентностью их по водороду (существование некоторых отклонений, например, состав CsJ_5, некоторых комплексных солей, объясняется в большинстве случаев добавочной валентностью галоидов).

Соединения многих элементов с Г. могут образоваться при непосредственном взаимодействии компонентов, при чем реакции с фтором, хлором и отчасти с бромом во многих случаях протекают очень быстро и сопровождаются выделением больших количеств энергии. Галоидные соединения получаются также путем вытеснения из соединений одних Г. другими, напр.: $KBr+Cl = KCl + Br$, при чем в результате реакции образуется всегда соединение данного элемента с Г., обладающим более сильным химическим сродством. Так. обр., фтор вытесняет все остальные Г. из их соединений, хлор—только бром и иод; бром вытесняет иод, а иод не обладает способностью вытеснять родственные с ним элементы. Схематически это м. б. выражено след. обр.: F→Cl→Br→J. Г., освобождающийся при такого рода реакциях, м. б. поглощен при помощи соответствующего растворителя, при чем бром и иод образуют растворы, характерные по их окраске. Благодаря этому реакции вытеснения Г. друг друга применяются в аналитич. химии для открытия Г. в составе исследуемых веществ (см. *Анализ химический*). В соединениях Г. с кислородом закономерность свойств их, зависящая от ат. в., повидимому, в значительной степени нарушается: фтор, наиболее энергично реагирующий почти со всеми известными элементами, совершенно инертен по отношению к кислороду. Немногочисленные соединения, в к-рых и фтор и кислород присутствуют вместе с другими элементами, как фторокись фосфора POF_3, фтористый сульфурил SO_2F_2, тионил SOF_2, представляют собой большей частью малопостоянные соединения. Все кислородные соединения других галоидов также непрочны. Все галоидокислородные кислоты довольно сильно диссоциированы и образуют много солей.

Благодаря своей способности давать соединения друг с другом, Г. представляют собой единственное исключение из правила Таммана: «стоящие друг под другом в вертикальных рядах периодической системы

элементы не могут образовать между собой химическ. соединений». Известны следующие соединения Г. друг с другом: JF_5, JCl_3 (два видоизменения, из к-рых исследовано только одно), JCl (два видоизменения — α и β), JBr и BrF_3. Данные о физических свойствах этих веществ приведены в таблице 3.

Табл. 3. — Физические свойства соединений галоидов друг с другом.

Ф-ла соединения / Физич. свойства	JF_5	JCl_3	JCl		JBr	BrF_3
			α	β		
$t°$ кип.	97°	?	95°		?	?
$t°$ пл.	−8°	101°	27,2°	13,9°	40°	5°
Физич. состояние при обыкновенной $t°$	Жидкое	Твердое (хрупкие игольчат. кристаллы)	Твердое (игольчат. кристаллы)	Твердое (таблички)	Твердое (кристаллы)	Жидкое
Цвет	Бесцветн.	От лимонно-желтого до оранжево-желтого	Рубиново-красный	Красно-коричн.	Похож на иод	Бесцв.
Особые свойства	Дымит на возд.			Легко переходит в форму α		Дымит на возд.

Г. могут непосредственно соединяться друг с другом в газообразном, жидком и твердом виде, а также в растворенном состоянии. Однако, наиболее обычным способом получения такого рода соединений служит действие галоида на соединения другого галоида, например:

$$HJ + 2\,Cl_2 = HCl + JCl_3$$

или

$$HJ + Cl_2 = HCl + JCl$$

и т. д.

При таких реакциях энергия выделяется в небольшом количестве, благодаря чему соответствующие вещества оказываются б. или м. легко разлагающимися. Вступая в реакции, рассматриваемого рода соединения действуют совершенно одинаково, как и свободные Г.; под действием воды они подвергаются гидролизу, напр.:

$$JCl + H_2O \rightleftarrows JOH + HCl.$$

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, 9 изд., т. 1, гл. 11, М.—Л., 1927. **В. Горшешников.**

ГАЛОХРОМИЯ, способность некоторых органических соединений углублять (усиливать) свой цвет при действии кислот. Впервые явление галохромии было замечено на дибензальацетоне $C_6H_5 \cdot CH:CH \cdot CO \cdot CH:CH \cdot C_6H_5$, веществе желтого цвета, к-рый при действии соляной к-ты переходит в оранжево-красный. Простейшим примером Г. является растворение бензальдегида в крепкой серной к-те с желтым цветом. Целый ряд экспериментов дал возможность расширить понятие Г., равно как и предложить теоретические его обоснования. В настоящее время принято считать, что к явлению Г. способны лишь соединения, обладающие циклич. строением и имеющие карбонильную группу $>CO$. К ним относятся альдегиды и кетоны, в первую очередь, а также и карбоновые к-ты, их эфиры и амиды. Соединения эти способны углублять свой цвет не только при действии кислот, но и при действии солей последних, при чем альдегиды и кетоны, в к-рых карбонильная группа имеет особенно ненасыщенный характер, дают наиболее сильно выраженное явление Г. В карбоновых же к-тах углубление цвета часто ограничивается ультрафиолетовой частью спектра, в силу чего явление Г. остается незамеченным для глаза. Связанные с карбонильной группой радикалы, равно как и различные в них замещения, сильно влияют на изменение цвета галохромных соединений. С увеличением основности соединений углубляется и цвет продуктов галохромного присоединения. Первые попытки объяснить теоретически Г. сводились к признанию в продуктах галохромного присоединения четырехвалентного оксониевого кислорода, и галохромные соединения представлялись оксониевыми солями строения $\begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!>\!C:O\!<\!\begin{matrix}H\\X\end{matrix}$, где HX — присоединившаяся частица к-ты или ее соли. Но никакой аналогии с оксониевыми солями продукты галохромного присоединения не представляют. По Кауфману, при явлении галохромии присоединение происходит по обычной карбонильной реакции, когда за счет порвавшейся двойной связи между углеродом и кислородом происходит присоединение к этим элементам остатков кислоты или ее соли. Таким образом, получается эфирообразное соединение типа:

$$\begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix}OH\\X\end{matrix}.$$

Эта теория не в состоянии объяснить глубокого изменения цвета продуктов галохромного присоединения и является в силу этого явно неудовлетворительной. П. Пфейфер, исходя из дополненной им координационной теории Вернера, считает, что галохромное присоединение происходит за счет остаточных сродств кислорода карбонильной группы, и выражает это схематически так:

$$\begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!>\!C:O\cdots HX \text{ или } \begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!>\!C:O\cdots MeX,$$

где HX—к-та, а MeX—ее соль. Подобное присоединение, ослабляя связь между кислородом и углеродом, усиливает остаточные сродства последнего, в силу чего все соединения приближаются к соединениям с ненасыщенным трехатомным углеродом; последние же являются явно окрашенными телами. Все это П. Пфейфер выражает схемой $\begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!>\!C:O\cdots HX$ и $\begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!>\!C:O\cdots MeX$. Эти соображения вполне объясняют разницу между явлением Г. у альдегидов и кетонов, с одной стороны, и у карбоновых к-т с их эфирами и амидами—с другой, так как в

последних присутствующие, кроме карбонильного, атомы кислорода своими остаточными сродствами частично насыщают получаемую при Г. ненасыщенность углеродного атома и тем самым препятствуют значительному углублению цвета. Теория Пфейфера объясняет ряд закономерностей, подмеченных в явлениях Г., но современное состояние науки не позволяет еще дать этой теории полную оценку.

Лит.: Baeyer A. und Villiger V., «B», 1902, B. 35, p. 1190; Pfeiffer P., Organische Molekulverbindungen, Stg., 1922; Kaufmann H. und Kieser F., «B», 1913, B. 46, p. 3788; Mayer F., Chemie d. organischen Farbstoffe, 2 Auflage, p. 80—84, Berlin, 1924; Henrick F., Theorien der organischen Chemie, 5 Aufl., Leipzig, 1924; König W., «Z. ang. Ch.», 1926. **И. Иоффе.**

ГАЛОШИ, резиновая обувь, составляют предмет широкого потребления; количество вырабатываемых галош в СССР достигло в 1927/1928 г. 37 млн. пар. В зависимости от того, применяются ли Г. для утепления или для предохранения от сырости, они различаются между собой как по форме, так и по качеству. По форме различают следующие основные виды Г.: 1) обыкновенные, или мелкие Г., 2) полуглубокие, или полуботы, 3) глубокие, или боты, и, наконец, 4) суконные ботики. Все эти основные сорта в зависимости от обуви, на которую они надеваются, имеют целый ряд разновидностей (фасонов). По качеству различают: 1) зимние, или теплые, (т. н. русские), вырабатываемые на шерстяной и на бумажной подкладке с начесанным ворсом; 2) летние, или легкие, облегченного типа и на более легкой подкладке (без ворса), и, наконец, 3) экстра-легкие, очень легкие и тонкие (иногда покрывающие только каблук и носок, а в дамских сортах иногда и совсем без задников, прикрывающие только подошву и носок). Из Г., применяемых вместо обуви, следует указать на персидские бескаблучные галоши, брезентовую обувь с резиновыми подошвами и брезентовым верхом (буцы), брезентовые туфли (спортивные), резиновые сапоги и туфли для самого разнообразного применения (охотничьи, рыбачьи, купальные, мотоциклетные). Кроме этих основных видов Г., существуют еще Г. *специального назначения, применение которых* обусловливается особыми свойствами специальных резиновых смесей. Сюда относятся противокислотные, применяемые на химических заводах, и изоляционные, применяемые при работах с электрическим током.

В качестве сырья для изготовления Г. применяются следующие две основные группы сырых материалов: 1) группа химич. продуктов, идущих на изготовление самой резины или резиновых смесей, и 2) группа текстильных материалов. К основным материалам первой группы относятся след. вещества.

а) Сырой каучук (см. *Каучук*)—импортный материал, получаемый из сока различных пород каучуконосных тропическ. деревьев. Смотря по породе и географич. распределению деревьев, из которых они добываются, каучуки имели множество различных наименований, однако за последние годы, в виду почти полного перехода каучукодобывающей промышленности на плантационный способ, т. е. способ возделывания древесных пород, число сортов рыночного каучука сильно сократилось и свелось собственно к трем стандартным сортам: 1) пара-каучук, 2) различные виды крепа—светлый, средний (brown) и темный (черный) и, наконец, 3) смокед-шитс (копченый). В галошном производстве главное применение имеют последн. два сорта, т. е. смокед-шитс и различные виды крепа, а пара-каучук, хотя и является самым лучшим сортом каучука, в виду его дороговизны употребляется в галошном производстве в незначительных количествах и почти исключительно для составления резинового клея. Т. н. дикие сорта каучука, применявшиеся в прежние времена, теперь почти совершенно вытеснены плантационными. Расход каучука составляет около 180—190 *г* на среднюю пару Г.

б) Регенерат—суррогат резины, получаемый регенерацией резины из старых резиновых изделий путем обработки их кислотой или щелочью. В галошном производстве регенерат применяется как основная часть подошвенной резины и так наз. тряпичных смесей. Среднее потребление регенерата—около 40% от сырого каучука.

в) Мел—применяется в двух модификациях: молотый, получаемый просто мелким размолом обломков и кусков мела, непосредственно добываемых из карьеров, и содержащий целый ряд примесей других горных пород, и очищенный, или так наз. плавленый,—вернее, отмученный, т. е. отделенный от песка и других горных пород путем отмучивания его в воде. Первый сорт мела идет на менее ответствен. сорта резины, как подошвы, внутренние части Г.; второй сорт идет на более ответственные сорта резины, как клей, промазочная резина, верхний резиновый слой, или перед. Играя роль наполнителя, мел составляет одну из главн. составных частей резиновых смесей, и потребление его составляет от 100 до 130% от веса потребляемого каучука. Основное требование, предъявляемое к мелу,—тонкость помола и отсутствие влаги, извести и песка.

г) Глет—применяется гл. обр. как ускоритель вулканизации и как краситель для получения черной резины; потребляется в *количестве 40—60% от веса каучука.*

д) Сера, гл. образом в виде серного цвета,—применяется как основная примесь к резине для ее вулканизации; потребляется в галошном производстве в количестве 3,5—4% от веса каучука. Основное требование—отсутствие кислотности и тонкость помола.

е) Смола, каменноугольная или газовая,—применяется как мягчитель резины в количестве 8—10% от веса каучука. Основное требование—отсутствие твердых частиц, воды и легко летучих веществ (кипящих ниже 150—160°).

ж) Канифоль, или гарпиус,—применяется в небольших количествах для увеличения крепости и липкости резины; д. б. чистой и прозрачной, с $t°_{пл.}$ около 60—70°.

з) Минеральные масла (вазелиновое, нигрол и другие)—в небольших количествах применяются как мягчители.

и) Сажа—применяется как краситель и гл. обр. для увеличения сопротивления резины стиранию. Она особенно важна для подошв, но, как показывают опыты, не всякая

сажа дает в этом отношении хорошие результаты. Наилучший эффект дает газовая сажа, особенно известная под названием «микронекс». Сажа потребляется в количестве 10—20% от веса каучука.

к) Льняное масло, отстоянное и без осадка,—применяется для варки галошного лака.

л) В качестве растворителя резины при клейке и для мазей применяется бензин, известный в СССР под специальной маркой «галоша», составляющий фракцию нефтяных погонов от 80 до 110°. Т. к. в процессе работы в мастерских бензин сильно испаряется, то, в целях охраны труда и во избежание отравлений, бензин не должен содержать непредельных углеводородов и особенно бензола и ароматическ. углеводородов; предельное содержание последних не должно превышать 1%. Расход бензина—около 30% от веса каучука.

м) В качестве растворителя лака применяется технический скипидар и иногда, как примесь к нему, керосин. В целях охраны труда скипидар также не должен содержать легко летучих примесей и особенно муравьиной к-ты, которая вредно действует на слизистые оболочки. Ко второй основной группе сырых материалов, потребляемых в огромном количестве в галошном производстве, относятся текстильные материалы, идущие как на наружные видимые части Г. (подкладку, стельку, шершавый задник), так и на внутренние невидимые части (носки, ленточку, рожицу, толстый задник, тонкий задник, черную стельку) и употребляемые, с одной стороны, с целью уплотнения и утепления Г., с другой—с целью повышения ее жесткости и прочности. Главнейшие из этих материалов следующ.: 1) Трикотаж крашеный с начесом, прежде шерстяной, теперь у нас в СССР гл. обр. бумажный,—для галошной подкладки в зимних тяжелых сортах Г.; красится в настоящее время в коричневый цвет. 2) Шерстяная байка (гризелевая) малинового цвета, иногда также серого цвета (верблюжья)—применяется для подкладки в ботах, полуботах, а также в суконных ботиках. 3) Сукно—применяется для суконных ботиков, но для экспортного товара оно иногда заменяется шерстяным трикотажем или джерси. 4) Трикотаж крашеный без начеса—применяется как подкладка для летних и экстра-легких Г. 5) Трикотаж суровый без начеса—идет на т. н. «рожицу» для всех типов зимних Г. и бот; кладется поверх подкладки под наружный слой резины для уплотнения зимних и тяжелых Г. 6) Бумазея или молескин, с начесом, окрашенная,—применяется для стелек и задников в теплых Г. 7) Миткаль суровый—идет в больших количествах для внутрен. частей всех Г. (для носков, ленточки, толстых и тонких задников и черной стельки). 8) Домеетик, или бязь,—более прочная разновидность миткалей—применяется вместо миткаля для увеличения крепости толстого задника.

В виду того, что все текстильные материалы покрываются или пропитываются резиной на каландрах, к ним предъявляются следующие требования: 1) возможно меньшее содержание шлихты и влаги, 2) способность к растяжению по основе на 10—12% и 3) возможно бо́льшая крепость.

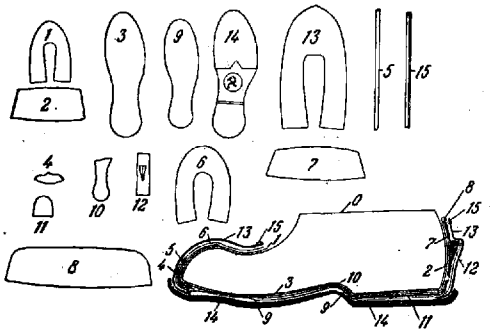
Производство. Галошное производство по своему характеру является производством наполовину химическим и наполовину механическим, при чем та и другая стороны до сих пор еще очень мало разработаны и носят, несмотря на величину производства и огромные фабричные здания, скорее кустарный, чем фабричный характер. Химич. сторона производства заключается в том, что механич. смесь каучука, серы, глета, мела, смолы, сажи и др. веществ, взятых в определенных эмпирически установленных количествах, образует после обработки ее при повышенной температуре (до 60—90°) чрезвычайно мягкую, пластичную, легко склеивающуюся массу, легко поддающуюся механич. обработке; если же затем, придав этой пластичной массе определенную форму, подвергнуть ее действию высокой температуры (до 125—140°), то она вулканизуется, теряет пластичность и приобретает упругость и крепость, сохраняя форму, к-рая ей была дана перед нагреванием. Механическая сторона производства состоит в изготовлении всех отдельных деталей, склейке и вулканизации. На фиг. 1 представлены разрез мужской галоши обыкновенного типа и все детали, из которых она склеивается.

Наименование деталей и материалов (см. фиг. 1).

Детали	Материалы
1—подкладка . . .	Крашеный трикотаж с начесом, обложенный с изнанки резиной
2—шершавый задник	Крашеная бумазея, обложенная с изнанки тряпичной смесью
3—стелька	То же
4—носок	Миткаль, промазан. шпредером с одной стороны и обложенный обрезками резины переда с другой
5—серая лента . . .	Миткаль, промазан. шпредером с обеих сторон
6—рожица	Трикотаж суровый без начеса, промазанный шпредером с лицевой стороны
7—толстый задник .	Миткаль, промазан. шпредером с одной стороны и обложенный тряпичной смесью с другой
8—тонкий задник .	То же
9—черная стелька .	То же
10—полустелька . .	Выпущена на каландре из тряпичных смесей
11—пятка	То же
12—шпора	То же
13—переда	Выпущены на каландре из резины переда
14—подошва	Выпущена на каландре из резины подошвы
15—бордюр	Выпущен на каландре из резины переда
0—колодка, на которой изготовляется галоша	Чугун, железо, алюминий или дерево

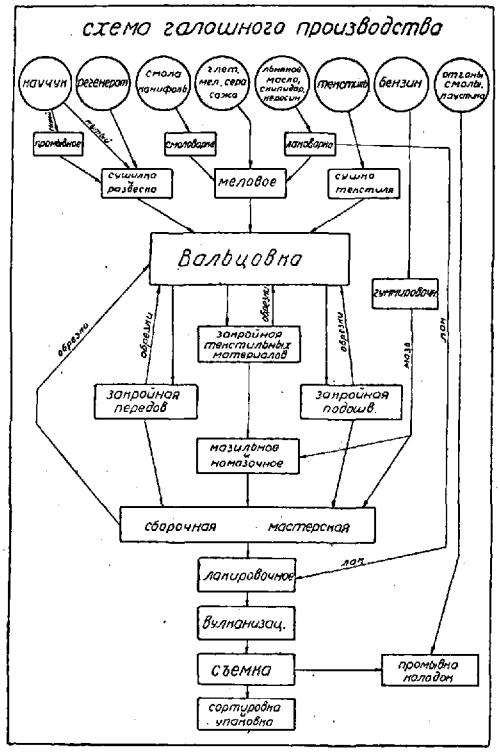
Все эти детали изготовляются из резиновых смесей и прорезиненных тканей. В зависимости от положения детали в галоше и ее назначения употребляются различные сорта резины: лучшие сорта идут на более ответственные части Г.—переда, подошвы, клей на промазку тканей; худшие сорта идут

на менее ответственные детали—подкладку, стельку, задники; наконец, самые худшие сорта резины, т. н. тряпичные смеси, в состав которых входят обрезки прорезиненных и даже непрорезиненных тканей, идут на изготовление наименее ответственных деталей,



Фиг. 1.

как пятки и полустельки. На фиг. 2 представлена схема галошного производства. Здесь видно, что все основные сырые материалы проходят сначала ряд подготовительных мастерских, к к-рым относятся промывная, сушилка, меловая, сушилка текстиля,



Фиг. 2.

смоловарка, и затем собираются в основной мастерской—вальцовке; отсюда полуфабрикат передается в закройные отделения, где вырезываются отдельные детали Г., которые затем поступают или непосредственно в сборочную или же идут предварительно в мазильную и намазочную. В сборочной мастерской уже получаются на колодках сырые Г. Последние затем лакируются, вулканизуются, снимаются с колодок, сортируются и упаковываются.

Промывное отделение служит для освобождения сырого каучука от загрязняющих его, гл. обр. механич., примесей, состоящих из земли, песка, кусков дерева и пр. Для этого каучук загружается в чаны или ямы и заливается теплой водой для размягчения. По истечении 6—24 часов, в зависимости от сорта каучука и $t°$ воды, его разрезают ленточной или дисковой пилой на небольшие куски, к-рые затем пропускают через достаточно сжатые (до 1 *мм*) промывные вальцы, сначала рифленые, а затем гладкие. На вальцы и проходящую через них резину все время льется холодная вода. Промывные вальцы состоят обыкновенно из двух, а иногда из трех движущихся навстречу друг другу с различной скоростью железных или чугунных валов, толщиною в 300—400 *мм*. Благодаря различной скорости движения валов каучук, проходя через вальцы, растягивается, при чем льющаяся на него вода легко вымывает из него песок и другие механич. примеси. После 12—16 пропусков каучук, уже достаточно чистый и принявший вид тонкого (1—2 *мм*) сплошного мокрого полотна, поступает в сушилку. В последние годы, когда плантационные сорта каучука почти совсем вытеснили дикие сорта, промывка каучука в галошном производстве применяется только для грязных сортов, так как стандартные сорта промываются уже на самих плантациях.

Сушка каучука производится или в специальных сушилках, наподобие сушилок для кожи или картона, или же каучуковое полотно развешивается в теплых и хорошо вентилируемых помещениях с $t°$ в 30—35°. Такая сушка продолжается 2—3 дня; в специальных же сушилках, где $t°$ доходит до 50 и даже 70°, сушка заканчивается в 6—8 ч. После сушки каучук поступает в развесочную, где в определенном соотношении сортов развешивается на порции в 10—15 *кг* и отправляется в вальцовку для изготовления смесей. В развесочную поступает для развески и немытый каучук, а также и регенерат, который предварительно разрезывается или разрывается на части.

Все порошкообразные примеси, как мел, глет, сера, сажа и др., поступают из склада в меловую, где их предварительно просушивают и просеивают, т. к. влажность и крупность помола очень вредно отражаются на качестве резины: крупные частицы плохо свальцовываются с резиной и образуют в ней вкрапления, которые потом выкрашиваются, а влага при вулканизации испаряется и дает пузыри или образует поры. Последнее явление—образование пористой, губчатой резины—особенно вредно для подошв, т. к. способствует их быстрому стиранию и изнашиванию. Аналогичное действие оказывает присутствие в химич материалах легко летучих примесей, способных испаряться при темп-ре вулканизации, что нередко встречается в смолах и в саже. Во избежание этого последние подвергаются предварительн. нагреву до 160° в смоловарке в котлах или в меловой

в сушильных шкафах. В меловой применяются или сушильные шкафы Пасбурга, где материал высушивается в вакууме на железных противнях, обогреваемых паровыми плитами, или котлы с вакуумом и паровой рубашкой, или, наконец, специальные непрерывно действующие сушилки для сыпучих тел, с нагревом посредством глухого пара под давлением в 3—3,5 *atm*. Для просеивания химическ. материалов обыкновенно служат качающиеся сита и бураты (вращающиеся сита). В виду ядовитости глета все операции с последним ведутся по возможности в совершенно закрытых приборах, снабженных усиленной вентиляцией и с применением респираторов для рабочего персонала. После просушки и просеивания химических материалов их развешивают соответственно рецептам и отправляют в вальцовку. Для получения более однородных смесей химические материалы, взятые в определенных весовых отношениях, предварительно смешиваются в специальных смесительных вращающихся барабанах. Каждой порции каучука, отвешенной в развесочной, соответствует ведро химич. материало з из меловой. Отдельно от порошкообразных веществ в ведра прибавляются соответственные количества масел и смол.

Текстильные материалы из склада поступают в сушилку текстиля; здесь для удаления влажности они предварительно просушиваются на обыкновенных паровых сушильных барабанах (как на текстильных фабриках), сшиваются по 5—6 кусков и накатываются на ролики; трикотаж, поступающий чулком, предварительно разрезывается и затем также просушивается и накатывается на ролики.

Накатанные ролики отправляются в вальцовку для прорезинивания. Вальцовка является основной мастерской для приготовления резины и всех прорезиненных тканей и делится на собственно вальцовку, где приготовляются резиновые смеси, и каландровую, где из готовой уже резины вырабатывается тот или иной полуфабрикат, а именно: резина для передов, резина для подошв, шпоры, полустельки, пятки и различные прорезиненные ткани. Сущность вальцевания каучука, т. е. приготовления резиновых смесей, заключается в том, что каучук вместе с входящими в него примесями пропускается между двумя движущимися навстречу друг другу с различной скоростью валами, нагретыми до 50—80° в зависимости от сорта и качества смеси. Величина зазора между валами м. б. изменяема перестановкой переднего вала; для поддержания же определенной $t°$ валы делаются полыми и могут нагреваться паром или охлаждаться водой. Скорость вращения переднего вала 13, заднего 17 об/м. В последние годы для массового производства появились еще закрытые вальцы типа Бенбери (Banbury) или Пфлейдерера. Процесс вальцевания резины на вальцах протекает след. образ.: кусок каучука, полученный из развесочной, пускают в вальцы, предварительно подогретые, и заставляют его непрерывно проходить между ними; через 10—15 м. (в зависимости от сорта каучука), когда каучук развальцуется и образует мягкую пластичную массу, в него на вальцах же всыпают все полученные в ведре из меловой примеси и продолжают вальцевание до тех пор, пока на вальцах не образуется вполне однородная пластичная резиновая смесь. Готовую смесь срезают с вальцов ножом и отправляют в каландровую. В зависимости от рецепта смеси получают и различные сорта резины. В галошном производстве различаются следующие сорта резины: 1) переда,—идущие для верхнего слоя, 2) подошвы, 3) шпредер, или резина для промазывания тканей, 4) мазь,—идущая для изготовления клея и мазей, и, наконец, 5) тряпичные смеси. Наиболее ответственной является резина для передов, во-первых, потому, что она покрывает верхнюю наружную часть Г. и подвергается лакировке, а потому должна быть особенно ровн. и гладкой, без всяких видимых дефектов (не смешавшиеся с резиной порошкообразные вещества, пузырьки, неровности), а во-вторых, потому, что она выпускается очень тонким слоем (0,7 — 0,8 *мм*) и должна хорошо растягиваться и быть по возможности эластичной. Поэтому вальцевание передов производится особенно тщательно и делается обыкновенно в два приема: сначала свальцовывается один каучук, а затем после одного дня лежки он свальцовывается с химическими материалами. Это делается для избежания слишком продолжительной непрерывной обработки каучука на вальцах; после вальцевания он вылеживается в течение суток, что восстанавливает и укрепляет его «нерв» (эластичность). В противном случае может произойти т. н. перевальцевание—каучук становится чрезвычайно мягким и пластичным, а после вулканизации резина становится дряблой и вялой и теряет не только упругость, но и крепость. Во избежание такого явления, особенно в передах, вальцевание резины производится строго определенное время (предварительное вальцевание одного каучука 12—15 мин. и по возможности при определенном нагреве вальцов). Несколько менее ответственной является толстая резина для подошвы, главн. качеством к-рой должна быть сопротивляемость стиранию. Процесс вальцевания подошвы проводится обыкновенно в один прием, т. е. сначала развальцовывается каучук вместе с регенератом, а когда он размягчится и свальцуется, к нему присыпают химич. материалы. Промазочная резина для тканей (шпредер) д. б. по возможности мягкой, для того чтобы она легче пропитывала ткани, не рвала и не продавливала их при пропуске на каландрах, и особенно клейкой, т. к. цель промазки—сделать ткани способными легко и прочно склеиваться. Эта резина вальцуется так же, как и подошва. Состав, идущий в гуммировочное отделение для приготовления мази, делают из пара-каучука и свальцовывают на горячих вальцах по возможности быстрее, чтобы не ослабить его клейкости. После вальцевания мазь выходит в виде тонкого полотна, толщиною $1^1/_2$—2 *мм*. Наконец, тряпичные смеси представляют собою наименее ответственные смеси, применяемые для внутренних частей Г. с целью их уплотнения и утепления. Как показывает

самое название, тряпичные резины кроме резиновой смеси содержат примесь молотых тряпок (бумажных или шерстяных), получаемых из отбросов и обрезков прорезиненных и непрорезиненных тканей в закройной материалов, или из мытых обрезков и тряпок, покупаемых на стороне. В зависимости от количества резины и молотых обрезков, а также и от качества прорезиненных обрезков, различают различные сорта тряпичных смесей, соответственно применяемые для изготовления различных деталей. Из тряпичных смесей изготовляют шпоры, «шершавый» задник, полустельки, пятки, и слоем же тряпичной резины покрывают ткани, идущие для изготовления задников и стелек. Основное требование, предъявляемое к тряпичным смесям,—способность хорошо склеиваться, вулканизоваться и после вулканизации не ломаться. Процесс вальцевания тряпичных смесей заключается в том, что и тряпки и обрезки предварительно размалываются на вальцах и затем смешиваются на вальцах же с резиной, уже ранее свальцованной.

Из вальцовки все смеси поступают в каландровое отделение, помещаемое обыкновенно или в той же вальцовке или же в непосредственной близости. Здесь готовая резина обрабатывается двояким образом: 1) она поступает на 4- и 5-вальные каландры, которые выпускают ее в виде сплошного резинового полотна—тонкого и гладкого для передов и толстого, с выдавленным рисунком—для подошв, бордюров, шпор и т. п., или 2) она идет на 3-вальные каландры для нанесения на ткань. И те и другие каландры представляют собою обыкновенные каландры с подвижными валами, обогреваемыми паром и охлаждаемыми холодной водой; 4- и 5-вальные каландры имеют одинаковую скорость валов, 3-вальные же могут снабжаться фрикционным ходом, т. е. иметь различную скорость вращения валов. В виду того, что резина для шпор, подошв и бордюра (выпускаемая обычно с рисунком) не требует большой ширины, для нее применяются очень небольшие каландры, с небольшими и тонкими валами, что облегчает возможность их быстрой смены, если требуется изменение рисунка. Процесс работы на каландре заключается в том, что резиновая смесь, предварительно размягченная и подогретая на обыкновенных вальцах, забрасывается кусками или рулонами между двумя верхними или нижними валами каландра и, пройдя постепенно все валы, выходит с последнего гладкого или гравированного вала на ленточный транспортер в виде готового резинового полотна с уже определенно установленной толщиной. Все валы каландра подогреваются и поддерживаются на постоянной $t°$ соответственно сорту резины. На 3-вальных каландрах гл. образом производится прорезинивание тканей, при чем или ткань покрывается слоем резины или же резина вмазывается в ткань, пропитывая ее насквозь. Первая операция производится на 3-вальных каландрах с обыкновенным ходом, для чего средний вал сначала покрывается слоем резины определенной толщины, которую регулируют соответствующей установкой остающегося чистым верхнего вала. Между нижним, чистым валом и средним, покрытым резиной, заправляют ткань, которая, проходя между валами, покрывается соответствующим слоем резины, переходящим на нее с питательного среднего вала; питание среднего вала резиной производится периодическим забрасыванием кусков подогретой резины между средним и верхним валом. Вторая операция производится таким же образом на каландре с фрикционным ходом, при чем нижний, чистый вал движется медленнее среднего питательного вала. Проходя по нижнему валу, движущемуся медленнее, и придя в соприкосновение с питательным, покрытым резиной и движущимся быстрее средним валом, ткань растягивается, при чем в нее одновременно втирается или вмазывается резина. Прорезинивание ткани может делаться или последовательно с обеих сторон или только с одной. Каландрирование ведется обыкновенно на горячих валах с резиной, подогретой до 60—100°. После прорезинивания ткань накатывается на ролики с прокладкой из сухой материи, при чем во избежание склеивания ее иногда припудривают мелом.

Из вальцовки готовая резина и ткани поступают в закройные, где из них выкраиваются отдельные детали галош. Закройные обыкновенно разделяются на три отдельные мастерские: 1) закройная передов и бордюра, 2) закройная подошв и шпор и 3) закройная материалов. В закройной передов закраиваются переда, или резиновый слой, покрывающий верхнюю часть галош. Эта работа производится вручную на столах, покрытых цинковыми досками. Вышедшее из 5-вального передового каландра на транспортной ленте тонкое (0,8 *мм*) и довольно широкое (1—1,2 *м*) резиновое полотно, хорошо припудренное мелом с одной стороны, наматывается на ролики и разносится по закройным столам. Закройщик постепенно раскатывает резину с ролика на цинковую доску и, уложив на нее плоский стальной шаблон, обводит по его контуру острым ножом. Выкроенная часть укладывается в специальные книжки, или деревянные рамки с большим количеством листов из материи, которыми во избежание слипания и прокладывается каждый слой резины. Обрезки собираются в ящики и возвращаются в вальцовку, где примешиваются к свежей резине и снова поступают на каландр. Книжки с закроенными передами по 25—30 пар поступают в сборочную мастерскую к галошницам. Аналогично передам режутся бордюр, ленточка и шпоры. В закройной подошв закраиваются подошвы, но машинным способом из остывшей уже и холодной резины. Подошвенная резина, выходящая из каландра на транспортной ленте, режется на куски для 8—10 подошв (длиною около 1 *м*) и складывается на рамки или матерчатые книжки, в которых и остывает в течение 7—8 ч. Принцип работы подошвенных машин заключается в том, что вокруг шаблона, уложенного на резине, движется по кондуктору подвижной нож, который и вырезывает подошву. Так как подошва имеет разную толщину (в каблуке

толще), то, чтобы нож не ломался при резке, под подошвенную резину кладется пластина из сырой тряпичной резины. Машина обслуживается тремя рабочими: один кладет на подкладку подошвенную резину, второй режет, а третий отделяет обрезки и собирает подошвы. Обрезки возвращаются в вальцовку. Выкроенные подошвы сортируются, укладываются в стопках на тележки и поступают в сборочную мастерскую. В закройной материалов закраиваются все текстильные и тряпичные детали. В отличие от других закройных, где каждая отдельная деталь закраивается отдельно по 1 штуке, здесь выкраивают сразу по несколько штук одинаковых деталей, при чем, в зависимости от качества и толщины материала это количество бывает от 8 до 30 шт. и более. Для этого ролики остывшей прорезиненной материи раскатываются на длинных (около 5 *м*) столах или на больших барабанах, пластами по несколько слоев, и подаются затем к прессу или ленточной пиле. Чтобы отдельные пласты не слипались, их обыкновенно при раскатывании припудривают сухим, мелко просеянным мелом. На машинных пилах детали галоши вырезываются ленточным ножом по контуру стального шаблона, наложенного на слой материала; на прессах же детали штампуются из слоя ткани в 14—30 листов фигурным ножом. Прессы, применяемые в закройной материалов, — исключительно эксцентриковые, и вырубание производится на деревянных торцовых досках, обыкновенно буковых. Вырезанные детали сортируются, бракуются, размечаются и сдаются в мазильную (подкладка и матерчатый шершавый задник) и в намазочную мастерские (толстый и тонкий задник, носки, стельки, полустельки, пятки и т. д.). В мазильной покрывают слоем резиновой мази вручную те детали Г., где нужно промазать не всю поверхность детали, а только ее кромки. Это относится к подкладке Г., матерчатому шершавому заднику и суконному верху для бот, т. е. материалу, прорезиненному только с одной стороны—изнанки. В этих деталях для возможности их склеивания мазильщицы промазывают густой резиновой мазью узкую полоску по кромке ткани (на 5—6 *мм*) с лицевой стороны. Для этого стопки подкладки и задников расщипываются и укладываются последовательно одна на другую т. о., чтобы у каждой была открыта та часть кромки, к-рую нужно промазать. Уложив таким образом 20—30 пар одинаковых деталей, их сразу промазывают мазью при помощи небольшой железной лопатки или же просто пальцами. Затем детали высушиваются в сушильных шкафах и отправляются в сборочную мастерскую. Все остальные детали (кроме подкладки и шершавого задника) поступают из закройной материалов в намазочную мастерскую. Главная задача этой мастерской—подготовить детали галоши к их склеиванию, т. е. просортировать их, пробраковать, собрать по фасонам и величинам и привести их поверхность в наиболее клейкое состояние. Детали сначала расщипываются, просматриваются и промазываются жидким резиновым клеем. Промазывание частей резиновым клеем имеет в виду, во-первых, удалить с поверхности тот мел, которым они припудриваются в вальцовке или при раскатке материалов, а во-вторых, освежить и размягчить покрывающий их слой резины. После промазывания детали соответственно подбираются, укладываются в т. н. книжки или ящики и отправляются в сборочную мастерскую. Промазывание деталей производится или кистями вручную на обитых железом или цинком столах или же на машинках, через покрытые клеем металлические валы.

Как мазь для мазильной, так и клей для намазки и сборки представляют собой раствор специальной резиновой смеси в бензине, приготовляемый в т. н. мастикаторном, или гуммировочном, отделении. Здесь свальцованная и выпущенная в виде довольно тонкого (2—3 *мм*) полотна резина сначала замачивается в банках или ящиках с бензином; когда она достаточно набухнет, ее перемещают в клеемешалки (мастикаторы), напоминающие собой тестомешалки, где она разбалтывается с бензином в течение 2—3 часов Мастикаторы снабжены герметическими крышками и рубашками для охлаждения водой, во избежание сильного испарения бензина. Более густая мазь на 1 часть резины содержит 5—10 частей бензина, для жидкой же берется 18—25 частей бензина.

В сборочной, конфекционной, или, как ее называют, галошной мастерской галошницы, получив из закройных, мазильной и других мастерских уже соответственно подобранные, отсортированные и промазанные детали, постепенно и последовательно складывают и склеивают эти детали на чугунных, алюминиевых или деревянных колодках. Главная задача галошниц заключается в аккуратной склейке деталей, в правильном и внимательном наложении их друг на друга в определенном порядке, во внимательной и плотной прикатке и пригонке отдельных деталей, без морщин, складок, неровностей, пустот и воздушн. пузырей. Порядок сборки галоши и последовательность порядка наложения деталей легко усмотреть из фиг. 1. Когда галоша уже склеена и обтянута резиной, то, для большей прочности и лучшего приставания и склеивания отдельных деталей, все выступающие на резине контуры отдельных деталей, например, края толстого и тонкого задников, шпоры, носки, а также и края подошвы, простраччиваются, или, вернее, вторично прикатываются специальным штицером, т. е. узким роликом-колесиком, имеющим или гладкую или же зубчатую поверхность. В прежнее время весь процесс сборки галоши производился вручную, в последнее же время для прикатывания подошв начинают применять пневматическ. машинки, прижимающие подошву к Г. резиновой мембраной. Такой способ прикатки подошв гарантирует, с одной стороны, равномерность прикатки подошвы по всей ее площади, с другой—величину усилия, с которым эта операция производится. Простроченные галоши просматриваются и штемпелюются галошницей и мастерицей, выдавливающими на подошве Г. свой номер, наве-

шиваются вместе с колодками на рамки и особыми вагонами откатываются в лакировочное отделение.

Как галошная мастерская, так и мазильная, гуммировочная и намазочная, потребляющие большие количества резинового клея, содержат в воздухе много паров бензина, к-рые вредно отражаются на здоровьи. в виду этого все эти мастерские снабжаются очень сильной приточно-вытяжной вентиляцией. Свежий воздух подается сверху, вытяжки же, в виду того, что пары бензина тяжелее воздуха, делаются у пола, при чем отсасывающие трубы располагаются вдоль каждого стола. В зависимости от кубатуры мастерских и числа работающих в них, должен происходить 4-, 6- и даже 8-кратный обмен воздуха.

В лакировочном отделении Г. вместе с рамками снимаются с вагонов, и каждая по очереди окунается лакировщиком в банки, наполненные лаком, при чем лакировщик следит за тем, чтобы лак не попал под колодку и не испачкал подкладки. Края Г. обычно промазываются просто пальцами, смоченными лаком. Затем ставят Г. обратно на рамку и, давши лаку стечь, помещают Г. снова на вагон, к-рый, по наполнении, передает Г. в отделение для вулканизации. Существует и другой способ лакировки Г.— нанесение густого лака помощью волосяных кистей. Для лакировки Г. применяется масляный лак на скипидаре, и потому в воздухе лакировочного отделения, также усиленно вентилируемого, содержится много паров скипидара. Необходимо следить за тем, чтобы скипидар не содержал легко летучих примесей и особенно муравьиной кислоты, пары которой раздражают слизистую оболочку и вызывают слезотечение. Лак приготовляют в лаковарке из льняного масла, для чего последнее предварительно уваривается или простым нагреванием в котлах до 160—180° в течение 2—3 недель, или же с одновременным продуванием воздуха, что сокращает операцию до 7—8 дней. Затем масло фильтруют и варят вместе с 9—10% серы до полного растворения ее. Когда лак сварится, его разбавляют скипидаром и дают ему отстояться, после чего он готов к употреблению. Для лучшего и более быстрого высыхания в лак прибавляют различные сикативы.

В вулканизационном отделении вагоны с Г. закатываются в предварительно хорошо прогретые вулканизационные котлы или печи и нагреваются до 130—140° в течение 3,5—4 час. Емкость котлов и печей различна и колеблется от 8 до 20 вагонов Г., вместимость же вагонов доходит от 100—120 и до 200 пар. Так как галоши покрыты липким слоем лака, то вулканизация их возможна лишь в воздушной или газовой среде, и потому она ведется исключительно глухим паром. Такой способ вулканизации, не говоря о медленности процесса, неудобен еще и потому, что при нем в вулканизационных приборах трудно получить равномерную и одинаковую $t°$, и для этого приходится прибегать к вентиляции с целью перемешивания находящегося в них газа или воздуха. Кроме того, и особенно в печах, весь процесс вулканизации проходит при низком давлении (1 *atm*), благодаря чему требуются особенно высокие качества сырья и тщательность работы: малейшее присутствие влаги или летучих примесей в составных частях резины и тканей очень вредно отражается на изделиях и вызывает целый ряд дефектов (пузыри, вздутия, поры, отслаивание и т.п.). В виду этого в последнее время вулканизация в печах вытесняется применением котлов, к-рые дают возможность проводить ее при повышенном давлении (до 2,5—3 *atm*). Котлы обогреваются обыкновенно паровыми змеевиками, расположенными в нижней части котла и с боков, а для получения равномерной $t°$ их снабжают воздухопроводом для циркуляции теплого воздуха. Давление в котлах поднимают уже по достижении $t°$ выше 100—110°.

По окончании вулканизации котлы открываются, и Г. поступают в съемочное отделение, где их по остывании снимают с колодок и передают в сортировочное отделение. Так как при лакировке Г. колодки пачкаются лаком, то при съемочном отделении имеется специальная мастерская, где производится периодическая очистка колодок и обработка их в котлах при нагревании или раствором щелочи (для чугунных колодок) или легкими погонами каменноугольн. смолы (для алюминиевых колодок). После обработки в котлах колодки промывают водой, вытирают тряпками, так что они снова могут итти в производство. В сортировочном отделении галоши расставляют по фасонам и величинам, а затем бракуют, подбирают, спаривают, сшивают, штемпелюют, снабжают, если нужно, пуговицами, застежками и пр., и, наконец, упаковывают в фанерные ящики. В ящиках помещается обыкновенно 50 или 100 пар Г. или только одной величины или же в определенном ассортименте, но всегда одного фасона. В зависимости от фасонов и величин ящики имеют различные размеры. Обычно ящик галош весит около 50 *кг*.

Лит.: Глазунов Г. И., Каучук и резиновое производство, М., 1927; Вольф-Чапек К. В., Каучук, его добыча и обработка, пер. с нем., Л., 1926; Jacobs F., L'industrie du caoutchouc, P., 1923; Pearson H. C., Rubber Machinery, N. Y., 1915; Bary P., Le caoutchouc, P., 1923; Pearson H. C., Crude Rubber a. Compounding Ingredients, N. Y., 1918; Kirchhof F., Fortschritte in d. Kautschuk-Technologie, Dresden, 1927; Gottlob K., Technologie der Kautschukwaren, Brschw., 1925; Marzahn R., Materialienkunde für d. Kautschuk-Techniker, 2 Aufl., B., 1920; Ditmar R., Die Technologie des Kautschuks, W., 1915. **Л. Гаевский.**

Техника безопасности. Галошное производство изобилует вредными для здоровья факторами. 1) На первом месте следует поставить выделение паров бензина, происходящее в тех отделениях, где изготовляются резиновые смеси, намазываются отдельные детали и производится сборка галош. Ручная заливка бензина и периодическое открывание мастикаторов для наблюдения за ходом растворения резины вызывают значительное выделение паров бензина, достигающее даже при существовании общей приточно-вытяжной вентиляции концентрации 7—8 *мг* на 1 *л* воздуха. При пропускании намазанного материала по горячим плитам шпрединг-машины содержание паров

бензина в воздухе может достигать 5 *мг* на 1 *л*. Выделение намазки материалов в особые помещения уменьшило концентрацию паров бензина в сборочных отделениях и значительно облегчило задачу рационального вентилирования. Во всех этих отделениях имеют место случаи массовых отравлений бензином; с 1924 г. по 1927 год на заводах Красный треугольник и Красный богатырь зарегистрировано было в галошном производстве 257 случаев профессионального отравления бензином. Массовые отравления бензином происходили вследствие остановки вентиляционных установок, неправильного их функционирования или же недостатков в их оборудовании. Сушка промазанных изделий в шкафах или на полках в общих помещениях является одной из важнейших причин массовых отравлений бензином. 2) Работа со свинцовыми соединениями в меловом отделении и в красильных вальцовках также является причиною отравлений. В настоящее время на заводе Красный богатырь применяется глет, входящий в состав резины для передов в количестве 22,5% и подошвенной резины 7—8%. Применение свинцовых белил в течение двух месяцев вызвало на заводе Красный богатырь 11 случаев отравления свинцом. На з-де Красный треугольник зарегистрировано 57 случаев отравления свинцом в меловой и на вальцовках. В Англии с 1900 по 1925 г. зарегистрировано 105 случаев отравления свинцом в резиновой промышленности. А. Гамильтон указывает на наличие тяжелых свинцовых отравлений при применении глета в американской резиновой промышленности. Особенно много свинцовой пыли выделяется при засыпке свинцовых соединений в яму, при просеве, сушке, развеске и при смешивании материалов. Ручная периодическая загрузка материалов при обычно применяющихся вальцах сопровождается значительным пылением. 3) Выделение скипидара имеет место в лаковарке и лакировочной, сероводорода—при варке черного фактиса, сернистых соединений—при вулканизации, фенола или его производных—при очистке алюминиевых колодок, акролеина—при варке лака. 4) Запыленность воздуха входящими в состав резиновых смесей веществами (особенно мелом) имеет место в меловой и при вальцовках. Пыльными процессами являются также припудривания материала на каландрах и при раскатке на закройных столах. 5) Высокая температура воздуха поддерживается в вальцовочном отделении (особенно у каландра) и в сушилке резины.

Гигиенич. мероприятия. В меловой необходима герметизация аппаратуры, механизация транспортировки материалов и надлежащая местная вытяжка от всех пылящих аппаратов. Ручная развеска должна производиться в вытяжных шкафах; смешивание материалов—в автоматических барабанах (с механическ. загрузкой и выгрузкой). Сложность устройства местной вентиляции при вальцах с периодич. загрузкой материалов требует применения закрытых вальцов с местной аспирацией (напр., системы Бенбери). Радикальной мерой борьбы со свинцовыми отравлениями в галошном производстве является замена свинцовых соединений безвредными веществами. В американской промышленности применяются взамен глета органическ. ускорители вулканизации. В Англии число свинцовых отравлений в резиновой промышленности (по отчету главного фабричного инспектора) значительно уменьшилось после применения готовых резиновых смесей. Уменьшается в значительной мере опасность свинцового отравления при применении изготовленного Клейном свинцового препарата очень низкой растворимости. А. Ф. Максимовым предложен органический ускоритель вулканизации, дающий возможность уменьшить количество глета до 2%. Борьба с высокой температурой воздуха при вальцовках должна осуществляться путем общей приточно-вытяжной вентиляции (с местной вытяжкой у каландра). Для припудривания материала (на каландрах и в закройной) должны применяться механич. пудрилки с местным отсосом. В намазочной, мазильной и сборочных необходимо устройство общей (рассеянной) приточной вентиляции и местной вентиляции вытяжной. Сушка намазанного материала д. б. выведена в отдельное хорошо вентилируемое помещение. При изготовлении резиновых смесей необходима, помимо мощной вентиляции, полная герметизация процесса (с механизацией загрузки и выгрузки материалов). В гуммировочном отделении необходима приточно-вытяжная вентиляция с вытяжкой от верхних горячих испаряющих бензин поверхностей шпрединг-машин и подачей свежего воздуха к месту постоянного пребывания рабочих (которое должно быть отделено от нагревающихся частей машины). Бензин в галошном производстве должен содержать не более 1% бензола и других ароматических углеводородов. Необходима местная вытяжка при варке черного фактиса, выварке колодок, в лакировочных котлах и в смоловарке. Лакировочная должна быть оборудована местной вытяжной и общей приточной вентиляцией; ручное намазывание лака не должно применяться. Для рабочих меловой, вальцовки, закройной, смоловарки, лаковарки и лакировочной должны быть оборудованы души.

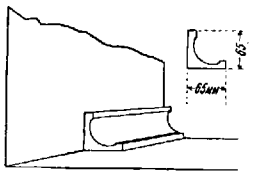
Серьезную опасность представляют вальцы для перемешивания каучука с прочими ингредиентами, т. к. руки рабочего, оперирующего около валов, легко м. б. втянуты в «жало» валов. По самому свойству обрабатываемого материала оградить это жало не представляется возможным. В виду этого применяется предохранительное приспособление, быстро разобщающее валы от двигательной силы. Вдоль валов протянута цепочка, за которую инстинктивно хватается рабочий, руку которого захватили валы, при натяжении же цепочки приходит в действие выключающее устройство. Однако такое приспособление может только уменьшить размер несчастия, но не предотвратить его. Полная безопасность может быть достигнута путем введения машин, автоматически выполняющих эту операцию; конструкции таких машин уже предложены (см. *Защитные приспособления*).

В СССР проведены следующие важнейшие законодательные мероприятия по охране труда работающих в галошном производстве: 1) 6-часовой рабочий день для рабочих при сушке и при прессовании свинцовых соединений в меловом отделении и при варке фактиса (постановление НКТ СССР от 15/VIII 1923 года за № 15); 2) дополнительные двухнедельные отпуска для рабочих мелового отделения, вальцевальщиков по изготовлению резиновых смесей, рабочих по варке фактиса, лака, масла и сала, рабочих на гуммировочной машине, по изготовлению мази в мастикаторной (при постоянном пребывании в отделении мастикаторов), рабочих вулканизации и при тяжелой физической работе (утвержденное 20/VIII 1923 г. НКТ СССР постановление НКТ РСФСР от 28/VI 1923 г. № 272/781) и для рабочих галошного отделения (постановление НКТ СССР от 27/I 1926 г. за № 20/308); 3) недопущение лиц моложе 18 лет на работы в меловой, вальцовке, отделениях заготовки клея, прорезинивания тканей, фактисов, на каландрах и при вулканизации, в мазильном отделении (постановление НКТ СССР от 24/II 1925 г. за № 53/325); при этом при наличии надлежащего санитарно-техническ. оборудования предприятия подростки могут быть допущены с разрешения инспекции труда на работу в вальцовку—при каландрах, а при горячей вулканизации—в мазильное отделение.

Лит.: Четвериков В. С., Рабочая сила и условия труда на резиновых з-дах г. Москвы в 1924/25 г., сб. «Охрана труда в химич. промышленности», т. 2, вып. 1, стр. 21—67, М., 1927; Окуневский Л., О содержании пыли в воздухе мастерских галошного отдела завода Кр. треугольник, «Гигиена труда», М., 1925, *1*, стр. 73; Воробейчиков А. Д., Профотравления и профзаболевания в промышленности, сб. «Труды Научно-исслед. секции охраны труда Ленингр. губ. отд. тр.», т. 1, стр. 394—408, Л., 1927; Пигулевский Г. В., Материалы по изуч. запыленности пром. предпр. Ленинграда, там же, стр. 409; «Труды Ленингр. ин-та по изуч. профес. заболеваний», т. 2—Свинцовое отравление. Л., 1927; Заключение врачей о масс. отравлениях на рез. мануфактуре Треугольник, «Страхование рабочих», II., 1915, 2; Галанин Н., Отравление на заводе Кр. треугольник в Л., «Гигиена труда», М., 1925, *12*, стр. 102; Фролов Н. В., Случай масс. отравления на фабрике Кр. богатырь, там же, 1926, *1*, стр. 79; Схоль Энгбертс, Травматизм на з-де Кр. треугольник, «Гигиена Труда», М., 1927, *9*; его же, Травматизм на Кр. треугольнике, «Предприятие», М., 1928, *3*; Королев А. Е., Противопожарная охр. пром. предприятий, М., 1928; Воробейчиков А., Профес. отравления и заболевания в г. Ленинграде, «ГТ», 1926, *7—8*, стр. 98; Гамильтон А., Распространение свинцового отравления в амер. промышленности, там же, *4*, стр. 3; Смирнов А. П., Профес. вредности рез. производства и меры борьбы с ними на з-де Кр. богатырь, сб. «Оздоровление труда и революция быта», М., 1928, вып. 20; Fischer K., Kautschukindustrie, Weyls Handbuch der Hygiene, B. 7, Leipzig, 1921; Annual Report of the Chief Inspector of Factories and Workshops for the Year 1925, London, 1926; Klein C. A., The Prevention of Lead Poisoning in Industry, «The Journal of Industrial Hygiene», New York, 1926, v. 8, 7, p. 296.

А. Пастернак, М. Липчина.

ГАЛТЕЛЬ, деревянная планка, к-рая прикрывает щель между низом стены и досками пола. Обыкновенно Г. заготовляются на столярных ф-ках, изредка делаются столярами на месте постройки. Г. вдоль внутренних стен прибивают гвоздями не к стене, а к полу. Делают их обыкновенно из брусьев, распущенных по ширине на 4 части, и обделывают разными калевками; размеры галтелей: 65×65 *мм*. При обыкновенных полах Г. делаются сосновые и окрашиваются вместе с полами, при паркетных—дубовые некрашеные. Щель между верхом Г. и оштукатуренной стеной, после окончательной просушки, чаще на второй год, замазывается алебастром. Обыкновенно штукатуры обмазывают Г. в одно время с дверными наличниками, при исправлении побитых мест штукатурки стен, т. е. при окончании работ.



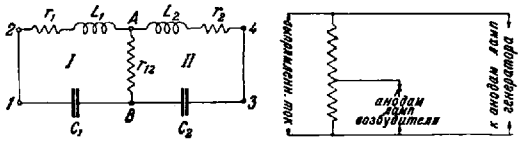
Лит.: Рошефор Н. Н., Иллюстр. урочное положение, М., 1927; Приоров М. К., Как надо строить дома, М., 1912.

М. Шер.

ГАЛЬБАН, камеде-смола из Ferula galbaniflua Boissier et Buhse и других близких им видов (северная Персия, среднеазиатские республики); смолу собирают со стволов, на к-рых она застывает в виде желто-коричневых, легко размягчающихся комьев пряного запаха. Г. содержит камедь (20—24%), смолу (60—70%), в которую входит резино-таннол $C_{18}H_{30}O$ и умбеллиферон, эфирное масло (10—22%) и загрязнения. Эфирное масло из гальбана — желтоватая, приятно пахнущая жидкость горького вкуса, содержит d-пинен $C_{10}H_{16}$, кадинен $C_{15}H_{24}$ и другие вещества; уд. вес 0,905—0,955; получается из Г. отгонкой с водяным паром. Г. употребляется в медицине как наружное раздражающее средство, а также для приготовления различных замазок и ювелирного клея. Сбор в среднеазиатских республиках мог бы удовлетворить внутренний спрос и дать материал для экспорта.

Лит.: см. *Камеди.*

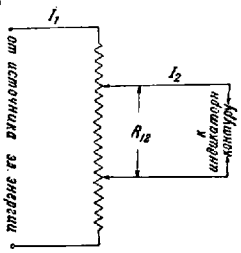
ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ, взаимодействие двух электрич. контуров при помощи активного сопротивления, общего для обоих



Фиг. 1.

Фиг. 2.

контуров (фиг. 1). Г. с. применяется для передачи энергии в радиотехнике—как в передатчиках (например, для питания от одного общего источника выпрямленного тока анодов электронных ламп, требующих различных напряжений, как это изображено на фиг. 2), так и в приемниках (напр., в усилителях с сопротивлениями), особенно же в радиоизмерительных схемах, например, при потенциометрич. подводке энергии местного источника звуковой или радиочастоты в индикаторный (телефонный) контур (фиг. 3). В электротехнике Г. с. осуществляется в виде потенциометрической схемы и общеупотребительна в различных практических схемах и научных измерениях как при переменном,



Фиг. 3.

так и при постоянном токе. Одним из главных преимуществ Г. с. является возможность точного учета количества энергии, передаваемого другому контуру; так, например, при схеме фиг. 3, при отсутствии между источником энергии и индикаторным контуром других видов связи, кроме Г. с., мощность, отдаваемая вторичному контуру, определяется выражением:

$$P_{12} = I_1^2 \cdot R_{12} = \frac{E_1^2}{R_{12}} .$$

Г. с. называется нек-рыми авторами также «связью на сопротивлениях», «потенциометрической связью», «реостатной связью». Коэфф. связи для общего случая Г. с. определяется выражением:

$$k = \sqrt{\frac{R_{12} \cdot R_{21}}{R_1 \cdot R_2}}, \qquad (1)$$

где R_{12}, R_{21}, R_1 и R_2—действующие значения сопротивлений (т. е. учитывающие эффект связи). Они находятся из приводимых ниже измерений. Сперва контур *II* (фиг. 1) в точках *3* и *4* размыкается, а к контуру *I* между точками *1* и *2* приключается какой-нибудь источник энергии высокой частоты. Затем контур *I* регулировкой L_1 и C_1 настраивается в резонанс с частотой приложенного напряжения. Напряжения, измеряемые последовательно между точками *A* и *B* и точками *1* и *2*, определяют собою величины следующих выражений: $V_{12}=I_1 \cdot r_{12}$ (между точками *A* и *B*) и $V_1=I_1(r_{12}+r_1)$ (между точками *1* и *2*), при чем падения напряжений в L_1 и C_1 взаимно компенсируются по причине резонанса. Отсюда находим:

$$\frac{r_{12}}{r_1+r_{12}} = \frac{V_{12}}{V_1} = \frac{R_{12}}{R_1} . \qquad (2)$$

Затем измерение повторяется аналогично для контура *II*; при этом определяются величины напряжений между точками *3* и *4*— $V_2=I_2(r_{12}+r_2)$ и между точками *A* и *B*— $V_{21}=I_2 r_{12}$, и соответственно получается:

$$\frac{r_{21}}{r_2+r_{12}} = \frac{V_{21}}{V_2} = \frac{R_{21}}{R_2} . \qquad (3)$$

Отсюда искомый коэффициент связи:

$$k = \sqrt{\frac{R_{12} \cdot R_{21}}{R_1 \cdot R_2}} = \sqrt{\frac{V_{12} \cdot V_{21}}{V_1 \cdot V_2}} . \qquad (4)$$

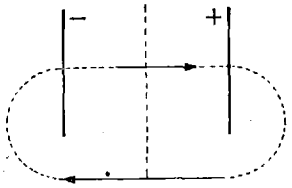
Лит.: см. *Связь*. **В. Баженов.**

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, первичные элементы, источники электрич. энергии, получаемой непосредственно в самих приборах за счет химической энергии входящих в них веществ, способных к *диссоциации электролитической* (см.). Известны случаи (концентрационные цепи), когда возможно гальваних. получение электрической энергии. не связанное с химич. превращениями; поэтому более широкое понятие—гальваниче ко i цепи—охватывает и группу явлений чисто физическ. характера, к-рые, однако, в качестве источника электрической энергии в виде особого прибора не применяются.

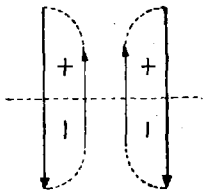
Внутреннее устройство всякого Г. э. включает следующие части: 1) ионизированную среду, составленную из проводников второго класса (электролитов), представляющих в практически применяемых Г. э. (гидроэлектрич. элементах) водные растворы химич. соединений; 2) электроды из проводников первого класса (металлов, окислов с металлич. проводимостью и т. п.), соприкасающихся с электролитами и снабженных выводами во внешнюю цепь. Вышеуказанные составные части д. б. правильно составлены в гальваних. цепь, условное обозначение к-рой, образованной, напр., из металлов M_1 и M_2 и растворов их солей M_1X_1 и M_2X_2, следующее:

$$\longrightarrow$$
$$\text{—}M_1 \mid M_1X_1 \parallel M_2X_2 \mid M_2\text{—} ,$$
$$\longleftarrow$$

где стрелками обозначено направление тока внутренней и внешней цепей, при чем эдс, возникающие в местах соприкосновения разнородных частей цепи, должны быть направлены от одного электрода к другому. На фиг. 1 показана правильно составленная цепь: результирующая эдс направлена от одного электрода к другому; на фиг. 2— неправильно составленная цепь: две коротко



Фиг. 1.



Фиг. 2.

замкнутые цепи, эдс которых направлены вдоль электродов и результирующая равна нулю. Схема токопрохождения в замкнутой гальваническ. цепи представлена на фиг. 3. Для электрода, на котором происходит разряд отрицательно заряженных ионов (анионов), в электрохимии установилось название а н о д а; для того же, на котором происходит разряд положительных ионов катионов),—к а т о д а. Таким образом во внутренней цепи Г. э. анодом является отрицательный электрод, а катодом—положительный. При пропускании же тока извне возникающее обратное направление тока, или разряд анионов на положительном электроде, сделает его анодом, а разряд катионов сделает отрицательный электрод катодом. С точки зрения химии, процесс, происходящий на аноде, идентичен реакции окисления, а обратный процесс на катоде— реакции восстановления.



Фиг. 3.

I. Теория Г. э. Как источник электрич. тока Г. э. изучают: 1) со стороны его электрических характеристик, 2) со стороны связанных с прохождением тока химических превращений и 3) со стороны физического состояния и физико-химических свойств действующих веществ.

О б щ и е х а р а к т е р и с т и к и Г. э. Характерными величинами всякого Г. э. служат: E — эдс; $V=f(I, R, t)$ — напряжение замкнутого элемента, как функция силы тока I, внешнего сопротивления R и времени разрядки t; r—внутреннее сопротивление, зависящее от размеров электродов и сопро-

тивления электролита; иногда $r=f(t, t')$, т. е. r является функцией времени разрядки t или времени хранения t'; эдс поляризации $E_p = f(I, t)$ иногда объединяется с r под общим названием—внутренние потери, иногда E_p выражается в % от E. Ур-ия, связывающие эти величины, следующие:

$$V = E - E_p - Ir = IR,$$
$$r = \frac{(E - E_p) - V}{I}.$$

Полагая эдс поляризации пропорциональной силе тока, т. е. $E_p = kI$, что близко к действительности, и принимая $k + r = c$, получим выражение внешней характеристики Г. э.:

$$V = E - cI = E - \frac{c'}{R},$$

где $c' = cV$, и силы тока:

$$I = \frac{E}{R + c};$$

при последовательн. соединении n элементов в батарею:

$$I = \frac{nE}{R + nc} = \frac{E}{\frac{R}{n} + c};$$

при параллельном соединении n элементов:

$$I = \frac{E}{R + \frac{c}{n}};$$

иная группировка элементов в батареях в настоящее время почти не применяется. Электродвижущая сила:

$$E = IR + Ic;$$

мощность

$$P_{общ.} = IE = I^2R + I^2c;$$

отдача

$$\eta = \frac{P_{полезн.}}{P_{общ.}};$$

максимальная мощность при $R = c$

$$P_{полезн.max} = I^2R = \frac{E^2}{4R}.$$

Графически внешние характеристики для Г. э., у к-рого $E = 1$V и $c = 1\Omega$, изображены на фиг. 4; очевидно, что Г. э. по существу дела предназначены для работы при весьма малой разрядн. мощности, т. к. максимальная полезн. мощность составляет лишь 25% возможной при данной силе тока и напряжении цепи=эдс источника. Емкость по току:

при $I = \text{Const}$, $A_I = It_0$;

при $R = \text{Const}$, $A_R = \frac{V_{ср.}t_0}{R} = \frac{1}{R}\int_0^{t_0} V\,dt$,

где t_0 —разрядный период в часах.

Емкость по энергии:

при $I = \text{Const}$, $W_I = I.V_{ср.}t_0 = I\int_0^{t_0} V\,dt$;

при $R = \text{Const}$, $W_R = \frac{V^2_{ср.}t_0}{R} = \frac{1}{R}\int_0^{t_0} V^2\,dt$.

Термодинамические теории. Химические процессы, имеющие место в Г. э., с точки зрения термодинамики рассматривают как изотермически обратимые и, прилагая к ним уравнение свободной энергии, получают выражение, связывающее тепловой эффект химической реакции с электродвижущей силой Г. э. Ур-ие Гельмгольца:

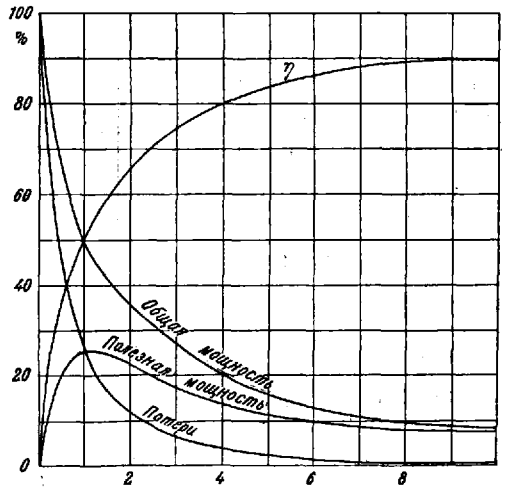
$$E = \frac{Q}{0{,}239n\mathrm{F}} + T\frac{dE}{dT},$$

где E—эдс Г. э. в V; Q—тепловой эффект в cal; n—число валентностей ионов, вступающих в химическ. реакцию, тепловой эффект к-рой Q; F—фарадей = 96 540 C = 26,8 Ah; 0,239—коэфф-т перевода J в cal; T—абсолютная темп-ра химич. процесса; $\frac{dE}{dT}$—температурный коэфф. эдс; для Г. э. он обычно меньше 1 mV на 1° (см. табл. 1).

Табл. 1.—Температурные коэффициенты эдс гальванического элемента[1].

Гальваническая цепь	$\frac{dE}{dT}$ в V на 1°	E при 0°
$Cu\|CuSO_4+100\ H_2O\|\|ZnSO_4+100\ H_2O\|Zn$ . . .	$+0{,}34\times10^{-4}$	1,0962 V
$Ag,\ AgCl\|Zn\ Cl_2+100\ H_2O\|Zn$	$-4{,}02\times10^{-4}$	1,015 »
$PbO_2\|H_2SO_4$ уд. в. 1,280 (при 25°)$\|Pb$	$+3{,}98\times10^{-4}$	2,111 »

Для данного Г. э. температурный коэфф. эдс может менять свою величину и знак в зависимости от концентрации реагирующих веществ и $T°$. Приводимая табл. 2, дающая



Фиг. 4.

значения эдс Г. э. при различных $t°$, позволяет вычислить также и соответственные значения температурного коэффициента эдс и убедиться в его изменчивости.

Табл. 2.—Эдс гальванического элемента при низких $t°$ [2].

$t°$	Обычный сухой элемент (в V)	Элемент с хлорист. серебром (в V)	Кислотный аккумулятор (в V)
20	1,540	1,06	2,116
10	1,537	1,05	2,113
0	1,533	1,04	2,111
−10	1,523	1,03	2,107
−20	1,512	1,02	2,103
−30	1,508	1,01	2,100
−40	1,530	1,00	2,098
−50	1,540	0,99	2,092
−60	1,540	0,98	2,087
−70	1,526	0,97	2,081

Г. э., обладающие наименьшим температурным коэфф-том, при соблюдении ряда других

условий применяются как эталоны эдс. При значении $\frac{dE}{dT}$, близком или равном нулю, для вычисления эдс Г. э. применима более простая формула (правило Томсона):

$$E = \frac{Q}{0{,}239nF}.$$

Пользование вышеприведенными формулами требует экспериментального определения $\frac{dE}{dT}$ и точного учета суммарного теплового эффекта химических реакций Г. э., что затруднительно и не всегда возможно. Это затруднение устраняется помощью 3-го начала термодинамики, дающего возможность исчислять эдс Г. э. из одних термических данных [3].

О с м о т и ч е с к а я т е о р и я Г. э. Потенциал ε соприкосновения пары электрод-электролит на основании осмотич. теории Г. э. Нернста выражается следующей формулой:

$$\varepsilon = \frac{RT}{nF} \ln \frac{P}{p},$$

где n и T имеют указанные выше значения; $\frac{R}{F}$ — электролитическая газовая константа, численное значение которой $0{,}864 \times 10^{-4}$, если ε выражено в V; P—упругость растворения электродного материала; $p = kC$ есть давление ионов в растворе, где C—концентрация ионов, выраженная в грамм-ионах/$л$. Ф-ла Нернста позволяет изучать в отдельности явления на аноде и катоде. Более удобно для пользования ее выражение в зависимости от концентрации ионов в электролите:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \frac{0{,}058}{n} \lg C,$$

где ε_0—постоянная, характерная для каждого иона величина, называемая электролитическим потенциалом соотв. электрода относительно электролита, содержащего 1 испытуемый грамм-ион в $л$ (ε_0 дается для 18° со знаком, отвечающим электроду в справочных таблицах нормальных потенциалов) [5], $\frac{0{,}058}{n} \lg C$—поправочный член на изменение концентрации,—берется со знаком (+) в случае образования катионов $M \to M^+$ и со знаком (−) в случае образования анионов $X \to X^-$ [4]. Эдс гальванич. цепи получается как разность потенциалов отдельных электродов:

$$E = [\pm \varepsilon_{(+)}] - [\pm \varepsilon_{(-)}] \text{ вольт.}$$

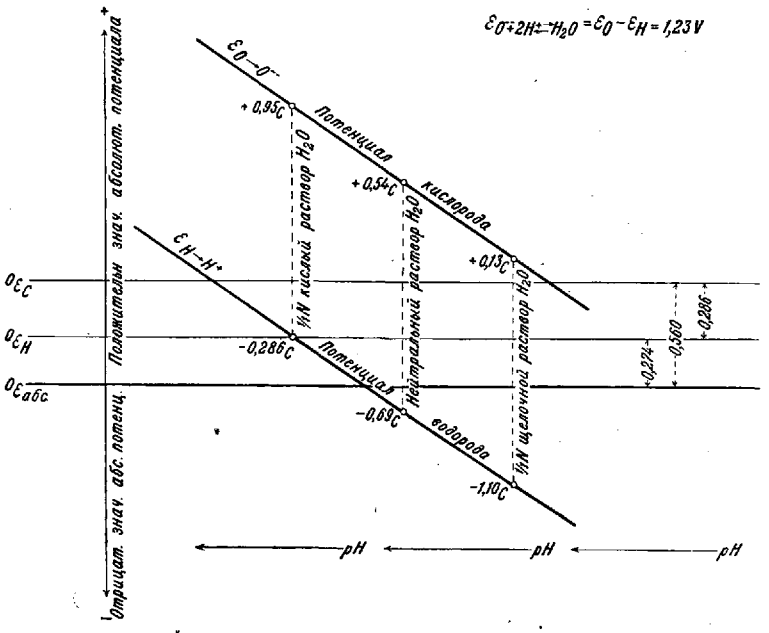
При непосредственном измерении ε в качестве условного нуля применяются вспомогательные электроды, обычно нормальные: водородный $\varepsilon_н$ или каломельный $\varepsilon_с$, связанные уравнением:

$$\varepsilon_н = \varepsilon_с + 0{,}286 \text{ вольт (при 18°).}$$

Абсолютный потенциал (не общепризнанная величина [6]) испытуемого электрода через вспомогательный определяется из ур-ий:

$$\varepsilon_{абс.} = \varepsilon_н + 0{,}274; \quad \varepsilon_{абс.} = \varepsilon_с + 0{,}560$$

или графически—см. фиг. 5 и табл. 3 [4]. На фиг. 5 С указывает на потенциал относительно каломельн. электрода, Н—относительно водородного электрода, pH—концентрация ионов водорода, N—нормальный раствор.



Фиг. 5.

Табл. 3.—Нормальные потенциалы водорода и кислорода (в V).

Водородный электрод			Кислородный электрод		
Пáры	$\varepsilon_с$	$\varepsilon_н$	Пáры	$\varepsilon_с$	$\varepsilon_н$
$H_2 \mid {}^1/_1 N OH^-$ . . .	−1,10	−0,82	$O_2 \mid {}^1/_1 N OH^-$ . . .	+0,13	+0,41
$H_2 \mid H_2O$	−0,69	−0,41	$O_2 \mid H_2O$	+0,54	+0,82
$H_2 \mid {}^1/_1 N H^+$ . . .	−0,28	±0,00	$O_2 \mid {}^1/_1 N H^+$ . . .	+0,95	+1,23

Я в л е н и я в з а м к н у т о й ц е п и (п о л я р и з а ц и я Г. э.). При прохождении тока потенциалы электродов, а с ними и эдс, изменяют свои первоначальные значения в разомкнутой цепи в зависимости от плотности тока на электродах и времени разрядки Г. э., благодаря изменению сопротивления электролита и отчасти электродов и в связи с изменением во времени состава и концентрации действующих веществ. Совокупное действие этих причин, выражающееся в нарастании внутренних потерь Г. э. по мере его разрядки, носит название поляризации Г. э. Характером и степенью поляризации (в этом общем смысле) обусловлены наиболее важные технические свойства Г. э. Различают следующие виды гальванической поляризации (табл. 4):

Табл. 4.—Виды поляризации гальванических элементов.

Наименование и причина	Размер и место возникновения	Устранение
Концентрационная	Значительная у пористых электродов; незначительная у сплошных электродов	Химич. средствами; обычно не устраняется
Химическая: малая скорость реакции, выделение водорода и других веществ с противоэлектродвижущей силой	Имеет место гл. обр. на катоде	Катализаторы. Химич. деполяризаторы. Адсорбирующие средства
Механическая: выпадение нерастворимых и непроводящих ток осадков	На обоих электродах, сильнее—на пористом (катоде)	Локализация осадка или другие б. ч. химич. средства

Деполяризация. В применении к Г. э. под деполяризацией обычно подразумевают лишь катодную деполяризацию в виду того, что против анодной, по незначительности ее, мер не принимается. Отсюда под названием деполяризатор понимают не добавочный материал, а основное действующее на катоде вещество, что, разумеется, не совсем правильно. В силу технических и экономич. причин наибольшее практич. значение приобрели Г. э., в к-рых в качестве анода применен сплошной металлический, т. н. растворимый, электрод, а в качестве катода—пористый, нерастворимый, большей частью кислородный электрод.

Явления в разомкнутой цепи (саморазряд Г. э.). Побочные процессы в Г. э. связаны с второстепенными реакциями, имеющими место при разомкнутой внешней цепи. Они имеют большое значение для хранения Г. э., вызывая так называемый саморазряд элементов. Внутренние причины (исключая, разумеется, короткие замыкания, небрежное изготовление и прочее) саморазряда сгруппированы в табл. 5.

Степень действия металлических пар (группа А, а) обусловлена не столько эдс цепи

$$M_1 \text{ (раств. электрод)} \mid \text{электролит} \mid M_2 \text{ (постор. металл)},$$

сколько эдс следующей цепи:

$$M_1 \mid \text{электролит} \mid H_2(M_2),$$

к-рая определяется величиной добавочного напряжения (перенапряжения), необходимого для выделения водорода на поверхности данного материала. Величины этих добавоч. напряжений для наиболее важных материалов при гладкой поверхности даны в табл. 6[7].

Табл. 6.—Перенапряжения водорода на гладкой металлической поверхности.

Металл	Перенапряжение в V	Металл	Перенапряжение в V	Металл	Перенапряжение в V
Pt	0,08	Cu	0,415	Zn	0,70
Fe	0,23	Cd	0,48	Pb	0,78
Ni	0,29	Ag	0,495	Hg	0,80

Этим, например, объясняется безвредность присутствия свинца в цинке Г. э.

II. Основные виды Г. э. История развития Г. э. видна из табл. 7.

Табл. 7.—Исторические даты развития элементов.

Годы	Автор	Открытие или изобретение
1789	Гальвани	Опыты с физиологическим действием тока
1794	Вольта	Первый Г. э.
1800	»	Вольтов столб и первая батарея из Г. э.
1833	Грове	Первое применение деполяризатора
1836	Даниель	Введение принципа различных упругостей растворения металла
1841	Бунзен	Изготовление искусственного угля; хромовый деполяризатор
1859	Мейдингер	Технич. применение Г. э.: телеграфный элемент
1865	Лекланше	Применение перекиси марганца и хлорист. аммония
1879	Меш	Применение деполяризации кислородом воздуха
1882	Лаланд	Применение окиси меди и щелочного электролита
1888	Гаснер	Сухой элемент
1914	Фери	Техническое применение воздушной деполяризации

Эта сводка показывает, что в отношении анода вопрос технически удовлетворительно

Табл. 5.—Классификация побочных явлений в гальванических элементах.

Группа явлений	Причина	Действие	Внешнее проявление
Группа А. Действие на металлический растворимый электрод	а) Местная пара создается присутствием в исходном материале электродов или электролита посторонних примесей (металлов или их соединений); б) концентрационная цепь создается неодинаковой плотностью электролита или неодинаковой физической структурой металла в разных точках поверхности; в) химич. растворение электрода, например действием растворенного в электролите кислорода	Неравномерный износ, потеря емкости одного электрода, преждевременный выход из строя всего элемента	Незначительн. уменьшение эдс, заметное увеличение внутренних потерь
Группа Б. Взаимодействие электродов	г) Присутствие в электролите примесей в виде ионов разной валентности, наприм. $Fe^{\cdot\cdot} \rightleftarrows Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ д) Диффузия растворенного катодного материала к аноду или обратно	Потеря емкости обоих электродов (незначительная)	Возможно значительное уменьшение эдс и значительное увеличение внутренних потерь

был решен уже в первом Г. э. Вольта. Цинк и по настоящее время, за исключением очень редких случаев, является незаменимым материалом в качестве анода. Вся история гальванических элементов связана с отысканием наиболее подходящего материала в качестве катода вообще, кислородного электрода в частности и отчасти состава и обработки электролита.

Классификация Г. э. может быть произведена по разным признакам. Конструктивное деление на элементы с одной и элементы с двумя жидкостями в настоящее время устарело. Существенное значение, подтверждаемое историей элементного дела, имеет химич. состав и исходное физич. состояние катодного материала (табл. 8).

Изображения типичных представителей разных групп гальванических элементов даны в табл. I, где указаны и основные химические процессы и соответствующие последним электродвижущие силы.

а) Г. э. с жидким катодным материалом (деполяризатором). Г. э. группы «а»—в большинстве случаев элементы с двумя жидкостями, с проницаемой перегородкой или без нее, имеют гл. обр. историч. интерес и академич. значение (классическая гальванич. цепь Даниеля). Находят более заметное применение в телеграфной практике элементы Мейдингера без диафрагмы. Более поздние Г. э. этой группы—элементы Шустера [8] с диафрагмой:

I. Zn амальг.	КОН	$Na_2Cr_2O_7$, H_2SO_4	С, эдс ∽2,75 V
II. Zn амальг.	КОН	$HMnO_4$ H_2SO_4	С, эдс ∽2,85 V

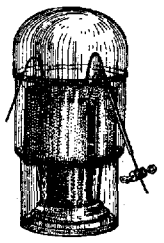
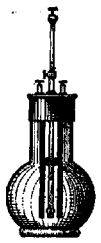
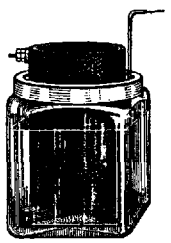
и Л. Даримонта [9] с полупроницаемой перепонкой в порах перегородки.

Табл. 8.—Классификация гальванических элементов по химическому составу и исходному физическому состоянию катодного материала.

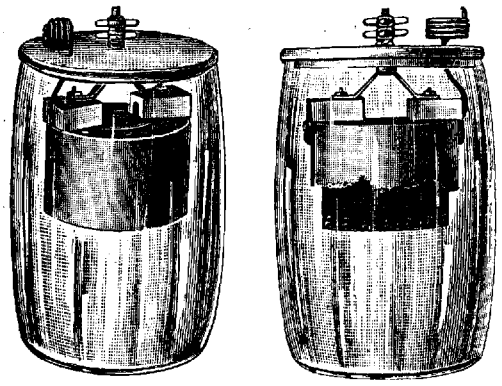
Химич. состав катодного материала / Физич. состояние	А. Содержит соль катодного металла	Б. Содержит активный кислород или другой анион
а) Жидкий	а) Напр. элементы Даниеля, Мейдингера	а) Напр. хромовый элемент
б) Твердый (мало растворим)	б) Напр. элемент с хлористым серебром	б) Напр. элемент Лекланше
в) Газообразный	в) Такого элемента не имеется	в) Напр. элемент Фери

б) Г. э. с твердым катодным материалом. Г. э. группы «б» имеют в настоящее время наибольшее практич. значе-

Табл. I.—Типичные представители гальванических элементов.

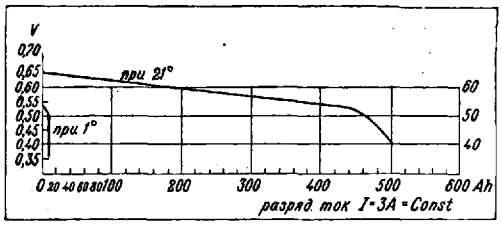
Группа А, а Г. э. Мейдингера	Группа А, б Г. э. с хлористым серебром	Группа А, в
 $Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$ эдс ∽ 1,1 V	 $Zn + 2\,AgCl = ZnCl_2 + 2\,Ag$ эдс ∽ 1,1 V	Не имеется
Группа Б, а Г. э. с хром. жидкостью (Грене)	**Группа Б, б** Г. э. типа Лекланше	**Группа Б, в** Г. э. типа Фери
 $3\,Zn + 2\,CrO_3 + 6\,H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3\,ZnSO_4 + 6\,H_2O$ эдс ∽ 2,0 V	 $Zn + 2\,NH_4Cl + 2\,MnO_2 = ZnCl_2 + Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$ эдс ∽ 1,5 V	 $Zn + H_2O + O = Zn(OH)_2$ эдс ∽ 1,25 V

ние. По разряду «А» к ним относятся, помимо указанного в табл. I элемента с хлористым серебром, применяющегося для медицинских целей, известные как эталоны



Фиг. 6.

напряжения нормальные элементы—Кларка: $Zn + Hg_2SO_4 = ZnSO_4 + 2\,Hg$, эдс 1,433 V при 15°, и Вестона: $Cd + Hg_2SO_4 = CdSO_4 + 2\,Hg$, эдс 1,0184 V при 20°; по разряду «Б» к этой группе Г. э. относятся, помимо многочисленных форм выполнения известных элементов Лекланше с нейтральным электролитом, несколько типов элементов со



Фиг. 7.

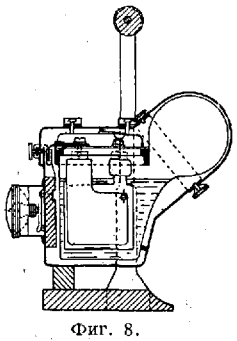
щелочным электролитом (Лаланда, Эдисона, Ведекинда и других), работающих по следующей схеме:

Zn | NaOH | CuO | Cu, эдс 0,8—1,0 V;

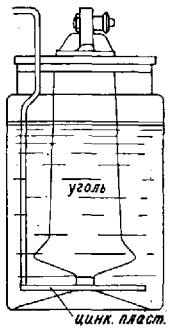
химическая реакция:

$$Zn + 2\,NaOH + CuO = Zn(ONa)_2 + H_2O + Cu.$$
(25° Bé)

Одна из подобн. современ. американ. конструкций [10] представлена на фиг. 6 (левый



Фиг. 8.



Фиг. 9.

рисунок—Г. э., не бывший в употреблении, правый—разряженный); разрядный график показан на фиг. 7. Эти элементы применяются для железнодорожной и другой сигнализации и изготовляются размерами на 100—600 Ah емкости. Вследствие их низкого напряжения эксплоатация обходится дорого; элементы эти чувствительны к колебаниям $t°$. Известны также элементы этой группы с кислотным электролитом, работающие по схеме:

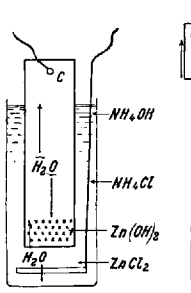
Zn | H_2SO_4 | PbO_2, эдс ~ 2,40 V;

химическая реакция:

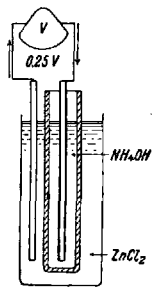
$$Zn + 2\,H_2SO_4 + PbO_2 = ZnSO_4 + PbSO_4 + 2\,H_2O.$$

Форма выполнения элемента этого типа для карман. фонаря изображена на фиг. 8 [11].

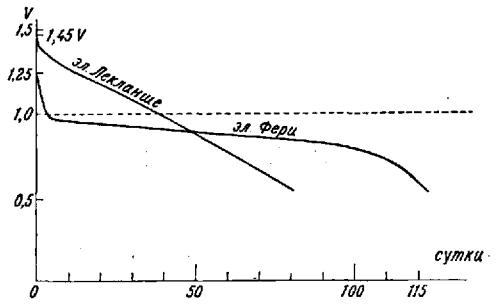
в) Г. э. с газообразным катодным материалом. Г. э. группы «в» в последние годы начинают приобретать промышленное значение (до сих пор, главным обр., во Франции); известны как элементы с воздушной деполяризацией, вернее — деполяризацией кислородом воздуха. Одним из первых получил более широкое признание элемент Фери. Своей работой с газовым электродом Фери не только дал пути к разрешению вопроса о значительной экономии расхода цинка в Г. э., но и удачно обошел затруднения, связанные с переходом кислорода из газа в ионное состояние, попутно осветив опытным путем механизм деполяризации [12, 13, 14]. Сущность устройства (фиг. 9) этого элемента такова: на дне сосуда расположена горизонтально цинковая пластинка; в непосредственной с ней близости находится вертикальный угольный электрод,



Фиг. 10.



Фиг. 11.



Фиг. 12.

особым образом изготовленный, с высокой пористостью и электропроводностью, выступающий над электролитом (раствором хлористого аммония).

Физико-химические процессы элемента Фери. Теоретическое ур-ие

$$Zn + H_2O + O_{возд.} = Zn(OH)_2$$

не совсем точно. Фактически процесс распадается на две фазы. В первой фазе:

$$Zn + 2\,NH_4Cl + H_2O + O = ZnCl_2 + 2\,NH_4OH$$

образуется $ZnCl_2$, как и в обычном элементе Лекланше, но затем, по мере работы, происходит расслоение электролита на три слоя:

Табл. 9.—Сравнение элементов Фери, Лекланше и Мейдингера по расходу главных материалов (на 1 Ah).

Материалы		Эл. Фери ~ 1,25 V		Эл. Лекланше ~ 1,50 V		Эл. Мейдингера ~ 1,1 V	
		теорет.	практ.	теорет.	практ.	теорет.	практ.
На катоде	Кислорода	208,5 *см*³	208,5 *см*³	—	—	—	—
	Воздуха	992 »	992 »	—	—	—	—
	MnO_2	—	—	3,25 *г*	5,0 *г*	—	—
	$CuSO_4 + 5\,H_2O$	—	—	—	—	4,62 *г*	28,9 *г*
На аноде . . .	Zn	1,228 *г*	1,25 *г*	1,228 *г*	5,5 *г*	1,228 *г*	7,63 *г*
Электролита .	NH_4Cl	0	1,0 *г*	2,0 *г*	2,5 *г*	—	—

удельно тяжелый $ZnCl_2$ (слабо кислая среда) остается на дне и покрывает цинк (фиг. 10)[15], предохраняя его от неравномерного разъедания; образующийся на угле удельно более легкий раствор NH_4OH всплывает наверх (слабо щелочная среда), а посредине остается по преимуществу нейтральный раствор неизрасходованного NH_4Cl. По мере сближения крайних слоев и уменьшения *общего содержания* NH_4Cl в растворе наступает вторая фаза процесса:

$$ZnCl_2 + 2\,NH_4OH = Zn(OH)_2 + 2\,NH_4Cl,$$

при чем NH_4Cl частично регенерируется, а осадок окиси цинка выпадает на границе соединения крайних слоев; нижняя, обращенная к цинку, часть угольного электрода все время остается чистой и, главное, погруженной в раствор $ZnCl_2$. Противоположно направленная эдс жидкостной пары (фиг. 11) [15]

$$+\,|\,ZnCl_2\,|\,NH_4OH\,|\,-,$$

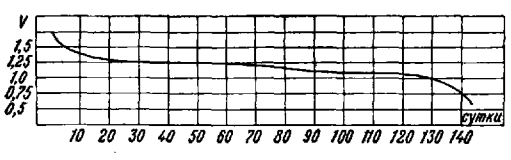
приблизительно равная 0,25 V, не уменьшает основной эдс, т. к. замкнута накоротко угольным электродом. Угольный (газовый) электрод в нижней части насыщается адсорбированным водородом, в верхней—кислородом. Степень деполяризации этого электрода обусловливается работой коротко замкнутой пары:

$$-\,|\,C\,|\,H_2, ZnCl_2\,|\,NH_4OH, O\,|\,C\,|\,+$$

с эдс ~ 0,5—1,0 V.

Этим объясняется устойчивость работы элемента, к-рая зависит гл. обр. от качества угольного электрода.

Сравнение Г. э. с газовым, твердым и жидким катодным материалом. Сравнительный график разрядок элемента Фери с элементом Лекланше



Фиг. 13.

показан на фиг. 12 [15]. Сравнительный расход материалов в элементах с различным физическим состоянием катодного материала показан в табл. 9 [15] для случая разрядки очень слабым током или более сильным с перерывами. Фери дает следующие сравнительные стоимости выработки одного Ah:

Эл. Фери	Эл. Лекланше	Эл. Мейдингера
1	4,5	13,5

Другой метод сравнительной оценки Г. э см. ниже. Кроме элементов Фери, в настоящее время известны элементы с воздушной деполяризацией Le Carbone [16] и со щелочным электролитом Нея [12], Нюберга [18] и Юнгнера [19]. На фиг. 13 дан разрядный график Г. э. фирмы Le Carbone, тип AD 220, на постоянное сопротивление 5Ω.

Г. э. мокрые и сухие различают по состоянию их электролита: в виде жидкого водного раствора, или превращенного в желеобразную, клейкую массу каким-либо загустителем (крахмал), или, наконец, в виде малоподвижного и невыливающегося, для чего жидким электролитом пропитывают пористую инертную массу-наполнитель (древесные опилки, гипс, песок, картон).

Сухие Г. э. типа Лекланше. Г. э. типа Лекланше с сухим электролитом издавна получили наибольшее практич. применение и промышленное значение. В связи с этим в последнее время проделано много работ для освещения происходящих в нем физико-химических процессов. Схема гальванической цепи этого элемента:

$$-\,|\,Zn\,|\,ZnCl_2,\ NH_4Cl,\ Aq\,|\,MnO_2\,|\,C\,|\,+$$

Установлено[17] раскисление MnO_2 до Mn_2O_3. В отличие от элемента Фери (вертикальное расположение электродов и присутствие в электролите $ZnCl_2$), расслоение малоподвижного электролита здесь наступает в меньшей степени. Различают три стадии химических реакций:

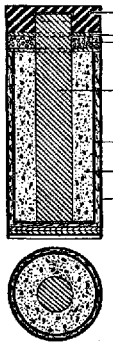
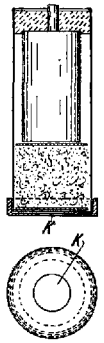
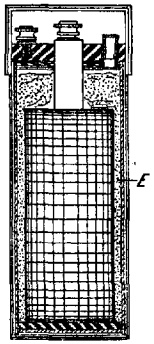
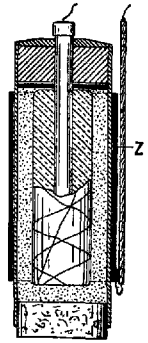
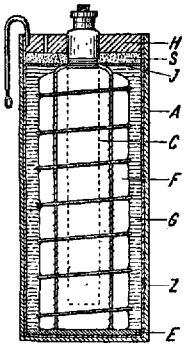
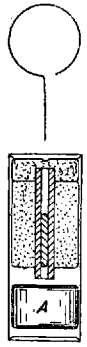
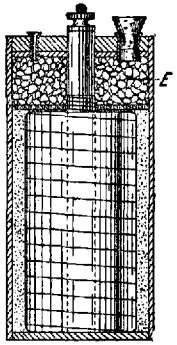
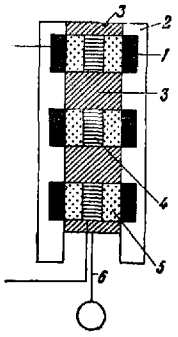
I. $Zn + 2NH_4Cl + 2MnO_2 = ZnCl_2 + Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$
(начальная при насыщенном NH_4Cl электролите).

II. $Zn + 2NH_4Cl + 2MnO_2 = \underset{\text{кристаллич. осадок}}{ZnCl_2 \cdot 2NH_3} + Mn_2O_3 + H_2O$
(связывание NH_3 при уменьшении NH_4Cl).

III. $Zn + H_2O + 2MnO_2 = \underset{\text{аморфный осадок}}{Zn(OH)_2} + Mn_2O_3$
(связывание H_2O при большой концентрации $ZnCl_2$ и малой NH_4Cl).

Кроме того, взаимодействие NH_4OH и $ZnCl_2$ при нек-рых условиях [21] сопровождается

Табл. II.—Формы выполнения сухих гальванических элементов.

	Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV	Группа V
а	 Отличается от «б» тем, что *G*—слой картона, пропитанного электролитом	 Г. П. 403060, М. Цейлер. Нажатием подставки *K* загущенный электролит продавливается между электродами.	 Г. П. 402307, Ле-Карбон. *E*—сухой электролит	То же, что и группа III, а, но с отдельным флаконом жидкого электролита	 Г. П. 391151, И. Лейнер. *Z*—наружный цинковый полюс
б	 *A*—картон. футляр, *Z*—цинк. полюс, *C*—уголь, *E*—изоляция от дна, *F*—деполяризатор, *G*—желатинир. электролит, *H*—заливочная смолка, *J*—парафин. картон. прокладка, *S*—прослойка из опилок	 Г. П. 415233, Маннесман. *A*—стеклянная ампула	 Г. П. 386623, Ever Ready C°. *E*—сухой электролит	То же, что и группа III, а, но с отдельным сухим электролитом, напр., в форме таблеток	 Г. П. 457806, Г. Келлер. *1*—цинк в изолированной трубке *2*; *3*—резиновая шайба, *4*—деполяризатор, *5*—сухой электролит, *6*—поршень

образованием также и хлорокиси цинка по следующему уравнению:

IV. $ZnCl_2 + NH_4OH = Zn(OH)Cl + NH_4Cl$ (с частичной регенерацией NH_4Cl).

Фактич расход MnO_2 иногда меньше, чем требуется уравнениями 1, 2 или 3, что объясняется участием в реакциях кислорода воздуха, поскольку обеспечен доступ последнего, или может быть другими, еще мало освещенными явлениями адсорбции на катоде [1]. Поляризация электродов обусловлена глав. образом повышением концентрации ионов OH^- и в меньшей степени Zn^{++} (табл. 10) [7].

Табл. 10.—Потенциалы электродов элемента Лекланше в различных электролитах.

Электрод	Электролит	$\varepsilon_{абс.}$ в V	Электрод	Электролит	$\varepsilon_{абс.}$ в V
Zn	$ZnSO_4$ $^1/_1N$	−0,522	MnO_2	H_2SO_4 $^1/_2N$ / $MnSO_4$ $^5/_{100}N$	+1,73
»	» $^1/_{10}N$	−0,551	»	NH_4Cl $^1/_1N$	+0,98
»	» $^1/_{100}N$	−0,580	»	KOH $^1/_{10}N$	+0,69

Имеет место также механич. поляризация (см. табл. 4) осадками $ZnCl_2 \cdot 2\,NH_3$; $Zn(OH)_2$ и $Zn(OH)Cl$. Особенно вредны два последних, закрывающие доступ электролита внутрь пористого катода (агломерата). Саморазряд сухих элементов по сравнению с мокрыми, за исключением элемента Фери, значительно меньше, но в значительной степени зависит от способа и качества изготовления (см. ниже).

Классификация сухих Г. э. В случае необходимости иметь запас на несколько лет, а также в других специфическ. условиях работы (напр. в тропич. странах), предпочитают применять незаряженные или не вполне заряженные Г. э. длительного хранения, которые перед употреблением должны быть приведены в действующее состояние. Но при этом надо иметь в виду, что срок службы таких элементов меньше, чем обычных сухих Г. э. В виду большого разнообразия в выполнении сухих Г. э. ниже приведена их классификация (табл. 11) по конструктивным признакам с кратким указанием того, в какой мере и как выполняются условия длительного хранения; кроме того, в табл. II [22, 23] показаны примерные формы выполнения некоторых из них.

III. Применение Г. э. Стоимость электрич. энергии от Г. э. Теоретич. расход материалов, к-рые могут быть применены в качестве электродных, и соотношение стоимостей (до войны 1914—18 гг.) этих материалов на 1 Wh (табл. 12) показывают, что выбор последних ограничивается либо высокой стоимостью (особенно Cd, Ag, Ni, Pb), либо техническ ми затруднениями напр. Al, H_2). Кроме того, если учесть, что стоимость 1 полезного Wh от практически наиболее экономично работающего элемента Фери обходится ок. 80 к., считая один лишь расход материалов [7], то станет понятным, что и по экономическим и по технич. причинам Г. э. находят применение лишь в случаях потребления приемником малого расхода энергии вообще и с малой разрядной мощностью

Табл. 12.—Относительные стоимости электродных материалов на 1 теоретический Wh.

Веществ	Эквивалентн. вес	Ah/г	$\varepsilon_{абс.}$	Wh/г	Относительн. стоимость
а) анодные материалы при стоимости Zn/Wh=1:					
H_2 . . .	1,0	26,8	+0,274	7,3	0,025
Al . . .	9,0	3,0	−1,01	3,0	0,53
Zn . . .	32,7	0,82	−0,50	0,40	1
Fe . . .	27,9	0,96	−0,16	0,15	1
Mg . . .	12,2	2,2	−1,28	2,8	3,0
Cd . . .	56,2	0,48	−0,13	0,06	50,0
б) катодные материалы при стоимости MnO_2/Wh=1:					
O_2 . . .	8	3,35	+1,50	5,0	0,01
$2\,MnO_2$.	87	0,31	+0,98 *	0,3	1
$Na_2Cr_2O_7$	43,6	0,61	+1,40 **	0,85	7
Cu . . .	31,8	0,85	+0,61	0,50	8
CuO . .	39,8	0,67	+0,40***	0,27	11
PbO_2 . .	119,6	0,22	+1,87	0,41	18
Ni_2O_3 . .	82,7	0,33	+0,75	0,25	160
Ag . . .	107,9	0,25	+1,07	0,27	520

* В растворе NH_4Cl. ** В растворе H_2SO_4.
*** В растворе NaOH.

в частности. Кроме того, во многих случаях применение Г. э. диктуется не столько их экономичностью, сколько их незаменимостью и рядом практических удобств. Последним объясняется преимущественное распространение элементов типа Лекланше, в особенности сухих.

Классификация Г. э. по роду службы. Электротехнически применение Г. э. можно объединить в режимах, указанных в табл. 13 (несколько иные способы

Табл. 13.—Классификация Г. э. по роду службы.

Удельная нагрузка	Действие	Пример применения
1. Малая, порядка десятых и меньше долей А на *л* объема или *кг* веса	а) Непрерывное	Телеграфн. служба
	б) Периодическое	Телефонная и радиосвязь
2. Более значительная, порядка 1—10 и больше А на *л* объема или *кг* веса	а) Непрерывное	В исключительных случаях
	б) Периодическое	Сигнализация, запал и карманные лампы

деления приведены в «Материалах совещания по источникам тока» [26]).

Если сравнить технич. данные элементов различных видов, напр. элементов типа Фери с сухими типа Лекланше, то оказывается, что одно и то же удельное использование порядка 50 Wh/*л* может быть получено при удельной нагрузке для элементов типа

Табл. 11.—Классификация сухих элементов (типа Лекланше).*

№№	Группа	Конструкция		Свойства	
		Отличительные признаки	Дополнительная манипуляция	Срок хранения	Использование объема и веса
I	Сухой	а) Раствором электролита насыщена гигроскопич. масса внутри элемента б) Желеобразный электролит заполняет внутреннее пространство элемента	Нет (элемент окончательно собирается на заводе)	Обычно не выдерживает длительного хранения на складах, саморазряжается или высыхает	Наиболее полное использование веса и объема
II	С готовым электролитом внутри	а) Готовый электролит смачивает один электрод; другой помещается в особой камере	Подвергается внешнему воздействию, благодаря которому свободный электрод перемещается в активную область элемента: вся манипуляция проходит в несколько минут	Теоретически хранится неограниченное время	Имеется мертвый объем внутри элемента, иногда достигающий больших значений
		б) Готовый электролит помещается в специальной камере, не смачивая ни одного из электродов	То же, но только перемещается электролит, к-рый заполняет активную область элемента. Хотя манипуляция совершается быстро, но элемент становится готовым для действия примерно через 1—2 часа		
III	Водоналивной	а) Сухой электролит помещается в соприкосновении с обоими электродами	Приводится в действие вливанием воды, которая должна вводиться небольшими порциями в течение 1—2 ч., после чего элемент совершенно готов	Легко возможен саморазряд элемента при хранении на складах в виду притягивания агломератом влаги	Объем и вес элемента используются полностью
		б) Сухой электролит помещается в особой камере		Частичный саморазряд возможен иногда, если агломерат притянет достаточно влаги	Имеется мертвый объем внутри элемента, который при удачной конструкции бывает иногда достаточно малым
IV	Наливной	а) Готовый электролит помещается в особом флаконе независимо от корпуса элемента	Приводится в действие вливанием готового электролита небольшими порциями в течение 1—2 ч.	Теоретически хранится неограниченное время	Объем элемента используется полностью, но необходимо учитывать большой мертвый объем и вес отдельного флакона
		б) Сухой электролит помещается в специальной упаковке независимо от самого элемента	Для приведения в действие сначала растворяют электролит, а затем поступают обычным порядком; на это требуется ок. 2 ч.		Объем элемента используется полностью, мертвый объем сухого электролита значительно меньше, чем готового
V	С отдельным электродом	а) Отдельным электродом является цинк, к-рый хранится надетым на корпус элемента	Для приведения в действие вставляется цинк, для чего требуется некоторое вскрытие элемента; на это идет около $^1/_2$ ч. времени	Возможен частичный саморазряд в сырых помещениях	Внутренний объем элемента используется полностью. Наружный объем (для перевозки) увеличивается весьма незначительно
		б) Отдельным электродом является положительный электрод с агломератом и электролитом, изолированными от цинка	Приводится в действие вдвиганием агломерата с электролитом в неподвижный цинк. Манипуляция занимает 1—2 минуты		Увеличение объема почти вдвое. Увеличение веса менее значительное

* Составлена инж. В. В. Новиковым.

Табл. 14. — Производство сухих элементов.

Страна	Годы	Количество шт. или единиц	Стоимость	Примечание
СССР	1926—30	4 000 000 ед.	2 000 000 р.	В среднем по 5-летн. программе [26,27]
С. Ш. А.	1923	221 859 834 шт.	18 903 269 [28] долл.	Производство с 1899 по 1926 год увеличилось в 35 раз [30]
	1925	—	37 238 607 [28] »	
	1926	—	80 000 000 [28] »	Производство анодных батарей с 1921 по 1926 г. увеличилось в 500 раз

Лекланше 0,1—0,25 А/л, для элементов же типа Фери лишь при 0,02—0,05 А/л. Этим объясняется сравнительно малый успех Г. э. типа Фери, несмотря на их преимущество в отношении экономичности. При более полной сравнительной оценке необходимо принять во внимание также и допустимый диапазон разрядного напряжения и ряд других условий. Наиболее удачной системой, легче других приспосабливаемой к различным встречающимся на практике режимам работы приемников, до настоящего времени следует считать систему Лекланше, чем и объясняется ее широкое распространение.

Промышленное изготовление Г. э. Наибольшее промышленное значение имеют Г. э. группы «1, б» (табл. 13), т. е. сухие с желеобразным электролитом. Масштаб производства этих Г. э. виден из табл. 14. В настоящее время во многих странах проведена нормализация продукции Г. э. В Германии [31] стандартизованы 8 типов сухих элементов, 2 типа мокрых и 1 тип карманных батареек. В Америке [32]—2 типа сухих элементов, 5 типов карманных батареек и 2 типа анодных радиобатарей. Проект общесоюзного стандарта на Г. э. цинк—уголь—перекись марганца с неподвижным электролитом [33] (табл. 15) предусматривает 7 типов сухих и водоналивных Г. э.

Табл. 15.—Общесоюзный стандарт на Г. э. (проект).

Наименование и условное обозначение	Размеры в мм			Миним. нач. напряж. на 10 Ω сопрот.	Миним. емкость в Ah до 0,7 V напряжен. на 10 Ω сопротивл.	
	ширина	длина	высота без зажимов		сухой	водонал.
Большой (Б. Э.)	40	80	175	1,40	42	35
Нормальн. (Н. Э.)	55	55	125	1,40	23	20
Средний (С. Э.)	40	40	90	1,36	6	5
Малый (М. Э.)	32	32	75	1,36	3	2,5
Нормальн. круглый (Н. Э. К.)	55	—	125	1,40	23	20
Средний круглый (С. Э. К.)	40	—	90	1,36	6	5
Малый круглый (М. Э. К.)	32	—	75	1,36	3	2,5

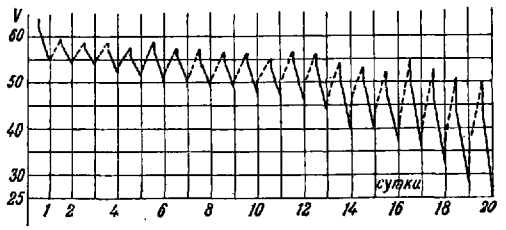
К производству радиобатарей (анодные и накала), в особенности первых, предъявляются наиболее высокие требования, например в отношении однородности элементов. В настоящее время конструкцию их еще нельзя считать окончательно установленной не только у нас, но и за границей, хотя в последнее время, особенно в Америке, техника их изготовления достигла большого совершенства [30]. На фиг. 14 показаны графики [34] периодической разрядки анодной батареи, а на фиг. 15 дан вид одного из элементов радиобатареи.

Основные материалы для производства сухих элементов. Перекись или двуокись марганца, в виду ее малой проводимости, чаще всего применяется в тесной смеси с графитовым порошком, в виде так называемых агломератов—пористых (до 40%) тел, окружающих угольный токоотводящий стержень (см. табл. II). Баланс стоимости материалов в основном складывается (в процентах) из:

цинка	20—40	графита	ок. 15
угля	10—30	электролита	» 10
перекиси марганца	10—20	прочих частей	5—20

Промышленные требования максимального использования действующих материалов в Г. э. следует рассматривать с двух сторон: а) со стороны стойкости этих материалов к *самопроизвольному расходованию* и б) со стороны их активности во время работы. Первое требование относится по преимуществу к аноду, второе—к катоду. В отношении цинка установлено [35, 36], что не меньшую (если не бо́льшую) роль, чем химическ. состав, играют состояние его поверхности и кристаллическ. структура, т. е. свойства, зависящие от обработки этого прокатного материала. В качестве двуокиси марганца применяют: а) марганцевую руду (пиролюзит), б) искусственную (химически полученную) перекись марганца, в) смесь той и другой, например 2 вес. части первой и 1 вес. часть второй [36]. Первая отличается большей стойкостью и электропроводностью, вторая—большей активностью [37]. Минералогическое происхождение и степень полимеризации пиролюзита также имеют большое значение. В СССР применяется почти исключительно чиатурский пиролюзит [38]. Использование MnO_2 в агломерате находится в весьма сложной зависимости от: а) природы применяемого графита [39, 41], б) степени измельчения обоих ингредиентов (величина зерна порядка 0,05 *мм* [40]), в) их электропроводности [39], г) состава смеси и ее приготовления (давления) [37], и, наконец, д) адсорбирующей способности MnO_2 и графита. В среднем при непрерывной разрядке до 0,7 V использование пиролюзита в сухих элементах составляет не более 20—30% (раскисление до Mn_2O_3), а искусственной перекиси марганца (MnO_2) составляет 60—70%. Отношение $\frac{MnO_2}{\text{графит}}$ в современных элементах равно 2—4.

Электролит сухих Г. э. Качество сухих Г. э., в особенности способность к хранению, в сильной степени зависит не только от химического состава электролита, но и от физич. свойств, способа наполнения и пр. Зависимость разъедания гладкого металлического цинка в растворах нашатыря различной концентрации изображена на фиг. 16 [35],



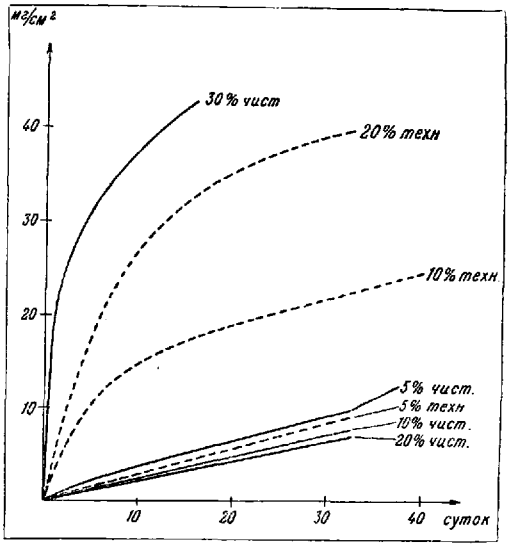
Фиг. 14.

из к-рой видно, что минимальная коррозия имеет место с 20%-ным чистым раствором NH_4Cl (влияние отдельных примесей рассматривается Друкером [35]). Концентрацию NH_4Cl в электролите сухих элементов, согласно теории, желательно иметь максимальную. Одной из полезных добавок в смысле уменьшения растворения цинка является хлористый цинк (см. ур-ие Нернста), как видно из фиг. 17 [42], для раствора, содержащего 25 *г* NH_4Cl на 100 *см*³ раствора $ZnCl_2$ различной концентрации. Из этого графика также видно, что влияние амальгамирования цинка существенно сказывается на коррозии лишь в отсутствии $ZnCl_2$, а также, что увеличение содержания $ZnCl_2$ сверх 25% (уд. вес 1,24) сказывается на коррозии значительно меньше, притом, как следует из теории, невыгодно в отношении скорого образования $Zn(OH)_2$. Интересно отметить, что оптимальная, повидимому, концентрация $ZnCl_2$ отвечает комплексу $ZnCl_2 \cdot 2\,NH_4Cl$.



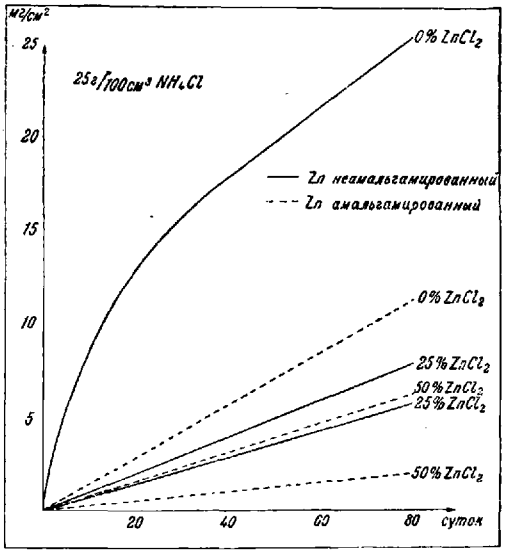
Фиг. 15.

Из других свойств электролита существенным оказывается его вязкость. По Друкеру [35], 5%-ный клейстер раствора NH_4Cl оказывает меньшее действие на цинк, чем 10%-ный. Известны два метода желатинизации электролита: 1) жидким электролитом наполняют элемент и затем нагревают до образования клейстера (обычный способ) 2) желатинизацию производят при обыкновенной $t°$ действием хлористого цинка [43]. В качестве загустителя обычно применяют смесь двух в. ч. крахмала на одну весовую часть муки. Установлено, что наиболее пригодной для сухих элементов является вязкая желтоватая масса, которая получается в случае состава с наименьшим временем желатинизации. Влияние концентрации $ZnCl_2$ на скорость желатинизации растворов видно на фиг. 18. Полученные соотношения позволяют применять два негустеющих в отдельности состава (табл. 16), которые при сливании вместе при комнатной температуре дают массу требуемых свойств, и притом в заранее рассчитанное время. Этим ценным качеством $ZnCl_2$, наряду с отмеченными выше, а также в виду его гигроскопических и консервирующих свойств, объясняются как непонятное на первый взгляд введение в свежий



Фиг. 16.

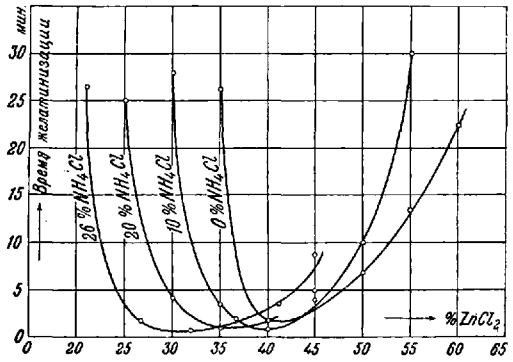
Г. э. материала, образующегося как продукт работы элемента, так и те преимущества в отношении емкости и срока хранения, которыми обладают изготовленные сухими на заводе элементы перед наливными и другими их формами без применения $ZnCl_2$. Образованию двойных соединений с NH_3 в последнее время препятствуют применением



Фиг. 17.

электролита без NH_4Cl, а именно из хлористого магния с добавкой хлористого марганца [36]. Способ напитывания агломерата электролитом и наполнение элемента следует рассматривать в отношении его сохраняемости как предохранение Zn от действия на него кислорода воздуха. Необходимый

для правильного функционирования и безвредный для расположенного на дне цинка в элементах типа Фери кислород воздуха в сухих Г. э., наоборот, оказывает сильное



Фиг. 18.

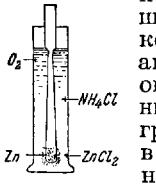
разрушительное действие на цинк, в особенности в соединении с концентрационной парой (фиг. 19) [15], действующей вдоль электрода при вертикальном его расположении.

Технологические приемы производства Г. э. Заводское производство

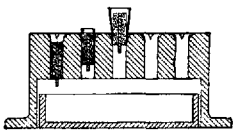
Табл. 16.—Составы для приготовления желеобразного электролита холодным способом.

Составные части	Состав А	Состав Б
	частей по весу	
$ZnCl_2$	14,3	3,8
NH_4Cl	9,3	10,6
H_2O	13,6	24,1
Крахмал	—	24,5
Итого	37,2	63,0

Г. э. делится на следующие главные операции: а) изготовление цинковых полюсов, б) приготовление катодов (агломератов), в) приготовление электролита и г) сборка указанных составн. частей. Первая операция состоит из обычных механических приемов: резки листового цинка, гнутья по шаблону и пайки; применяется также штамповка и электросварка цинковых полюсов. Приготовление агломератов из просеянных до определенного зерна и смешанных в определенной пропорции графита и пиролюзита состоит в прессовании брикетов нужных размеров. Известны два метода прессовки: 1) прессовка непосредственно на уголь и 2) прессовка на вынимающийся затем стержень-шаблон с последующим вставлением угля в образовавшийся канал. Преимущество первого метода заключается в уменьшении переходн. сопротивления агломерат—уголь; второго—в возможности применения больших давлений при прессовке. В последнее время распространяется автоматическая прессовка. Отпрессованный агломерат, надетый на уголь, помещается в матерчатый или бумажный чехол, обычно затягиваемый по спирали тонким шнурком, для придания большей механической прочности и для предохранения массы от выкрашивания. Этот прием носит название обвязки агломерата и обычно производится ручным способом. В Америке практикуется более совершенный прием—картонной обшивки агломерата без хлопотливой обвязки, при чем картонная оболочка, заполняя все пространство между агломератом и цинком, одновременно служит и в качестве сепаратора, а также играет роль наполнителя для электролита. Один из возможных приемов такой механизации обвязки для малых образцов изображен на фиг. 20, согласно которой агломераты с надетыми на них чехлами с легким трением продавливаются через отверстие холодн. или подогретой матрицы, при чем соответственно устроенный пуансон запечатывает донышки. Для надевания зажимов—латунных колпачков—также применяются полуавтоматы. Устройство одного из них дано на фиг. 21. Технические данные: вес 96 *кг*, потребляемая мощность $^1/_2$ HP, производительность 1 500 шт. в ч. Подобно этому при массовом изготовлении б. или м. механизированы и друг. приемы сборки Г. э.

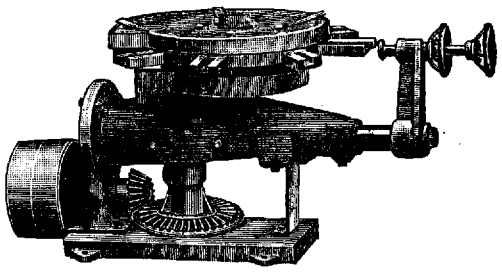


Фиг. 19.



Фиг. 20.

Испытание Г. э. Испытание электрических свойств производится по двум методам: 1) постоянной силы тока $I=\text{Const}$ и 2) на постоянное сопротивление $R=\text{Const}$. В виду простоты более распространен второй метод. Испытания делятся на следующие виды: 1) Испытание внешней характеристики или внутреннего сопротивления; для получения линейной зависимости $V=f(I)$ отсчет V необходимо брать при установившемся его значении. 2) Испытание емкости непрерывной разрядкой $V=f(t)$ при $I=\text{Const}$ или $R=\text{Const}$. 3) Испытание способности к хранению; надежного метода до настоящего времени не выработано; косвенно и далеко не точно судят по изменению эдс или по увеличению внутренних потерь за определенный промежуток времени хранения Г э [31]. 4) Испытание максимальной отдачи в условиях б. или м. близких к условиям действительной работы Г. э. (периодич. разряд по америк. нормам). В СССР применялись гл. обр. первые два вида испытаний; в настоящее время имеются попытки применения и третьего вида [33]; наиболее распространена разрядка Г. э. на 10 Ω сопротивления.



Фиг. 21.

Установлено [45], что вид функции $V=f(t)$ при $R=\text{Const}$ для Г. э. с MnO_2 весьма близко выражается ур-ием: $V=V_н-b\sqrt{t}$, где $V_н$ есть начальное напряжение, b—постоянная

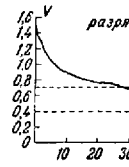
элемента, t—время. Это соотношение дает возможность аналитически определять среднее напряжение $V_{ср.}$ до любого конечного напряжения $V_к$. из ур-ия:

$$V_{ср.} = \frac{V_{н.} + 2V_{к.}}{3},$$

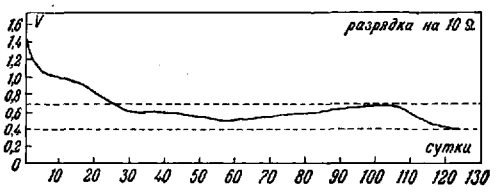
а следовательно, и соответственную емкость гальванического элемента [45, 46]

$$A_R = \frac{V_{н.} + 2V_{к.}}{3} \cdot \frac{t_0}{R},$$

где t_0—разрядный период в часах. Первое из уравнений применимо в пределах до $V_{к.} = 0{,}7$ V и ниже при разрядных режимах до 500 часов. При более длин. режимах (обычно не применяющихся на практике) возможно наблюдающееся отклонение (не у всех Г. э.) кривой от своей первоначальной параболическ. формы (на фиг. 22 и 23—кривые, снятые для Г. э. одних и тех же размеров и



Фиг. 22.

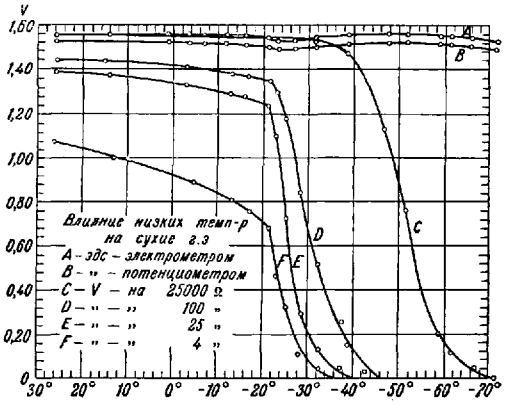


Фиг. 23.

в одинаковых условиях [7]). В этих случаях применение уравнения $V = V_{н.} - b\sqrt{t}$ ограничено более высоким конечным напряжением. Характер изменения емкости Г. э. русской продукции при различ. режимах R = Const показан для нескольких размеров элементов на диаграмме «время разрядки—емкость» (фиг. 24) [49] Из диаграммы видно, что точки, отвечающие одним и тем же режимам для разных размеров Г. э., лежат на прямых, проведенных из начала координат (лучи сопротивлений), как то следует из уравнения

$$V_{ср.} = \frac{V_{н.} + 2V_{к.}}{3},$$

так как, при весьма незначительных колебаниях $V_{н.}$, $V_{ср.}$ = Const, а следовательно, и

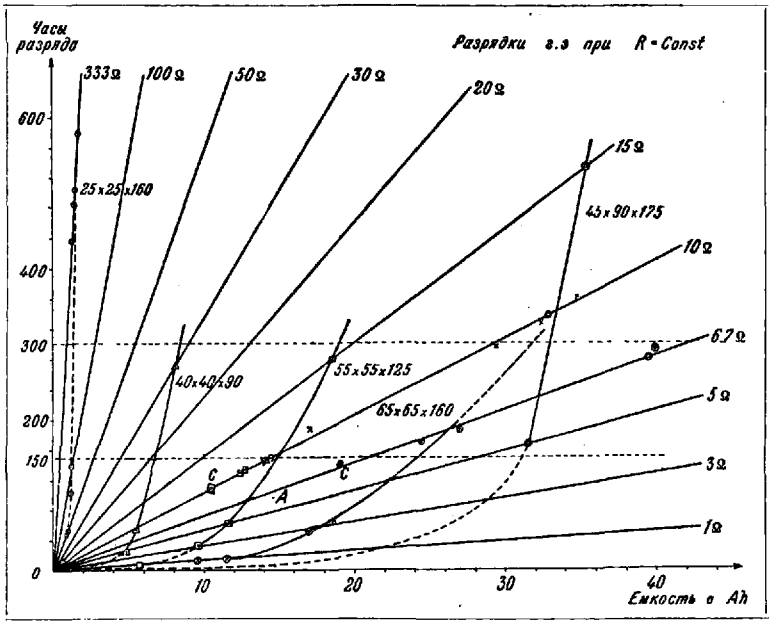


Фиг. 25.

величина $I_{ср.}$, которая определяет наклон луча сопротивления к координатным осям, также = Const, другими словами—средняя разрядная сила тока практически может быть принята независимой от размеров и формы Г. э. и определяется лишь проводимостью внешней цепи (разрядным сопротивлением). Полученные простые соотношения позволяют легко из графика по времени разрядки определять емкость до того конечного напряжения, для к-рого построена диаграмма. Что касается изменения емкости Г. э. с разрядным режимом, то ряд появившихся в последнее время формул дает возможность с достаточной для практики точностью производить необходимые вычисления. При пользовании этими формулами не надо только забывать что они являются эмпирическими и поэтому, строго говоря, применимы только к той продукции и в тех условиях, в к-рых эти формулы выводились. Для разрядок при I = Const к сухим элементам применима ф-ла Пейкерта (см. *Аккумуляторы электрические*):

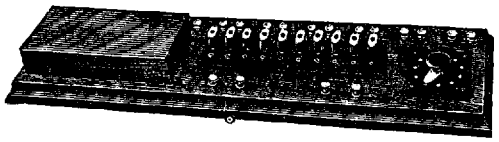
$$I^n \cdot t_0 = k,$$

где t_0 — разр. период в часах; для русск. продукции значение показателя n до $V_{к.} = 0{,}7$V было найдено [47] равным 1,3. Для американ. продукции [48] также была установлена



Фиг. 24.

справедливость формулы Пейкерта, при чем до $V_к=0{,}75$ V для одного из типов сухих элементов значение $n=2$; постоянная k

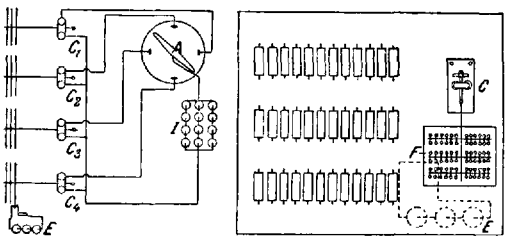


Фиг. 26.

зависит от размеров элемента. Для разрядок при $R=\text{Const}$ формула получает вид:

$$\frac{t_o}{R^n}=k,$$

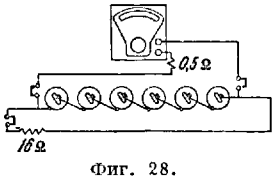
где n равно 1,5 до $V_к=0{,}75$ V для америк. продукции [48] и 1,3 до $V_к=0{,}70$ V для русской продукции [47]. Вообще относительно постоянных n и k следует иметь в виду, что обе они зависят от $V_к$, и, кроме того, k определяется количеством деполяризующейся массы и степенью ее использования, а n определяется формой элемента и главн. образом толщиной активного слоя деполяризатора.



Фиг. 27.

Зависимость разрядного напряжения сухих элементов от $t°$ и разрядного сопротивления видна на фиг. 25, которая показывает, что —22° является критической $t°$ для разрядок б. или м. значительным током.

Аппаратура для испытания Г. э. состоит из: 1) разрядной доски с набором сопротивлений и вольтметровым переключателем (фиг. 26); 2) установки [3] для прерывистого испытания по американским нормам, в которой управляемые от часового механизма A реле C замыкают и размыкают испытуемые цепи E (фиг. 27); 3) установки [23] для испытания периодическ. разрядом батарей запала по 2 часа в сутки (фиг. 28).



Фиг. 28.

Лит.: [1]) Foerster F., Elektrochemie wässeriger Lösungen, 4 Aufl., Lpz., 1923; [2]) «Scient. Papers Bureau of Standards», Wsh., 1922, *434*; [3]) Nernst W., Die theor. u. experiment. Grundlagen d. neuen Wärmesatzes, Halle, 1918; [4]) Le Blanc M., Lehrbuch der Elektrochemie, 12 Aufl., Lpz., 1925; [5]) Abegg R., Auerbach F., Luther R., Messungen elektromotor. Kräfte galvan. Ketten, «Abhandl. d. deutsch. Bunsen-Ges.», Halle, 1911, *5*, 1915, *8*; [6]) Foerster F., ibid., 1909, *2*; [7]) Günthersch ulze A., Galvanische Elemente, Halle, 1928; [8]) Г. П. 305863, 306942, 309531, 312824; [9]) Г. П. 386320; Сов. П. 1924; [10]) Martus M. L., The Caustic Soda Primary Battery, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», New York, 1928, v. 53; [11]) Г. П. 319477, 326318, 326319, 333751; [12]) Féry Ch., Cheneveau et Paillard, Piles primaires et accumulateurs, P., 1925; [13]) Féry Ch., Pile à densité et à faible usure locale, «RGE», 1917, t. 1, *9*, p. 323; [14]) Флоренский П. А., Новые идеи в электрохимии элементов и аккумуляторов, «Электричество», Москва, 1925, *6*; [15]) Каталог фирмы Gaiffe-Gallot & Pilon, *30*, Paris, 1924; [16]) Каталог фирмы Le Carbone «Pile AD», Gennevilliers; [17]) Arndt K., «Z. ang. Chemie», 1926, B. 39; [18]) Г. П. 387072; [19]) Г. П. 334890; [20]) Daniels F., Physico-Chemical Aspect of the Leclanché Dry Cell, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», New York, 1928, v. 53; [21]) Jegge E. O., Adsorption Phenomena in Primary Cells, ibid.; [22]) Г. П. 386623, 391151, 402307, 403060, 415233, 457806; [23]) Coper W. R., Primary Batteries. L., 1917; [24]) Каталог фирмы Siemens & Halske, B.; [25]) Каталог The Chloride of Silver Dry Cell Battery C°, Baltimore; [26]) «Материалы Совещания по источникам тока при Главэлектро ВСНХ», М., 1926; [27]) Флоренский П. А., Экономия элементного цинка, «Вестник теоретич. и эксперимент. эл.-техники», М., 1928, *1*; [28]) Camp A., Chemical Row Material for Dry Cell Industry, «Chem. a. Met. Eng.», N. Y., March, 1928; [29]) Hambuechen C., Twentyfive Years in Retrospect: the Electrolytic Rectifier, the Electrolytic Iron, the Dry Cells, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», N.Y., 1927, v. 51; [30]) Gollingham C. A., Twentyfive Years in the Dry Cell Industry, ibid.; [31]) Vorschriftenbuch d. Verb. Deutscher Elektrotechniker, B., 1927; Normen d. Elektrotechnik, Verband Deutscher Elektrotechniker, B., 1927; [32]) Circulars Bureau of Standards, 1919, *79*, 1923, *139*; [33]) «Вестник стандартизации», М., 1927, *6*; [34]) Harms G., Die Stromversorgung v. Fernmelde-Anlagen, B., 1927; [35]) Drucker C., Der Angriff d. Zinks durch Chlorammoniumlösung, «Ztschr. für El.-Chemie», Berlin, 1923, p. 412; [36]) Arndt K., Das Leclanché - Element, «ETZ», 1928, *22*, p. 816; [37]) Gruhl M., Leclanché-Element, «Ztschr. für El.-Ch.», 1925, p. 214; [38]) Zereteli D., Manganese Ore with Special Reference to Georgian Ore, L., 1925; [39]) Ryschkewitsch E., Elektr. Leitfähigkeit d. Graphits, «Ztschr. f. El.-Chemie», B., 1922, p. 474; [40]) Arndt K. u. Körner F., Untersuchungen über künstl. u. natürl. Graphit, «Z. ang. Ch.», 1922, B. 35, p. 440; [41]) Ryschkewitsch E., Graphit, Lpz., 1926; [42]) Лызлов В. С. и Ильинский В. П., Влияние хлорист. цинка на растворимость цинка в растворах нашатыря (подготовл. к печати в сборн. НТУ); [43]) Staley W. D. a. Helfrecht A. J., Gelatinization of Corn Starch in Dry Cell Electrolytes, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», New York, 1928, v. 53; [44]) Ам. П. 1292764, 1370956; [45]) Лызлов В. С. и Калайда Т. Н., Формы разрядных кривых некоторых видов химич. источников тока (подготовл. к печати в сборн. НТУ); [46]) Морозов Г. Г., Элементное дело в СССР, доклад Конференции лабораторий по эл. связи, Л., 29—31/I, 1927 (подготовл. к печати в сборн. НТУ); [47]) Эльсниц А. Г. и Морозов Г. Г., Разряд гальванич. элем. при постоянной силе тока, «Война и техника», М., 1926, *280/281*, стр. 20—25; [48]) Zimmermann J. G., Rapid Dry Cell Testing, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», N. Y., 1927, v. 53; [49]) Лызлов В. С., Разряд гальв. элем. при постоян. сопротивлении, Доклад Конференции лабораторий по электрич. связи, Л., 29—31/I 1927.

В. Лызлов.

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ТОК, электрический ток, создаваемый электрохимическим путем. Теория явлений, связанных с Г. т., называется иногда гальванизмом. В настоящее время название Г. т. постепенно выходит из употребления. См. *Гальванические элементы* и *Гальванотехника*.

ГАЛЬВАНОМЕТР, прибор для измерения слабых электрических токов (или, соответственно, малых разностей потенциалов), основанный на механическом взаимодействии токопровода и магнита. Единицею весьма слабых токов в настоящее время принято считать нано-ампер,* nA, т. е. «карликовый ампер», равный 10^{-9} A. Подобным же образом за единицу весьма малого напряжения (разности потенциалов) принимают нано-вольт, nV, равный 10^{-9} V. Для измерения токов более сильных существуют приборы, имеющие специальные названия, но построенные по тому же принципу, что и Г.; таковы миллиамперметры, измеряющие тысячные доли ампера, амперметры—для

* Это название и обозначение введено в Германии комиссией по единицам измерении—AEF (Ausschuss für Einheiten und Formelgrössen).

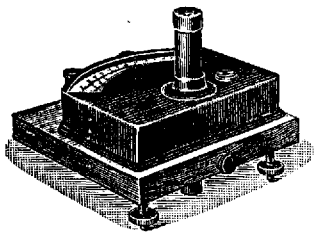
измерения от десятых до сотен амперов и, наконец, особые приборы на тысячи амперов.

Описание гальванометра. В зависимости от того, какая именно из взаимодействующих частей будет подвижною, Г. делятся на Г. с подвижной системой магнитов (стрелочные, зеркальные—в том числе различные астатические, бронированные и т. п., дифференциальные и пр.) и Г. с подвижной системой токопроводов (катушечные, вибрационные, струнные, петлевые). Кроме того, как те, так и другие гальванометры могут быть предназначены для измерения в каждый отдельный момент времени либо тока, медленно меняющегося (обыкновенные Г.), либо тока (соответственного напряжения), быстро меняющегося (быстро устанавливающиеся Г.: струнный, отчасти вибрационные, крутильно-катушечн., электрокардиограф, некоторые осциллографы), или же для учета суммарного действия некоторого тока за известный промежуток времени (баллистические Г.; флюметры).

Гальванометры со стрелкой. Эти Г. построены по принципу амперметров с постоянным магнитом, в поле к-рого помещается подвижная катушка. Стрелка такого Г. может отклоняться в обе стороны от нулевого положения, в зависимости от направления тока, проходящего через катушку. На фиг. 1 изображен Г., катушка которого укреплена на оси, вращающейся в подпятниках. Длина стрелки около 90 *мм*. Одно деление соответствует силе тока в 10^{-6} А или, если измерять напряжение, то



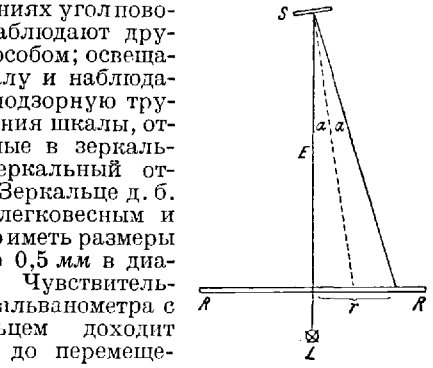
Фиг. 1.



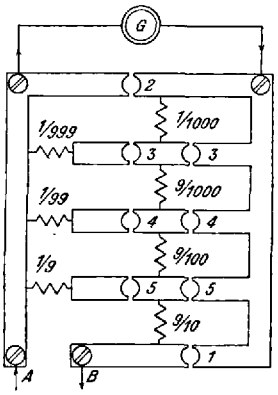
Фиг. 2.

напряжению в 0.2 mV. По обе стороны от нулевого положения имеется по 25 делений, что соответствует повороту стрелки на угол в 2×15°. Более чувствительным является Г., катушка которого подвешена на тонкой металлической ленте (фиг. 2). Этот прибор должен устанавливаться горизонтально. Его чувствительность равна 0,15—0,5 μА на одно деление. Г. со стрелкой применяются исключительно при постоянном токе, в тех случаях, где необходимо обнаруживать весьма незначительные токи, например при измерениях с мостиком Витстона при определении сопротивления изоляции и т. п.

Гальванометры с зеркальцем. Более чувствителен Г., указателем которого служит световой луч, отбрасываемый от зеркальца. Это зеркальце укрепляется на нити (или на двух нитях—бифилярн. подвес), к которой подвешена подвижная часть Г. От источника света L (фиг. 3) на зеркальце S попадает луч света в виде узкой полоски; этот луч отражается от зеркальца и попадает на шкалу RR. При повороте зеркальца на угол α отраженный луч поворачивается на угол 2α и перемещается по шкале на расстояние r. Если E—расстояние шкалы от зеркальца, то $\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{r}{E}$. Так.обр. при небольших отклонениях угол отклонения α пропорционален перемещению r отраженного луча по шкале. При более тщательных измерениях угол поворота наблюдают другим способом; освещают шкалу и наблюдают в подзорную трубу деления шкалы, отражаемые в зеркальце («Зеркальный отсчет»). Зеркальце д. б. очень легковесным и должно иметь размеры от 8 до 0,5 *мм* в диаметре Чувствительность гальванометра с зеркальцем доходит иногда до перемещения в 1 *мм* по шкале, расположен. на расстоянии 1 *м*, при силе тока в 0,01 nA. Дальнейшее увеличение чувствительности затрудняется тем обстоятельством, что нулевая точка такого сверхчувствительного Г. не остается неподвижной, но перемещается то в одну, то в другую сторону. Эти перемещения, повидимому, связаны с молекулярными токами, создаваемыми тепловым движением в проводах цепи Г. Такая большая чувствительность обыкновенно не требуется. Г. считается чувствительным, если он позволяет измерить ток силою в 1 nA. Увеличение чувствительности Г. связано с увеличением периода колебаний подвижной системы и с возможностью повреждения прибора. Поэтому пользование слишком чувствительным Г. скорее вредно, чем полезно. Во многих случаях изменяют чувствительность гальванометра при помощи предвключенного сопротивления или при помощи шунта; специальный шунт Арманья (Armagnat) дает возможность изменять чувствительность гальванометра (фиг. 4, G), не меняя при том общего сопротивления цепи между клеммами A и B.



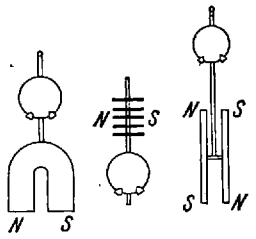
Фиг. 3.



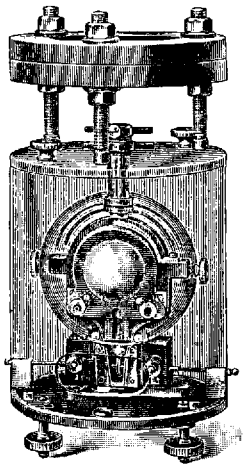
Фиг. 4.

Подразделения Г. с зеркальцем: 1) Г. с подвижным магнитом. Система магнитов подвешивается на легкой нити в поле неподвижной катушки. Магниты размещаются так, чтобы, несмотря на малый момент инерции, размагничивающая сила была незначительна и магнитный момент оставался большим (фиг. 5). Чтобы уничтожить влияние земного магнетизма и других внешних магнитных полей, вращающаяся система

устраивается астатической. Кроме того, Г. заключается в толстостенные железные экраны и снабжается компенсирующими магнитами, к-рые могут совершенно уничтожить действие внешних полей на подвижную систему («панцырные» или «бронированные» Г. Пашена, Дюбуа-Рубенса, Нернста и др.). Масса этой брони м. б. весьма велика; напр., у прибора Кембриджской К°, в котором сила внешнего поля понижена до 1/400, масса брони не менее 46 *кг*. На фиг. 6 изображен бронирован. гальванометр, защищенный



Фиг. 5.

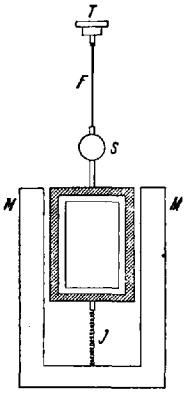

Фиг. 6.

двумя сферич. экранами и одним цилиндрич. Чувствительность такого Г. весьма велика. Масса подвижной системы в этом случае равна 40 *мг*. Однако полностью исключить влияние сильных магнитных полей весьма трудно; кроме того, такие Г. тяжеловесны; поэтому они применяются сравнительно редко. В самое последнее время магнитная защита Г. весьма усовершенствована введением чередующихся экранов из мягкой меди и высокопроницаемых никелево-железных сплавов («муметалл», «пермаллой»); тут масса брони, ослабляющей внешнее поле в 1 000 раз, равна только 2 *кг*, в том числе активного магнитного материала менее 1 *кг* [гальванометр Даунинга (Downing)].

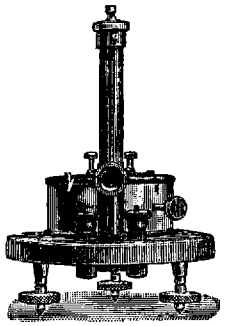
В табл. 1 сопоставлены важнейшие данные о различных зеркальных гальванометрах с подвижным магнитом.

2) Гальванометр с подвижной катушкой (типа Депре-д'Арсонваля). Это—обычный тип Г. Катушка, намотанная на легкую раму, подвешивается на легкой нити *F* (фиг. 7). Головка Г. *T* позволяет устанавливать зеркальце *S* в нулевом положении. Ток подводится через спирали *J*. Катушка отклоняется полем постоянного магнита *M*. Точность показаний такого Г. в лучшем случае не превышает 0,2%. Если пользоваться Г. как нулевым прибором, т. е. определять отсутствие тока в его цепи, то точность измерения значительно повышается, так как она будет зависеть исключительно от чувствительности Г. В зависимости от конструкции и от предвключенного сопротивления отклонения в 1 *мм* на расстоянии в 1 *м* производятся токами силой от 0,1 до 20 nA. Показания Г. этого типа мало зависят от внешних магнитных полей. На фиг. 8 изображен такой Г. в собранном виде.

В одной из разновидностей Г. с подвижной катушкой, а именно в Г. Молля (выпускаемом фирмой Кипп и С-вья в Дельфте и Кембриджской К°), постоянный магнит заменен электромагнитом.



Фиг. 7.


Фиг. 8.

Подбором возбуждающего тока (от 0,5 до 1,3 А) можно получать желаемую чувствительность и успокоение.

Наиболее чувствительные Г. с подвижной катушкой и без вспомогательного тока—Цернике, фирмы Кипп и С-вья. Особенность их — одвес из весьма тонкой кварцевой нити и очень сильный магнит из кобальто-хромовой стали.

Данные о зеркальных Г. с подвижной катушкой сопоставлены в табл. 2.

Наиболее чувствительный Г. с подвижной катушкой, имеющий притом весьма малый период собственных колебаний и не требующий вспомогательного тока для возбуждения электромагнита с полем в 15 000 гаусс, выпускается фирмой Сименс и Гальске под названием электрокардиограф. Катушка этого прибора имеет 5 витков волластоновской платиновой проволоки диам. 3 μ и сопротивление 1 500 Ω. Размеры зеркальца 0,5×0,5 *мм*.

Табл. 1.—Зеркальные гальванометры с подвижным магнитом.

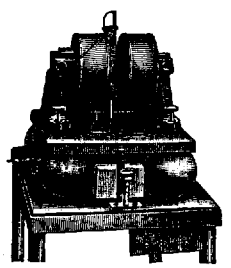
Фирма	Модель	Сопротивление катушки в Ω	Время полного незатухающего колебания в сек.	Чувствительность при 1 000 *мм* расстояния шкалы	
				к току в nA/*мм*	к напряжению в nV/*мм*
Кембриджская К°	2 525 (Пашена)	10	15	1,8	18
		12	6	0,25	3
Т. Эдельман . . .	1 320	20 000	24	0,2	4 000
Гартман и Браун	372	2 000	20	0,2	400
Сименс и Гальске (легкая подвижн. система, 35 *мг*) .	6 673	10	10	0,4	4
		200	10	0,09	18
		4 000	10	0,2	80
Сименс и Гальске (тяжел. подвижн. система, 165 *мг*)	6 673	10	10	4	40
		200	10	0,9	180
		4 000	10	0,2	800
Лидс и Нортруп .	Кобленца	40	5	0,2	8

Табл. 2.—Зеркальные гальванометры с подвижной катушкой.

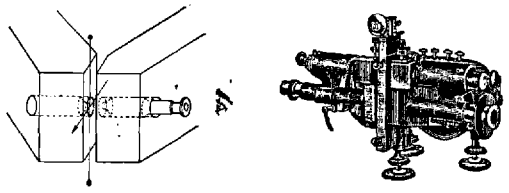
Фирма	Модель	Сопротивление: катушки с проводами в Ω	Сопротивление: добавочн. сопротивл. при непериод. успокоении в Ω	Время полного колебания в сек.	Чувствительность при 1 000 мм расстояния шкалы: к току в nA/мм	Чувствительность при 1 000 мм расстояния шкалы: к напряжению в nV/мм
Кипп и Сыновья (в Дельфте)	Цернике					
	a	7	40—0	1,3	10—25	500—200
	b	10	100—0	3,0	2—6	200—60
	c	20	230—10	7,0	0,4—1,2	90—30
	d	40	900—60	3,0	0,8—2,5	850—250
	e	40	2 200—200	7,0	0,75—0,5	330—110
Кембриджская К°	41 811	20	600	22	1,6	960
»	41 151 (Молля)	47	450	1,3	5	2 200
»	41 142	150	800	6	4	3 200
»	41 811	2 800	73 000	22	0,08	5 800
Гартман и Браун	176	2,4	5,4	30	17	90
Сименс и Гальске	2 421 (Гегера)	10	25	15	12	300
» »	2 415	250	15 000	12	0,8	12 000
» »	2 440	60	200	4	5	1 000

Электрокардиограф дает отклонение на шкале 1 *мм* от тока 0,7 nA при длительности колебания 0,02 ск. Изоляция прибора от внешних сотрясений достигается монтировкою его на резиновых мячах (фиг. 9).

3) Вибрационный гальванометр. Чтобы иметь возможность измерять и переменный ток, поступают след. образом: уменьшают собственный период колебаний подвижной системы, сильно увеличивая натяжение нитей, на к-рых укреплено зеркальце. Тогда собственный период колебаний системы можно регулировать: изменяя или натяжение нитей, или свободн. длину их, или же силу магнитного поля (заменяя постоянный магнит электромагнитом и регулируя его возбужд ние). Таким образом можно добиться резонанса собственных колебаний системы с периодом измеряемого тока. При этих условиях луч, отражаемый от колеблющегося зеркальца, изобразит на шкале светящуюся полосу, ширина которой пропорциональна амплитуде колебаний зеркальца, а следовательно, и амплитуде измеряемого (синусоидального) тока. Вибрационные Г. бывают как с подвижной магнитной системой (Шеринга-Шмита, Агнью), так и с подвижной катушкой (Кембриджская К° и другие).



Фиг. 9.



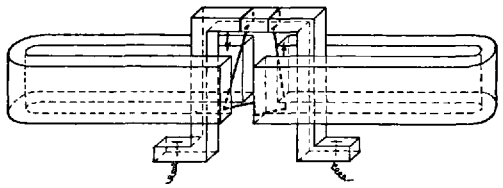
Фиг. 10.

Чувствительность этого рода приборов такова, что на расстоянии 1 *м* можно получить на шкале световую полосу в 60 *мм* при переменном токе в 50 пер/ск., эффективное значение которого равно 1 μA. При увеличении частоты тока чувствительность уменьшается приблизительно в отношении обратн. пропорциональности (в том же Г., при прочих равных условиях, 1 μA при 1 000 пер/ск. вызовет колебание с амплитудой всего только в 0,2 *мм*). Столь быстрые колебания исследуются, однако, лучше при помощи *осциллографов* (см.). Вибрационные Г. применяются на практике исключительно в качестве нулевых приборов.

Вибрационные гальванометры Кемпбелла (изготовляемые Кембриджской К°) характеризуются следующими данными:

Резонансовая частота в пер/ск.	50	100	350	750	1 000
Чувствительность в *мм* на μA при расстоянии шкалы 1 *м*	60	20	3	0,5	0,2
Сопротивление (Wirkwiderstand) в Ω	500	350	160	52	35

Струнный гальванометр. В поле сильного магнита помещается струна из золота, платины или посеребренного кварца, толщиной в 2—5 μ (у менее чувствительных приборов толщина нити доходит до 20 μ). Через эту нить пропускается измеряемый ток, нить отклоняется, и это отклонение измеряется при помощи микроскопа (фиг. 10). При стократном увеличении микроскопа было достигнуто отклонение в 1 *мм* током в 1 nA, а в нек-рых случаях применяют увеличение даже до 1 000 раз и достигают высоких чувствительностей. Выгодная сторона



Фиг. 11.

струнного Г.—малый период колебаний струны, так что Г. может поспевать за токами, быстро меняющими свою силу. Чувствительность струнного Г. регулируется натяжением струны, при чем число ее собственных колебаний изменяется от нескольких тысяч в секунду до одного колебания в несколько секунд.

Для модели 1 530—струнного Г. фирмы Т. Эдельман в Мюнхене, со струною в 67 *мм* длиною и при 100-кратном увеличении, данные сопоставлены в табл. 3, где *c*—чувствительность в nA/*мм*, а *t*—время установки в ms (миллисекундах).

Для прибора Кембриджской К° с кварцевой нитью 3 μ диаметром и сопротивлением

Табл. 3.—Струнный гальванометр фирмы Т. Эдельман в Мюнхене (модель 1530).

Нить	⌀ в μ	Движение						Сопротивление в Ω
		периодич.		апериодич.		сверхапериодич.		
		c в nA	t в ms	c в nA	t в ms	c в nA	t в ms	
Золотая	8,5	1,30	6	0,023	70	0,0091	320	140
Платиновая . . .	3,8	2,00	6	0,078	20	0,0013	2 000	4 000
Кварцевая . . .	2,5	0,58	3	0,180	20	0,00015	3 600	10 000

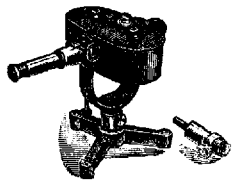
около 4 000 Ω, при 600-кратном увеличении, данные представлены в таблице 4.

Табл. 4.—Данные для струнного гальванометра Кембриджской К°.

Установка в ск.	Чувствительность	
	к току в nA/*мм*	к напряжению в μV/*мм*
Ползущая	0,017	0,68
0,01	25	100
0,0035	200	800

Гальванометр крутильно-струнный, выпускаемый фирмою Кипп и С-вья, представляет тип промежуточный между катушечным и струнным и применим там, где требуется особенно малый период собственных колебаний (ок. 1/50 пер/ск.). Рамочка с обмоткой укреплена здесь боковою стороною на натянутой проволочке и отклоняется полем электромагнита. При сопротивлении в 10 Ω чувствительность Г. 40 nA/*мм*.

Гальванометр с петлей (Schleifengalvanometer). Весьма чувствительный и очень прочный Г. такого типа построен фирмой Цейс в Иене. В поле сильных магнитов помещается петля из металла, через которую пропускают ток. Отклонение петли измеряют при помощи микроскопа, дающего 640-кратное увеличение (фиг. 11). Сопротивление петли ≅ 10 Ω. Это обстоятельство делает такой Г. весьма чувствительным не только для измерения силы тока, но также и для измерения напряжений. В собранном виде Г. с петлей изображен на фиг. 12. Когда петля висит, как показано на фиг. 11, то ток силою в 37 nA дает отклонение в одно деление. Если повернуть прибор на 180° так, чтобы петля оказалась укрепленной снизу, то чувствительность прибора повышается, и одно деление соответствует силе тока в 7,5 nA. Г. с петлей имеет важные преимущества—нечувствительность к грубому обращению и к сотрясениям.



Фиг. 12.

Дифференциальные гальванометры применяются, когда нужно установить равенство силы двух токов. Эти приборы отличаются от обычных гальванометров присутствием двух независимых друг от друга и параллельных обмоток, тождественных между собою. Обычно пользуются дифференциальными Г. с подвижной магнитной системой.

Баллистическими гальванометрами могут служить Г. как с подвижными магнитами, так и с подвижными катушками, лишь бы только период колебания был велик, напр. до 30 ск. Масса нормальной магнитн. системы имеет величину от 0,05 до 1,0 *г*, подвес—на кварцев. нити диаметром 10μ или, реже, на коконовой. Одна из разновидностей баллистического Г.—флюметр (fluxmètre) Грассо, с периодом колебания ок. 60 ск. Чувствительность флюметра выражается смещением на 1 *мм* шкалы от прохождения 10^{-7} С.

Теория гальванометра. Пусть I обозначает момент инерции подвижной системы Г., α—угол ее отклонения от положения равновесия. Тогда на систему действуют следующие моменты вращения: 1) движущий момент M, пропорциональный измеряемой силе тока, $M=Ci$; 2) направляющий момент $D\alpha$, создаваемый закручиванием системы (при унифилярном или бифилярном подвесе); 3) тормозящий момент, пропорциональный угловой скорости $\frac{d\alpha}{dt}$, создаваемый трением, вихревыми токами, сопротивлением воздуха и т. п., $B\frac{d\alpha}{dt}$. Таким образом, вращение подвижной системы подчиняется дифференциальному уравнению:

$$I\frac{d^2\alpha}{dt^2}+B\frac{d\alpha}{dt}+D\alpha=Ci. \qquad (1)$$

При постоянной силе тока i отклонение α через нек-рое время приобретает установившееся значение:

$$\alpha_p=\frac{C}{D}i. \qquad (2)$$

Интеграл ур-ия (1) получается как сумма установившегося отклонения α_p и переходного отклонения, определяемого начальными условиями. В зависимости от величины коэффициента успокоения B это отклонение м. б. апериодич. или колебательным. Апериодич. движение, когда $B^2>4ID$, не представляет интереса в теории Г., т. к. при таком сильном успокоении подвижная система слишком медленно подходит к своему окончательному отклонению. Мы рассмотрим только случаи $B^2\leqslant 4ID$.

Затухающие колебания, $B^2<4ID$. Рассмотрим сначала случай, когда Г. при включении находится в покое, $\alpha=0, \frac{d\alpha}{dt}=0$. Тогда интеграл уравнения (1) получает вид:

$$\alpha=\alpha_p\left[1-\frac{e^{-\delta t}}{\sin\varphi}\sin(\nu t+\varphi)\right], \qquad (3)$$

$$\frac{d\alpha}{dt}=\omega=$$

$$=\frac{\alpha_p}{\sin\varphi}e^{-\delta t}\left[\delta\sin(\nu t+\varphi)-\nu\cos(\nu t+\varphi)\right], \qquad (3')$$

где коэффициент затухания $\delta=\frac{B}{2I}$,

$$\nu=\frac{2\pi}{T}=\delta\sqrt{\frac{4ID}{B^2}-1}, \qquad (4)$$

$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{\nu}{\delta}=\sqrt{\frac{4ID}{B^2}-1}. \qquad (5)$$

Величина $T=\frac{2\pi}{\nu}$ равняется удвоенному промежутку времени от одного нулевого значения α до следующего. T называется псевдопериодом колебания, так как, строго говоря, благодаря затуханию, колебание непериодично, и значения α при повторении соответствующей фазы убывают в геометрической прогрессии.

Рассмотрим теперь случай, когда система получает толчок, сообщающий ей начальную угловую скорость ω_0, и движется до тех пор, пока не вернется в состояние покоя. Тогда интеграл уравнения (1) может быть записан в виде:

$$\alpha=\frac{\omega_0}{\nu}e^{-\delta t}\sin\nu t, \qquad (6)$$

$$\frac{d\alpha}{dt}=\omega=\frac{\omega_0}{\nu}e^{-\delta t}(\nu\cos\nu t-\delta\sin\nu t). \qquad (6')$$

Максимальные отклонения в ту или другую сторону здесь получаются при значениях $t=t_1$, обращающих в нуль производную $\frac{d\alpha}{dt}$:

$$\operatorname{tg}\nu t_1=\frac{\nu}{\delta}, \text{ или } t_1=\frac{1}{\nu}\operatorname{arc\,tg}\frac{\nu}{\delta}+n\pi, \qquad (7)$$

где n—целое число. Последовательные максимальные отклонения убывают в геометрической прогрессии:

$$\alpha_1=\frac{\omega_0}{\nu}e^{-\delta t_1}\sin\nu t_1,$$

$$\alpha_2=-\alpha_1 e^{-\frac{\pi\delta}{\nu}}=-\alpha_1 e^{-\frac{\delta T}{2}},$$

$$\alpha_3=-\alpha_2 e^{-\frac{\delta T}{2}}=\alpha_1 e^{-\delta T}.$$

Таким образом, существует постоянное отношение затухания

$$k=-\frac{\alpha_1}{\alpha_2}=-\frac{\alpha_2}{\alpha_3}=\ldots=e^{\frac{\delta T}{2}}.$$

Логарифм этого отношения

$$\ln k=\frac{\delta T}{2} \qquad (8)$$

называется логарифмическим декрементом (см. *Декремент*).

При отсутствии затухания, $B=0$, ур-ие (1) определяет чистое колебание, и формулы (3) и (6) приобретают соответственно вид:

$$\alpha=\alpha_p(1-\cos\nu_0 t), \qquad (9)$$

или

$$\alpha=\frac{\omega_0}{\nu}\sin\nu_0 t, \qquad (9')$$

где $\nu_0=\frac{2\pi}{T_0}=\sqrt{\frac{D}{I}}$ — круговая частота, а T_0—период колебания. С этими обозначениями ф-ла (4) может быть записана в виде:

$$\nu=\nu_0\sqrt{1-\left(\frac{B}{2ID}\right)^2}. \qquad (10)$$

Критич. случай, $B^2=4ID$. Этот случай находится на границе между колебательным и апериодич. движением. Рассмотрим только случай, когда система под влиянием толчка приобретает начальные значения $\alpha_0=0$, $\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)_0=\omega_0$ и движется свободно до тех пор, пока не вернется в состояние покоя. Тогда интеграл ур-ия (1) принимает вид:

$$\alpha=\omega_0 t e^{-\nu_0 t}, \qquad (11)$$

$$\frac{d\alpha}{dt}=\omega=\omega_0(1-\nu_0 t)e^{-\nu_0 t}. \qquad (12)$$

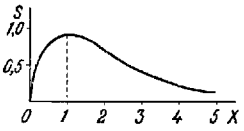
Отклонение α будет иметь максимальное значение, когда $\frac{d\alpha}{dt}=0$. Это произойдет при значении $t=\tau$, определяемом по формуле $\tau=\frac{1}{\nu_0}=\frac{T_0}{2\pi}$. Соответствующее значение для α:

$$\alpha_{max}=\frac{\omega_0}{e\nu_0}. \qquad (13)$$

Вводя обозначения $\frac{\alpha}{\alpha_{max}}=s$ и $\nu_0 t=x$, из уравнения (11) получаем:

$$s=xe^{1-x}. \qquad (14)$$

Т. о., при соблюдении условия $B^2=4ID$, отклонение α при всех значениях B, I, D изменяется по ф-ле (14), изображенной в виде диаграммы на фиг. 13. Этот предельный случай обладает тем преимуществом, что при критич. затухании затрачивается наименьшее время на установление окончательного значения α. Время τ установления максимального отклонения в этом случае в 2π раз меньше полного периода T_0 свободных незатухающих колебаний ($B=0$). Если, например, $\tau=4$ сек. при критическ. затухании, то через 40 сек. отклонение α уже становится равным $0{,}001\alpha_{max}$, и Г. снова м. б. включенным. Формула (2) показывает, что отклонение α_p при данной силе тока обратно пропорционально направляющему моменту D. Поэтому для увеличения чувствительности следует строить Г. с возможно меньшим D. У вибрационного Г. сила тока i переменна. Поэтому установившееся отклонение α_p тоже переменно с тем же периодом, как и i. В этом случае α_p при данном i зависит не только от C и D, но также от I, B и от частоты тока ω.



Фиг. 13.

Баллистич. Г. Часто приходится измерять количество электричества $q=\int_0^{\varepsilon} i\,dt$, проходящее через Г. за определенный весьма малый промежуток времени ε. Это измерение производится при помощи баллистич. Г., отличающегося от обыкновенного Г. тем, что его момент инерции I нарочно увеличивают. Соответственно и собственный период колебаний T увеличивается примерно до 30—40 сек. Тогда разряд q успевает пройти через катушку Г. прежде, чем подвижная система заметно передвинется, так что угол α практически остается равным нулю до конца разряда. Если в уравнении (1) сделать $\alpha=0$ и проинтегрировать обе части за время прохождения тока, то угловая скорость ω_0 в конце разряда определится по формуле:

$$I\omega_0=C\int_0^{\varepsilon} t\,dt=Cq, \text{ или } \omega_0=\frac{C}{I}q.$$

Если начать отсчет времени с момента конца разряда $t=\varepsilon$, то мы получаем начальные условия $\alpha_0=0$, $\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)_0=\omega_0$. Изменение α в этом случае описывается ур-иями (6) для колебательного движения и (11) для движения с критич. успокоением. В этом последнем

случае можно по ф-ле (13) выразить заряд q через максимальное отклонение α_{max} так:

$$q = \frac{I\omega_0}{C} = \frac{I}{C} \cdot \frac{e\nu_0}{\alpha_{max}}.$$

При колебательном движении заряд q определяется достаточно точно из двух последовательных амплитуд α_1, α_2:

$$q = \frac{i}{\alpha_p} \cdot \frac{1}{\nu}\left(\alpha_1 + \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{4}\right),$$

где α_p—постоянное отклонение, создаваемое постоянным током i. Коэффициент $\nu = \frac{2\pi}{T}$ определяется измерением периода колебаний. При выполнении измерений можно изменять чувствительность Г., шунтируя катушки, через к-рые проходит измеряемый ток. Период колебаний и затухание можно регулировать, изменяя сопротивление цепи Г. (см. *Измерения* электрические).

Сопротивление цепи Г. влияет на его успокоение, а следовательно, и на период колебаний. Таким образом чувствительность гальванометра, его период колебаний и критич. сопротивление связаны между собой.

Основания расчета и оценки гальванометра. Исходною для асчета и оценки Г. является т. н. «чувствительность Г. к току» (S_T) при данном периоде колебаний T Г. и сопротивлении его обмотки ϱ. Эта величина есть предел, к которому стремится отношение $\frac{\alpha}{i}$, где α—отклонение подвижной системы, а i—вызывающая ее сила тока:

$$S_T = \lim_{i=0}\left|\frac{\alpha}{i}\right|.$$

На практике за единицу отклонения принято брать угол, дающий единицу смещения шкалы при расстоянии этой последней в 1000 единиц (чаще всего 1 *мм* смещения при 1 *м* расстояния); такая единица отклонения соответствует приблизительно 1,7′. За единицу силы тока до недавнего времени обычно брали 1μA, а в самое последнее время вводят 1nA. Сила тока

$$i = \frac{1}{S_T} F(\alpha),$$

где F—сложная функция, зависящая от конструкции Г. и находимая эмпирически. В небольших пределах

$$i = \frac{1}{S_T}(\alpha + a\alpha^3),$$

где a—коэффициент, находимый из опыта. Наконец, при совсем малых углах, каковыми обычно и пользуются при измерениях,

$$i = \frac{1}{S_T}\alpha.$$

Величина чувствительности меняется с периодом колебания T и с сопротивлением ϱ обмоток Г. Для сравнения между собою различных Г. по чувствительности эта последняя должна быть приведена к «нормальной чувствительности» σ, отнесенной к периоду полного колебания в 10 секунд и сопротивлению в 1 Ω:

$$\sigma = 4\frac{S_T}{\sqrt{\varrho}}\left(\frac{10}{T}\right)^2.$$

Наибольшая достигнутая величина σ была 3,9 (гальванометр Пашена, магнитная система), которая имела 13 магнитиков длиною 1—1,5 *мм* и весила вместе с зеркальцем 5 *мг*.

Так как Г. применяются для измерения не только силы тока, но и напряжения E, то вводится также величина P—чувствительность к напряжению

$$P = \lim_{E=0}\left|\frac{\alpha}{E}\right|,$$

где α—угол поворота под действием напряжения E, выраженного в нано-вольтах. Если R—сопротивление всей цепи (состоящее из ϱ—Г. и r—внешней цепи), то $P = \frac{S_T}{R}$.

Наибольшая величина S достигается, когда сопротивление Г. равно сопротивлению внешней цепи: $r = \varrho$. Поэтому наибольшая величина $P = \frac{S_T}{2\varrho}$. В Англии, вместо нормальной чувствительности к току и к напряжению, при оценке Г. пользуются «коэфф-том качества» (factor of merit), введенным Айртоном и Метером (Ayrton and Mather); эта величина f вычисляется по ф-ле:

$$f = 4\frac{S_T}{\varrho^{\frac{1}{2}}}\left(\frac{10}{T}\right)^2.$$

Для Г. с подвижными магнитами величины S_T и σ находятся из условия равенства нулю алгебраической суммы вращающих моментов, когда подвижная система отклонена на угол α:

$$MH_1 \sin\alpha - M_1 Gi\cos\alpha - D\alpha = 0,$$

где M—магнитный момент всей подвижной системы, M_1—магнитный момент ее части, подвергающейся действию тока, H_1—сила поля, стремящаяся вернуть магнитную систему в положение равновесия, G—гальванометрическая постоянная, т. е. сила магнитного поля, создаваемого обмотками гальванометра, когда по ним проходит ток силою 1μA; $D\alpha$—вращающий момент закрученного подвеса (величина весьма малая). Отсюда следует:

$$S = \frac{\alpha}{i} = \frac{M_1}{M} \cdot \frac{G}{H_1}.$$

M_1G—динамическая постоянная Г., т. е. момент вращения подвижн. системы от тока 1μA; $MH_1 = Q$—направляющая сила, т. е. момент вращения при повороте системы на $\alpha = 1$. Так как период колебания системы $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Q}}$, где I—момент инерции подвижной магнитной системы, то

$$S = \frac{M_1}{I} \cdot G \cdot \frac{T^2}{4\pi^2}.$$

Задача конструктора—по возможности увеличить S, не слишком увеличивая T. Для этого надо увеличить M_1 и G, уменьшая M и H_1; но последнее ведет к увеличению T, поэтому необходимо компенсировать это последнее, уменьшая I. Если система не астазирована, то $M_1 = M$, и, следовательно, их отношение не может быть увеличено. Но можно увеличить отношение $\frac{M}{I}$, строя систему из весьма тонких магнитиков (В. Томсон) или изгибая магнит в подкову (колокольчиковый магнит—Glockenmagnet—В. Сименса); уменьшение расстояния между концами в n раз увеличивает во столько же раз отно-

шение $\frac{M}{I}$. В астазированных системах возможно, кроме того, увеличение множителя $\frac{M_1}{M}$, так как для двух стрелок с магнитными моментами m_1 и m_2 и углом между магнитными осями δ отношение

$$\frac{M_1}{M} = \frac{m_1 + m_2}{\sqrt{(m_1 - m_2)^2 + 4\, m_1 m_2 \sin^2\frac{\delta}{2}}}$$

м. б. сделано сколь угодно большим при надлежащем подборе δ и величин m_1 и m_2. Уменьшение H_1 может быть достигнуто либо внешними магнитами, либо железн. бронею. Как на крайний предел последней можно указать на шестерную броню в Г. Николса и Виллиамса, ослабляющую земное поле в 40 000 раз. Наконец, увеличение G зависит от рационального выбора сопротивления обмоток ϱ при заданном габарите катушек; в каждом случае ϱ должно быть подобрано в соответствии с назначением Г.; наивыгоднейшее условие: $\varrho = r$.

Пусть N—число оборотов проволоки, d — ее диаметр, H—поле, создаваемое катушками при токе i, E—эдс, вызывающая этот ток, а β_1, β_2, β_3, . . .—коэффициенты. Тогда, при данном габарите,

$$N = \frac{\beta_1}{d^2},\ \varrho = \beta_2 \cdot \frac{N}{d^2} = \frac{\beta_3}{d^4};$$

следовательно, $N = \beta_4 \sqrt{\varrho}$. С другой стороны, число оборотов N пропорционально гальванометрической постоянной G, а Gi пропорционально полю, создаваемому катушками, так что

$$\beta_5 Ni = \beta_6 Gi = H,$$

и потому

$$H = \beta_7 \cdot \sqrt{\varrho} \cdot i\ .$$

Кроме того, $i = \frac{E}{r+\varrho}$; следовательно,

$$H = \frac{\beta\sqrt{\varrho}}{r+\varrho} \cdot E.$$

Это выражение имеет максимум при $r = \varrho$. Следовательно, при прочих равных условиях, наибольшее отношение будет давать гальванометр, сопротивление к-рого равно сопротивлению внешней цепи. Для Г. с подвижною катушкою условие равновесия напишется как

$$H_1 si + Hsi - D\alpha = 0,$$

где s—сумма площадей, охватываемых отдельными витками катушек, H—сила дополнительного поля, в котором вращается катушка, H_1—сила земного поля, D—направляющая сила подвеса. В виду малости H_1 сравнительно с H, первым членом можно пренебречь. Поэтому чувствительность в отношении тока

$$S = \frac{\alpha}{i} = \frac{Hs}{D} = \frac{q}{D},$$

где $q = Hs$ — динамическая постоянная Г. Коэфф-т магнитного действия H, т. е. противодействующий момент при угловой скорости, равной единице, определяется равенством $n = \frac{q^2}{r+\varrho}$, где r—внешнее сопротивление цепи, а ϱ—внутреннее сопротивление Г. Таким образом, увеличение динамической постоянной гальванометра повышает не только чувствительность гальванометра, но и его успокоение. Наиболее выгоден случай, когда

$$S = \sqrt{\frac{2(r+\rho)}{\pi D}} \cdot \sqrt{1 - \frac{n_0 T}{2I}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\rho}{r}} \cong$$
$$\cong \frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{2(r+\rho)\,T^2}{8\pi I}},$$

где I—момент инерции подвижной системы, n_0 — успокоение в разомкнутой цепи. Чувствительность P для напряжения будет:

$$P = \sqrt{\frac{T}{\pi(r+\rho)D}} \cdot \sqrt{1 - \frac{n_0 T}{4I}} \cdot \left[1 + \frac{\rho}{r}\right]^{-\frac{1}{2}} \cong$$
$$\cong \sqrt{\frac{T}{(r+\rho)\pi D}}.$$

Подобными же рассуждениями устанавливается чувствительность баллистического и других гальванометров.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 5, Берлин, 1923 (указана лит. до 1911 г.); его же, О магнитных успокоителях, СПБ, 1880; Ермаков В., Основы электрометрии, ч. I, М.—Л., 1927; Эсмарх, «Ж», 1911, т. 43, стр. 343 (магнитная защита); Левитская М., там же, 1908, т. 40 (2), стр. 114 (струнный гальванометр); Корольков, там же, стр. 388 (флюметр); Миткевич, там же, 1906, т. 38, стр. 86 (флюметр); Jaeger W., Messapparate u. Messmethoden f. stationäre Ströme, Handb. d. Elektrizität u. d. Magnetismus, hrsg. v. L. Graetz, B. 2, Lpz., 1921 (указана лит. до мая 1912 г.); Keinath G., Die Technik elektrischer Messgeräte, 3 Aufl., B. 1, Mch. u. B., 1928; Handbuch d. Physik, hrsg. v. H. Geiger u. K. Scheel, B. 16, B., 1927; Werner, Die hochempfindlichen Galvanometer, B., 1928; Tabular Information on Scientific Instruments: 1) Moving Coil Galvanometers, 2) Vibration Galvanometers, «Journal of Scientific Instruments», London, 1925, v. 3, *1*, *10*; Daynes H. A., The Sensivity of the Paschen Galvanometer, ibid., *1*, p. 7—12, *10*, p. 329—331; Moll, ibid., v. 2, p. 361 (струнный Г.); Downing, ibid., 1926, v. 3, *9*, p. 331—335 (весьма чувствительный Г. с подвижн. магнитом); ibid., v. 3, p. 58, 59, 141, 142, 335 (бронн из металла); Tätigkeitsbericht der physik.-techn. Reichsanstalt, «Ztschr. f. Instrumentenkunde», B. 1925, März, p. 148, 1926, April, p. 173 (Г. Нернста); Wenner, A Theoretical a. Experimental Study of the Vibration Galvanometer, «Bull. of the Bureau of Standards», Wsh., 1910, v. 6, *3*, p. 347—378; «Ztschr. f. Instrumentenkunde», B., 1918, p. 1, 1919, p. 140 (вибрацион. Г. с подвижн. магнитом); Dyck W. I. D., ibid., B., 1926, B. 46, p. 378 (крутильно-струн. Г.); «Scient. Papers of the Bureau of Standards», Wsh., 1920, *370* (вибрацион. Г. Агнью); Zöllich, «Archiv f. Elektrotechnik», B., 1915, B. 3, p. 369 (вибрацион. Г.); Vigneron E., Les mésures électriques, P., 1911; Hausrath S., «Helios», Lpz., 1911, *9*, *10* (струнный Г.); Williams H. B., «Journ. of the Opt. Soc. of America a. Rev. of Scient. Instr.», 1926, v. 13, p. 318—382 (струн. Г.). **Я. Шпильрейн и П. Флоренский.**

ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА, см. *Гальванотехника.*

ГАЛЬВАНОСКОП, прибор, служащий для обнаружения в проводах присутствия постоянного электрич. тока и его направления. Конструкция Г. основана на электродинамич. действии тока; напр., магнитная стрелка на подвижной оси может служить Г.; такой Г. располагают поблизости от исследуемого провода. При отсутствии тока в проводе стрелка Г. располагается в направлении того магнитного поля, которое существует в приборе, или в направлении магнитного меридиана. Если по проводу проходит ток, то стрелка отклоняется.

ГАЛЬВАНОТЕХНИКА, отдел прикладной *электрохимии* (см.), обнимающий вопросы электролитическ. осаждения металлов непосредственно на б. или м. готовые промышленные изделия или на предварительно подготовленные формы этих изделий. Практически Г. до настоящего времени оперирует лишь

с водными растворами металлич. соединений, хотя имеются небезуспешные попытки осаждения и из расплавленных соединений. Металлический осадок, получаемый в Г., может быть и весьма тонким и сравнительно толстым; кроме того, технический эффект может осуществляться как внутренней прилегающей к предмету (или формы с него) стороной осадка (негатив), так и внешней (позитив). Соответственно этим возможностям гальванотехника делится на следующие четыре отрасли:

Табл. 1.—Подразделения гальванотехники.

Осадок	Эффективная сторона осадка	Название отрасли Г.
Тонкий	Внешняя	Гальваностегия
»	Внутренняя	—
Массивный . .	Внешняя	Гальванатипия
» . .	Внутренняя	Гальванопластика

Гальваностегия имеет задачей покрытие металлич. поверхности предметов сравнительно тонким (начиная с нескольких μ), плотно пристающим слоем какого-либо металла, для получения непроницаемого или предохраняющего от окисления, или более твердого, или более красивого покрова. Гальванопластика занимается получением более массивных осадков (от нескольких десятых долей *мм* до нескольких *мм*), могущих служить в качестве самостоятельных предметов и, в большинстве случаев, отделяемых от металлического или неметаллическ. оригинала—для получения его копии. Задача гальванатипии (ἀ-τυπία т. е. без формы)—получение позитивных и б. или м. массивных оболочек с предметов искусства и техники (восковые статуи, кружева, ткани и т. д.) или естественных (листья, цветы, плоды, насекомые и т. п.), затем обычно уничтожаемых; применяется реже гальваностегии и гальванопластики. Наконец, та (не имеющая особого названия) отрасль Г., в к-рой технич. эффект принадлежит внутренней стороне тонкого осадка, затем так или иначе укрепляемого, имеет задачей изготовление форм с облагороженною формирующей поверхностью, например для неокисляемости или химич. стойкости ее. В отличие от других электрохимич. процессов в водных растворах [получение хим. соединений, *электрометаллургия* (см.) и др.], гальванотехнические процессы протекают, вообще говоря: а) при более сложном составе электролита, б) с растворимыми, по возможности чистыми по составу анодами и без неподвижной (твердой) диафрагмы, в) при длительном сохранении постоянства состава электролита без циркуляции и регенерации.

Теория. 1) Общие соотношения и определения. Гальванотехническ. ванна представляет электролитическую цепь и характеризуется следующими уравнениями. Потребное напряжение внешнего источника тока

$$V = E_0 + I\Sigma r \text{ вольт}, \quad (1)$$

где Σr—сумма внутренних сопротивлений ванны и E_0—противоэлектродвижущая сила ванны (без тока), равная алгебраической сумме потенциалов анода и катода:

$$E_0 = \varepsilon_{a.} + \varepsilon_{к.} \text{ вольт}. \quad (2)$$

Более точное выражение эдс под током:

$$E = \varepsilon_{a.} + \varepsilon_{к.} + \Sigma e \text{ вольт}, \quad (3)$$

где Σe—сумма возникающих при прохождении тока поляризаций: химической—$\eta_{a.}$ и и $\eta_{к.}$ и концентрационной—$e_{a.}$ и $e_{к.}$ (значок a относится к аноду, значок $к$—к катоду) [1]. Общее выражение для силы тока

$$I = \frac{V - (\Sigma\varepsilon + \Sigma e)}{\Sigma r} \text{ ампер}. \quad (4)$$

Если пренебречь прочими сопротивлениями, то омическое сопротивление ванны

$$r = \varrho \frac{l}{q} \text{ ом}, \quad (5)$$

где ϱ—удельное сопротивление электролита, l—расстояние между электродами и q—действующая поверхность электродов. Плотность тока на электродах D:

на аноде $D_{a.} = \frac{I}{q_{a.}}$ и на катоде $D_{к.} = \frac{I}{q_{к.}}$ (6)

обычно выражается в А на $дм^2$ и в этом случае обозначается с индексом 100, т. е. $D_{a_{100}}$ и $D_{к_{100}}$. Напряжение, необходимое для ванны в зависимости от D, расположения электродов и удельного сопротивления элемента

$$V = \varrho l D + (\Sigma\varepsilon + \Sigma e) \text{ вольт}. \quad (7)$$

Практически при одинаковых электродах ($\Sigma\varepsilon = 0$) и незначительной поляризации ($\Sigma\varepsilon \cong 0$), как, напр., в медной сернокислой ванне, можно пользоваться ф-лой:

$$V = \varrho l D \text{ вольт}. \quad (8)$$

Выход по току

$$100\frac{a'}{a}\%, \quad (9)$$

где a—количество выделенного вещества в $г$/Ah (по закону Фарадея) и a'—действительно полученное на катоде или растворенное на аноде количество вещества в $г$/Ah. Выход по энергии (кпд ванны) равен

$$100\frac{E_0}{E_0 + \Sigma e + I\Sigma r}\cdot\frac{a'}{a}\%. \quad (10)$$

Необходимый потенциал электрода для выделения на катоде металла

$$П_{м.} = \varepsilon_{м.} + \eta_{м.} \quad (11)$$

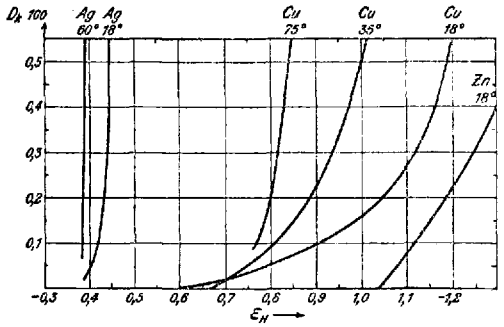
и для выделения водорода

$$П_{н} = \varepsilon_{н} + \eta_{н}, \quad (12)$$

где $\varepsilon_{м.}$ и $\varepsilon_{н}$—потенциалы при соответствующих концентрациях (по формуле Нернста) без тока, а $\eta_{м.}$ и $\eta_{н}$—хим. поляризация (перенапряжение, наднапряжение) под током. Поэтому зависимость плотности тока от сообщенного электроду потенциала $D = f(П)$ является важной характеристикой всякого электродного процесса. Эта зависимость для катода определяется: а) природой металла, б) составом электролита и в) материалом и состоянием поверхности катода. Для Ag, Cu и Zn в цианистых растворах при различных $t°$ эта зависимость графически изображена на фиг. 1, представляющей диаграмму «плотность тока—потенциал электрода» (водородный $\varepsilon_{н}$). Этими соотношениями руководствуются при составлении рецептуры ванн, а также при исследовании вопросов совместного выделения на катоде металла и

водорода (напр., для Fe или Ni) или выделении на катоде сплавов (например, Cu с Zn).

2) Структура металлических осадков. Электролит. осаждение металлов на катоде рассматривают как процесс кристаллизации [2]. Поэтому структура осадков



Фиг. 1.

определяется свойственными каждому металлу: а) первоначальной формой отдельных кристаллов, б) их размерами и в) изменениями, происходящими в процессе кристаллообразования. Свойства осадков, имеющие значение для Г., относятся прежде всего к размерам выделяющихся металлич. кристаллов. Чем мельче кристаллы, тем плотнее и глаже, вплоть до блестящего, получается осадок. Процесс кристаллизации складывается из двух независимых явлений: образования на катоде первых твердых отложений из раствора (центров кристаллизации) и роста кристаллов из образовавшихся центров. Каждое из этих явлений протекает с определенной скоростью, в свою очередь зависящей от условий процесса. Если скорость протекания первого явления больше, то образуются мелкозернистые осадки и, наоборот, бо́льшая скорость второго вызывает значительный рост меньшего числа кристаллов. Таким образом, крупность структуры осадка характеризуется отношением скоростей указанных явлений; кроме того, она зависит, во-первых, от электрохимического режима ванны и, во-вторых, от состава электролита. О других свойствах, характеризующих структуру осадков, см. в специальных работах [ ], где и приведена соответствующая литература. На характер осадка существенное влияние может также оказывать и ряд других обстоятельств, как, напр., состояние поверхности катода относительн. его расположение, условия перемешивания электролита.

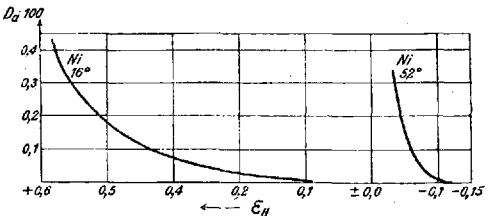
3) Электрохимический режим процесса. Существен. значение при установлении правильного режима ванны имеет отношение плотности тока к концентрации электролита и его $t°$. При низкой величине отношения $\frac{\text{плотность тока}}{\text{концентрация электролита}}$ создаются условия, благоприятствующие росту крупн. кристаллов; при весьма большой величине названного отношения нарушаются также и условия правильного роста кристаллов, при чем некоторые из них растут быстрее других: осадок получается грубый, рыхлый, порошкообразный. Пределы применяемых в Г. плотностей тока при данной концентрации и прочих равных условиях, вообще говоря, различны для каждого металла. Темп-ра обычно действует в том же направлении, что и плотность тока. При данной концентрации и плотности тока повышение $t°$ способствует мелкозернистости осадка благодаря увеличению диффузии и электропроводности электролита; при дальнейшем же повышении $t°$ качества осадка ухудшаются вследствие уменьшения поляризации, и для сохранения качества осадка необходимо одновременно повышать и плотность тока.

4) Электролит. Состав электролита сказывается в зависимости от того, находится ли металл в электролите: в форме катиона (простые соли сильно диссоциированных кислот—серной, соляной, азотной и других—реакция кислая или нейтральная) или в форме аниона (комплексные соли, особенно цианаты, соли едких щелочей и др.—реакция щелочная или нейтральная). В первом случае возможно осадить в виде плотного и однородного слоя лишь некоторые из металлов, например, Ni, Co, Fe, Cu, тогда как Ag, Pb выделяются из таких растворов ветвящимися листочками и иголочками, а Au и металлы группы Pt—более или менее держащимся на катоде порошком; во втором случае почти все металлы при умеренной плотности тока выделяются в виде весьма мелких кристаллов. Своеобразное действие на структуру выделяющегося металла оказывает и характер аниона: напр., Pb из азотнокислых, уксуснокислых растворов осаждается в виде губчатой, рыхлой массы, а из растворов перхлората—в плотном виде. Подобные же явления обнаруживаются у Zn, Cd и других металлов. Во втором случае при одном и том же анионе может оказывать действие валентность металла или одновременное присутствие одного и того же металла в разной степени окисления, напр., примесь четырехвалентного $Sn^{\cdots\cdot}$ к двувалентному $Sn^{\cdot\cdot}$ вызывает образование крупнокристаллич. осадка; присутствие одновалентной $Cu^{\cdot}$ в растворе двувалентной $Cu^{\cdot\cdot}$ обусловливает выделение порошкообразной меди. Добавление к электролиту целого ряда примесей имеет целью улучшение качества и равномерное распределение осадка. Сюда относятся, например, электропроводящие примеси в таком количестве, чтобы электропроводность ванны в известной степени обусловливалась этими примесями. Например, добавлением нейтральных солей (сульфатов и хлоридов щелочных металлов) или к-т (серной в кислой медной ванне) достигается равномерное распределение линий тока внутри ванны, а также более равномерная плотность тока на неровной поверхности катодов. Кроме того, подобными примесями стремятся, с одной стороны, поддержать определенную величину потенциала для выделения данного металла, препятствующую выделению водорода вместо металла (см. ф-лы 11 и 12), а с другой—увеличить изменение этого потенциала от плотности тока $\frac{\partial \Pi_м}{\partial D_к}$, чтобы препятствовать увеличению плотности тока в местах, ближе расположенных к аноду. Однако, требуется точная дозировка указываемых примесей. Так, присутствие $^1/_{20}$ % хлор-иона в меднокупоросной ванне делает

медный осадок хрупким, а полное отсутствие хлор-иона—неоднородным; рекомендуется при электролитич. рафинации меди добавление около $^1/_{200}$% указанной примеси. Незначительная (десятые и даже тысячные доли %) примесь коллоидов (положительных, т. е. таких, к-рые под током направляются к катоду, заменяя подвижную диафрагму) препятствует росту крупных кристаллов, а в некоторых случаях (Pb, Zn, Cu) делает поверхность глянцевой. Коллоиды прибавляются как органическ. (желатина, столярный клей, декстрин, глюкоза, агар-агар, трагакант, казеин), так и неорганич. (гидроокиси и нек-рые нерастворимые соединения). Однако, попадая через адсорбцию в катодный осадок, коллоиды могут в некоторых случаях значительно изменить механические свойства осадка, делая его хрупким и поэтому целесообразность примешивания коллоидов к ванне часто многими оспаривается [4,5]. Подобно коллоидам воздействуют и некоторые кристаллоиды; так, на серебряный осадок, получаемый из цианистых ванн, благоприятно действует небольшая примесь сероуглерода, а на свинцовый из перхлоратовой ванны - примесь флоризина и особенно гвоздичного масла. К числу вредных примесей электролита относятся растворимые соли металлов, выделяющихся на катоде вместе с осаждаемым металлом, напр., As и Bi в медных ваннах, Cu—в никелевых и железных ваннах. Соли металлов, хотя и неспособные по своему потенциалу выделиться на катоде, но дающие разные степени окисления, напр., $Fe^{"}$ и $Fe^{"'}$, нарушают режим ванны и уменьшают выход по току. Такое же влияние оказывают многие окисляющие соединения (с анионами NO_3, ClO, ClO_3 и т.д.) и восстановители.

5) Аноды в Г. применяются двух видов: вальцованные и литые. Особенностью тех и других является различная скорость их растворения. Литые аноды растворяются с большим коэфф-том использования по току, и поэтому электролит с течением времени обогащается металлом—сравнительно с первоначальным содержанием последнего в ванне—и даже может вызвать выпадение гидрата. Вальцованные аноды дают обратный эффект, и электролит обедняется металлом. В связи с этими явлениями приходится тщательно контролировать состав ванн (например, никелевых) и регулировать анодное растворение соответствующим выбором анодной плотности тока и другими мерами. Состояние поверхности анодов (механич. поляризация), попадание в электролит нежелательных примесей из материала анодов д. б. приняты во внимание при выборе последних. Характер анодной поляризации показан на фиг. 2.

Весьма важно также размешивание ванны и в частности содействующее ему вращение катодов. Так, из $^1/_1$ N раствора $CuSO_4$



Фиг. 2.

током 0,07 А/$дм^2$ выделяется слабый темно-красный остаток меди на неподвижном катоде и плотный слой на катоде вращающемся (ок. 1 000 об/м.), даже если плотность тока доведена до 0,3 А/$дм^2$.

Гальваностегия. Перед всяким гальваностегическим покрытием должны быть приняты меры, чтобы между осаждаемым металлом и наращиваемым предметом произошла прочная спайка. Эти меры состоят в подборе промежуточных металлов, обеспечивающих сращивание, и в подготовке обрабатываемой поверхности. Хорошую спайку с большинством других металлов дает медь. Поэтому, если нужно покрыть какой-либо металл другим металлом, дающим с первым плохую спайку, например—цинк никелем, то делают между ними медную прослойку. Подготовка поверхности состоит в последовательной ее обработке механич. и химич. средствами. Сюда относятся: а) шлифовка, полировка или матирование поверхности, б) травление, в) обезжиривание и г) декапирование.

Шлифование, полирование и матирование. В зависимости от обрабатываемого металла применяют те или иные шлифующие или полирующие составы, учитывая величину их зерна и род связывающего вещества; должна быть также установлена и соответствующая скорость обработки. Чем больше зерно шлифующего материала и чем тверже применяемый круг, тем меньше, как правило, д. б. скорость обработки. Опытным путем [6] установлены следующие наиболее выгодные окружные скорости шлифовальных и полировальных кругов и соответствующие им приблизительные числа оборотов в зависимости от их диаметра (табл. 2). Различают три вида шлифовки: грубая пред-

Табл. 2.—Окружные скорости шлифовальных и полировальных кругов.

№ группы	Металлы	Для предв. и тонкой шлифовки окр. скорость в м/сек	Для полировки до высокого глянца в м/сек	Об/м. для полировки кругами диаметром: 200 мм	250 мм	300 мм	350 мм	400 мм
1	Железо, сталь, никель, нейзильбер	20	30	2 850	2 300	1 880	1 620	1 440
2	Медь, латунь, бронза, томпак, серебро	16	25	2 400	1 900	1 590	1 360	1 190
3	Цинк, олово, свинец, алюминий, свинцов. сплавы	12—14	20	1 900	1 530	1 260	1 090	960

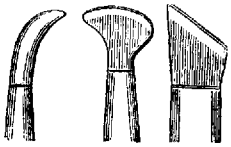
варительная шлифовка, тонкая шлифовка, или предварительная полировка и полировка до высокого глянца. В качестве шлифующего материала применяют: для 1-й стадии шлифовки—наждак или кварцевый песок; для 2-й стадии—тонкие помолы наждака, кварцевую муку, крокус (измельченная окись железа), а для мягких металлов—порошкообразн. трепел и мел; для 3-й стадии—так называемую венскую известь (обожженный мел) или самые тонкие сорта крокуса. Сплошные шлифовальные круги, напр., наждачные, применяются в случае грубой необработанной поверхности, вообще же предпочтение отдают эластичным деревянным, обтянутым кожей кругам (фиг. 3), на шлифующую поверхность которых наносят тем



Фиг. 3.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

или иным способом (наклеивают, намазывают) шлифующий порошок, смешанный с каким-либо жиром (салом, стеарином) или с вазелином. Для тонкой шлифовки неровных поверхностей, а также для полировки, применяют щеточные (фибровые, волосяные) круги различных конструкций с длиной щетки 40—80 *мм* или сукопные, матерчатые (фиг. 4), к-рые смазывают шлифующими порошками в масле или натирают брусками из полирующего состава. Кроме того, применяются весьма различные по форме полировальники из очень твердой стали, камня в роде кровавика и других материалов (фиг. 5). Тип шлифовального и полировального станка показан на фиг. 6.

Табл. 3.—Мощности для шлифования и полирования.

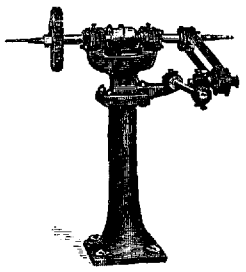
Число оборотов круга в мин.	Диам. круга в *мм*	Ширина круга в *мм*	Давление рабочего на круг, шир. 20 *мм* в *кг*	Необходим. мощность на рабочего в Р	
				при шлифовке	при полировке
1 250	250	20	2,5	0,65	0,5
	300	»	»	0,78	0,6
	350	»	»	0,91	0,7
1 500	250	»	»	0,78	0,6
	300	»	»	0,94	0,725
	350	»	»	1,09	0,84
1 750	250	»	»	0,91	0,7
	300	»	»	1,09	0,84
	350	»	»	1,27	0,98
2 000	250	»	»	1,05	0,81
	300	»	»	1,25	0,96
	350	»	»	1,46	1,13
2 500	250	»	»	1,3	1,0
	300	»	»	1,56	1,2
	350	»	»	1,82	1,4
2 750	250	»	»	1,43	1,1
	300	»	»	1,72	1,33
	350	»	»	2,0	1,54

Средняя расходуемая мощность на шлифовальную и полировальную работу [6] дана в табл. 3. Примерная производительность хорошо обученных шлифовальщиков, в зависимости от обрабатываемого материала,

Табл. 4.—Производительность шлифовальных и полировальных станков при 2 000 об/м., круге диаметром 300 *мм* и шириной 40 *мм*.

Операция	Материал	Обработ. площадь в $м^2/ч$
Первая шлифовка	Чугун	до 5
	Латунь, бронза	» 6
	Железо, сталь	» 7
Предварит. шлифовка	Чугун	до 6
	Латунь, бронз. литье	» 9
	Железо, сталь	» 8—9
	Алюминий	» 10
	Цинк	» 10
Полировка до высокого глянца	Все материалы, включая гальванические осадки	до 15

показана в табл. 4. Матирование поверхности, если оно требуется по роду обрабатываемых предметов, производится механич. путем либо циркулярными металлич. щетками, либо пескоструйными аппаратами (о матировании химическ. путем см. ниже).



Фиг. 6.



Фиг. 7.

Для матирования латуни, меди и серебра применяются стальные проволочные щетки, а для цинка, золота и британского металла—латунные. Длина кисти матировочных щеток 100—120 *мм* (фиг. 7), число оборотов 300—600 и 1 000 в минуту, в зависимости от твердости матируемого предмета. Обработка струей песка производится либо вентиляторами высокого давления 100—200 *мм* водяного столба, либо компрессором (мощностью 2,5—5 Р).

Травление производится с целью очистки поверхности предметов от окислов, придания ей однородности и разрыхления перед покрытием. Предметы должны быть предварительно очищены от лака, краски и жиров. Для железных и стальных предметов применяют разбавленные к-ты, обычно серную 1:10; более дорогой состав: воды—1 *л*, винной к-ты—2,5 *г*, хлористого цинка 1:10—1 *л*. Мягкие металлы, как цинк, свинец и их сплавы,

обычно не травятся; в случае же надобности, свинец травят разбавленной азотной к-той; олово и алюминий—соляной. Наиболее часто травлению подвергается медь и ее сплавы.

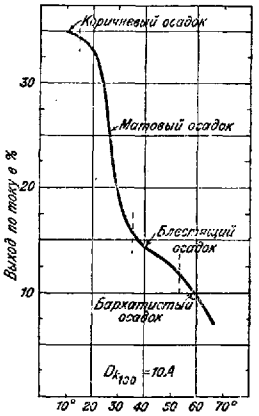
Рекомендуется [6] последовательное травление в двух ваннах: 1) предварительное травление: смесью концентрированной техн. азотной к-ты 36° Bé—2 *л* и крепкой соляной кислоты—20 *см*³, 2) глянцевое травление смесью: крепкой азотной к-ты—1 *л*, серной к-ты 66° Bé—1 *л*, соляной к-ты—20 *см*³ и голландской сажи—10 *г*. Матовое травление производится в ванне следующего состава: крепкой азотной к-ты 3 *кг*, крепкой серной к-ты 2 *кг*, поваренной соли 15 *г*, цинкового купороса от 10 до 15 *г*. Щелочная травильная ванна для мягких металлов имеет такой состав: воды 1 *л*, технич. едкого натра 200 *г*, поваренной соли 30 *г*.

Травильные ванны работают при комнатной $t°$; при нагревании действие их значительно усиливается [7]. Опускаемые предметы д. б. обезжирены и обязательно высушены, чтобы не разбавлять травильных составов. Применяется также и электролитич. травление, при чем предметы подвергают анодному растворению в слабо кислых, нейтральных и даже щелочных ваннах. В последнем случае возможно также и одновременное обезжиривание предметов, включая их сперва катодом, а затем анодом. При большой плотности тока (до 10 А/*дм*²) применяют, например, 20%-ный щелочной раствор поваренной или глауберовой соли. В качестве холостых электродов для щелочных ванн берут железные, для кислых—свинцовые листы.

Обезжиривание производится либо путем омыления—в случае жиров животного или растительного происхождения, как сало, растительные масла и т. п. жиры, либо путем непосредственного растворения—в случае минеральных загрязнений, как вазелин, парафин и проч. При незначительном загрязнении предметов достаточна обработка их при помощи мягкой щетки свежеприготовленным известковым молоком или кашицей, с последующей тщательной промывкой чистой водой. При более значительном загрязнении необходима предварительная очистка предметов в растворе щелочи (лучше горячем)—по первому способу, либо органич. растворителем, как бензин, спирт, трихлорэтилен—по второму способу. Для железа, стали, меди, никеля берут обезжиривающий раствор щелочи 1:10, для металлов же, как цинк, олово, свинец, на к-рых заметно действие щелочи, более слабый раствор 1:20—1:30. Кроме указанных способов, для гладкого и не очень профилированного товара часто применяют обладающий значительными преимуществами по своей простоте электролитич. способ обезжиривания в растворе щелочи или щелочных солей. Сущность этого способа заключается в двояком действии тока на катодно обрабатываемый предмет. С одной стороны, образующаяся на катоде щелочь производит обычное омыляющее действие, с другой стороны, бурно выделяющийся на обрабатываемой поверхности (при большой плотности тока) водород механически отделяет неомыляемые жирные загрязнения, которые, давая эмульсию, всплывают на поверхность ванны. Т. о., загрязнения м. б. легко удалены из ванны, и предметы, подвешенные к токоподводящим перекладинам, после споласкивания переносятся в ванну для осаждения. Применяемая плотность тока—до 5 и более А/*дм*² при напряжении 4—6 V. Признаком достаточного обезжиривания служит однообразное смачивание поверхности (отсутствие участков, обтекаемых водой при споласкивании).

Декапирование применяется перед непосредственным опусканием предмета в ванну и служит для растворения тончайших, часто невидимых на-глаз, пленок окисей, побежалостей и пятен из окислов и солей, получающихся в том случае, когда предметы, после их травления или обезжиривания, остаются нек-рое время влажными на воздухе. Для этой цели в большинстве случаев применяют разбавленные растворы, которые не препятствуют немедленному перенесению предметов в соответствующую гальванопластич. ванну,—напр., раствор винного камня 1:100, цианистый раствор 1:15—1:20, солянокислый раствор 1:15 и др.

Рецептура гальваностегических ванн весьма разнообразна. В виду высоких требований, предъявляемых к осадкам, в большинстве случаев применяют растворы комплексных или двойных солей. Исключение составляют железные и никелевые ванны, дающие весьма мелкозернистые осадки, и ванны из растворов простых солей. Наибольшее распространение, а также техническое применение нашло никелирование. Типичная рецептура и наиболее важные технические данные никелевых ванн сгруппированы в табл. 5. Высокому качеству металлич. осадков благоприятствуют иногда ничтожные примеси в ванне посторонних солей, однако точно дозируемые; так, например, прибавление к никелевой ванне до 0,01% хлорист. кадмия увеличивает блеск никелировки, тогда как содержание кадмиевой соли, превышающее 0,5%, придает никелированной поверхности черный, некрасивый оттенок [5]. В последнее время с никелировкой начинает конкурировать хромирование.



Фиг. 8.

Хромирование приобрело большое технич. значение лишь в последние годы. Главнейшие из технически ценных качеств хромовых осадков, которые способствовали быстрому распространению этого процесса, следующие: 1) твердость хромовых осадков превосходит все-известные до сих пор виды металлич. покрытий (близки к твердости корунда); 2) устойчивость к действию высоких $t°$ (600—800° переносится без изменения цвета осадка); 3) стойкость к химич. воздей-

Табл. 5. — Типичные никелевые ванны.*

Свойства ванн	Лимоннокислая	Аммонийная	Борнокислая	Хлористая
Состав на 1 *л* воды	Никелевого купороса 40 *г*, лимоннокисл. натрия 35 *г*	Двойной соли никель-аммония 75 *г*	Двойной соли никель-аммония 49 *г*, борн. к-ты 20 *г*, хлористого аммония 15 *г*	Никелевого купороса 50 *г*, хлористого аммония 25 *г*
Напряж. ванны при расстоянии между электрод. l = 15 *см* в V	3,6	3,5	2,8	2,3
ΔV на каждое Δl, равное 5 *см*, в V	0,7	0,37	0,5	0,43
$D_{к_{100}}$ в А/*дм*²	0,27	0,3	0,5	0,5
Темп-ра электролита в °С	15—20	15—20	15—20	15—20
Концентрация электрол. в °Bé	5,5	6,5	5	5
Уд. сопротивл. электрол. в Ω-*см*	5,17	2,46	2,085	1,76
Темп-рный коэфф. сопрот. $\Delta\rho/1°$	0,0348	0,0176	0,0156	0,025
Выход по току в %	90	91,5	89,5	95,5
Толщина осадка в *мм*/ч	0,00301	0,0034	0,00556	0,0059
Аноды	Вальцованные, с площ. = двойн. площ. катодов	Литые, с площ. = $^1/_2$—$^3/_4$ площ. катодов	Литые, с площ. = $^1/_2$ площ. катодов	Литые, с площ. = $^1/_2$ площ. катодов
Нормальный осадок	Блестящ. стекловидн., не требует полировки	Блестящий упругий, выдерживает полировку	Желтовато-серый, матовый	Серебристый, матовый
Применение	Для предметов с острыми краями (хирург. инстр., иголки и пр.)	Для железн. и стальных изделий	Для покрытия оловянных, свинцовых изделий и сплавов	Для массового покрытия мелких изделий и для работы в глубину

* Последние работы по исследованию процесса никелирования см. [8, 9, 10].

ствиям (к-там, щелочам, отсутствие побежалостей от влажности, паров и газов); 4) красивый, голубовато-белый, подобно полированному серебру, цвет.

Вышеуказанные свойства обеспечивают преимущество хромирования перед никелированием во многих случаях инструментальной техники и покрытия ответственных частей машин, тогда как в массовом гальванизировании преимущество остается за никелированием. Технич. осаждение хрома представляется существенно отличным от других гальваностегич. процессов. Исходным материалом электролита служит раствор хромовой кислоты с концентрацией CrO_3 от 250 до 500 *г* на *л* с незначительной (2—3 *г* на *л*) добавкой серной кислоты или нейтральных сульфатов; напр., первая ванна этого типа Саржента (Sargent) 1920 года имеет состав: воды 1 *л*, хромовой к-ты технически чистой 250 *г*, сульфата хрома 3 *г*. Следовательно, осаждаемый металл в электролите находится в форме аниона, и электрохимическое восстановление хрома из хромовой к-ты происходит лишь при определенной плотности тока с одновременным выделением водорода. Этим объясняется относительно низкий выход по току хромовых ванн (обычно ниже 20%, при получении блестящих осадков, считая на 6-валентный хром). Условия получения хромовых осадков подлежащего качества достаточно полно освещены работами последних лет [11,12], а история вопроса и литература предшествующих лет с исчерпывающей полнотой приведены в статье В. Шишкина и Е. Гернет [13]. На фиг. 8, представляющей диаграмму «выход по току—температура» при $D_к$=Const, для области блестящих осадков можно видеть пределы $t°$ и соответствующие выходы по току при $D_к$=10 А/*дм*². Диаграмма относится к ванне указанного выше состава. С повышением $t°$ ванны растет минимальное значение $D_к$, при котором начинается осаждение

хрома на катоде, но в то же время растет и рабочий диапазон плотностей тока для получения блестящих осадков (табл. 6).

Табл. 6. — Технические данные хромовой ванны (250 *г/л* CrO_3).

Материал катода	t° ванны	Выход по току для средн. $D_к$ в %	Рабочий диапазон: нижн. границы $D_к$ в А/дм²	Рабочий диапазон: верхн. границы $D_к$ в А/дм²	Время для получения осадка в 0,005 мм/мин
Медь и латунь	35	11	2,6	7,5	76
	40	13	3,1	11,0	44
	45	15	4,7	20,0	21
	50	17	5,0	25,0	15
Железо и сталь	35	7	2,5	3,5	255
	40	10	2,5	6,5	96
	45	12	2,6	10,5	50
	50	13	2,7	16,0	30
	55	14	2,6	21,5	21
Никель (электролитич.)	35	9	3,2	6,0	116
	40	12	3,2	10,5	50
	45	17	2,7	15,5	29
	50	15	2,4	22,0	19

В качестве анодов для хромовых ванн обычно применяют свинцовые листы с поверхностью, равной двойной поверхности катодов.

Особенность процесса хромирования состоит в обильном, упомянутом выше, выделении водорода на катоде, а также кислорода на нерастворимом аноде. Распыление электролита выделяющимися пузырьками вызывает явление так наз. тумана, отравляющего воздух в помещении и портящего металлические части. Поэтому современные хромовые ванны обычно снабжают отсасывающими приспособлениями, идущими вдоль электродных штоков к газопроводам, соединенным с эксгаустером, удаляющим газ в местах его образования. Кроме того, выделяющийся водород в количестве 200 и более объемов, в зависимости от плотности тока [6], окклюдируется хромовым осадком. Это явление также может иметь нежелательные последствия—как трещины, отскакивание осадка и коррозию основного металла. Известно несколько способов удаления водорода из хромирован-

Табл. 7.—Типичные ванны для цинкования, лужения, осталивания и свинцования.

Свойства ванн	Цинковая	Оловянная	Железная	Свинцовая
Состав на 1 *л* воды	Цинк. купороса 150 *г*, аммония сернокисл. 50 *г*, борной к-ты 10 *г*	Натрия пирофосфорнокисл. 40 *г*, олова хлорист. плавл. 16 *г*, олова хлорист. кристаллич. 4 *г*	Железн. купороса 130 *г*, аммония хлористого 100 *г*, натрия лимоннокислого 3 *г*	Свинца кремнефтористого 85 *г*, к-ты кремнефтористоводородной 70 *г*, желатины 0,15 *г*
Напряж. ванны при l=15 *см* в V	1,0—2,5	2	0,5	0,2—0,3
ΔV на кажд. Δl, равное 5 *см*, в V	0,25—0,83	0,4	0,03	—
$D_{к_{100}}$ в А/дм²	0,3—1,0	0,2	0,1	1,0
Темп-ра электролита в °С	15—20	15—20	15—20	15—20
Концентрация электрол. в °Bé	14,5	5	11	—
Уд. сопрот. электрол. в Ω-*см*	1,62	4,02	0,6	—
Темпер. коэфф. сопрот. $\Delta\rho/1°$	0,0198	0,0233	0,0154	—
Выход по току в %	100	90	69	—
Толщина осадка в *мм/ч*	При $D_{к_{100}}$ = 1,0. 0,0173	0,00591	0,00093	—
Аноды	Вальцов., чистого цинка	Литые с площ.= =площ. катодов	Мягкого железа с площ.=площади катодов	—
Нормальный осадок	—	Матовый, требует крацовки	Твердый голубовато-серый	—
Применение	—	Железо и сталь покрываются непосредственно; для цинка необходим подслой меди или латуни	Железо, медь и сплавы покрываются непосредственно; мягкие металлы требуют подслоя	—

ных предметов термическим путем, а также холодный способ Боссе [6]. Последний состоит в том, что хромированные предметы помещают в вакуум-аппарат и подвергают действию электрического тока напряжением в 1 000—2 000 V, при чем происходит электродное распыление, и металл в несколько минут освобождается от водорода. Этот метод применим также и к никелевым, золотым и медным осадкам.

Рецептура и технические данные других применяющихся в промышленности гальваностегических ванн приведены в табл. 7 и 8

Табл. 8.—Типичные ванны для меднения, латунирования, серебрения и золочения.

Свойства ванн	Медная	Латунная	Серебряная	Золотая
Состав ванны: весовые количества отдельных химических веществ, приходящиеся на 1 *л* воды	Натрия углекислого кальцинирован. 10 *г*, натрия сернокисл. кальцинир. 20 *г*, натрия кислого сернистокислого 20 *г*, цианистого калия 1 *г*, двойной цианистой соли меди и калия 30 *г*	Натрия углекислого кальцинирован. 14 *г*, натрия сернокисл. кальцинир. 20 *г*, натрия кислого сернистокислого 20 *г*, двойной цианист. соли меди и калия 20 *г*., двойной циан. соли меди и цинка 20 *г*, циан. калия 1 *г*, хлористого аммония 2 *г*	Хлористого серебра с содержанием металлического серебра 25 *г*, цианистого калия 100%-ного 42 *г*	Цианистого калия 100%-ного 1 *г*, хлорного золота 1,5 *г*
Напряж. ванны при l = 15 *см* в V	Для Fe . . 2,7 Для Zn . . 3,2	Для Fe . . 2,7 Для Zn . . 3,2	0,9	1,8
ΔV на кажд. Δl, равное 5 *см*, в V	0,26	0,23	0,25	0,12
$D_{K_{100}}$ в $A/дм^2$	0,3	0,3	0,3	0,1
Темп-ра электролита в °C	15—20	15—20	15—20	50
Концентрация электролита в °Bé	7,75	9	6	4
Уд. сопрот. электрол. в Ω-*см* . .	1,75	1,5	1,65	2,35
Температ. коэфф. сопрот. $\Delta\rho/1^\circ$ . .	0,0184	0,019	0,019	0,0136
Выход по току в %	81	73	99	95
Толщина осадка в *мм/ч*	0,00644	0,00467	0,0114	0,00184
Аноды	Электролитические, литые	Вальцованные, латунные, отожженные	Чистого серебра $\leq$ 1 *мм* толщ.	Золотые с пл. = $=^1/_8$ площади катода
Нормальный осадок	Блестящий	Матовый, бархатистый	Матовый	Блестящий
Применение	В качестве подслоя	В качестве подслоя	Для толстых и тонких осадков	Для всех металлов

(исследование различных осадков см. в специальных работах [14, 15, 16]). Из менее распространенных процессов следует упомянуть о кадмировании, предохраняющем покрове от ржавления [17].

Гальванопластика. Подготовка поверхности к наращиванию гальванопластического осадка существенно отличается от подготовки в гальваностегии. Это вытекает из того, что объектами гальванопластич. покрытия служат либо непроводящие ток предметы, либо хотя и проводящие, но такие, с к-рых наращенный слой металла может легко сниматься. Соответственно этому, главные подготовительные операции состоят из изготовления форм для осаждения (матриц) и обработки активной поверхности этих форм.

Изготовление матриц. Применяют следующ. способы изготовления негативных матриц: 1) накладывание, накатывание или прессование на оригинале пластичного материала, 2) обливание оригинала твердеющим жидким или расплавленным составом и 3) гальванопластическ. изготовление копий с литого, чеканенного, гравированного или протравленного оригинала. В зависимости от предъявляемых к снимкам технических

и экономических требований, а также рельефа, механическ. и других свойств оригинала, предпочитают тот или иной метод работы. Так же разнообразен и материал, применяемый для изготовления матриц. Во всех случаях стремятся получить, по возможности, металлическ. матрицу; для крупных и сложных по рельефу предметов наиболее употребительны гипсовые и гуттаперчевые матрицы; наконец, по легкости обращения и практичности, в особенности при плоских рельефах, выше других стоят матрицы из целлюлоида и воска; воск в качестве основного материала входит в самые разнообразные композиции, например, в следующие составы:

Кресса.

Белого воска	120 вес. ч.
Стеарина	50 » »
Сала	30 » »
Асфальта сирийского	40 » »
Графита отмученного	5 » »

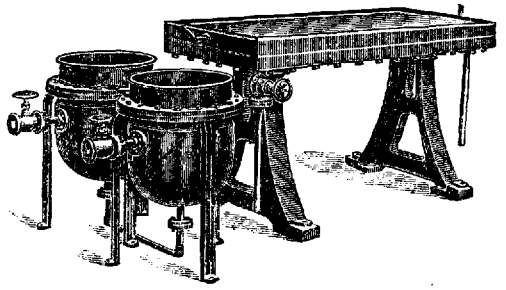
Уркварта.

Желтого воска	900 » »
Скипидара венецианского	135 » »
Графита	222 » »

Пфангаузера.

	В зимние месяцы	В летние месяцы
Воска пчелиного (желтого)	400 вес. ч.	250 вес. ч.
Воска горного (озокерита)	300 » »	450 » »
Парафина	100 » »	50 » »
Венецианского скипидара	60 » »	35 » »
Графита отмученного	150 » »	180 » »

Аппаратура для изготовления восковых матриц состоит из котлов и столов с паровой рубашкой (фиг. 9) или с электрич. обогревом.



Фиг. 9.

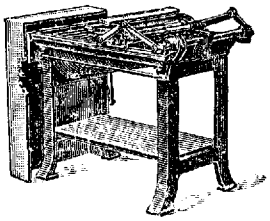
Прессование матриц из пластичного материала производится либо вручную, ударными прессами (для малых предметов), либо гидравлич. прессами с подогреванием талера. Нормальные размеры применяемых в гальванопластике гидравлических прессов приведены в табл. 9.

Табл. 9.—Нормальные размеры гидравлич. гальванопластич. прессов.

Размеры стола в см		Максим. уд. давл. в *atm*	Эффект. давление в *кг*	Вес в *кг*
ширина	длина			
60	42	120	88 200	∽ 1 700
57	46	300	377 000	∽ 2 600
80	70	120	150 700	∽ 3 000
80	70	300	377 000	∽ 4 060

В качестве металлического пластичного материала применяют главным обр. свинец и олово, а в качестве литейного—легкоплавкие свинцовые сплавы, как, напр., сплавы Вуда и Розе. Кроме того, применяют еще комбинированные свинцово-восковые матрицы из свинцовых листов, покрытых с одной стороны слоем мягкой композиции, на которой отпечаток прессуется в каландре.

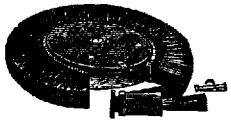
Обработка поверхности матриц перед покрытием металлом заключается в нанесении одной или нескольких б. или м. тонких прослоек, назначение которых состоит: 1) либо в облегчении отделения осадка от матрицы (металлич.), 2) либо в создании электропроводной поверхности (неметаллич. матрицы) и 3) либо в предохранении материала матрицы от действия электролита. В качестве поверхностного слоя металлическ. матриц всеобщее применение имеют серебро, никель (также кобальт), свинец и иногда алюминий. Обычно металлич. матрицы серебрят (химич. путем) или никелируют. Толщина серебряной прослойки 0,8 μ, никелевой—2 μ. К предохранительным от приставания прослойкам относятся: а) жирные—например, растворы парафина в бензине или эфире, воска в спирте и другие, б) оксидирующие—наприм., растворы иода в спирте или в водн. иодистом калии, растворы сернист. натрия, двухромовокислого калия. Обычный прием покрывания неметаллических матриц проводящим слоем состоит в припудривании графитом. Для этой цели применяют лучшие сорта отмученного, химически очищенного мелкочешуйчатого графита [18]. Последним натирают, в сухом или влажном состоянии, обрабатываемую поверхность волосяной щеткой вручную или на специальном станке (фиг. 10). Сопротивление наведенной графитовой пленки шириной в 5 *см* и длиной в 10 *см* составляет нормально, по данным Ю. В. Баймакова [1], от 350—500 до 1 200—2 000 Ω. Для образования проводящего слоя применяют также способы металлизации: механический (натирание металлическ. порошком меди, свинца, бронзы), полумеханический (восстановление серебра медной пылью, покрывающей поверхность предмета) и чисто химический (металлическим зеркалом, сернистым серебром). Перед опусканием в ванну предметы для равномерного и одновременного смачивания электролитом обливают 50%-ным раствором этилового или метилового спирта [4].



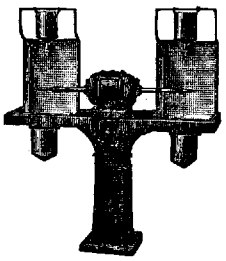
Фиг. 10.

Крацованием называется влажная обработка поверхности предметов или осадков металлич. проволочными щетками; эта операция служит самостоятельным или дополнительным приемом очистки при декапировании или для придания глянца матовым гальваник. осадкам. В качестве растворов для смачивания служат слабые растворы уксуса, винного камня, экстракт мыльного корня и др. Для твердых материалов применяют стальные, латунные и иные металлич. щетки из проволоки толщиной в

0,2—0,4 *мм*, для мягких материалов—проволоки в 0,05—0,15 *мм*. Устройство циркулярной щетки для крацования показано на фиг. 11, а станок для крацования—на фиг. 12. В отличие от скоростей, принятых для полировально-шлифовальных станков (табл. 2), скорость вращения при крацовании, в особенности для мягких металлов, не должна превышать 500—800 об/м. Применяемая для крацования мощность моторов колеблется от $^1/_4$ до 1 HP.



Фиг. 11.



Фиг. 12.

Рецептура гальванопластич. ванн. Наибольшее практич. значение имеют медные, железные и никелевые ванны. Вследствие значительной толщины гальванопластическ. осадков скорость осаждения, определяемая катодной плотностью тока, помимо своего влияния на качество осадка, имеет большое экономич. значение. По плотности тока ванны разделяются на медленные (при $D_{к_{100}} < 3$ А/*дм*²) и скорые (при $D_{к_{100}} > 3$ А/*дм*²). Применение значительных плотностей тока вызывает нек-рые затруднения в устройстве ванн. При $D_{к_{100}} > 1$ А требуется искусственное перемешивание электролита. Скорые ванны б. ч. применяют с подогревом электролита; если же материал матриц не допускает значительного нагревания, то электролит искусственно охлаждают. Технические данные медных (медленной и скорой) гальванопластич. ванн приведены в табл. 10. Медные ванны, работающие еще с более быстрым осаждением ($^1/_2$ *мм* в час при $D_{к_{100}}$ до 40 А/*дм*² и при напряжении в ванне до 40 V), распространения пока не получили вследствие дороговизны оборудования их [4, 6]. Технические данные железных ванн приведены в табл. 11. В качестве универсальной (медленной и скорой) никелевой

Табл. 11.—Железные гальванопластические ванны.

Свойства ванн	Медленная	Скорая (по Фишеру)		
Состав на 1 *л* воды	Подобна указанной для гальваностегической ванны или с $MgSO_4$ (по Клейну), или с примесью двууглекислой соды (по Максимовичу [4]), или же с заменой $MgSO_4$ поваренной солью (по Пучко [4])	Хлористого железа 120—450 *г*, хлористого кальция 500 *г*		
Напряж. при различн. плотностях тока $D_{к_{100}}$, а также необходимое время (час.-мин.) для осаждения слоя 1 *мм* толщ.		$D_{к_{100}}$ в А/*дм*²	Напряж. в V при l = 5 *см*	Напряж. в V при l = 10 *см*	час.-мин.
		3	0,45	0,90	26-00
		4	0,60	1,20	19-30
		5	0,75	1,50	15-35
		6	0,90	1,80	13-00
		7	1,05	2,10	11-20
		8	1,20	2,40	9-40
		9	1,35	2,70	9-00
		10	1,50	3,00	7-45
Температура	15—20°	80—110°		

Табл. 10.—Медные гальванопластические ванны.

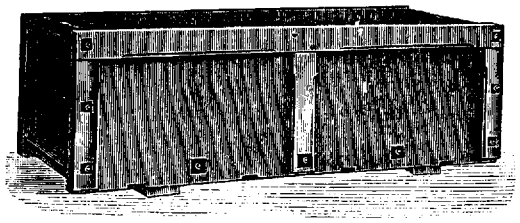
Свойства ванн	Медленная			Скорая		
Состав на 1 *л* воды	Медного купороса кристаллич. 200 *г*, серной кислоты 66 °Bé (свободной от мышьяка) 30 *г*			Медного купороса кристаллич. 250 *г*, серной кислоты 66 °Bé (свободной от мышьяка) 7,5 *г*		
	$D_{к_{100}}$ в А/*дм*²	Напряж. при расст. между электродами = 15 *см* в V	ΔV на каждое Δl, равное 5 *см*, в V	$D_{к_{100}}$ в А/*дм*²	Напряж. при расст. между электродами l = 5 *см* в V	ΔV на каждое Δl, равное 5 *см*, в V
Напряжение при различных плотностях тока $D_{к_{100}}$	0,75	1,05	0,34	3,0	2,4	2,4
	1,00	1,40	0,46	4,0	3,2	3,2
	1,50	2,10	0,69	5,0	4,0	4,0
	2,00	2,80	0,92	6,0	4,8	4,8
	2,25	3,15	1,03	7,0	5,6	5,6
	2,50	3,50	1,15	8,0	6,4	6,4
	2,75	3,85	1,26	9,0	7,2	7,2
	3,00	4,20	1,38	10,0	8,0	8,0
Темп-ра электролита в °C	15—20			15—20		
Концентрация электролита в °Bé	17			19,5		
Уд. сопротивл. электролита в Ω-*см*	0,93			1.0		
Темп-рный коэфф. сопротивл. $\Delta\rho/1°$	0.0112			0,0096		
Выход по току в %	100			100		

ванны Ю. В. Баймаков рекомендует уксуснокислую ванну, технические данные которой приведены в табл. 12.

Табл. 12.—Никелевые гальванопластические ванны.

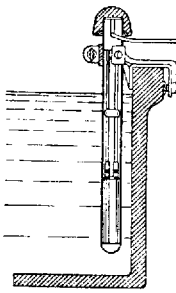
Свойства ванны	Медленная	Скорая
Состав на 1 *л* воды	Никел. купороса 150—90 *г*, натрия уксуснокисл. 5 *г*, хлористого натрия 50 *г*, уксусной кислоты 1 *г*	
Расст. между электрод.	*l* = 10 *см*	*l* = 12 *см*
Напряжение в V	1,4—1,5	4
$D_{K_{100}}$ в А/*дм*²	0,4	9
Темп-ра электрол. в °С	15—20	75
Выход по току в %	—	62,0
Толщина осадка в *мм*/ч	0,0041	0,076
1 *мм* осадка наращивается в течение	244 ч.	13 ч.
Нормальный осадок	Серебристый, мелкозернистый, слабо матовый	

Гальванатипия (физиотипия, автопластика). Процессы ее известны лишь в общих чертах, т. к. подробности составляют секрет

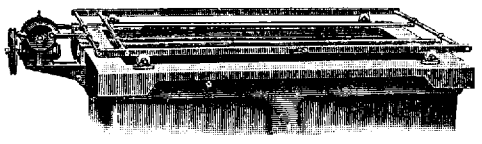


Фиг. 13.

фирм, которые выпускают гальванатипические изделия. Подготовка поверхностей не очень нежных предметов производится через покрытие графитом, помощью щетки. Более нежные предметы покрываются раствором азотнокислого серебра, восстанавливаемого затем действием света или химически — сероводородом или раствором фосфора в сероуглероде. После покрытия предмета пленкою меди предмет удаляют по частям или же сжигают, а внутрь медной оболочки (для укрепления ее) наливают металл с более низкою $t°_{пл.}$. Если предмет настолько нежен или тонок, что удаление его повредило бы целости пленки, то изо-



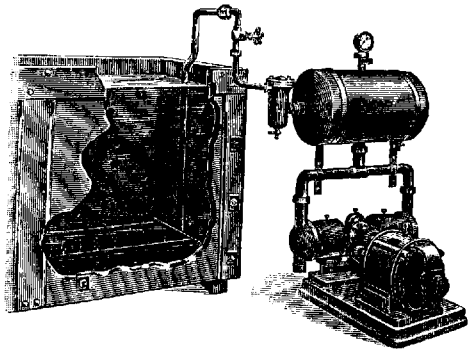
Фиг. 14.



Фиг. 15.

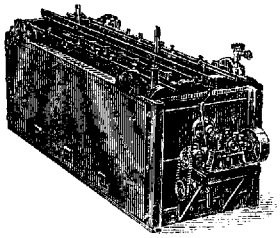
бражение делают барельефным, укрепляя предмет одной стороной на массивной поверхности; таковы, например, вазы с украшениями из листьев.

Гальванотехнические установки. Гальванотех. ванны обычно включают независимо (индивидуально) или параллельно; поэтому для питания обычно требуется низковольтный источник тока, сила которого

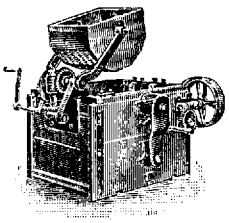


Фиг. 16.

зависит от размера применяемых ванн. Для крупных гальванотехнич. установок источником тока служит аггрегат из двигателя

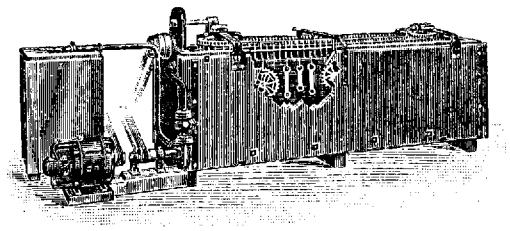


Фиг. 17.



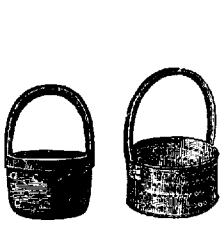
Фиг. 18.

переменного или постоянного тока нормального напряжения, соединенного с низковольтной машиной постоянного тока (такие

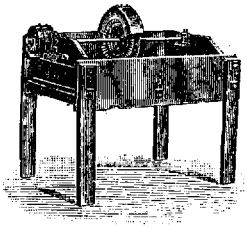


Фиг. 19.

аггрегаты изготовляются фирмой Лангбейн-Пфангаузер в Германии [19]). Находят также применение униполярные машины. Для



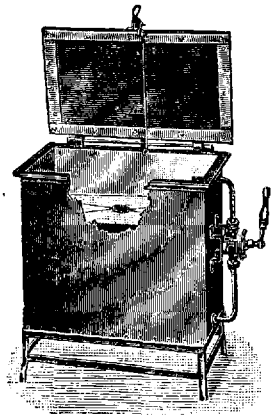
Фиг. 20. Фиг. 21.



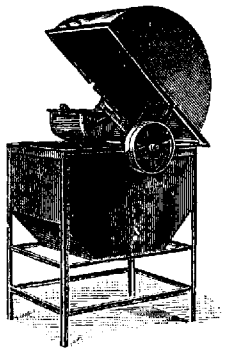
Фиг. 22.

менее крупных установок применяют и другие виды преобразователей (например, одноякорные), а также, в качестве резерва,— аккумуляторы. Кпд таких установок составляет в среднем 40—50%, в зависимости от

мощности. Для мелких установок находят применение и гальванические элементы типа Бунзена и купронные. В последнее время входят в употребление элементы Юнгнера. Ванны устраивают: керамиковые, чугунные эмалированные, а для кислых электролитов,

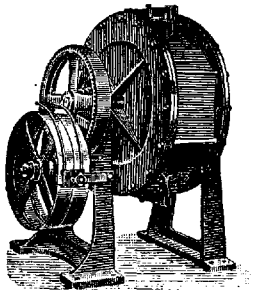


Фиг. 23.

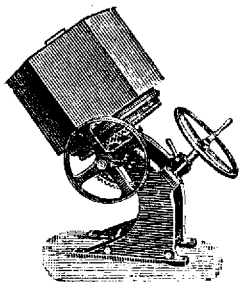


Фиг. 24.

в особенности при работе с подогревом,— деревянные, выложенные свинцом (фиг. 13). Подогрев и охлаждение производятся паром и водой при помощи змеевиков, например, свинцовых. Применяется также и



Фиг. 25.

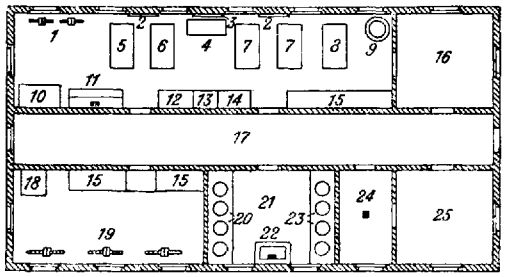


Фиг. 26.

электрич. подогрев (фиг. 14). Перемешивание электролита осуществляется различными способами, из которых самые распространенные—качание эксцентриком катодной рамы или стеклянных мешалок, расположенных между электродами (фиг. 15). Применяют также и воздушное перемешивание вдуванием от компрессора (фиг. 16). В специальных случаях применяются более сложные устройства: с вращающимися катодами, механическим сглаживанием осадка в процессе его отложения (агатовыми гладилками), фильтрованием электролита в самой ванне. Общий вид одной из таких ванн для наращивания медных вальцов ротационных машин показан на фиг. 17. Ванна с качающимися электродами для массового гальванизирования показана на фиг. 18. В последнее время стали применять автоматические ванны с электродами конвейерного типа (фиг. 19). Лучшая посуда для травления—керамиковые ванны, керамиковые и алюминиевые корзины для опускания предметов (фиг. 20 и 21). Аппаратура для обезжиривания показана: на фиг. 22—станок для ручной обработки известью, на фиг. 23—ванна с фильтром для обработки бензином и на фиг. 24—



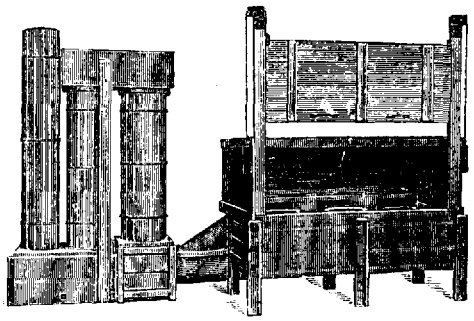
Фиг. 27.



Фиг. 28.

аппарат для обработки горячей щелочью. Массовая полировка мелких предметов производится в аппаратах барабанного типа со стальными полированными шариками и штифтиками (1—5—8 *мм*). Число оборотов не превышает 60—70 в мин. (фиг. 25). Для очистки и обдирки без шариков применяют открытые вращающ. аппараты (фиг. 26). Подобным образом устроены и аппараты для машинной сушки осажденных предметов в нагретых опилках (фиг. 27).

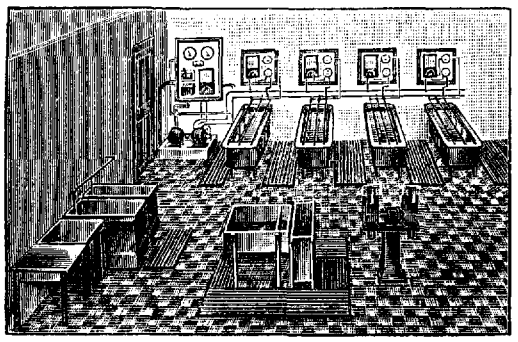
Особое внимание при устройстве гальванотехнических установок д. б. обращено на рациональное последовательное расположение всех требуемых для обработки операций.



Фиг. 29.

Рекомендуемое Пфангаузером расположение показано на фиг. 28, где *1*—крацовальный станок, *2*—распределительные щиты, *3*—главный щит, *4*—агрегат, *5*—медная, *6*—латунная, *7*—никелевая, *8*—серебряная ванна, *9*—котел для нагревания, *10*—ванна декапирования, *11*—стол для промывания, *12*—опилки, *13*—горячая вода, *14*—сушильная печь, *15*—полки, *16*—склад готовых изделий, *17*—коридор с верхним светом, *18*—станок для матирования, *19*—полировальные моторы, *20*—травильные ванны, *21*—травильное отделение, *22*—проточная вода, *23*—бейцовальные ванны, *24*—склад химических материалов, *25*—склад необработанных изделий. Кроме того, помещение должно быть обеспечено хорошим освещением.

подачей горячей и холодной воды (в случае надобности и подачей пара); надлежащим образом д. б. устроены и мощные вытяжки,



Фиг. 30.

в особенности в отделении для травления (фиг. 29). Полы помещений делают кислотоупорными (в последнее время стал применяться для этой цели плавленый базальт) и снабжаются в достаточной мере стоками. Общий вид гальванотехническ. помещения показан на фиг. 30.

Лит.: [1]) Haring H. E., A Simple Method for Measuring Polarization a. Resistivity, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», N.Y., 1926, v. 49; [2]) Foerster F., Elektrochemie wässeriger Lösungen, Lpz., 1923; [3]) Kohlschütter V., Über elektrolytische Kristallisationsvorgänge, «Ztschr. f. Elektrochemie», B., 1927, B. 33, 7; [4]) Баймаков Ю. В., Электролитич. осаждение металлов, Л., 1925; [5]) Fuseya G. a. Nagano M., The Common Properties of Addition Agents in Electrodeposition, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», N. Y., 1927, v. 51; [6]) Pfanhauser W., Die elektrolytische Metallniederschläge, B., 1928; [7]) Graham A. K., Bright Dipping of Metall, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», 1927, v. 51; [8]) Thomas C. T. a. Blum W., The Protective Value of Nickel Plating, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», N. Y., 1927, v. 51; [9]) Blum W. a. Winkler J. H., Nickel Electrotyping Solution, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», 1928, v. 53; [10]) Dorrance R. L. a. Gardiner W. C., Polarization a. Resistivity in Nickel Plating Solutions, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», N. Y., 1928, v. 54; [11]) Fillers F., Note on the Crystal Structure of Electrodeposited Chromium, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», New York, 1927, v. 51; Watts O. P., Anodes for Chromium Plating, ibid., 1927, v. 52; Schneidewind R., Urban S. F. a. Adams R. C., The Effect of Trivalent Chromium on Chromic Acid Chromium Plating Baths, ibid., 1928, v. 53; Schneidewind R. a. Urban S. F., Behaviour of Plating Baths a. Anodes during Electrodeposition of Chromium, ibid., 1928, v. 53; Lukens H. S., Influence of the Cathode on the Electrodeposition of Chromium, ibid., 1928, v. 53; Grant L. E. a. Grant L. F., Notes on the Hardness a. Structure of Deposited Chromium, ibid., 1928, v. 53; Baker E. M. a. Kente A. M., Porosity of Electrodeposited Chromium, ibidem, 1928, v. 54; Müller E., «Ztschr. f. Elektrochemie u. angew. physik. Chemie», Lpz., 1926, B. 32; Stscherbakoff J. u. Essin O., ibid., 1927, B. 33; Schischkin V. u. Gernet H., ibid., 1928, B. 34; Siemens A., Gegenwärter Stand der Verchromungstechnik, ibid., 1928, B. 34; [12]) Г. П. 221472, 225769, 390271, 398054, 406665, 406666, 422461, 430953, 440196, 447653, 448526, 452595, 453104, 454168; [13]) Шишкин В. и Гернет Е., Хромирование, «Вестник металлопромышл.», М., 1927, *12*, 1928, *1*; [14]) Graham A. K., A Study of the Influence of Variables on the Structure of Electrodeposited Copper, «Trans. Amer. El.-Chem. Soc.», N. Y., 1927, v. 52; [15]) Thompson M. R., Acid Zinc Plating Baths, ibid., 1926, v. 50; [16]) Upthegrove C. a. Baker E., Photomicrographic Study of Rough or Nodulized Electrodeposited Nickel, ibid., 1928, v. 53; [17]) Rowdon H. S., Note on the Protection of Iron by Cadmium, ibid., 1926, v. 49; Hoff C. M., Cadmium, its Electrodeposition for Rustproofing Purposes, ibid., 1926, v. 50; [18]) Winkler J. H. a. Blum W., The Properties of Graphite, used in Electrotyping, ibid., 1928, v. 53; [19]) Каталог фирмы Langbein-Pfanhauser-Werke-A.-G., Lpz.

В. Лызлов.

Гальванотехника в полиграфии применяется для изготовления печатных форм, способных выдерживать значительный тираж печатаемых изданий (см. табл.):

Число возможных оттисков с различных клише.

Вид клише				Плоская печать	Ротац. печать
				в тыс. оттисков	
Цинк. клише глубок. травления				8—10	—
Медные » » »				20—40	—
Медные гальвано				50—300	—
» » осталенные .				600—1000	—
» » никелирован .				600—1000	—
» » хромирован. .				1000—1500	—
Железные гальвано				700—1000	—
	Свинец	Сурьма	Олово		
Стереотипы состава	78—83	15—20	0—4	20—40	15—25
Стереотипы состава	75—76	20—25	0—5	40—100	25—55
Стереотипы состава	70—76	19—24	3—7	100—250	55—100
Стереотипы гальванизированные				более 250	—

Цифры, приведенные в табл., уясняют причины широкого распространения Г. в полиграфии за последние годы. Г. разрешает указанную полиграфическую задачу двумя путями: 1) гальванопластикой—создавая печатные формы из более выносливого, чем гарт или цинк, металла; 2) гальваностегией — покрывая слабые формы слоем более выносливого металла,—например, покрывая гартовые стереотипы никелем или медные гальвано железом, никелем или хромом. Как общее правило следует учитывать, что выносливость печатной формы зависит не только от твердости верхнего, печатающего рабочего слоя формы, но и от твердости нижележащих слоев и подкладки. Нельзя рассчитывать, что гальваностегия покроет дефекты печатной формы, например гартового стереотипа; она лишь уменьшит их влияние на выносливость формы.

Наиболее распространены в наше время медные гальвано. Железные гальвано пока еще не имеют широкого применения вследствие длительности и сложности процесса. Кроме печатных форм, Г. создает и никелевые словолитные матрицы, которые можно считать вечными, по сравнению с медными, и к-рые обеспечивают более четкую печать. В области гальваностегии наибольшее применение имеет осталивание травленых клише и никелирование гартовых стереотипов. За последние годы развивается хромирование медных клише и гальвано. Гальванизацию шрифта в настоящее время следует считать технически невыполнимой, так как она не обеспечивает еще прочности спая никелевого слоя с гартом и искажает систему шрифта. Затем, гальванопластически же, наращиваются медные валы для меццо-тинто (тифдрук). Выбор метода применения гальванотехники к изготовлению печатной формы диктуется соображениями срочности, удешевления, тиражами, требованиями качества печати и т. п.

Лит.: Лангбейн Г., Полное руководство к осаждению металлов гальванич. путем, 2 изд., СПБ, 1909; Рейхель Н., Применение гальванопластики

к графич. искусствам и печатному делу, СПБ, 1895; Pfanhauser W., Galvanotechnik, Lpz.—W., 1922; Pfanhauser W., Herstellung v. Metallgegenständen auf elektr. Wege u. d. Elektrogravüre, Halle, 1903; Pfanhauser W., Die Galvanoplastik, Halle, 1904; Langbein G., Vollst. Handb. d. galvanischen Metallniederschläge, 2 Aufl., Lpz., 1906; Schlötter M., Galvanostegie, B. 1—2, Lpz., 1910—11. **А. Троицкий.**

Техника безопасности [1] в гальванотехнических предприятиях, в связи с чрезвычайным разнообразием применяемых в Г. процессов и химических материалов, ставит сложные вопросы, до сих пор слабо обследованные. Работающие в гальванотехнич. предприятиях имеют дело с минеральными кислотами, цианистыми соединениями, солями тяжелых металлов, окислами азота, мышьяковистым водородом, соединениями хрома, органич. растворителями (в роде бензола, бензина, сероуглерода), металлическою и минеральною пылью от полировки. Постоянное обращение с этими веществами, притом разнообразными и появляющимися иногда настолько неожиданно, что трудно заранее принять меры против всех опасностей, должно, повидимому, делать гальванотехнич. работу весьма угрожающею здоровью. Однако, обследование 300 заведений по серебрению и золочению Гольцманом в Пфорцгейме, а также аналогичные обследования в Америке не установили особой смертности и заболеваемости среди гальванотехнич. рабочих. Законодательство не предусматривает особенной проф. вредности гальванотехнических работ, судя по тому, что в списке проф. заболеваний Г. не упоминается в числе профессий, предприятий и работ, связанных с опасностью проф. заболеваний [2].

Окислы азота (окись, закись, азотистый ангидрид) и азотистая кислота выделяются в Г. при травлении металла. Они действуют в газообразной форме, проникая через дыхательные пути. Восприимчивость к ним значительно колеблется, при чем особенно страдают лица, имеющие болезни органов дыхания. Но нередко вдыхание небольших количеств этих газов, даже многолетнее, не отражается на состоянии здоровья.

Мышьяковистый водород принадлежит к числу сильнейших промышленных ядов. Обычно он возникает при действии водорода in statu nascendi на растворы, содержащие мышьяк. Между тем в серной кислоте, когда она изготовляется не из сублимированной серы или не была деарсенизована, обычно содержится 0,045—0,140% мышьяковистой кислоты; в соляной кислоте ее содержится 0,0014—0,691%. Кроме того, мышьяк содержится и в металлах (железе, цинке, меди и др.), так что при травлении кислотами поверхности металлич. предметов при гальванотехнич. обработке источник появления мышьяковистого водорода двоякий. Наибольшее число случаев острого или хронич. отравления при гальванотехнич. работе по заграничным обследованиям происходит именно от этого промышленного яда. Результатом этих обследований было признание необходимости применять в Г. исключительно деарсенизованную к-ту. В литературе отмечается чрезвычайно губительный характер мышьяковистого водорода, т. к. этот яд иногда появляется в процессах, которые, как правило, опасности с этой стороны не представляют. В частности, в Англии за время с 1900 по 1913 г. из 33 зарегистрированных случаев отравления мышьяком на гальванопластику падает 7, на бронзирование художественных вещей 2, на рафинирование сплавов 2 и т. д., а по классификации Дж. Глестера гальванотехника относится к одной из семи профессий, где есть опасность отравления мышьяком. Это отравление состоит в разрушении красн. кровяных телец и выделении гемоглобина в кровяное русло (гемолиз). Поэтому единственное лечение, внушающее надежду на успех при остром отравлении мышьяковистым водородом,—это продолжительное вдыхание кислорода; рекомендуется также переливание крови из артерий здорового в вены больного и вливание соляного раствора. Симптомы отравления выражаются в тошноте и слабости, затем—в почти непрерывной рвоте; в течение 48 час. наступает пожелтение кожи и конъюнктивы, доходящее до интенсивно-медного оттенка (гематогенная желтуха); кроме того, появляются боли в области печени, гемоглобинурия и гематурия—следствие гемолиза. Посмертные признаки: темный, от коричневого до коричнево-черного, цвет почек, расширение почечных канальцев и забитость их распавшимися кровян. тельцами.

Цианистые соединения могли бы вызвать чрезвычайное отравление непосредственным действием соответственных ванн, тем более, что синильная кислота действует не только через органы пищеварения, но и при соприкосновении с поверхностью тела, даже при неповрежденной коже; например, погружение одного пальца в раствор синильной кислоты вызывало через короткое время тяжелое отравление. Но наличие в ваннах комплексных солей и, вероятно, особая осторожность работающих понижают эту опасность. Кроме того, синильная к-та чрезвычайно летуча ($t°_{кип.}$ 27°), а пары ее имеют наибольшую степень ядовитости (0,2 *мг* через 4 мин. заставляют подопытное животное упасть, а еще через несколько минут вызывают тяжелое отравление). Обследование Кельшем воздуха гальванотехнических мастерских при помощи специальн. реагентной бумаги с солями меди установило положительную реакцию на присутствие синильной кислоты над ваннами, в более отдаленных местах рабочего помещения и даже в отношении пыли, собранной с потолочных балок. В некоторых случаях наблюдалось хронич. отравление синильной кислотой после многолетней работы с цианистыми ваннами, иногда со смертельным исходом. Симптомы отравления заключаются в головной боли, головокружении, позывах к рвоте, жжении в горле, одышке с ощущением как бы задыхания; гальванотехнические ванны вызывают иногда, на почве раздражения вазомоторных центров, особое заболевание кожи (сыпь—acne rosacea).

Сероуглерод, применяемый в Г. при металлизации поверхности предметов и в некоторых собственно гальванотехнических процессах, относится к сильным промышленным ядам, особенно в связи с его низкой точкой кипения. Содержание в воздухе 0,00010% сероуглерода может вызвать

умерен. симптомы отравления, тогда как содержание 0,00015% вызывает уже тяжелые симптомы. Содействующие отравлению условия: жаркая погода, чересчур натопленное помещение, работа на низких местах у самого пола. Отравление происходит при вдыхании паров, а также при попадании жидкости на кожу или на одежду. Во многих случаях оно сопровождается расстройством умствен. способностей и при хрон. отравлении ведет к заболеванию, известному под названием folie de cuir—«кожевенного психоза».

Бензол, применяемый при обезжиривании поверхностей, легко воспринимается через кожу, а еще чаще—в виде паров—при вдыхании. См. *Бензол*.

Бензин действует на периферич. нервную систему. См. *Бензин*.

Медь, вопреки обычному мнению, относительно безвредна, и зарегистрированные случаи отравления медью при ближайшем рассмотрении оказывались чаще всего причиненными не самою медью, а факторами сопровождающими.

Цинк, как и кадмий, кипит при $t°$ ниже 1 000° (цинк при 730°, а улетучивается уже при 500°). Однако, сам по себе он ни в виде паров ни в виде соединений не ядовит. Правда, наблюдаемая при процессах латунного и цинкового литья «цинковая лихорадка» обусловлена вдыханием окиси цинка, носящейся в воздухе, но это заболевание не причисляется к числу отравлений цинком.

Никель вызывает часто встречающееся у рабочих, занятых никелированием, особое раздражение кожи—«никелевую чесотку». Кроме того, возможно отравление через дыхание, напоминающее отравление окисью углерода и иногда оканчивающееся смертью; причина его — тетракарбонил никеля или карбоксил никеля $Ni(CO)_4$.

Известь вызывает появление больших струпьев и язв на ладонях, в локтевом сгибе, в подмышечной впадине и на границах слизистых оболочек в ноздрях и углах рта; вдыхание же известковой пыли признано не только не способствующим туберкулезу, но даже антитуберкулезным.

Свинец может оказывать ядовитое действие при полировке, а также при покрытии свинцом или при работах с изготовлением форм из свинцовых сплавов (см. *Аккумуляторы электрические*).

Хром может оказывать действие на организм при хромировании, очистке поверхности хромовой смесью, травлении, зарядке элементов и упаковке или распаковке хромовых препаратов. В качестве катиона (хромовые квасцы, хромовая зелень, хлористые соли хрома) хром сравнительно мало ядовит, но в качестве аниона обладает большою ядовитостью, при чем ядовита не только хромовая кислота, но и ее соли. Хромово-щелочные соли, с которыми обычно приходится иметь дело в гальванотехнике, действуют на организм: в виде растворов, поражающих кожу и слизистые оболочки; в твердом виде—при падении мельчайших кристалликов на кожу и одежду; в виде пыли (через дыхательные органы), возникающей и распространяющейся при работе с хромовыми препаратами; наконец, в виде капелек, разбрасываемых кипящими растворами. Непосредственно кожей хромовые соединения не всасываются, однако они могут вызывать экзему; при наличии трещинки кожи образуется некротизирующая язва, дающая затем нагноенный желвак, а по удалении гноя—желтую гранулирующую ткань, т. н. хромовую дыру; эти дыры обычно локализуются на ладони, у основания ногтей и в предплечии. При попадании хромовых соединений в нос, полости рта и глотки возникает весьма часто (70%) безболезненное прободение носовой перегородки (perforatio septi nasi): на расстоянии 1,5—2,9 *см* от края ноздрей появляется на носовой перегородке серо-белое округлой формы поражение диам. 0,5—1,0 *см*, дающее в несколько дней углубляющуюся язву, которая приводит в срок от нескольких дней до месяца к безболезненному прободению; оно остается локализованным и не ведет к полной потере хряща и к изуродованию. Язвы на слизистых оболочках рта и глотки обычно не достигают больших размеров, но могут привести к заболеванию внутреннего уха. Попадая в дыхательные органы, хром вызывает катарр бронхов и бронхиальную астму. Наконец, хронич. действие на почки ведет к сморщиванию их, что, повидимому, случается редко. Острое отравление при попадании хрома в желудочно-кишечный тракт дает картину, напоминающую заболевание холерой, в кровяном русле—разрушение эритроцитов и перерождение печени, в почках—тяжелое воспаление. Работа с тепл. и горяч. хромовыми растворами повышает опасность. Терапия острого отравления: промывание желудка, жженая магнезия, а в остальном—общ. правила внутренней медицины и дерматологии.

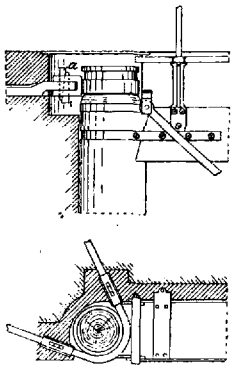
Кислоты могут вызывать явления ацидоза, острые и хронические; особенно наблюдаются эти последние при гальванотехнической обработке листового железа, где вдыхание кислых паров вызывает насморк, боли в лобной части головы, конъюнктивит, бронхит и астму, кариоз зубов, покраснение и размягчение десен, повышенную кислотность и гастрит со всеми последствиями; погружение рук в кислотные ванны делает кожу сухой и жесткой, вызывает в ней склонность к образованию трещин, а также ведет к дерматиту. При обращении с к-тами возможны ожоги от местного соприкосновения с кислотою. См. *Серная кислота*.

Лит.: [1]) Löwy J., Профессиональные болезни, пер. с нем., вып. 1, 2, М., 1925; Кобер Д. и Хэнсон В., Профессион. болезни и гигиена профессий, пер. с англ., вып. 1, М., 1925; [2]) Правила обеспечения в порядке социального страхования по инвалидности и т. д., приложение к ст. 5, «Известия Народного комиссариата труда», М., 1928, *28—29*, стр. 437—439.

П. Флоренский.

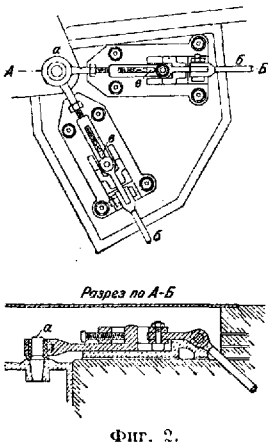
ГАЛЬСБАНТ, устройство для прикрепления ворот к стенке головы шлюза, обеспечивающее вращение полотен вокруг вертикальной оси. На верхнем конце полотна ворот, прилегающем к стенке шлюза, укрепляется цилиндрический палец, на к-рый надеваются одна или две цапфы, скрепленные с железными тяжами, заделываемыми в кладку стенки шлюза. В нижней части ворота опираются на подпятник, шип к-рого находится на одной вертикальной оси с пальцем. Горизонтальное усилие от веса ворот G, приложен-

ного в ц. т. ворот на расстоянии половины их ширины $l/_2$, при расстоянии между точками опоры в подшипнике и пальце гальсбанта—h (высота ворот), равно $Z = \frac{Gl}{2h}$. Это усилие передается на тяж или, если тяж имеет две ветви, на эти ветви, при чем распределяется между ними неодинаково при различных положениях ворот. Предпочтительнее располагать ветви таким образом, чтобы одна из них шла по направлению оси закрытых ворот, а другая—по направлению оси открытых ворот. Тогда в крайних положениях горизонтальная составляющая веса будет восприниматься полностью одним тяжом, другой тяж будет ненагружен.



Фиг. 1.

Устройство Г. можно видеть из фиг. 1, представляющей простейший Г. деревянных ворот небольшого размера. Верх так наз. в е р е я л ь н о г о с т о л б а, служащего рамным брусом, обделан со стороны стенки металлич. башмаком и обхватывается железной шиной, концы которой заделаны в кладку. Подтягивание производится чеками *а*. Конструкция более сложная представлена на фиг. 2. К верхнему рамному брусу прикреплен чугунный башмак, в утолщение его вставлен палец *а*, на к-рый надеваются цапфы тяжей *б*,*б*; тяжи проходят в кладку под углом и закрепляются в ней помощью подушки с гайкой и контргайкой. Винты *в* служат для установки и для выправления полотен в процессе их работы: подвинчивая винты *в*, подтягивают палец и изменяют так. обр. положение оси вращения. Более тяжелые железные ворота имеют Г. с шариковыми подшипниками для уменьшения трения; выправление производится винтами; тяжи соединяются с коробкой шарнирно, для более правильной передачи усилий на тяжи без изгиба последних.



Фиг. 2.

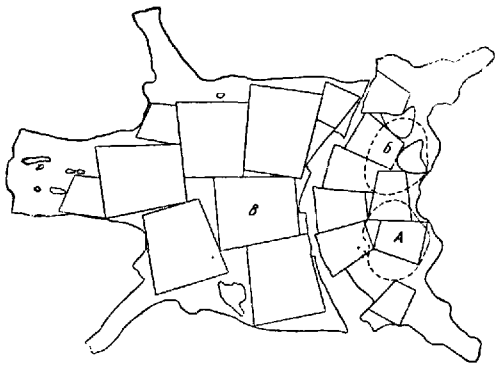
Г. представляет ответственную часть шлюзных ворот, и части его делаются из прочных материалов и тщательно пригоняются.

Лит.: А к у л о в К. и К о з л о в Г., Курс внутр. водн. сообщений, т. 2, М.—Л., 1928. П о д а р е в В., Гидротехнич. сооружения, М., 1923—27; E n g e l s H., Handbuch d. Wasserbaues, B. 2, 3 Aufl., Lpz., 1923; Handb. d. Ingenieurwissenschaften, T. III—Wasserbau, Lpz., 1912—24; H e n t z e J., Der Wasserbau, Lpz., 1920; F r e s o w F., Der Wasserbau, B., 1920; K n a u e r H., Der Wasserbau, Strelitz, 1923. **Н. Акулов.**

ГАМБИНЫ, протравные красители, представляющие собой 2-нитрозо-1-нафтол (г а м б и н R) и 1-нитрозо-2-нафтол (г а м б и н Y, называемый также в и р и д о н о м и п р о ч н ы м з е л е н ы м д л я п е ч а т и). Гамбины дают прочные зеленые окраски с железной протравой. Виридон применяется также в краскомаскировке (см. *Красящие вещества синтетические*).

ГАМБИР, см. *Катеху* и *Красители натуральные*.

ГАМБУРГСКИЙ ТОВАР, сорт кожи, выделанной из крестца (х а з а) лошадиной шкуры краснодубным способом. Г. т. идет на отдельные части верха обуви: переда к сапогам (именуемые б о р т а м и, если они выкроены с задником, и п о л у б о р т а м и—без задника), вытяжные штиблеты и союзки к мужским штиблетам и дамским ботинкам. Г. т. обладает плотной, гладкой, блестящей поверхностью, непромокаемой и чрезвычайно хорошо поддающейся чистке различными ваксами. Конская шкура у крестца по обе стороны хребта имеет очень плотный слой волокон, лежащий внутри ее толщи. Если посредством струга обнажить этот слой, то он представится в виде двух темных кругов особо плотной кожной ткани, называемой ш п и г е л е м, который и служит для выкроя Г. т. (фиг. 1, *А* и *Б*). В процессе обработки шпигель вскрывается и отделывается

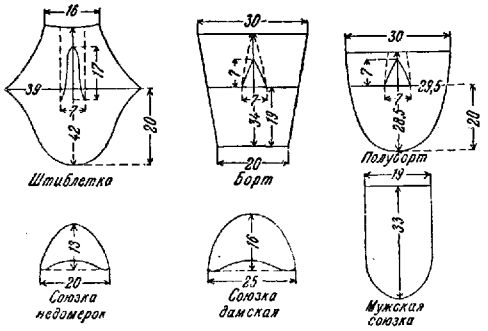


Фиг. 1.

с внутренней стороны кожи—б а х т а р м ы; лицевая же поверхность кожи выстрагивается и у отделанного товара служит бахтармой. Таким образ. гамбургские изделия можно определить как отделанные с изнанки.

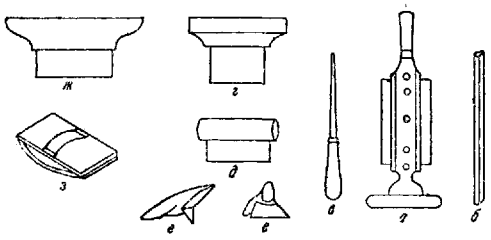
Раскрой. Прежде чем приступить к раскрою кожи на Г. т., ее размачивают до полного обводнения, а затем у нее вскрывают на обыкновенной колоде стругом шпигель, снимая только верхний слой, до появления полного шпигеля, без его расстрожки. Далее кожа поступает в раскройную мастерскую, где на закройном столе по вскрытому шпигелю производится разметка ее при помощи особых наметок, а затем разрезка по намеченным линиям. Размеры в *см*, форма и назначение наметок показаны на фиг. 2. Так как шпигель составляет сравнительно небольшую часть всей площади кожи, то наметки для бортов и полубортов, с целью более экономного использования шпигеля, размещают в нем только носами, задняя же часть наметок находится вне шпигеля.

Союзки берутся из шпигеля полностью. Передняя часть кожи отрезывается и раскраивается особо (фиг. 1, *В*) на платовые и шагреневые изделия.



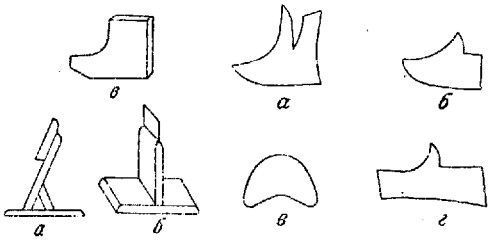
Фиг. 2.

Додубливание и подготовка гамбургского товара. У кожи, вырабатываемой на русских заводах, хаз в процессе производства обыкновенно не расстрагивается, а потому шпигель, находящийся внутри кожного слоя, благодаря особой плотности своих волокон и медленности проникания дубителей чрез лицевой и бахтармовый слои, обычно бывает недодублен. Отсюда вытекает необходимость додубливания шпигеля в выкроях. Перед додубкой выкрои обеляют, т. е. дострагивают с бахтармы те места, которые находятся вне шпигеля. Обеленные выкрои закладывают в дубильный барабан и подвергают в нем додубливанию в течение 3—4 рабочих дней. Додубливание производят в экстрактовом дубильном растворе, начиная с крепости в $^1/_2$ и кончая 3° Bé. Додубливание считают законченным, если шпигель не имеет стекловидной линии при разрезе. За додубливанием следует промывка в барабане теплой водой температуры 30° в течение часа. После промывки выкрои поступают на стол, обтянутый листовым цинком, для платировки, т. е. разглаживания по лицу и бахтарме острым инструментом—собачкой (фиг. 3, *е*). По окончании платировки выкрои мажут (жируют) по бахтарме *дегрой* (см.) или смесью из равных частей дегры, ворвани и животного сала. Жированные выкрои сушат насухо и сдают сухими в склад, откуда по мере надобности берут в мастерскую для отделки.



Фиг. 3.

Инструменты. Производство гамбургского товара имеет чисто ручной характер и до сих пор ни в СССР ни за границей не подверглось механизации. В нем применяются следующие инструменты (фиг. 3): 1) струг-фальц *а*, состоящий из двух соединенных между собой пятью винтами стальных пластин, между которыми вкладывается строгальн. планка; планки имеют завороченное лезвие—завал; пластины снабжены ручками—одной поперечной и одной продольной; 2) заворот *б* — стальной полукруглый брусочек для правки струга; 3) стелька *в*, или напильник, для той же цели; 4) цикля *г* — стальная планка, выточенная на ребро и вставленная в деревянную ручку; 5) лопатка *д*—стальная или каменная планка, вставленная в деревянную ручку (бывает тупая и острая); 6) собачка *е*—острая стальная треугольная планка, вставленная поперек также в деревянную ручку; 7) лощильное стекло *жс*—представляющее собою отшлифованный кусок зеркального стекла с закругленными углами, который вставлен в деревянную ручку; 8) пробковая доска *з* для укатки. Кроме указанных выше инструментов, необходимы: колода для строгания (фиг. 4, *а*), беляк (фиг. 4, *б*), колодка для посаживания



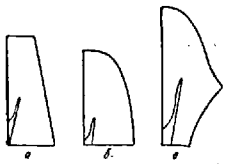
Фиг. 4. Фиг. 5.

(фиг. 4, *в*), мраморная доска и столы-катки для работы. При мастерской должна быть оборудована сушилка для товара.

Производство. Существуют две группы изделий (фиг. 5): тянутые (в виде крюков) борты *а*, полуборты *б*, штиблеты *в* и плоские — союзки всех видов *г*. Каждая группа в процессе обработки проходит неодинаковое количество операций. Для тянутых изделий производство распадается на три периода: в первом—изделия получают свою форму, во втором—они подготовляются к отделке и в третьем—отделываются. Производство союзок укладывается в две операции: в первой они получают свой вид, а во второй их отделывают.

Борты, полуборты и штиблеты. I период: 1) 1-я мазка—сухие выкрои, поступившие из склада, мажут по шпигелю смесью дегры и тюленьего жира в равных количествах и оставляют в таком виде на некоторое время; 2) размочка—делается в теплой воде температуры 30°; 3) строжь—выкрои строгают по шпигелю 2 раза; сначала мастер вскрывает несколько задубленный шпигель, а затем стругом с меньшим завалом расстрагивает его, т. е. делает гладким и ровным; когда вследствие расстрожки образуется новое шпигелевое лицо, мастер переворачивает выкрой и строгает у него настоящее лицо, которое с этого момента становится бахтармой; 4) платировка—разглаживают собачкой с бахтармы (бывшее лицо) по лекалу на цинковом столе; 5) подкраивание и разрезка—мастер берет сплатированный выкрой, складывает его в длину по

средней линии вдвое, подрезывает по краям согласно шаблону, отмеривает длину носа и, отступив в этом месте от линии сгиба на полтора пальца, делает вырез язычка по линии, как показано на фиг. 6 (*а*—борт, *б*—полуборт, *в*—штиблетка); 6) 2-я мазка—смазывают бахтарму дегрой с примесью 20% говяжьего сала, только против шпигеля, после чего выкрои складывают друг с другом жированной стороной и оставляют лежать в течение одного дня; 7) подсушивание — происходит в сушилке при $t°$ 20°, для чего выкрои вешают парами в склеенном виде; по выходе из сушилки шпигель имеет темнокоричневый цвет; 8) размочка—делается в теплой воде; 9) тяжка (цвиковка)—размоченные выкрои смазывают с бахтармы салом и посаживают на колодки, после чего они принимают вид сапожн. переда или штиблетки; при посаживании пользуются собачкой и лопаткой, которыми разглаживают выкрой до тех пор, пока он плотно не приляжет к колодке и с него не исчезнут все морщинки; 10) сушка—посаженные на колодки изделия ставят в сушилке в особый станок и сушат на колодках досуха.



Фиг. 6.

II период: 11) обезжиривание—после сушки изделия обезжириваются на колодках протиранием их раствором кальцинированной соды; 12) окрашивание — на лицо изделий наносят щетками красильный состав; 13) 1-е лощение—производится на колодках лощильным стеклом, при чем достигается удаление всех следов от щетки после крашения и приглаживание ворса в задниках, где нет шпигеля; 14) подсушивание—производится обычным порядком на колодках в сушилке.

III период: 15) 2-е лощение—выполняется так же, как и первое, с подмазкой салом язычка и задника и с подпудриванием тальком; 16) укатка—изделия снимаются с колодок и для размягчения укатываются по шпигелю и бахтарме пробковой доской; 17) строжь прежнего лица—производится стругом и имеет целью сделать чистой бахтарму; 18) правка и подкрашивание—после строжки опять надевают изделия на колодку и придают им первоначальную форму, к-рую они несколько утратили в процессе строжки; за правкой следует окончательная обрезка; 19) припудривание—делается тальком, который наносят тряпкой как на бахтарму, так и на лицо; с бахтармы тальк смахивают щеткой, а по лицу протирают суконкой; 20) подмазка язычка и задника—чтобы сгладить у гамбургских изделий бахтармовый вид тех мест, где нет шпигеля, т. е. язычка и задника (крылышки), последние подмазывают тестообразной смесью из мыла и сала; 21) 3-е лощение—производится на мраморной доске стеклом; 22) глянцовка—лицо изделий покрывают особым составом *глянцем* (см.); глянцовка—последняя операция.

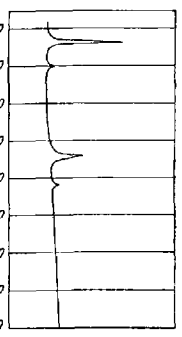
Союзки в первом периоде производства, до строжки, в сухих выкроях не мажут, а размачивают, строгают и подкрашивают. Затем их окрашивают густой краской, складывают в стопы лицом друг к другу и спустя нек-рое время тупой лопаткой счищают излишки густой краски. Дальше идет лощение стеклом и окончательная сушка. После сушки начинается второй период производства. Союзки второй раз лощат, затем мажут по шпигелю жиром с тальком, а по бахтарме—дегрой. Жировальная смесь на изделия вкатывается руками, при чем излишки жира предварительно удаляются тупой лопаткой. Далее идет катка пробковой доской, проминка на беляке, пудрение, вторая строжь бахтармы, подпудривание и обрезка. Глянцем союзки не кроют. Они должны иметь естествен. шпигельный глянец.

Гамбургское производство возникло в 50-х гг. прошлого столетия в Германии, где гамбургский сапожник Майер случайно подметил свойство шпигеля давать блестящий и гладкий товар. Затем оно распространилось по всей Европе и Америке. До появления хромовой кожи оно было единственным производством, к-рое давало городской обувный товар. В настоящее время Г. т. в значительной мере вытеснен хромовым товаром. В СССР Г. т. вырабатывается глав. образом в виде бортов и полубортов (тресты Нижегородский, Белорусский и Москож). Производство мелкого гамбургского кроя составляет по всей стране, считая и кустарную промышленность, примерно 1 млн. пар.

Лит.: Бебешины В. и И., Посадное производство, М., 1928; Хамков М. И., Кожевенное производство, Москва, 1904; Огульков А. К., Раскрой мостовья и отделка кроя, М.—Л., 1926; Кривцов И., Кожевенное производство, СПБ, 1912; Дапиловский П. А., Технология выделанной кожи дубленой и сыромятной, 4 издание, СПБ, 1913; Завадский А. А., Кожевенное производство, ч. II, Л., 1924. **В. Бебешин.**

ГАММА (γ), обозначение постоянной распространения электромагнитн. волны вдоль провода. Распространение тока и напряжения вдоль бесконечно длинной линии происходит по закону $I_l = I_a \cdot e^{\gamma l}$ и $V_l = V_a \cdot e^{\gamma l}$, где I_a, V_a—сила тока и напряжение в начале линии, а I_l и V_l—сила тока и напряжение в пункте линии, удаленном на расстояние l от ее начала. Постоянная распространения $\gamma = \beta + j\alpha$, где β—коэффициент затухания, α—волновой коэффициент.

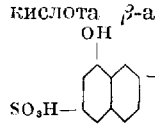
ГАММА-ЖЕЛЕЗО (γ-железо), аллотропич. форма (α, β, γ и δ) чистого железа [1, 2], феррита, в которую оно переходит при охлаждении от $t°_{пл.}$ до температуры окружающей среды и обратно при нагревании. Каждый из этих переходов сопровождается: в первом случае выделением теплоты и соответственным замедлением охлаждения, а во втором—поглощением теплоты и заметным уменьшением скорости подъема $t°$. На фиг. приведена кривая охлаждения железа от $t°$ в 1 600°, при которой оно находится в жидком состоянии, до 0°. При 1 530° кривая обнаруживает большую остановку (arrêt) в падении темп-ры, соответствующую отвердеванию железа и



образованию предполагаемой формы δ-железа, свойства к-рой еще мало исследованы. При 1 400° малая остановка падения $t°$ указывает на преобразование δ-железа в γ-железо, а при 900° большая остановка указывает на преобразование γ-железа в β-железо, переход которого в α-железо отмечен малой остановкой при 760°. При нагревании железа эти изменения происходят в обратном порядке с той небольшой разницей, что точка остановки при 760° остается неизменной как при охлаждении, так и при нагревании, точка же остановки, соответствующая 900°, на кривой нагревания находится выше. Точку остановки при 760° принято называть критической точкой A_2, при 900°—критич. точкой A_3, а при 1 400°—критич. точкой A_4. Для различения критических точек A_2, A_3, A_4 на кривой нагревания от соответственных точек на кривой охлаждения их обозначают дополнительной буквой r при охлаждении (refroidissement) и c при нагревании (chauffage): A_{r_2}, A_{r_3}, A_{r_4} и A_{c_2}, A_{c_3}, A_{c_4}. Тщательные наблюдения, произведенные при помощи точнейших методов над возможно чистым железом (99,94% Fe), показали, что точка A_{r_3} находится на уровне 898°, а A_{c_3}—на уровне 909° [3]. Т. о. аллотропич. форма γ-железо существует в $t°$-ных пределах 900—1 400°. Аллотропич. характер α- и γ-железа доказывается резким отклонением кривой термического расширения при критич. точке A_3 [4, 5]. При изучении явлений электрическ. сопротивления железа при разных $t°$ установлено, кроме того, заметное изменение электросопротивления при A_3 [3] и четкое изменение прочности на разрыв: при $t°$ несколько выше A_3 γ-железо оказалось значительно прочнее, чем α-железо [6]. Изменение в строении железа при переходе через A_3 доказывается тем, что α-железо, нагретое выше A_2 и закаленное при различных $t°$, не обнаруживает изменений в строении вплоть до перехода через A_3, когда оно неизменно претерпевает перекристаллизацию с образованием кристаллов γ-железа. Наиболее веское доказательство явно выраженной аллотропии γ-железа дано в последнее время рентгеновским спектральным анализом, подтвердившим изменение строения железа в температурных пределах от 900 до 1 400°, состоящее в полном перемещении атомов и перекристаллизации [7].

Lum.: [1]) Osmond, «Mémoires de l'artillerie de la marine», P., 1887, v. 24, p. 573; [2]) «Iron a. Steel Inst. Journal», L., 1890, *I*; [3]) Burgess and Crowe, «Trans. of the Amer. Inst. of Min. a. Metall. Eng.», N. Y., 1913, v. 46; [4]) Rosenhain a. Humfrey, «Royal Soc. Proc.», L., *1910*, v. *83*, A, p. *200*; [5]) Benedicks, «Iron a. Steel Inst. Journal», L., 1912, *2*; [6]) Rosenhain a. Humfrey, ibid., 1913, *I*, [7]) Westgren, ibid., 1922, *I*. **И. Райхинштейн.**

ГАММА-КИСЛОТА, γ-кислота, сульфокислота β-аминонафтола: получается при щелочном плавлении 6,8-дисульфо-кислоты β-нафтиламина (см. *Красителей промежуточные продукты*); является ценным азокомпонентом при синтезе *азокрасителей* (см.); способна, аналогично изомерной с ней *J-кислоте* (см.), придавать азокрасителям субстантивн. свойства (см. *Крашение*). Азокрасители, содержащие Г.-к., часто могут диазотироваться на волокне и подвергаться дальнейшим обработкам, чем значительно повышается их прочность. **И. Иоффе.**



ГАММА-ЛУЧИ, γ-лучи, один из трех видов радиаций, испускаемых радиоактивными телами. В отличие от α- и β-лучей, γ-лучи не несут с собой электрического заряда и обнаруживают волновые оптич. свойства (интерференция при прохождении через кристаллы, по опытам Резерфорда и Андраде). Длина волны γ-лучей колеблется для различных случаев в широких пределах, от нескольких Å (1Å = 0,1$m\mu$) до сотых долей Å, при чем соответственно уменьшению *длины волны* растет проникающая способность лучей. Гамма-лучи производят обычные действия световой радиации—тепловое, химическое, фотоэлектрическое—и вызывают видимую люминесценцию. Электрическая нейтральность и наличие волновых свойств у γ-лучей позволяют считать их световой радиацией, не отличающейся от рентгеновских лучей при совпадающей длине волны. Источниками γ-лучей, правда, во многих случаях слабыми, служит большинство радиоактивных тел; сравнительно мощную γ-радиацию дают Ms-Th$_2$, Ra-C и т. д. В большинстве случаев γ-*радиация не однородна*, а *соответствует* многолинейному спектру (напр., у Ra-C более 14 линий). Г.-л. сопутствуют α- и β-частицам и возникают в ядре атома. Закономерности в спектрах гамма-лучей позволяют считать, что ядро атомов имеет структуру с дискретными энергетическими уровнями, формально схожую со строением атомной периферии.

Lum.: Kohlrausch F., Probleme d. γ-Strahlung, Brschw., 1927. **С. Вавилов.**

ГАММА-ФУНКЦИЯ, эйлеров интеграл второго рода, для положительного числа p определяется формулой

$$\Gamma(p) = \int_0^\infty x^{p-1}e^{-x}\,dx.$$

Непосредственно имеем: $\Gamma(1)=1$ интегрирование по частям дает: $\Gamma(p)=(p-1)\Gamma(p-1)$. Эти две ф-лы являются основными для Г.-ф. В частности, при n целом, имеем:

$$\Gamma(n)=(n-1)\Gamma(n-1)=\ldots$$
$$\ldots=(n-1)(n-2)\ldots2\cdot1\cdot\Gamma(1)=(n-1)!$$

Если $p=n+\alpha$, где n—натуральное число, $0<\alpha<1$, то имеем:

$$\Gamma(n+\alpha)=(n-1+\alpha)(n-2+\alpha)\ldots(1+\alpha)\cdot\alpha\cdot\Gamma(\alpha).$$

Т. о. достаточно в таблицах дать значения Г.-ф. для значений аргумента между 0 и 1; все остальные значения легко вычислить по *последней ф-ле*. *Отметим еще соотношение*:

$$\Gamma(p)\cdot\Gamma(1-p)=\frac{\pi}{\sin\pi p};$$

эта формула позволяет вычислять значения Γ для $\frac{1}{2}<p<1$, если известны значения Г.-ф. для аргументов между 0 и $\frac{1}{2}$. В частности, из этой формулы следует:

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)=\int_0^\infty x^{-\frac{1}{2}}e^{-x}dx=2\int_0^\infty e^{-z^2}dz=\sqrt{\pi};$$

$\int_0^\infty e^{-z^2}dz$ называется интегралом Пуас-

сона. Для больших значений n имеем приближенное выражение гамма-функции:

$$\Gamma(n+1)=n!\cong n^n e^{-n}\sqrt{2\pi n}$$

(формула Стирлинга). Эйлер дал также выражение гамма-функции в виде бесконечного произведения:

$$\Gamma(x)=\lim_{n\to\infty}\frac{(n-1)!\,n^x}{x(x+1)\dots(x+n-1)}.$$

Это выражение позволяет определить Г.-ф. также для отрицательных и комплексных значений x; она оказывается непрерывной всюду, кроме значений $x=0,-1,-2,\dots$, где имеет полюсы 1-го порядка. С Г.-ф. связана еще функция:

$$B(p,q)=\int_0^1 x^{p-1}(1-x)^{q-1}\,dx \qquad (p>0,\ q>0)$$

(бета-функция, или эйлеров интеграл 1-го рода). Ее выражение через Г.-ф.:

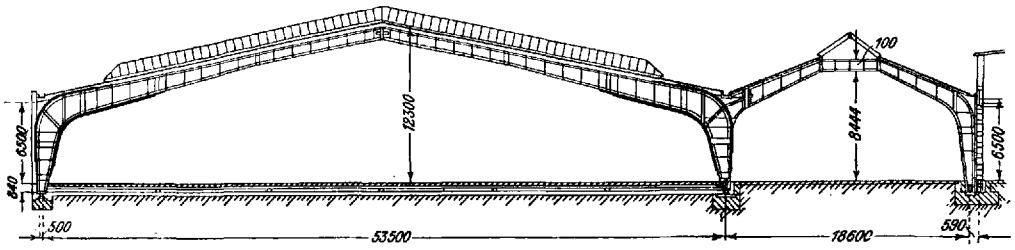
$$B(p,q)=\frac{\Gamma(p)\Gamma(q)}{\Gamma(p+q)}.$$

Лит.: Чезаро Э., Элементарный учебник алгебраическ. анализа, ч. II, пер. с нем., Одесса, 1914; Лахтин Л. К., Кривые распределения и построение для них интерполяционных формул по способам Пирсона и Брунса, М., 1922. **В. Степанов.**

ГАНИСТЕР, в высокой степени огнеупорная кремнистая горная порода, добываемая в Англии (южн. Иоркшир) и заключающая в себе незначительную примесь глины. В размолотом состоянии и будучи смочен водой, Г. образует слабо пластичную массу, допускающую, однако, сбивку в набойку и формовку кирпича. При введении в металлургич. практику бессемерования Г. сыграл важную роль как материал для изготовления прекрасной футеровки для конвертеров. Там, где не находят горной породы, подобной Г., изготовляют из смеси дробленого кварца или песчаника с глиной так наз. искусственный ганистер (см. *Динас*).

ГАРАЖ, крытое помещение для содержания автомобилей вне службы, оборудованное для ремонта и ухода за ними. Технич. интерес представляют лишь помещения для б. или м. значительного числа автомобилей, т. к. индивидуальные Г. для 1—2 автомобилей мало отличаются от обыкновенного экипажного сарая и не могут иметь сложного оборудования для ухода за машинами. По вместимости Г. разделяются на: малые—до 10 автомобилей, средние—до 50 или 60 и большие—свыше 60 автомобилей. Малые и средние гаражи всегда бывают одноэтажные, как наиболее простые для постановки и вывода автомобилей; большие же гаражи в последнее время иногда возводятся в виде многоэтажных зданий. Выбор между системами одноэтажной и многоэтажной определяется исключительно стоимостью земельных участков, и потому в больших городах Западн. Европы и особенно Америки начинают отдавать преимущество многоэтажным Г.; так, в С. Ш. А. уже существуют Г. в 44 этажа, емкостью в 3 000 автомобилей.

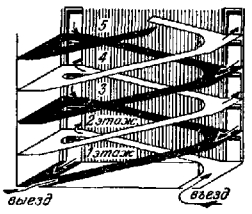
На фиг. 1 представлен разрез большого одноэтажного Г. на 200 автобусов. Уровень пола в таких Г. располагается по возможности на уровне дороги, для облегчения



Фиг. 1.

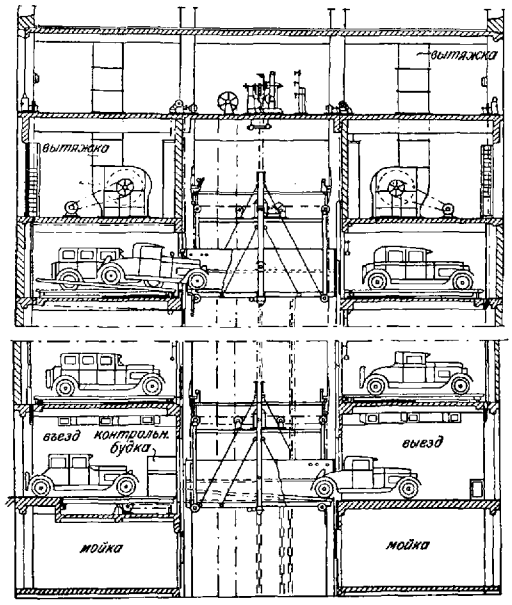
въезда и выезда машин. Для скорости выезда, а также в целях пожарной безопасности, в Г. устраивается несколько ворот. Конструкции ворот уделяется весьма большое внимание в виду их значительного пролета и возможности осадки их створок; нужно иметь в виду, что при наших климатич. условиях снабжение створок нижними роликами нецелесообразно, т. к. последние часто портятся вследствие обилия снега и грязи.

При сооружении многоэтажных Г. главным затруднением является устройство для въезда и выезда автомобилей. Здесь применяются два способа: наклонная панель и подъемник. Наклонная панель, которая м. б. устроена как снаружи, так и внутри здания, должна обязательно предоставлять возможность самостоятельного въезда и выезда, во избежание столкновения автомобилей между собою, а также потери времени при установке и подаче. С этой целью устраивают либо две самостоятельных панели—одну для въезда, а другую для выезда, либо одну панель двойной ширины с надлежащим барьером посредине. Уклон панели берется обычно не более 0,1, что дает возможность автомобилям двигаться со скоростью 30—40 *км/ч*. На фиг. 2. представлено схематически расположение двух наклонных панелей снаружи здания: белая — обозначает панель въездную, а черная—выездную. Главное неудобство наклонной панели, размещенной внутри здания, заключается в том, что она отнимает значительную часть полезной площади. Въезд по наклонной панели употребляется для гаражей, не превышающих 6—8 этажей. При более высоких Г. практичнее применять электрические подъемники (фиг. 3). При двухэтажном гараже с расположением первого этажа в полуподвале



Фиг. 2.

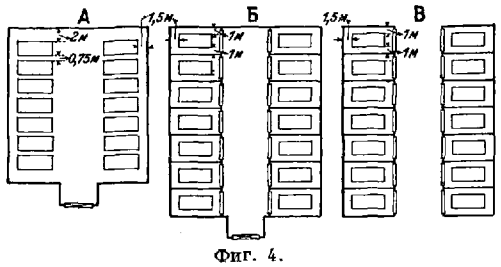
требуемые подъем и спуск въезда должны равняться лишь половине высоты этажа; это значительно сокращает длину въездов, и



Фиг. 3.

при этом полезная площадь двухэтажного гаража обходится на 20—30% дешевле площади одноэтажного.

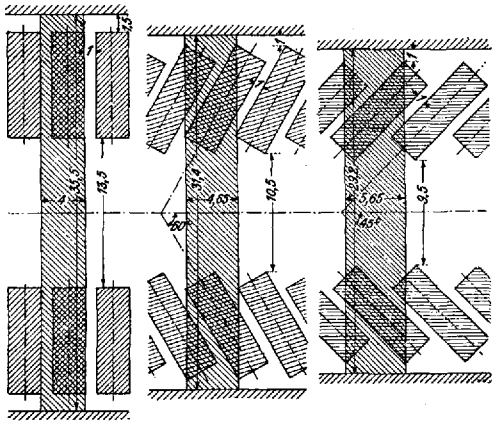
Расположение автомобилей в гараже. Установка автомобилей может быть двоякая: система установки в одном общем зале и т. н. боксовая система, при которой каждый автомобиль находится в особом отделении (боксе). На фиг. 4 даны основные способы расположения: А—в общем зале, с одним общим въездом, Б—в изолирован. боксах, но с одним общим въездом, и В—в боксах с самостоятельными въездами. Площадь, необходимая для постановки одного автомобиля, определяется размерами самого автомобиля и тем промежутком, который необходимо оставлять между автомобилями, а равно между автомобилями и стеной. В виду того, что размеры автомобиля колеблются весьма сильно, невозможно дать с



Фиг. 4.

достаточной точностью общие нормы площадей для разных автомобилей. В среднем можно принять для площади, занимаемой самим автомобилем: 2×6 *м* для грузового автомобиля и 1,6×4 *м* для легкового. Расстояние между двумя рядом стоящими машинами принимают равным 0,75—1 *м*. Расстояние передка автомобиля от стены д. б. около 1,5 *м* для возможности установки верстака. Расстояние до боковой стены, в целях удобного въезда, берется равным 2 *м*. При установке автомобилей в общем зале между ними надлежит оставлять проезд такой ширины, чтобы для выезда приходилось давать задний ход не более одного раза. При постановке же автомобиля задним ходом (радиатором к середине помещения) выезд должен производиться совершенно без применения заднего хода. Для этой цели ширина проезда д. б. равна приблизительно полуторной длине автомобиля. Более точные данные можно получить при вычерчивании кривой движения автомобиля или на основании испытаний.

Из приведенной схемы расположения автомобилей следует, что наибольшая площадь на 1 автомобиль затрачивается в Г. с боксами и центральным въездом; при самостоятельных въездах и боксовом расположении площадь, требуемая для одного автомобиля, значительно уменьшается, но большое число въездных ворот удорожает здание. Поэтому для стоянки автомобилей, принадлежащих одному хозяйству, обычно применяются здания с центральным въездом и общим



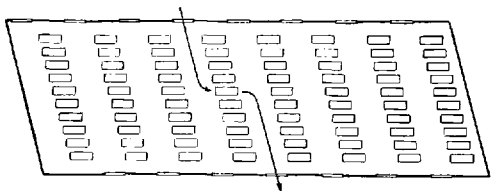
Фиг. 5.

залом. Расположение автомобилей в отдельных боксах, помимо увеличения потребной площади, представляет неудобство еще и в смысле обслуживания (затрудняется надзор). Боксовое расположение автомобилей в настоящее время применяется почти исключительно в наемных гаражах, где имеют стоянку частные автомобили; при этом боксы отделяются один от другого обычно не капитальной стенкой, а проволочной сеткой.

Расстановка автомобилей в общем зале. В общем зале автомобили м. б. расположены перпендикулярно или под углом к оси помещения. В последнем случае легче осуществить выезд автомобиля без применения заднего хода, и интервалы между автомобилями могут быть более узкими, но зато удлиняется здание. На фиг. 5 представлены три типа расположения автомобилей: под прямым углом, под углом в 60° и под углом в 45°. Ширина здания суживается по мере уменьшения угла, а длина его увеличивается; общая площадь, приходящаяся

на один автомобиль, остается при этом почти без изменения. В виду того, что при расположении автомобилей под углом к оси здания выезд автомобилей несколько облегчается, а сужение здания уменьшает пролеты перекрытий, эта система в последнее время начинает получать большое распространение. Однако неудобством такого расположения является некоторая затруднительность установки автомобиля под заданным углом. Для облегчения этого часто на полу обозначают краской точное расположение автомобилей или даже отделяют одну стоянку от другой выступами.

Прямоточные Г. Применение заднего хода для постановки и выезда автомобиля сопряжено с потерею времени и некоторым износом механизмов; при большом количестве автомобилей оно способствует столкновению машин. Для устранения этих недостатков применяют так называем. прямоточную систему расположения автомобилей, при которой как постановка автомобилей, так и выезд их из гаража производится прямым ходом. На фиг. 6 представлена схема такого расположения автомобилей.

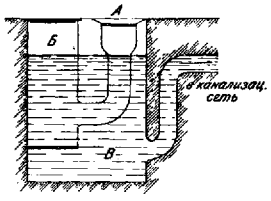


Фиг. 6.

Здесь каждый автомобиль, проходя через соответствующие ворота, может стать на свое место и выехать, двигаясь все время передним ходом. Для удобства маневрирования и некоторой экономии площади ряды автомобилей получают косое направление по отношению к оси здания, но каждый автомобиль стоит параллельно к ней, что облегчает правильную постановку автомобиля на место. По этому типу построен автобусный гараж Московского коммунального хозяйства.

Внутреннее устройство. В местностях с холодным климатом Г. должны быть снабжены отоплением. Из систем отопления применяется почти исключительно центральная, при чем расчет устройства д. б. таков, чтобы темп-ра в помещении автомобилей не опускалась ниже 10°. Освещение, исключительно электрическое, должно удовлетворять норме в 3—5 свечей на 1 $м^2$ площади. Вентиляция гаражного помещения, в виду обилия паров бензина, составляет весьма важную задачу, и не только в смысле количественного обмена воздуха, но и в смысле правильного отвода воздуха, т. е. чтобы загрязненный воздух в каждом пункте удалялся по возможности кратчайшим путем. Искусственная вентиляция д. б. обязательно приточно-вытяжной системы, при чем в среднем за 1 ч. должен происходить 2—4-кратный обмен всего воздуха. Канализация, устраиваемая в Г., отличается тою особенностью, что обычно снабжается бензиноуловителем во избежание попадания бензина в общую канализационную сеть, где он мог бы вызвать взрыв при случайном воспламенении. На фиг. 7 представлена схема такого бензиноуловителя: вода вместе с бензином попадает через решетку *А* в отделение *Б*; здесь бензин, как более легкий, всплывает, а вода через сетку проходит в отделение *В* и отсюда—в канализационную сеть; из отделения *Б* бензин удаляется через особую крышку.

Противопожарные меры. Обилие бензина делает абсолютно необходимым принятие тщательных противопожарных мер. Здание Г. и в особенности самое помещение для стоянки автомобилей, должно строиться из несгораемого материала—кирпича, железа, железобетона; наибольшее распространение имеет в настоящее время железобетонная конструкция. Полы всегда делают цементными или бетонными. Внутри здания, помимо большого числа огнетушителей и пожарных рукавов, устанавливается целый ряд приспособлений для тушения и локализации пожара. Одно время выдвигалось требование разделять машины огнеупорными перегородками на группы в 10—12 автомобилей с тем, чтобы каждое отделение имело самостоятельный выезд. Однако оно настолько затрудняло постройку, что от него теперь уже отказались. Весьма редко применяются также изолирующие железные жалюзи, поддерживаемые легкоплавкими пробками, т. к. они значительно затрудняют тушение пожара. Наибольшее распространение получила спринклерная система защиты (см. *Спринклер*). Вся система приводится в действие от руки как отдельными секциями, так и в целом; одновременно с этим в систему включены легкоплавкие пробки, благодаря которым система во время пожара действует автоматически. Кроме того, в помещении для автомобилей обязательно д. б. ящики с песком для тушения загоревшегося бензина. Минимум противопожарных мер предосторожности определяется в каждой стране и в каждом крупном городе специальными обязательными постановлениями. Обязательное постановление, относящееся к постройке гаража в Москве, содержится в разделе IV «Сборника постановлений Московского совета 1928 г.»

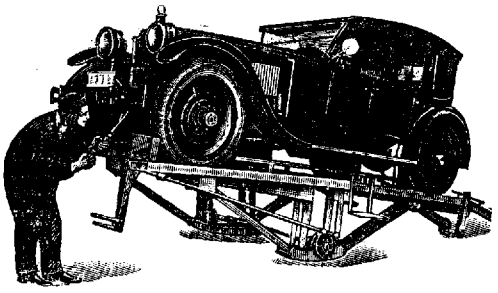


Фиг. 7.

Дополнительное оборудование. Для производства частичной разборки автомобиля и небольших починок механизма гараж д. б. снабжен рядом приспособлений, а именно: 1) для передвижки и установки автомобилей; 2) для подъема автомобилей; 3) для накачки шин; 4) для осмотра автомобилей.

При тесном расположении автомобилей иногда бывает очень трудно вывести ту или другую машину, не сдвигая ее в сторону. Для облегчения этой задачи служат подставки на роликах. На такие подставки устанавливают все колеса автомобиля, который после этого можно уже легко передвинуть в любом направлении. Иногда, при тесном помещении для стоянки

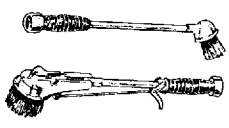
автомобилей, пользуются поворотным кругом. В качестве приспособлений для подъема автомобиля обычно употребляют *домкраты* (см.) разных систем (гидравлические и механические), а иногда применяется передвижн. кран. Для накачивания шин применяют механическ. или электрич. воздушные насосы—центральные с трубопроводами к местам потребления сжатого воздуха или переносные. Для осмотра и мелкого ремонта нижних частей автомобиля до недавнего времени служили исключительно так наз. смотровые ямы, над которыми устанавливался автомобиль; работающий механик при этом находился в яме. Смотровые ямы представляют то неудобство, что в них всегда скопляется грязь. Поэтому в последнее время стали применять не ямы,



Фиг. 8.

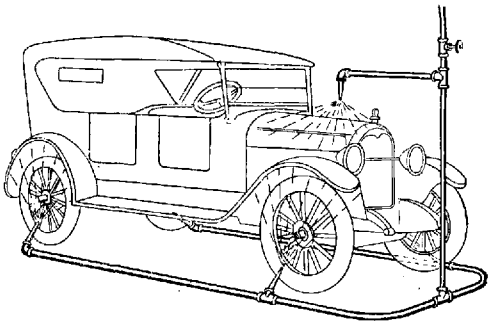
а специальные помосты: автомобиль въезжает на помост, имеющий посредине разъем, в котором и работает механик, оставаясь на уровне пола. Для той же цели применяют качающиеся платформы (фиг. 8) или же, наконец, специальные передвижные подъемники, при помощи которых весь автомобиль легко поднять вверх и открыть доступ ко всем его частям, какие расположены внизу.

Мойка автомобилей, весьма важная часть ухода за автомобилями. В средних и больших Г. применяют или брандспойт со шлангом от водопровода или же, еще лучше, особую механич. мойку. После обмывки брандспойтом кузов нуждается еще в особой протирке, а для очистки сильно присохшей грязи брандспойт иногда снабжен особыми щетками (фиг. 9). На фиг. 10 изображен простейший вид механической мойки: здесь вода подводится при помощи спец. трубопровода, к-рый имеет такую форму, что на автомобиль одновременно направляется 5 струй воды, чем достигается значительное ускорение мойки. В некоторых системах механической мойки, в особенности для автобусов, число струй достигает нескольких десятков, так что обмывка может быть произведена в течение 2—2½ минут (по данным заграничных гаражей). Для обмывки высоких автобусов иногда делают специальные галлереи, под которые и подводят автобус. Для отмывки грязи с колес автомобиля иногда устраиваются водяные бассейны; двигаясь по этому бассейну, автомобиль оставляет там всю грязь. Расход воды, по нормам Центрального управления местного транспорта,—около 25 вд. в день, или 4 000 вд. в год на один автомобиль; конечно, эта норма может значительно колебаться в зависимости от качества дорог и других местных условий.



Фиг. 9.

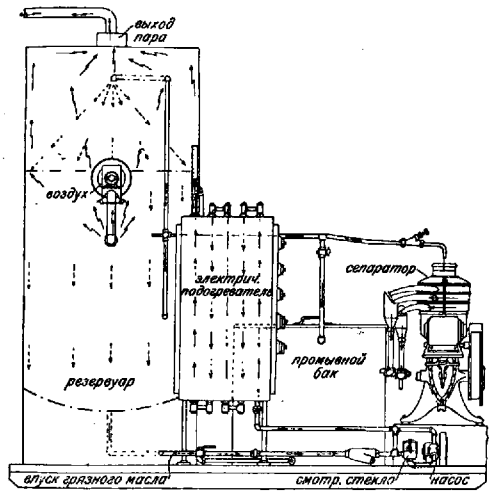
Склады при гараже. Для рационального обслуживания автомобилей при гараже должны находиться запасы необходимых материалов и принадлежностей, а именно: 1) резина, запасные части и материалы для ремонта, 2) смазочные материалы и 3) горючее. Склады для запасных частей, резины и масла не представляют собою сложных сооружений и имеют весьма простое оборудование. Количество запасных частей и резины, которое принято держать в Г., колеблется в разных городах в очень больших пределах и должно определяться указаниями практики. Как общее правило, не рекомендуется иметь запас резины более, чем на 4—6 месяцев, так как качество резины при продолжительном хранении страдает. Обычно склад резины помещается в подвальном или полуподвальном этаже, так как дневной свет вредно влияет на сохранность резины; помещение это должно быть хорошо вентилируемо и иметь $t°$ в пределах от 5 до 15°. Покрышки должны храниться стоймя в особых стеллажах и отнюдь не укладываться одна на другую в значительном количестве; камеры д. б. хорошо пересыпаны тальком.



Фиг. 10.

Запасы масла, в виду относительно небольшой его опасности в пожарном отношении, обыкновенно содержатся в количестве месячного расхода, принимая, что средний расход масла составляет около 6% расхода горючего. Склад масла желательно во всяком случае отделять от прочих помещений капитальными стенами; масло хранится по большей части в оригинальной таре, т. е. в железных или деревянных бочках, из которых наливается при помощи насоса в мерную посуду. Так как заливка густого масла, а равно выливание отработанного масла из коробки скоростей и кожуха дифференциала происходят довольно медленно, то в последнее время для этой цели применяются электрические насосы. Одна из таких установок представлена на фиг. 11. В виду высокой стоимости масла, идущего на смазку автомобильного двигателя, предложено много аппаратов для очистки отработанного масла с целью повторного его использова-

ния. Отработанное масло насосом прогоняется через электрич. подогреватель и подается в цилиндрич. резервуар (на фиг. 11—слева). Здесь через масло прогоняется горячий воздух, с целью увлечь частицы топлива, растворившиеся в масле. Из цилиндрического



Фиг. 11.

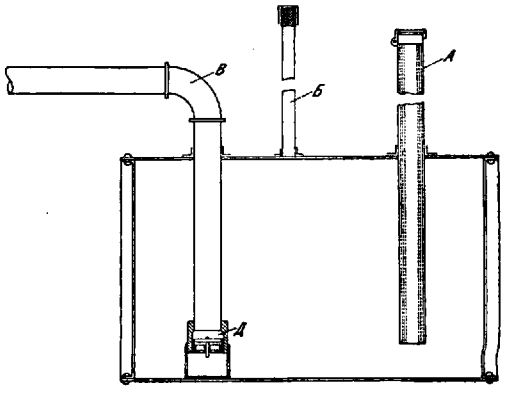
сосуда, пройдя ряд фильтров, масло поступает в центробежный сепаратор (на фиг. 11—справа) и отсюда выходит уже вполне очищенным. По данным фирмы, выход хорошего масла достигает 80% количества обрабатываемого масла, при чем вязкость масла восстанавливается полностью; стоимость обработки около 6—7 коп. на *кг*.

Бензинохранилища. Снабжение автомобилей бензином и хранение его в гараже требуют особых приспособлений и предосторожностей. Запас бензина в гаражных складах обыкновенно не превышает десятидневной потребности; ежедневный же средний расход бензина определяется числом автомобилей и средним дневным пробегом, при чем для примерного подсчета принимаются следующие нормы расхода бензина в *кг* на 100 *км*: для легковых автомобилей— $3{,}5(L+1)$, а для грузовиков и автобусов— $7(T+2)$, где L — литраж двигателя, а T — тоннаж автомобиля.

Гаражные бензинохранилища должны удовлетворять следующим основным требованиям: а) бензин должен быть защищен от попадания в него воды, мусора и пр.; б) бензин не должен испаряться; в) в бензинохранилище не должно образоваться взрывчатой смеси паров с воздухом; г) оно должно быть защищено от пожара; д) раздача бензина должна производиться возможно быстро, с учетом отпускаемого бензина. В настоящее время существует весьма много систем бензинохранилищ, при чем они могут быть разделены на следующие группы: 1) хранилища для бензина в оригинальной таре, 2) хранилища с предохранительной сеткой типа Деви, 3) хранилища с водой и 4) хранилища с инертным газом.

1) Хранение бензина в таре (обыкновенно в оригинальных бочках) является самым неудовлетворительным как в пожарном отношении, так и вследствие значительной утечки при раздаче бензина. По правилам, выработанным для города Москвы, общее количество бензина в складе при таком способе хранения не должно превышать 800 *кг*. Разлив бензина из бочек производится при помощи насоса — плунжерного или коловратного—непосредственно через отверстие для пробки. В виду неудовлетворительности такого способа разлива иногда устанавливают в бочку вместо пробки специальный кран и, перевернув бочку, производят налив самотеком. Бензин из бочек наливают в мерную посуду, которую затем разносят к автомобилям. Мерная посуда бывает разной формы, но, как правило, она должна иметь узкую горловину для уменьшения расплескивания бензина при переноске.

2) Так как в неполной бочке или другой таре образуется смесь паров бензина с воздухом, которая при известном соотношении является взрывчатой, то часто применяются предохранительные сетки по принципу Деви. В отверстие сосуда с бензином ввинчивается трубка, состоящая из трех слоев сеток; такая сетка предохраняет от взрыва даже в тех случаях, когда в помещении, где находится бензин, произойдет пожар. Для того, чтобы при пожаре и нагреве сосуда последний не разорвало парами бензина, в пробку, соединенную с предохранителем, вставляют легкоплавкую пластинку, которая, расплавившись, дает свободный выход парам бензина. При испытании различных предохранителей с сеткой Деви в Центральном пожарном отделе г. Москвы наилучшие результаты дал предохранитель системы Багрин-Каменского, представляющий собою трубку с тремя оболочками из латуни, с прорезями для прохода бензина. Предохранительные сетки применяются как для мелкой тары, так и для больших резервуаров. На фиг. 12 схематически представлен общий вид

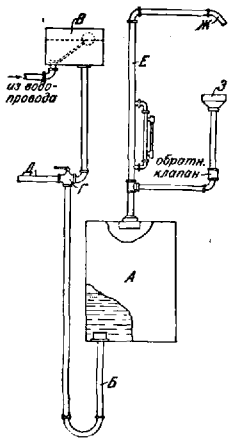


Фиг. 12.

цистерны, снабженной сетками Деви; цистерна имеет всего три выхода: *А*—труба для наполнения цистерны бензином, снабженная предохранителем типа Деви; *Б*—вентиляционная труба, также заканчивающаяся сеткой Деви; *В*—труба для раздачи бензина. В трубе *В* при помощи насоса создается разрежение, и бензин из цистерны

выходит через клапан *Д*, препятствующий обратному стоку. Согласно правилам Московского управления пожарной охраны, система бензинохранилища с сетками Деви допускает хранение до 1 500 *кг* бензина. Цистерна с бензином опускается в землю и засыпается песком или же помещается в подвале, с выходом наружу лишь указанных трех труб. Цистерна делается из листового железа, сварная или же клепаная, с расчеканкой шва.

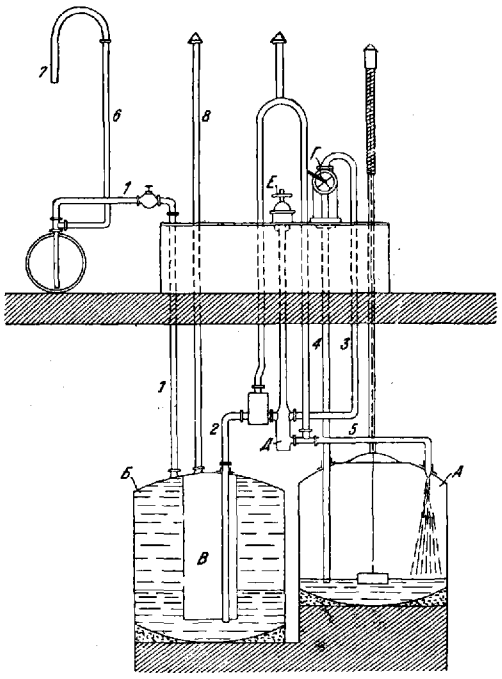
3) Водяная система преследует ту цель, чтобы при всяком количестве бензина в резервуаре отсутствовало воздушное пространство и не могла образоваться смесь паров бензина с воздухом. Существуют 2 главных типа этого устройства: а) с расходом воды в объеме расходуемого бензина и б) без расхода воды. На фиг. 13 дана схема бензинохранилища первого типа: резервуар *А* все время наполнен жидкостью, при чем вода располагается внизу, а бензин—вверху; внизу через трубку *Б* к резервуару *А* подводится вода из промежуточного бака *В* с поплавком, удерживающим постоянный уровень воды в баке, куда вода подается непосредственно из водопровода; на трубопроводе *Б* помещен трехходовой кран *Г*, при помощи которого можно соединять резервуар или с баком *В* или со сливным патрубком *Д*. Наливание бензина в резервуар *А* производится через воронку *З* след. обр.: резервуар *А* при помощи крана *Г* соединяется со сливным патрубком *Д* и разъединяется с баком *В*; бензин наливается в воронку *З* и самотеком поступает в резервуар *А*, вытесняя воду через сливной патрубок. Для выдачи бензина бак *В* при помощи крана *Г* соединяется с резервуаром *А*. Под давлением водяного столба бензин из резервуара *А* поднимается по трубе *Е* и выливается через шланг *Ж*; обратный клапан препятствует обратному движению бензина в воронку *З*. Шланг *Ж* присоединяется к трубе *Е* выше уровня воды в баке *В*, для того чтобы вода не могла вытекать через шланг *Ж* и в том случае, если бы в резервуаре не оказалось бензина; бензин же может вытекать через шланг *Ж*, потому что его удельный вес меньше уд. веса воды. При данной системе бензинохранилища резервуар *А* находится уже под бо́льшим давлением, чем при бензинохранилище с сетками Деви. Поэтому здесь должны быть приняты меры для герметичности цистерны. Для этой цели цистерну изнутри оцинковывают или эмалируют веществом, нерастворимым ни в воде, ни в горючем, для которого предназначается хранилище. Железо для цистерны употребляют толщиной в 7—8 *мм*. Для внутреннего осмотра резервуара делают люк, диам. не меньше 400 *мм*, через к-рый человек может



Фиг. 13.

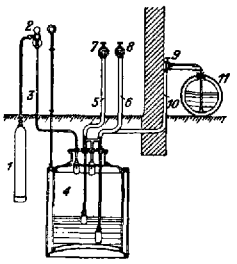
проникнуть внутрь резервуара. Резервуар устанавливают на бетонном основании, под землей, с выводом наружу только труб. В виду большого давления в баке и возможности течи рекомендуется его не засыпать песком, а помещать в бетонном подвале со свободным пространством вокруг него для регулярного осмотра.

На фиг. 14 дана схема водяного бензинохранилища системы Ланге и Руппель без расхода воды. Здесь имеются два бака. Бак *Б* служит для бензина, и в него подается вода при раздаче бензина: в баке *А* содержится только вода. В баке *Б* помещен колокол *В*, в котором также всегда должна находиться вода. Как для налива бензина в бак *Б*, так и для раздачи его служит труба *1*. Процесс наполнения производится следующим образом: бочку соединяют с трубопроводом *1*, как показано на фиг. 14; при помощи рукоятки *Е* вентиля *Д* трубопроводы *2* и *3* разобщают с трубопроводом *5*; насосом *Г* по трубопроводам *4*, *3* и *2* перекачивают воду из бака *А* в бак *Б* до тех пор, пока бензин не подойдет к бочке; после этого открывают вентиль *Д*, и бензин самотеком переливается из бочки в резервуар *Б*, вода же из резервуара *Б* через трубопроводы *2* и *5* перетекает в резервуар *А*. Для раздачи бензина вода при помощи насоса *Г* перекачивается из резервуара *А* в резервуар *Б*, бензин же поднимается по трубопроводу *1* и *6* и вытекает

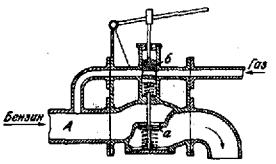

Фиг. 14.

через сток *7*, снабженный шлангом. Колокол *В* соединен с открытой трубой *8*, имеющей несколько меньшую высоту, чем труба *6*, для того чтобы вода не могла пойти из трубы *6*, а, в случае неисправности системы и излишней перекачки воды насосом *Г*, начала бы переливаться из трубы *8*.

4) Бензинохранилища с инертным газом наиболее распространены и имеют много различных конструктивных форм. Одной из наиболее употребительных систем этого типа является бензинохранилище Мартини и Гюнеке, схема к-рого представлена на фиг. 15: углекислота или азот из баллона *1* через редукционный клапан *2* подводится по трубе *3* в главный резервуар *4* под давлением около $^1/_2$ *atm*. Трубопроводы *5* и *6* ведут к раздаточным кранам *7* и *8*, при открытии которых бензин идет по трубам *5* и *6* вследствие давления инертного газа в резервуаре *4*. Трубопровод *10* служит для наполнения резервуара бензином. Для этой цели в бочку с бензином вставляют вместо пробки специальный наконечник со шлангом и при помощи отдельной трубки, идущей от баллона с сжатым газом, создают в бочке давление, достаточное для перетекания бензина. Как только бензин начал перетекать, бочку разъединяют с баллоном и при помощи вентиля *9* соединяют полость бочки с полостью резервуара *4*, т. е. выравнивают в них давление инертного газа. Бензин продолжает итти самотеком, по принципу сифона, до полного опорожнения бочки. Т. о., за все время переливания бензина из бочки в резервуар *4* бензин не соприкасается с наружным воздухом. Все трубы, выводящие бензин из резервуара *4*, имеют вторую, обычно свинцовую, стенку; между обеими стенками находится инертный газ под тем же давлением, что и в резервуаре *4*. Все вентили для регулирования вытекания бензина также имеют двойную стенку. Таким образом, даже повреждение внешней стенки трубопроводов не вызовет утечки бензина. В более упрощенных системах трубопроводы и арматуру делают ординарными, что значительно упрощает и удешевляет всю установку, но делает ее несколько более опасной в пожарном отношении. Система Мартини и Гюнеке имеет следующие основные недостатки: 1) трубопровод, подводящий бензин к раздаточному вентилю, все время заполнен бензином под тем давлением, которое имеется в главном резервуаре; вследствие этого всегда возможна утечка бензина при самой незначительной неплотности вентиля; 2) в случае повреждения внешней трубы на трубопроводе через отверстие инертный газ, проходя предварительно через главный резервуар с бензином, будет вытекать, насыщенный парами бензина; при смешении с наружным воздухом этот газ даст взрывчатую смесь; 3) при одновременном повреждении внешней и внутренней трубы бензинопровода бензин в течение некоторого времени будет выливаться, так как баллон со сжатым инертным газом все время сообщен с резервуаром.

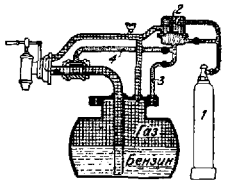


Фиг. 15.

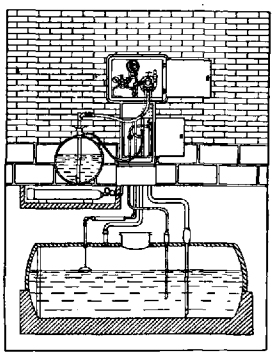


Фиг. 16.

Для устранения указанных недостатков в системе бензинохранилища Гофмана введены следующие изменения: 1) по прекращении раздачи бензин тотчас спускается из трубопровода обратно в резервуар, для чего служит специальный кран, устройство которого показано на фиг. 16: клапан *а* открывает и закрывает выход бензина из резервуара; одновременно с этим золотник *б* разъединяет или соединяет бензиновый трубопровод с газом, находящимся под тем же давлением, что и в резервуаре; при закрытом клапане *а* газ идет в трубопровод *А*, а бензин из него самотеком стекает в главный резервуар; 2) газовая изоляция бензинопровода не имеет сообщения с главным резервуаром, благодаря чему при повреждении внешней трубы бензинопровода будет выходить чистый инертный газ, а не смесь его с бензином; 3) специальный трехкамерный регулятор давления газа прекращает сообщение между главным резервуаром и баллоном с газом, как только произойдет течь во внешней газовой трубе; схема этого устройства дана на фиг. 17: газ из баллона *1* попадает в резервуар с бензином, проходя через клапан *2*; если в газопроводах *3* и *4*, изолирующих соединения бензинопровода, образуется течь, то клапан *2* опускается, и доступ газа к главному резервуару прекращается. Общий вид установки Гофмана показан на фиг. 18. Для удешевления инертного газа, которого расходуется довольно много при наливании бензина в резервуар, при его раздаче, а также вследствие утечки, часто применяется специальн. установка для выработки инертного газа на месте, при чем в этом случае в качестве инертного газа служат отходящие газы бензинового двигателя: двигатель приводит в движение компрессор, который нагнетает отходящий газ двигателя в специальный резервуар, пропуская его предварительно через фильтр.



Фиг. 17.

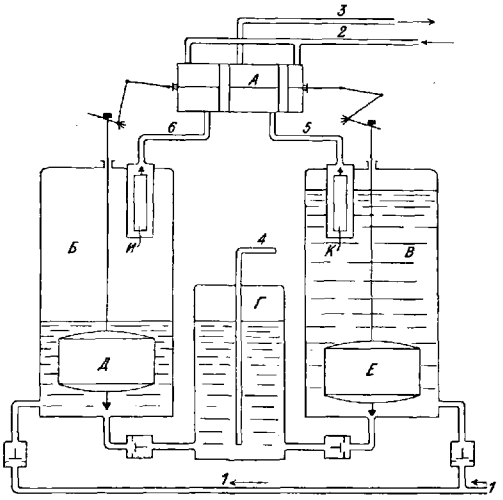


Фиг. 18.

Во всех этих системах раздача бензина происходит под давлением газа, находящегося в главном резервуаре. Так как этот резервуар, по условиям пожарной безопасности, приходится опускать ниже уровня земли, то для раздачи необходимо иметь в резервуаре около $^1/_2$—$^3/_4$ *atm* рабочего давления. В виду этого от резервуара требуется хорошая герметичность, что удорожает

стоимость резервуара. Поэтому в некоторых системах бензинохранилищ с инертным газом вводится раздача бензина при помощи специального насоса, а в резервуаре газу дают весьма низкое давление, достаточное лишь для предупреждения просачивания воздуха внутрь резервуара.

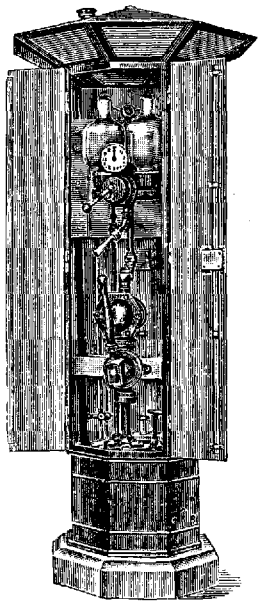
Подача бензина и счетчики расхода. Подача бензина из главного резервуара к раздаточным рукавам производится механич. или пневмат. способами. Механич.



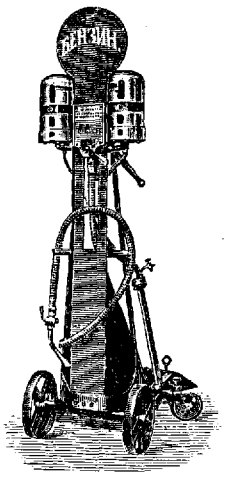
Фиг. 19.

подача совершается при помощи насоса (по большей части коловратного), который накачивает бензин в мерные баки. При пневматич. системе в мерных баках создается при помощи воздушного насоса разрежение, и бензин атмосферным давлением или небольшим рабочим давлением инертного газа перегоняется из главного резервуара в эти бачки. Система пневматич. насоса имеет то преимущество перед механическим, что бензин не проходит через насос и поэтому не подвергается утечке через неплотности насоса. Однако при этом в мерных баках получается разрежение, что способствует испарению бензина и образованию взрывчатой смеси. Во избежание этого недостатка в системе бензинохранилища Моклер (Mauclère) для подачи бензина служит специальный газовый насос, действующий инертным газом. На фиг. 19 представлена схема этого насоса: бензин поступает из главного резервуара по трубопроводу *1*; при помощи отдельного газового насоса инертный газ накачивается через трубопровод *2* и отсасывается через трубопровод *3*. Газ поступает в золотниковую коробку, в которой передвигается золотник *А*, связанный при помощи рычагов с поплавками *Д* и *Е*, расположенными в баках *Б* и *В*. Поплавки снабжены снизу запорными клапанами, могущими разъединять баки *В* и *Б* с промежуточным баком *Г*, из которого бензин через трубопровод *4* поступает в раздаточные колонки. Вся система заполнена инертным газом. Действие насоса протекает следующим образом. При указанном на фиг. положении золотника *А*, в сосуде *В* получается разрежение, и бензин из трубопровода *1* будет поступать в этот сосуд до тех пор, пока поплавок *К* не закроет трубопровода *5*; после этого разрежение в сосуде *В* прекратится, и он останется наполненным бензином. За весь процесс наполнения этого сосуда бензином поплавок *Е* стоит внизу, и сообщение с сосудом *Г* прервано. В то же время в сосуде *Б*, через газовый трубопровод *2*, создается избыточное давление газа, и бензин вытекает в промежуточный сосуд *Г*, служащий буфером, а отсюда, через трубопровод *4*—к раздаточным колонкам. Когда в сосуде *Б* бензина останется мало, поплавок *Д* опустится, переведет золотник *А* в левое положение, и раздача бензина начнется из бака *В*, а в бак *Б* бензин будет поступать из главного резервуара. Давление газа в главном резервуаре в этом случае м. б. взято настолько низкое, чтобы обеспечить лишь невозможность просачивания в резервуар наружного воздуха.

Раздача бензина в автомобильные баки при правильно оборудованном бензинохранилище обыкновенно происходит при помощи специальных раздаточных колонок. На фиг. 20 представлена стационарная, на фиг. 21—передвижная колонка; конструктивное выполнение их бывает весьма различно. Действие их заключается в том, что при помощи той или другой системы подачи (насос или давление инертного газа) бензин из главного резервуара подается в мерный бак, расположенный в верхней части колонки. По наполнении мерного бака он отъединяется от главного резервуара, и бензин самотеком, при помощи гибкого шланга, переливается в автомобильный бак; таким образ. при раздаче бензина получается одновременно



Фиг. 20.

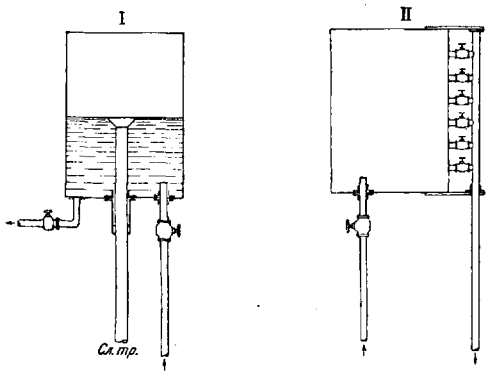


Фиг. 21.

и замер расходуемого количества. Мерные баки бывают различных конструкций; по б. ч. замер отпускаемого количества бензина производится по объему. Фиг. 22 поясняет два принципа установки уровня в раздаточных колонках: по схеме I желаемый

уровень устанавливается путем передвижения сливной трубы, по схеме II—при помощи ряда кранов на различных уровнях.

В Г. раздаточные бензиновые колонки устанавливаются обычно во дворе, при выезде из Г.; в отдельных случаях их ставят внутри здания, в самом помещении для стоянки автомобилей. За границей большое



Фиг. 22.

число колонок устанавливается на площадях городов и в пунктах большого автомобильн. движения, для снабжения автомобилей бензином непосредственно в дороге.

Зарядка аккумуляторов. Каждый Г. д. б. снабжен хотя бы небольшой станцией для зарядки аккумуляторов. Т. к. при зарядке аккумуляторов выделяется вредный для человеч. организма газ, то помещение зарядной станции д. б. хорошо изолировано от общих зданий Г. и иметь хорошую вентиляцию. Оборудование для зарядки аккумуляторов обычно состоит из преобразователя переменного тока в постоянный, реостата и распределительного щита. В качестве преобразователя тока до недавнего времени служила почти исключительно установка из электромотора переменного тока, спаренного на одной плите с динамомашиной постоянного тока. С недавнего времени в качестве преобразователя тока значительное распространение начинают получать ртутные лампы, катодные выпрямители и, наконец, контактные (сухие) выпрямители.

Обслуживающие помещения гаража. Кроме описанных выше производственных помещений, Г. должен располагать рядом обслуживающ. помещений, как: контора, контрольные будки, столовая и т. д. Объем этих помещений, а равно и их устройство и расположение по генеральному плану, весьма разнообразны. Нормально контора располагается у въездных ворот, число же контрольных будок соответствует числу выездных ворот. По данным Центрального управления местного транспорта, общая площадь всех обслуживающ. помещений не должна превышать 9 $м^2$ на 1 автомобиль при гараже на 100 автомобилей и 14,5 $м^2$ на 1 автомобиль при Г. на 50 автомобилей.

Гаражное дело в СССР. Только в самое последнее время вопросу о гаражном строительстве в СССР начинают уделять достаточное внимание. Это объясняется немногочисленностью автомобилей (около 16 000 на всю страну), которые к тому же распылены по отдельным хозяйствам. В настоящее время в виду возникновения крупных автомобильных хозяйств в главных городах Союза предприняты постройки новых гаражей, удовлетворяющих основным требованиям рациональной эксплоатации автомобиля. Большинство же ранее устроенных Г. представляет собою здания, предназначавшиеся для других целей и уже в дальнейшем приспособленные для Г. Наиболее крупные работы по строительству новых Г. и по развитию уже имеющихся принадлежат Московскому коммунальному хозяйству, которое является одним из самых значительных автомобильных хозяйств Союза.

Техника безопасности. В связи с испытанием автомобильных моторов при их осмотре и исправлении воздух Г. всегда загрязнен продуктами неполного сгорания и, в частности, весьма ядовитой окисью углерода. В виду этого обязательным условием является устройство в Г. приточно-вытяжной системы вентиляции с подачей свежего подогретого (в холодное время) воздуха. Задача устройства такой вентиляции осложняется постоянными выездами автомобилей из Г., при чем открытие ворот нарушает расположение нейтральной зоны. С другой стороны, в целях экономии площади Г., автомобили располагают диагонально по отношению к продольной оси здания, вследствие чего газы, выделяющиеся из моторов, распространяются по всему помещению. По вопросу об устройстве вентиляции в гараже мнения расходятся и в З. Европе, где одни предлагают устраивать вытяжку вверху и подавать свежий воздух внизу, другие держатся обратного мнения. Совещание при Московском отделе труда, созванное для обсуждения вопроса об устройстве вентиляции во вновь устраиваемом Г. Моск. коммунальн. хозяйства, постановило рекомендовать следующие принципы вентиляции в новом Г.: 1) устройство притока воздуха в рабочую зону сверху вниз до пола, со скоростью 4 *м/сек*, 2) устройство вытяжки у стен в зоне наибольшего загрязнения воздуха, 3) устройство в потолке системы шахт для создания разрежения в верхней зоне и 4) снабжение верхних и нижних вытяжек регулирующими приспособлениями.

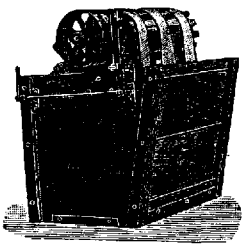
Лит.: Автомоб. хозяйство, сб. ЦУМТ НКПС, М., 1925; Rambuscheck O., Automobil-Garagen, Anlage u. Einrichtung, B., 1909; Libotte E., Die Garage f. Auto u. Kraftrad, B., 1925; Hofmann R., Automobil-Garagen, B., 1923; «Automotive Industries», Philadelphia; «Der Motorwagen», Berlin; «Verkehrstechnik», B.; «Bautechnik», B.; «La vie automobile», Paris: «Génie Civil», Paris. **Е. Чудаков.**

ГАРАНСИН, гарансе, препараты крапа. См. *Красители растительные.*

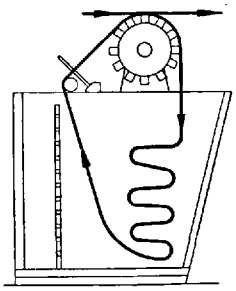
ГАРАНСИН-КАРМИН, см. *Лаки красильные.*

ГАРАНСИННАЯ БАРКА, красильная барка, аппарат для крашения хлопковых, шерстяных, полушерстяных тканей и трикотажа в виде жгута. Г. б. (фиг. 1) состоит из деревянного (редко железного) продолговатого корыта или четырехугольного несколько суженного к основанию ящика (фиг. 2), наполняемого красильным раствором; дырчатой деревянной перегородкой, доходящей до дна, барка разделяется на 2 неравные части;

в переднюю (меньшую) задают растворы (красителей, солей); здесь же на дне для нагрева красильного раствора расположена паровая труба (для острого пара) или змеевик (для глухого пара). Для удаления использованного красильного раствора имеется на дне спускное отверстие, закрываемое пробкой. Над баркой помещается вращающийся деревянный многогранный баран, на конце его оси находятся холостой и рабочий шкивы. Во время крашения баран приводится в движение, и ткань, перекинутая через него отдельными петлями-жгутами (число петель бывает 5—25, в петле 1—6 кусков), перетягивается, т. е. захватывается им из красильного раствора и опять погружается в него, получая при этом встряхивания, способствующие равномерному проникновению раствора в ткань. Иногда для ускорения заправки и разгрузки барки



Фиг. 1.



Фиг. 2.

отдельные жгуты-петли сшивают друг с другом и получают один жгут в виде петли. Для избежания спутывания жгутов их пропускают между деревянными колышками—«пальцами» деревянного бруса, расположенного вдоль указанной перегородки. Во время крашения выделяется много пара, поэтому барку делают закрытой: пространство над ящиком и бараном заключают в деревянный футляр и сообщают с вентиляцией. Гарапсинные барки строят разных размеров, емкостью до 9 000 *л* (обыкновенно от 2 000 до 4 000 *л*), вмещающих до 450 *кг* ткани (обыкновенно 100—120 *кг*). На приведение в движение барки емкостью в 3 000 *л*, для 100—120 *кг* ткани расходуется ~ 2 HP. Обыкновенно производят крашение субстантивными, основными, протравными, хромировочными, кислотными красителями (в последнее время шерстяную ткань красят также и индигозолями).

Лит.: Knecht E., Rowson C. u. Loewenthal R., Handb. d. Färberei d. Spinnfasern, 3 Aufl., B. 2, p. 1404—1415, B., 1923. **Д. Грибоедов.**

ГАРДИННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, см. *Кружевное производство.*

ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, разложение сложных периодич. кривых на простые гармонические. Согласно теореме Фурье (см. *Фурье теорема*), всякую сложную периодическую функцию с периодом T можно разложить на конечное или бесконечно большое число простых периодических функций с периодами T, $^1/_2\,T$, $^1/_3\,T$, $^1/_4\,T$ и т. д. Эти простые периодические функции являются синусоидальными функциями и называются простыми гармоническими. Простым преобразованием период T можно привести к 2π; тогда можем представить теорему Фурье в следующем виде:

$$f(t)=\tfrac{1}{2}A_0+A_1\cos t+A_2\cos 2t+\ldots+B_1\sin t+$$

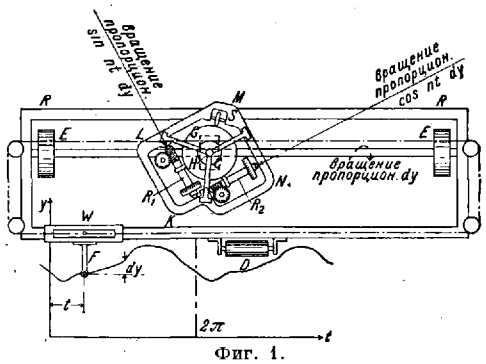
$$+B_2\sin 2t+\ldots=\tfrac{1}{2}A_0+\sum_1^{\infty}(A_n\cos nt+B_n\sin nt).$$

Коэфф-ты A и B представляются в виде

$$A_n=-\frac{1}{n\pi}\int_0^{2\pi}\sin nt\,df(t),\quad B_n=\frac{1}{n\pi}\int_0^{2\pi}\cos nt\,df(t).$$

Эти коэфф-ты называются амплитудами соответствующих простых гармоническ. функций. В задачи Г. а. данной сложной периодической функции входит определение амплитуд и фаз простых гармоніч. функций, составляющих данную сложную функцию, или, выражаясь аналитически, определение коэфф-тов, дающих возможность представить данную сложную периодич. функцию в виде ряда Фурье. Г. а. заключается, поэтому, в определении вышеуказанных двух интегралов. Математическ. приборы, при помощи которых производится Г. а., являются т. о. *интеграторами* (см.), определяющими интегралы указанной формы. Г. а. необходим для чрезвычайно большого числа практических исследований в технике и вообще в науке. Все периодич. движения, все колебательные и вибрационные явления (см. *Вибрации*) требуют для своего изучения Г. а. Огромное количество явлений физических (акустических, электрических и др.), механических, метеорологических (определение периодичности изменения $t°$ и давления воздуха) и даже физиологических (биение сердца и т. п.) может быть полностью уяснено только при помощи Г. а.

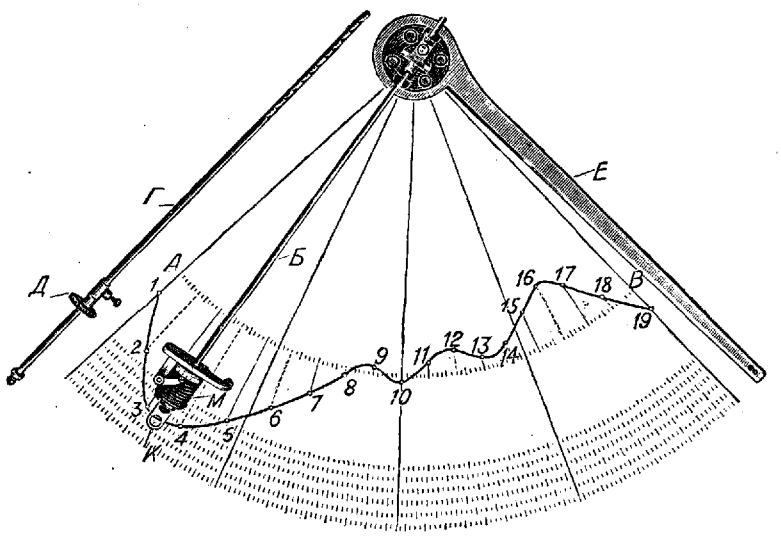
Существует целый ряд математич. приборов, т. н. гармонических анализаторов. Из них наиболее распространенным является анализатор Генричи-Кораді (Henrici-Coradi). Рамка RR (фиг. 1), покоящаяся



Фиг. 1.

на трех роликах E, E и D, устанавливается на плоскости ty так, чтобы ось EE была параллельна оси t. Тележка W со штифтом F свободно скользит по раме анализатора параллельно оси, в то время как штифтом F обводится вычерченная в прямоугольных координатах (t, y) периодическая кривая. Рама RR передвигается при этом параллельно оси y, оставаясь неподвижной, в напра-

влении t. Движение тележки W пропорционально т. о. dt, движение рамы RR—пропорционально dy. Движение тележки W, ограниченное полным периодом 2π данной периодич. кривой, передается (при помощи серебряного канатика и роликов) шайбе H со шпинделем S, совершающим n оборотов при прохождении тележкой W полного периода данной кривой. Шпиндель S закреплен в интеграторе $KLMN$, несущем два измерительных колеса R_1, R_2, оси которых расположены перпендикулярно друг к другу. При прохождении тележкою расстояния t интегратор вращается т. о. на угол $\gamma = nt$. Движение рамы, пропорциональное $dy = df(t)$, передается цилиндрической шайбе C, закрепленной на оси EE. Эта шайба соприкасается с находящимся над ней стеклянным шаром G и вращает последний вокруг его оси, параллельной оси t. Соприкасаясь с измерительными колесами R_1 и R_2, шар G придает им соответственное вращение, определяемое для R_1 величиною, пропорциональною $\sin nt\,dy$, и для R_2—величиною, пропорциональн. $\cos nt\,dy$. Когда весь период 2π данной кривой будет обведен штифтом F, показания колес R_1 и R_2 будут пропорциональны величинам $\int_0^{2\pi} \sin nt\,dy$ и $\int_0^{2\pi} \cos nt\,dy$;



Фиг. 2.

другими словами, показания измерительных колес R_1 и R_2 будут равны:

$$a_1 = p_1 \int_0^{2\pi} \sin nt\,dy \text{ и } a_2 = p_2 \int_0^{2\pi} \cos nt\,dy;$$

p_1 и p_2 являются константами, зависящими от размеров прибора; обыкновенно принимают:

$$p_1 = -\frac{1}{\pi} \text{ и } p_2 = +\frac{1}{\pi}.$$

Тогда показания прибора непосредственно равны амплитудам соответствующих простых гармоник n-го порядка данной сложной периодич. кривой, т. е. $A_n = \frac{a_1}{n}$ и $B_n = \frac{a_2}{n}$.

Анализаторы Генричи-Коради делаются обыкновенно с несколькими интеграторами для одновременного определения составляющих гармоник 1-го, 2-го, 3-го и т. д. порядков. Из других известных систем гармонических анализаторов необходимо отметить анализаторы Мадера, Михельсона, Томсона (лорда Кельвина).

Анализатор, сконструированный Л. К. Мартенсом (фиг. 2), отличается тем, что с его помощью непосредственно определяются не коэффициенты ряда Фурье, а амплитуды тех простых гармонических колебательных движений, которые могут возникнуть под влиянием сил, изменяющихся по закону данной сложной периодической кривой. На стержне $Б$ насажено свободно вращающееся на шариках колесо M, катящееся по бумаге, на которой вычерчена в полярных координатах анализируемая периодическая кривая. В центре этих координат закрепляется при помощи кнопок кольцеобразная шайба, служащая центром вращения для линейки E с делениями и для стойки, в к-рой скользит в радиальном направлении стержень $Б$. Колесо M ведется по бумаге так, чтобы указатель K обводил анализируемую кривую точкою пересечения креста, нанесенного на стеклышке указателя. Стержень $Б$ при этом не вращается, но имеет возможность скользить в радиальном направлении в центральной стойке. На цилиндрической части колеса M нанесены деления, дающие в результате анализа амплитуды соответствующих составляющих гармоник колебательных движений в *мм*. Для разделения периода исследуемой кривой на необходимое для отыскания соответствующих гармоник число частей употребляется небольшое зубчатое колесо $Д$ на стержне $Г$. Вставляя последний в центральную стойку вместо стержня $Б$, обкатывают колесом $Д$ весь период исследуемой кривой на различных расстояниях от центра координат, при чем под колесо $Д$ подкладывается копировальная бумага, оставляющая на чертеже мелкие деления, позволяющие разделить период исследуемой кривой на любое количество равных частей. На фиг. 2 показано разделение периода кривой 1—19 на 18 равных частей для отыскания амплитуды синусоиды 9-го порядка. Соответствующие деления колеса $Д$ видны на дуге AB. Определение этой амплитуды производится след. обр. Данную кривую обводят указателем K слева направо частями 1-2, 3-4, 5-6, 7-8,..., 17-18, при чем на интервалах 2-3, 4-5 и т. д. указатель K вместе с колесом M приподнимают над бумагой. После этого уже в

обратном направлении, т. е. справа налево, указателем обводят участки кривой 19-18, 17-16, 15-14,..., 3-2, пропуская участки 18-17, 16-15 и т. д. Когда указатель будет после этого находиться в точке 2, отсчитываемое на колесе M деление дает амплитуду синусоиды колебательного движения 9-го порядка. Обозначая синусоиду n-го порядка через P_n и косинусоиду этого же порядка через P'_n, получим коэфф-ты ряда Фурье данной периодической кривой.

$$A_n = P_n - \tfrac{1}{3} P_{3n} - \tfrac{1}{5} P_{5n} - \ldots$$

$$B_n = P'_n - \tfrac{1}{3} P'_{3n} - \tfrac{1}{5} P'_{5n} - \ldots$$

Существует еще несколько способов Г. а. без помощи приборов, подобных описанным. Из этих способов можно назвать способ вычисления искомых гармоник при помощи таблиц Поллака, шаблонов Ципперера и др. Не отличаясь большою точностью, эти способы при некотором навыке дают возможность производить гармонический анализ в довольно широких пределах.

Лит.: Мартенс Л., К вопросу о вибрациях поршневых двигателей, М., 1925; его же, Гармонич. анализ, «Технико-экономич. вестник», М., 1925, 2, стр. 96—99; Сов. П. 3606; Hort W., Technische Schwingungslehre, 2 Aufl., B., 1922; Willers F. A., Mathematische Instrumente, Berlin, 1926; Galle A., Mathematische Instrumente, Leipzig, 1912; Pollak L. W., Rechentafeln zur harmonischen Analyse, Lpz., 1926. **Л. Мартенс.**

ГАРМОНИЯ КРАСОК, сочетание красок в приятных для глаза комбинациях, имеет большое значение в области орнаментации и декоративных искусств. Так, набивное дело, полиграфия, искусство плаката и рекламы, живопись по фарфору, театральное искусство, искусство костюма, садоводство, архитектура (особенно стенная роспись) широко пользуются правилами Г. к.; живопись в тесном смысле слова, хотя и более свободна в этом отношении, также должна с ними считаться.

Строго законченной теории Г. к. пока не существует; однако, обильный материал, накопившийся за время существования изобразительных искусств, позволяет формулировать ряд практич. советов и наметить пути для дальнейшего развития. Почти весь относящийся сюда материал может быть разбит на следующие группы: 1) красота цвета безотносительно к сочетаниям цветов; 2) гармония двух дополнительных или близких к ним цветов; 3) гармония, основанная на понятии психологич. расстояния: а) по цветности, б) по яркости, в) по насыщенности, г) в произвольных направлениях; 4) правила колорита.

1. Красота цвета. Существуют цвета, которые сами по себе кажутся б. или м. красивыми. Синонимом некрасивого часто служит понятие «грязный цвет», т. е. такой, который получается из «чистого» с примесью черного или серого, т. е. цвета пониженной яркости. Так как при определенном освещении яркость данного оттенка краски не может перейти определенного предела, то цвет будет тем чище, чем более он приближается к цвету того же оттенка, обладающему предельною яркостью при одинаковых цветности и насыщенности. К таким предельным цветам ближе всего подходят цвета нек-рых жидкостей, рассматриваемых на просвет цветных стекол. Из предельных цветов, по крайней мере до известной степени, предпочитают более насыщенные. Обычно увеличение насыщенности для предельных цветов связано с понижением яркости, и, по достижении известного предела, ощущение цветности начинает исчезать. Оствальд находил, что особенно красивы полноцветные краски, обладающие максимально выраженной цветностью; однако, в смысле красоты им мало уступают цвета, хотя и более темные, но и более насыщенные. Примером этих последних может служить цветной бархат. Поэтому, можно сказать, что все, способствующее увеличению яркости цвета при неизменной насыщенности или увеличению насыщенности при неизменной яркости, способствует красоте цвета. Следует, однако, отметить, что яркие цвета труднее поддаются приятным сочетаниям и часто производят впечатление кричащих. Последнее м. б. отчасти объяснено несовпадением фокуса ясного зрения для лучей различной длины волны. Чем ярче цвета, тем это явление выражается сильнее, а потому производит более неприятное впечатление. В виду отсутствия яркой фиолетовой краски, кричащие сочетания легче всего образуются красным и синим, красным и зеленым; но достаточно обвести эти цвета контуром, чтобы резкость сгладилась.

2. Дополнительные и близкие к ним цвета. Эти сочетания относятся к числу наиболее изученных, и производимое ими впечатление основано гл. обр. на контрасте. В силу контраста, цветная поверхность заставляет соседние цвета казаться несколько сдвинутыми в сторону ее дополнительного цвета. Так, в соседстве с красным другие цвета кажутся более зеленоватыми, в соседстве с синим—более желтоватыми. Благодаря этому рядом лежащие дополнительные тона взаимно повышают свою насыщенность и потому выигрывают. В силу некоторых условий, наибольший выигрыш в насыщенности получится при сопоставлении цветов, не вполне дополнительных. Соответственно этому с синим, напр., охотнее сопоставляют оранжевый, а иногда и красный, чем дополнительный желтый. Еще более сближенные цвета нередко дают резкие дисгармонии, например, желтый—зеленый (яичница с луком), что объясняется тем, что в данном случае, благодаря контрасту, насыщенность начинает резко снижаться. При еще большем сближении, когда оба цвета можно рассматривать как различные оттенки одного и того же цвета, мы станем получать снова приемлемые сочетания—обстоятельство, с точки зрения контраста необъяснимое. Явления контраста особенно заметны по линиям соприкосновения двух цветов, где они вызывают пограничный контраст,—явление, иногда неприятное для глаза. Как и вообще контраст, это впечатление ослабляется введением белого, черного или иногда золотого и серебряного контура, что играет очень большую роль в так назыв. полихромных орнаментах, где сопоставляются яркие и далекие друг от друга цвета. При сопоставлении цветных и ахроматич. тонов

последние принимают в силу контраста слабое цветное окрашивание, чем широко пользуются как в орнаментации, так и в станковой живописи, заставляя оттенки серого играть различными цветами в зависимости от соседства. Точно так же один и тот же цветной фон может давать различные кажущиеся оттенки. Следует заметить, что Г. к., основанная на контрасте, не является гармонией в полном смысле слова, т. к. при этих сочетаниях краска кажется красивее сама по себе, отношения же красок между собой не играют никакой роли.

3. Гармонии, основанные на понятии психологич. расстояния. Т. к. между всякими двумя цветами всегда можно построить целый ряд переходных ступеней, то мы можем говорить о более близких и более далеких красках, смотря по тому, сколько между ними поместится таких ступеней. Пользуясь этим понятием психологического расстояния, мы можем строить численно закономерные ряды оттенков, при чем все говорит за то, что такие закономерности нами будут восприниматься, как красивые. Такие закономерные ряды пока нашли свое приложение гл. образом в виде равноотстоящих ступеней по направлениям трех основных характеристик цвета: цветности, яркости насыщенности.

а) Как известно, цветность изменяется по замкнутому кольцу, а потому простейшим рядом будут два противолежащих элемента (т. е. те же два дополнительных или близких к ним цвета). Следующие ряды будут состоять из трех элементов; это—давно известные из опыта цветовые триады: например, красный-желтый-синий, оранжевый-зеленый-фиолетовый и всевозможные переходные между ними. Следует, однако, иметь в виду, что состав триады будет зависеть еще от того, каких яркостей и насыщенностей взяты данные цвета; при иных комбинациях они могут дать и отрицательные результаты. Триады дали повод к проведению аналогий между Г. к. и музыкальной гармонией, при чем триады рассматривались, как музыкальные трезвучия. Эта точка зрения как-будто подтвердилась, когда волновая теория света установила новую связь между звуком и светом. Однако, попытки строить Г. к. по аналогии с музыкальными гармониями потерпели крушение. Так, вполне благозвучным аккордам соответствовали совершенно неприемлемые цветовые сочетания, и обратно. Это вполне объясняется принципиально различным устройством воспринимающих аппаратов зрительного и слухового; поэтому связи между Г. к. и музыкальными гармониями можно искать разве только в субъективно-психологич. области, совершенно не связанной ни с последовательностью цветов и звуков, ни с их волнообразным происхождением. Вслед за триадами естественно ввести четверные сочетания равноотстоящих цветов; однако, в этом случае некоторые пары из них будут взаимно дисгармонирующими (см. выше), а потому эти сочетания практически не применяются. Четверные сочетания цветов, встречающиеся в орнаментах, обычно состоят из пары близких между собой тонов и другой пары, им дополнительной, т. е. они распадаются на две контрастирующие пары.

б) Изменения по яркости особенно легко доступны для теоретического построения гармонии, так как в этом направлении впечатление хорошо следует физиологическ. закону Вебера-Фехнера. Согласно этому закону, если интенсивность света будет изменяться в геометрич. прогрессии, то впечатление яркости будет изменяться в арифметической и даст ряд равноотстоящих цветов. На основании этого Оствальдом дан ряд равноотстоящих серых тонов. Соседние элементы такого ряда, или же взятые через один, через два и т. д., дают действительно приятные на взгляд гармонии, получившие в настоящее время признание и применение.

в) Разбавляя какой-либо цвет белым и уменьшая тем самым его насыщенность, можно тоже получить ряд равноотстоящих ступеней, но уже по насыщенности. Ряд ступеней по насыщенности мы можем видеть в природе, в игре светотени. Напр., складки цветной материи в выступающих частях кажутся менее насыщенными, чем во впадинах, так как во втором случае на материю падает не прямой свет освещения, а отраженный соседними частями материи, т. е. уже окрашенный свет. Ярко освещенная листва не только отражает, но и пропускает насквозь уже окрашенный свет, а потому затененные листья кажутся более насыщенными. Следует, однако, отметить, что при явлениях светотени может в известной степени изменяться и цветность в ту или иную сторону, в зависимости от характера цветной поверхности. В связи с этим в практике часто приходится встречаться с гармонией цветов, различающихся насыщенностью, но точно формулированных правил в этой области не имеется, и до сих пор мера насыщенности остается неустановленной.

г) Совершенно открытым остается вопрос о гармоничных сочетаниях по произвольным направлениям, хотя, безусловно, в произведениях искусства такие сочетания встречаются часто.

4. Правила колорита. Никакая цветная поверхность, если только она не излучает собственного света, сама по себе цвета не имеет, и мы ничего не можем сказать о том, какой она нам покажется, пока мы не знаем яркости и спектрального состава того освещения, при котором ее рассматривают. Однако, практически об освещении мы в свою очередь судим на основании всей совокупности тех оттенков, которые принимают окружающие нас тела. Таким образом, мы можем искусственным подбором красок создать иллюзию иного освещения. При таком подборе получается явление, во многом напоминающее физиологич. контраст, упомянутый выше, но данное явление будет уже главным обр. психологическое. Иллюзией освещения широко пользуются в живописи, особенно для изображения сумеречного или, наоборот, чрезвычайно яркого освещения. Известно, что при очень малых интенсивностях цвета кажутся уклоняющимися в сторону синих, а при очень больших—в сторону желтых тонов. Изображая хорошо знакомые нам предметы с соответственными

уклонениями, или даже просто соответственным подбором гаммы цветов, можно создать впечатление более яркого или менее яркого освещения. Аналогичн. явления, но уже зависящие глав. образом от подбора яркостей, возможны и для срединных интенсивностей. Последнее особенно важно для всякого рода орнаментальных и декоративных искусств. Напр., в чистом фарфоре, покрытом только глазурью, мы имеем почти идеально белую поверхность. Если на фарфор наносить рисунок, оставляющий свободными большие поверхности чистого фарфора, то следует, как между прочим указывал Оствальд, употреблять предельные тона, иначе они будут казаться грязными. Но на сероватом фоне предельные краски делают фон грязным, хотя бы при данном освещении (напр., очень ярком) этот сероватый фон был ярче, чем идеальный белый при более слабом освещении. В этих случаях следует подбором красок создавать иллюзию такого освещения, при котором чистый белый отразит то же количество света, что и данный сероватый при данном ярком освещении. Таким образом гамма цветов должна быть выбрана более темная и именно такая, чтобы эти цвета имели вид предельных цветов при соответственно ослабленном освещении.

Правила такого рода Оствальд старался дать в своем цветовом атласе. Однако, следует сказать, отчасти в дополнение, отчасти же в возражение ему, следующее: чистый черный допустим во всякой гамме; затем для всякого тона во всякой гамме допустимы всевозможные яркости и насыщенности, но только яркость и насыщенность цвета не м. б. выбираемы независимо друг от друга и превышать определенной величины. Так, можно употреблять сильно насыщенные цвета, но при этом они д. б. темными; с другой стороны, можно взять и очень слабо насыщенные (белесые) цвета, но зато брать их яркими. При таких условиях и те и другие цвета не будут казаться грязными. Наконец, следует указать, что небольшие по площади отступления от вышеуказанных правил не только не нарушают впечатления, но могут дать прекрасный эффект, чем часто и пользовались великие художники. Так, если на сравнительно большом поле, отвечающем вышеуказанным правилам, посадить небольшое очень яркое красочное пятно, то оно, не вредя общему освещению, само необычайно выиграет и будет как бы излучать свет («гореть»). Но, конечно, злоупотреблять этим нельзя, так как иллюзия освещения может нарушиться, и тогда прочие краски станут казаться грязными.

Очевидно, что правила колорита не являются Г. к. в собственном смысле—они дают только средство заставить цвет казаться более красивым.

Лит.: Leonardo da Vinci, Trattato della pittura, Roma, 1890; Chevreul E., De la loi du contraste simultané des couleurs, Strasbourg, 1839; Бецольд В., Учение о цветах по отношению к искусству и технике, СПБ, 1878 (библиограф. редкость); из многих книг Вильг. Оствальда следует отметить: Оствальд В., Цветоведение, М.—Л., 1926; Ostwald W., Die Harmonie der Farben, Lpz., 1923 (к излагаемым автором положениям следует относиться критически, поскольку одни из них вызывают возражения со стороны физиков, другие нуждаются еще в экспериментальной проверке); Ostwald W., Farbnormenatlas, 2 Auflage, Lpz., 1925 (содержит 680 прекрасно исполненных образцов красок); Illgher F. (nach W. Ostwald zugestellt), Der kombinierte Farbenharmonie-Sucher, B., 1924; Utitz E., Grundzüge d. ästhetischen Farbenlehre, Stg., 1908. **Н. Нюберг.**

ГАРМОТОЛ, см. *Цеолиты.*

ГАРНИЕРИТ, нумеит, ревдинскит, аморфный минерал, водный силикат Ni и Mg; тв. 2,5; уд. в. 2,3—2,8; хим. сост. изменчив и м. б. выражен ф-лой: (Mg, Ni) $SiO_3.mH_2O$ (35—47% NiO); яблочно- или изумрудно-зеленого цвета, непрозрачен, черта бледно-зеленая; прилипает к языку; кислотами разлагается, в воде распадается на кусочки с раковистым изломом; темные экземпляры (нумеит) жирны наощупь и в воде не распадаются. Г. встречается в виде жил—в змеевике у Нумеи (о-в Н. Каледония), в виде мощного пласта—в штате Орегон (С. Ш. А.). В СССР месторождение Г. (ревдинскит)—главнейшего минерала для добывания никеля—находится на Урале, близ Ревдинского завода; содержание Ni в этом минерале редко превышает 2—3%. См. *Никелевые руды.*

Лит.: Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и сел. хозяйстве, Л., 1927; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПБ, 1907; Ост Г., Химическая технология, Л., 1927.

ГАРНОЕ МАСЛО, смесь нефтяных осветительных масел с различными растительными маслами. В России Г. м. впервые было введено в 1885 году И. Ю. Давыдовым, взявшим патент на выделку осветительного масла следующего состава: 62% смеси очищенного сурепного, кунжутного, оливкового, кокосового и других растительных масел, 35% нефтяного вазелинового масла, 1% древесного спирта и 2% смоляного масла, получаемого перегонкой нефтяного гудрона. Г. м. явилось суррогатом деревянного масла, т. е. низших сортов оливкового масла, которые до этого времени в больших количествах ввозились к нам из-за границы. Для большего сходства с деревянным, Г. м. сообщают зеленоватый цвет различн. анилиновыми красками, а для запаха прибавляют искусственные эфирные масла. Техника приготовления Г. м. заключается в простом смешении нефтяных и растительных масел при нагревании их до 60—70°. От натурального деревянного масла Г. м. отличается меньшим удельн. весом; первое имеет уд. вес 0,912—0,913, а второе 0,890—0,902. Главное требование, предъявляемое к Г. м.,—безопасность в пожарном отношении: оно д. б. выделываемо из вазелинового масла и иметь $t°$ вспышки не ниже 75°. В настоящее время Г. м. применяется в СССР в незначительном количестве.

Лит.: Энцикл. словарь Брокгауза и Ефрона, ст. Гарное масло. **Л. Ляпин.**

ГАРПИУС, второе название канифоли—твердой части естественной сосновой смолы, из к-рой после отгонки воды и скипидара получается Г. Это название употребляется в ж.-д. номенклатуре. См. *Канифоль.*

Лит.: Тищенко В., Канифоль и скипидар, стр. 182, 208, СПБ, 1895.

ГАРПУН, см. *Сеноподъемник* и *Рыболовные снасти.*

ГАРТ, сплав свинца и сурьмы с добавлением олова или без него, иногда с присоединением небольших количеств меди, висмута и нек-рых других металлов. Название Г., или *гартблей* (см.), распространяется

также на побочный продукт плавки свинцовых руд, содержащих сурьму. В полиграфическом деле Г., в тесном смысле слова, называется изношенный и испорченный типографский материал (литеры, шпоны, шпации, бабашки, реглеты и пр.), годный лишь для переливки. Иногда гарт называют типографским металлом или типографским сплавом, а отдельные сорта, смотря по назначению,—стереотипным, шрифтовым и линотипным металлом (гартом).

Г. служит почти исключительно для отлива разнообразных частей типографских печатных форм. В словолитнях из Г. отливают отдельные литеры (буквы), пробел и прочий типографский материал для *ручного набора*. На *наборных машинах* (см.) из гарта отливают непосредственно набор из отдельных литер (буквоотливные машины) или из отдельных строк (строкоотливные машины). В стереотипии из гарта отливают стереотипы, представляющие точную копию набранной или иной печатной формы.

Все печатные формы должны иметь четкое, ровное очко и сохранять его во время печатания или прессовки возможно большего количества оттисков или матриц, не разрушаясь от давления печатной машины или матричного пресса. Поэтому гарт должен быть достаточно твердым, но не хрупким, иметь свойства, обеспечивающие четкую и ровную отливку. Выносливость Г. зависит прежде всего от структуры металла. Наиболее подходящая структура – механич. смесь твердых мелких зерен, равномерно распределенных в вязкой массе. Твердые зерна уменьшают износ поверхности очка, а вязкая масса, благодаря своей эластичности, предупреждает излом отливки от случайного повышения давления печатного вала или матричного пресса. Равномерное распределение зерен дает однородность свойств во всех частях отливки. Четкость и ровность очка зависит прежде всего от условий отливки: металл должен плавиться при возможно низкой температуре и иметь достаточную жидкоплавкость при самом незначительном перегреве; застывая же, он должен давать по возможности малую усадку и незначительную ликвацию. Низкая температура жидкоплавкости обеспечивает сохранение четкости очка матрицы при большом количестве отливок и уменьшает общую усадку. Минимальная усадка металла уменьшает затупление очка. Ликвация зависит больше всего от состава сплава, а затем от правильности приемов отливки.

Гарт применяется уже около 500 лет, т. е. *почти с самого начала книгопечатания*, и попытки замены его другими сплавами не имели успеха. Каждый из компонентов Г. играет определенную роль и удовлетворяет определенным требованиям полиграфии. Свинец, основной по количеству металл, сравнительно дешев и хорошо отливается, расплавляясь при довольно низкой температуре (327°). Но он слишком мягок и для печатания непригоден даже при малых тиражах. Сурьма придает свинцу недостающую твердость и возможность получать в печати высокие тиражи, имеет малую общую усадку и сравнительно дешева. Но одна она, без свинца, слишком хрупка, легко ломается от давления и имеет высокую $t°_{пл.}$ (выше 630°). Сплавы свинца с сурьмой, при сравнительной дешевизне, дают довольно хорошую отливку, при относительно низкой $t°_{пл.}$ (246—350°). Но жидкоплавкость сплавов свинца с сурьмой и плотность их отливки недостаточна, если не прибавить олова. Иногда с той же целью прибавляют висмут, а для повышения выносливости делали попытки прибавлять медь и даже никель. Чем больше в гарте сурьмы, тем бóльшие тиражи возможно получить. Поэтому в принципе наиболее пригодны сплавы с высоким % сурьмы, но лишь до известного предела, так как одновременно с повышением твердости сурьма повышает и $t°_{пл.}$, а между тем процессы работы словолитных и наборных машин и отливка стереотипов имеют определенные технич. пределы темп-ры (стереотипные аппараты 270—320°, словолитные машины 370—410°, буквоотливные наборные машины 370—410°, строкоотливные наборные машины 280—300°). Сплав свинца и сурьмы дает достаточно четкую, полную отливку грубых и крупных, но не тонких штрихов. Прибавление к гарту олова, увеличивая жидкоплавкость, допускает четкую отливку очень тонких штрихов, но удорожает сплав. Т. о., технич. и экономич. соображения вызывают необходимость подбора рецептуры Г. для определенных производственных случаев (см. *Стереотипное дело*, *Наборные машины*). При плавке Г. следует соблюдать изложенные ниже требования.

Сырье, свинец, сурьма и олово, должно быть возможно более чистым. Примеси ухудшают качества Г. и увеличивают его угар. Присутствие цинка допустимо лишь в виде следов, серебра и меди д. б. не более 0,2% (для изготовления линотипного Г. желательно и меньше). Остальные примеси в обычных пределах можно считать допустимыми. Чистота сырья д. б. не менее: для свинца—99,5%, для сурьмы—99%, для олова—99,5%.

Котел для плавки Г., железный или чугунный, должен иметь круглое дно. Глубина его должна быть равна диаметру. Плавить меньше 2 *m* Г. невыгодно: котел должен заполняться на $^2/_3$—$^3/_4$, поэтому наилучшая емкость его—ок. 3 000 *л*. Нагрев производится дровами, газом или мазутом, но во всех случаях он должен быть равномерным и быстрым. Для плавки 2 *m* Г. требуется ок. 50 000 Cal в течение 2—3 часов, не считая потерь на излучение. Применяют механические мешалки и кран для спуска расплавленного Г. в формы. Кран приходится *подогревать газом или паяльной лампой*. Необходимое хорошее отсасывание паров и газов с поверхности расплавленного металла во время очистки Г. обеспечивается колпаком и тягой естественной, но лучше искусственной. Колпак д. б. изолирован термически и иметь дверцу, разрезанную вдоль на две половины,—верхнюю и нижнюю, закрывающиеся отдельно. Сбоку котла в колпаке д. б. устроен ящик для гари, очистка к-рого могла бы производиться извне.

Порядок присадки имеет большое значение. Англ. порядок присадки металлов—сурьма, свинец, олово—имеет определенные

недостатки, требуя специального оборудования для массового производства и соблюдения сложных предосторожностей. Рациональнее придерживаться немецкого порядка присадки—свинец, сурьма, олово. По расплавлении свинца в котел вводится сурьма, измельченная на куски не крупнее 2 *см* в поперечнике. При измельчении сурьмы следует принимать меры против попадания сурьмяной пыли в рот, нос и глаза во избежание раздражения слизистых оболочек и отравления (симптомы: рвота, понос, головная боль). Противоядием служит молоко; в острых случаях необходима немедленная врачебная помощь.

Сурьма сплавляется со свинцом при $t°$ более низкой, чем ее $t°_{пл.}$ (630°), но все же и при этом происходит окисление свинца и потеря в виде угара. Для уменьшения угара свинца следует ускорить процесс расплавления сурьмы, старательно перемешивая расплавленный металл с сурьмой, плавающей на его поверхности. Рекомендуется покрывать поверхность расплавленного свинца и сурьму слоем угля в порошке. Когда сурьма сделалась мягкой, кашеобразной, полезно прибегнуть к очистке металла, во время которой сурьма и расплавляется сполна; при этом котел должен быть покрыт крышкой для уменьшения потери тепла и окисления свинца воздухом.

Очистка имеет целью удаление окислов, главным образом окислов свинца, к-рые делают Г. более густоплавким, а при известном %-ном содержании их—менее выносливым. Кроме того, при плавлении Г. в горшке на машине окислы будут выделяться на поверхности и потребуют, во избежание остановки машины и увеличения брака, частой чистки горшка и частей отливных аппаратов. Очистка состоит во введении в расплавленный гарт восстанавливающих веществ. Вводятся сало, гарпиус, дерево (лучше «зеленое», т. е. свежесрубленное и невысохшее; наиболее пригодна береза, но допустимо и хвойное дерево), листья, кора, картофель и т. п. Кроме того имеются очистительные порошки; рецепты их: 1) буры 40% и кальцинированной соды 60%; 2) серного цвета 40% и гарпиуса в порошке 60%; 3) гарпиуса 40%, серы 6%, квасцов обыкновенных 15%, опилок древесных 7% и угля древесного в порошке 32%. На каждые 100 *кг* гарта берут около 25—30 *г* порошка. Все эти вещества должны вводиться на дно котла, под расплавленный металл. Так как они стремятся всплыть, то вводить их лучше всего в двойной закрывающейся ложке с дырами (в роде ложки для настаивания чая в стакане), на длинной ручке. Еще лучше механич. мешалка с дырчатой коробкой на нижнем конце ее. При очистке гарт бурно кипит и разбрызгивается, а выделяющиеся пары загораются; возможно и выбрасывание пламени из-под колпака. Необходимо во время очистки усилить тягу и предохранить работающих асбестовыми, кожаными или брезентовыми фартуками и рукавицами (крагами), предохранительными очками и даже масками; под рукавицы следует надевать еще суконные или войлочные перчатки. Верхняя половина дверцы колпака должна быть закрыта. (Порошки, содержащие окисляющие вещества, взрывчаты, и с ними следует обращаться осторожно.)

На поверхность металла всплывает тонкий, сухой, серовато-черный порошок гари. Если же в пробе гари прощупываются еще твердые кусочки сурьмы, то очистку следует продолжать до их расплавления. Поверхность хорошо очищенного металла серебристая, но она вскоре покрывается побежалым желтоватым цветом. Зеленовато-фиолетовый цвет, переходящий в зеленый, указывает на присутствие цинка; пробная отливка дает в этом случае тусклый излом землистого, а не зернисто-кристаллического строения. В этом случае необходимы повторные выжигания цинка до уничтожения фиолетовых побежалых цветов и получения нормального излома. С этой целью, на поверхность гарта насыпают слой серного цвета толщиной в 1 *см*, нагревают гарт до 500—600° и энергично смешивают горящую серу с гартом посредством деревянной длинной палки, а затем очищают Г. гарпиусом и т. п. восстановителями, как было указано выше. Гарь удаляется черпаком с дырками и собирается отдельно. Излом пробной отливки имеет светлую зернисто-кристаллическую структуру.

После очистки гарту дают охладиться до 300—350° и затем уже вводят олово. При введении олова Г. основательно перемешивают и нагревание продолжают до тех пор, пока пробная отливка не даст в изломе однородной структуры светлого оттенка. В последней стадии варки, после введения олова, не следует перегревать гарт выше 350°. По введении олова гарт основательно перемешивают и с его поверхности тщательно снимают всю грязь. По охлаждении до температуры на 40—50° выше $t°_{пл.}$ гарт отливают в чугунные формы. Для наборных и словолитных машин Г. отливают шашками весом ок. 1 *кг* (наиболее применимы клинообразные шашки—патент «Линотип»). Стереотипный Г. отливают плитками в 15—25 *кг*, не более.

В производственной работе следует обращать особенное внимание на $t°_{пл.}$ Перегрев выше чем на 50° против $t°_{пл.}$ увеличивает угар и ухудшает качество гарта и изделия. При недогреве избыток сурьмы забивает части отливных аппаратов, снимается в виде пены и шлака, отчего Г. делается мягче, и его выносливость падает. Надо определить наилучшую температуру отлива данного изделия из данного Г. и придерживаться ее очень близко.

При затвердевании отливок Г. происходит ликвация, и более легкие части сплава—сурьма, олово и сплав сурьмы с оловом—отделяются от более тяжелого свинца и его сплавов с сурьмой и оловом. Отсюда происходят неоднородность отливки и понижение ее механич. качеств. Отлив надлежит производить в формы с охлаждением, обеспечивающим быстрое затвердевание.

После 2—3 плавок состав гарта отработанных стереотипов, набора и прочего типографского материала настолько изменяется, что требуется его исправление, которое следует производить на основании химического анализа и расчета. При этом лучше

всего вводить в расплавленный испорченный гарт сначала свинец, за ним—сурьму, потом очищать, а затем уже вводить олово—по указанным выше правилам. Единственное полезное отступление—это введение сурьмы в виде заранее изготовленного эвтектического сплава из 13% сурьмы и 87% свинца, плавящегося при 246° и поэтому уменьшающего угар и порчу Г. от перегрева при введении сурьмы отдельно. Количество этого сплава определяется расчетом.

При каждой плавке Г. происходит угар его, размер к-рого зависит от оборудования и от опытности работающих. Чем ниже $t°$, чище сырье, меньше доступ воздуха, тщательнее очистка,—тем угара меньше. Каждая плавка дает 0,35—0,5% угара (при плохой постановке—1% и более); в среднем % угара считают равным 0,5. При двухнедельном обороте гарта наборные машины дают в год 15—20% (даже 25—30%) угара, т. е. в год теряется около $^1/_4$ оборотного количества; на вес выполненного набора надо считать 0,6—1,1% угара. При недельном обороте стереотипного Г. ежегодная потеря достигает 60% с отработанного количества, а с веса гарта, прошедшего через отливные аппараты, 1%. В конце года собирается значительное количество гартовой грязи; в ней может находиться до 50% пригодного для работы металла; поэтому грязь надо собирать, отплавлять от нее пригодный металл и очищать его, а гарь (окислы, непригодные непосредственно для работы) передавать на рафинировочные з-ды.

Лит.: По металлографии гартовых сплавов: Loebe K., Über die Konstitution der ternären Legierungen von Blei, Zinn und Antimon, «Metallurgie», Halle a/S., 1911, B. 8, H. I, p. 7; Campbell W., Über Blei-Zinn-Antimon-Legierungen, ibidem, 1912, B. 9, H. XIII, p. 422, «School of Mines», London, 1911, p. 244; Heyn E. u. Bauer O., Untersuchungen über Lagermetalle, Antimon-Blei u. Zinn-Legierungen, p. 21, B., 1914; по полиграфич. применению: Троицкий А., «Полиграфическое производство», М., 1928, *3*, *7*, *8*; Gentsch O., «Der Graphische Betrieb», B., 1928, *1*; Wundshammer S., «Klimsch's Jahrbuch», Frankfurt a/M., 1927, p. 134; Weinbehr E., ibid., 1924/25, p. 76; «Klimsch's allgemeiner Anzeiger für Druckerei», Frankfurt a/M., 1927, *79*, p. 1841, 1928, *22*, p. 547. **А. Троицкий.**

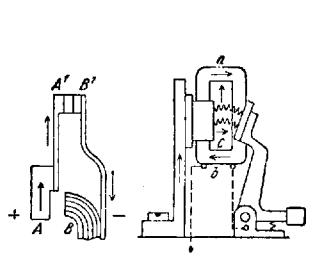
ГАРТБЛЕЙ (твердый свинец), один из побочных продуктов свинцовой плавки, представляющий сплав свинца и сурьмы, в котором содержание сурьмы варьирует в широких пределах, от 7 до 38%. При плавке свинцовых руд получается нечистый свинец, всегда в большей или меньшей степени загрязненный сурьмой. Последняя удаляется из свинца в результате окислительной плавки его и собирается в виде так назыв. сурьмянистых «счистков», к-рые и являются исходным материалом для получения Г. Переработка сурьмянистых счистков на гартблей совершается в две стадии: очистительная плавка в пламенных печах на сурьмянистый шлак и восстановительная плавка последнего в шахтной печи на Г. Очистительной плавкой удаляют из сурьмянистых счистков медь в виде свинцово-медного штейна и серебро в виде серебристого свинца. В шихту, помимо сурьмянистых счистков, входят соответствующие количества угольной мелочи и чистого PbS или Sb_2S_3. Получаемый в результате сурьмянистый шлак содержит Pb от 46 до 56% и Sb от 17 до 27%. При переплавке сурьмянистого шлака в шахтной печи, расчет шихты ведут на образование сильно железистого шлака. Гартблей употребляется для изготовления подшипниковых сплавов, типографского металла, пуль и т. д. **Г. Уразов.**

ГАРЬ, участок леса, опустошенный пожаром. В зависимости от вида и интенсивности лесного пожара Г. получает весьма разнообразный характер как в смысле остающихся на ней насаждений, так и изменения физико-химич. свойств лесной почвы, и потому требует для возвращения ее вновь под производительные лесные угодья разнообразных лесохозяйственных мероприятий. В случаях, когда на гари остается часть насаждения, после ликвидации пожара производится осмотр насаждения и намечаются к рубке поврежденные деревья. Этой мерой предупреждается на поврежденном участке возможность возникновения очагов развития различных вредных насекомых, в особенности короедов. При наличии сильного изреживания насаждений, на прогалинах производится или подсев леса или посадка. В течение ряда лет за такими гарями должно вестись тщательное наблюдение, и усыхающие деревья подлежат удалению. Если выгорает все насаждение, то убирают все остатки от пожара, и на гари производится культура леса, с применением соответствующей обработки почвы, при чем атмосферным осадкам не дают возможности застаиваться, т. к. это, особенно во влажном климате, может повести к быстрому заболачиванию почвы. В некоторых случаях после очистки гари от остатков пожара выгодно перед культурой леса организовать предварительное сельскохозяйствен. пользование. Гарь, оставленная без присмотра, буйно зарастает сорной растительностью и медленно затягивается лесом, а иногда даже превращается в пустыри или служит началом образования травяных болот, переходящих затем в моховые. В северных сосновых и лиственных лесах, где весьма велико накопление неразложившейся лесной подстилки, затрудняющей естественное возобновление леса, беглые лесные пожары, уничтожая такую подстилку, часто создают более благоприятные условия для появления самосева.

Лит.: см. *Лесное хозяйство*. **Н. Кобранов.**

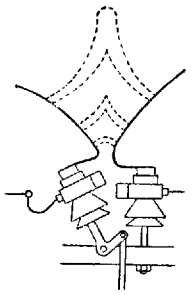
ГАСИТЕЛИ ДУГ, аппараты для гашения вольтовой дуги, возникающей между контактами выключателя при размыкании цепи электрического тока. В зависимости от условий размыкания цепи Г. д. изготовляются различных конструкций. Простейшим видом Г. д. являются т.н. контакты обгорания, применяемые при рычажных выключателях (фиг. 1). Параллельно с главными контактами A и B включаются добавочные медные или угольные контакты A' и B', размыкающиеся после главных контактов. При таком устройстве и горизонтальном расположении контактов уже при токах в 200 А и более, вследствие электродинамического действия разрываемого тока, вольтова дуга между контактами A' и B' выдувается вверх, растягивается и гаснет. Контакты A' и B' делаются сменными и предохраняют главные контакты от

обгорания. В выключателях, предназначенных для размыкания цепей постоянного тока высокого напряжения (500—3 000 V), применяют Г. д. с искусственным магнитным дутьем (фиг. 2). Магнитное поле, воздействующее на разрываемую дугу, создается специальным электромагнитом, включенным последовательно с контактами выключателя и расположенным так, чтобы токи *a* и *b* в его обмотке, взаимодействуя с током *c* дуги, способствовали выдуванию дуги в желаемом направлении. Сила магнитного поля



Фиг. 1.

Фиг. 2.



Фиг. 3.

Г. д. устанавливается обычно от 800 до 1 200 гаусс. В выключателях контроллерного типа сила магнитного поля устанавливается от 150 до 300 гаусс. Во избежание перебрасывания вольтовой дуги на соседние части выключателя место разрыва дуги защищается изолирующими перегородками так, чтобы они не препятствовали свободному выдуванию дуги.

Если обозначить в *см* длину дуги через l, ширину дуги (в направлении, перпендикулярном направлению выдувания) через m, силу тока дуги в А через I и силу поля в гауссах через H, то сила взаимодействия дуги с полем будет равна $\frac{I \cdot H \cdot l}{981\,000}$ *кг*. На 1 *см*² площади $l \cdot m$ придется при этом усилие

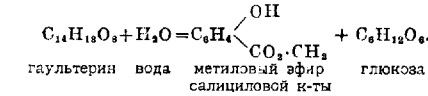
$$p = \frac{I \cdot H}{981\,000 \cdot m} \text{ кг/см}^2.$$

Если, в среднем, принять $I = 100$ А, $H = 1\,000$ гаусс, $m = 2$ *см*, то сила тяги воздуха в месте разрыва дуги $p \cong 0{,}05$ *atm*.

Значительно реже Г. д. с искусственным магнитным дутьем употребляются при размыкании цепей переменного тока. В этом случае для правильной работы выключателя необходимо, чтобы магнитный поток был в фазе с током дуги. Это достигается последовательным включением катушки электромагнита с главными контактами выключателя. При сдвиге фаз на 90° между током дуги и магнитным потоком Г. д. не будет выполнять своего назначения, так как сила взаимодействия между полем и дугой будет два раза менять свое направление в течение каждого полупериода. При размыкании цепей переменного тока небольшой мощности и напряжением до 30 000 V на открытом воздухе, наравне с масляными выключателями, употребляются воздушные выключатели с рогообразными Г. д. (фиг. 3). После выключения главных контактов происходит размыкание рогов, между которыми возникает вольтова дуга. Последняя, нагревая окружающий воздух, создает тягу воздуха, которая увлекает дугу вверх. Дуга растягивается между расходящимися концами рогов и разрывается. Электродинамический эффект, в виду малой силы тока, сказывается при этом слабо. О гашении вольтовой дуги в масле см. *Масляные выключатели*, о гашении заземляющих дуг в сетях переменного тока см. *Перенапряжения*.

Лит.: Лютер Р. А., Электрич. силовые установки, Л., 1926; Rüdenberg R., Elektr. Schaltvorgänge, B., 1923; Rziha E. u. Seidener J., Starkstromtechnik, 6 Aufl., B. 1, B., 1922. **Г. Петров.**

ГАУЛЬТЕРИЕВОЕ МАСЛО, винтергриновое масло, эфирное масло, получаемое из свежих листьев растения Gaultheria procumbens L., распространенного в Север. Америке. Для получения его листья Gaultheria измельчают и заливают теплой водой; через 10—12 часов Г. м. отгоняют с водяным паром. Настаивание с водой имеет целью расщепление глюкозида—гаультерина—согласно следующей реакции:



Около 99% Г. м. составляет метиловый эфир салициловой к-ты. Г. м.—бесцветная, иногда желтая или красноватая жидкость с сильным запахом, уд. в. 1,180—1,193. Применение Г. м. ограничено, т. к. и в парфюмерно-мыловаренном и в фармацевтич. производствах оно вытеснено синтетич. продуктом (см. *Салициловая кислота*). Г. м. по составу почти идентично с маслом, получаемым аналогичным способом из коры другого американского растения—Betulalenta L.

Лит.: Finnemore H., The Essential Oils, London, 1927. **Б. Рутовский.**

ГАУСМАНИТ, минерал квадратной системы, встречающийся б. ч. в сплошных массах зернистого сложения; хрупок; тв. 5—5,5; удельный вес 4,7—4,87; цвет железно-черный, черта красновато-бурая; блеск металлический; в тонких пластинках просвечивает; химический состав $MnO \cdot Mn_2O_3$ (72% Mn и 28% O) с небольшими примесями SiO_2 и $BaSO_4$; в HCl растворяется с выделением хлора; крепкая H_2SO_4 окрашивается от порошка Г. в яркий розовый цвет; перед паяльной трубкой он не плавится. Г. встречается с другими марганцевыми минералами; употребляется для добывания марганца, получения хлора, глазури и для приготовления фарфоровых красок. В больших количествах Г. встречается в доломитах в Швеции (Пайсберг, Нордмарк, Лонбан), в Ост-Индии и других местах. См. *Марганцевые руды*.

Лит.: Лебедев Г., Учебник минералогии, СПБ, 1907; Мейстер А. К., Металлические полезные ископаемые, Москва, 1926.

ГАУСС, абсолютн. электромагнитная единица силы (напряженности) магнитн. поля. Международная единица силы магнитного поля 1 А/*см* = 1,2566 гаусса. См. *Справочник физ., хим. и технолог. величин Т. Э.*, т. I.

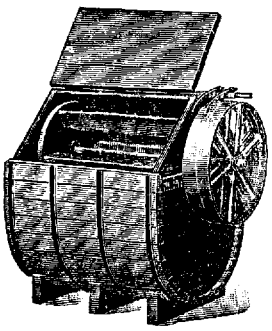
ГАФНИЙ, Hf, кельтий, вновь открытый химический элемент с порядковым номером 72. Наиболее вероятной цифрой для ат. в. Г. надо считать 178,6. В периодич. системе Г. занимает место в 8-м ряду IV группы и является аналогом циркония, титана и тория. Г. обладает более основными свойства-

ми, чем цирконий. Соответствующие соли циркония обладают меньшей (приблизительно в $1^1/_2$ раза) растворимостью. В природе Г. является почти постоянным спутником циркония; поэтому продажные препараты циркония часто содержат значительные примеси Г. Минералы, содержащие торий, содержат гафний только в случае присутствия в них соединений циркония. К такого рода минералам принадлежат фергусонит и эвксенит.

Количественное определение содержания Г. в минералах производится путем измерения интенсивности спектра Х-лучей. В случае совместного присутствия в минерале соединений Г. и циркония, с одной стороны, и редких земель, с другой—Г. отделяется от редких земель вместе с цирконием обычными для последнего методами. От циркония Г. отделяется лучше всего дробной кристаллизацией водных растворов двойных фтористых солей с калием, получающихся при сплавлении сырых материалов с KHF_2.

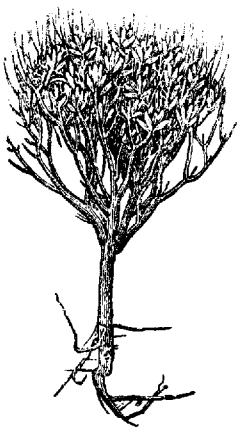
Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, т. 2, стр. 351—352, М.—Л., 1928.

ГАШПИЛЬ (в кожевенном деле), баркас для дубления, бейцевания и крашения кож. Для выработки верхних кож гашпиль делают из деревянных клепок, соединенных железными обручами, и устанавливают на полу, а для тяжелых нижних кож устанавливают под полом и делают часто из бетона. В баркасе находятся гашпильные деревянные крылья (см. фигуру), приводимые в движение от трансмиссионного вала (от 15 до 20 об/м.; потребление мощности от 0,5 до 1,5 HP, в зависимости от работы). Во время работы Г. закрывают крышкой, которая предупреждает разбрызгивание жидкости и распространение вредных газов и запаха в рабочем помещении. Размеры гашпиля и емкость: ширина 1,2—2,0, длина 1,5—2,5, высота 1—1,6 *м*; в Г. малых размеров можно одновременно погрузить 200 овечьих шкур или 100 телячьих, в Г. средних размеров—150 телячьих шкур или 50 конских, в больших—25 тяжелых шкур.



ГВАЙЮЛА, гвайюле (Parthenium argentatum Gray), многолетнее растение семейства сложноцветных подсолнечниковых (Heliantoideae); во взрослом состоянии Г.—кустарник высотой до 0,75 *м*. Внешний вид Г. (фиг. 1) довольно разнообразен: встречаются формы с б. или м. раскидистым ветвлением от верхней части короткого, толстого ствола и другие, у к-рых—с ветвями, торчащими прямо кверху и образующими сжатую метлу. Соцветия Г. мелки и представляют собою корзинки с цветами двух родов: бесплодными краевыми—белыми и внутренними—плодущими. Семена чрезвычайно своеобразны—нераскрывающиеся семянки с особыми наростами и нитями. Цветение гвайюлы имеет место в год посева, а семена, в зависимости от условий среды, не всегда дозревают.

Г.—растение, представляющее особый интерес для нашего хозяйства. Это единственное известное пока растение, к-рое в клетках коры главного стебля и корня содержит каучук, довольно просто из растения добываемый, вполне пригодный для потребностей современной резиновой промышленности, и к-рое, повидимому, способно акклиматизироваться в СССР. Родина Г.—сев. Мексика, между 32 и 23° с. ш. Климат мексиканского плато типичный континентальный и довольно близко подходит к климату наших среднеазиатских плоскогорий.



Фиг. 1.

Для Г. характерно то обстоятельство, что она не растет на горных склонах, подпочва к-рых вулканического происхождения, и в своем распространении связана с почвами, материнские породы к-рых богаты известью. Анализ гвайюловых почв в Мексике, произведенный под руководством проф. Воскресенского, показал, что кальция в них значительно больше, чем в самых богатых им почвах Средней Азии (по материалам, сведенным проф. Простосердовым и Неуструевым). Вместе с тем гвайюловые почвы по своей активной щелочности вполне аналогичны многим среднеазиатским.

Все эти данные приводят к выводу, что хотя Г. имеет большие шансы на натурализацию в Средней Азии, но окончательно это удалось доказать только сравнительными и более подробными исследованиями всех перечисленных выше факторов и непосредственным опытом. Последний был поставлен в 1927 году, когда семенами, привезенными из Мексики, был засеян ряд небольших участков в Туркменистане, Фергане, Казакстане, Киргизской республике, Самарканде и Закавказьи. В ряде этих пунктов гвайюла взошла и перенесла зиму. Все эти опытные данные вполне отвечают не только теоретическим предположениям, но и совпадают с опытом америк. компании по производству каучука из Г. (Continental American Rubber Company), к-рая успешно предприняла опыты искусственного разведения Г. на территории С. Ш. А. в Аризоне и Калифорнии.

Как опыт поставленных Резинотрестом исследований, так и материалы, проникшие в печать от ботаника указанной выше компании, Мак-Келлема, приводят к выводу, что гвайюла—очень мало требовательное и стойкое растение, легко переносящее значительные уклонения от условий его природного местообитания. Эти свойства Г. еще более увеличивают и без того значительные шансы на успех ее культуры у нас.

Но, прежде всего, необходимо опытное исследование вопроса—как отразится на содержании каучука натурализация гвайюлы в климатических условиях и на почвах СССР.

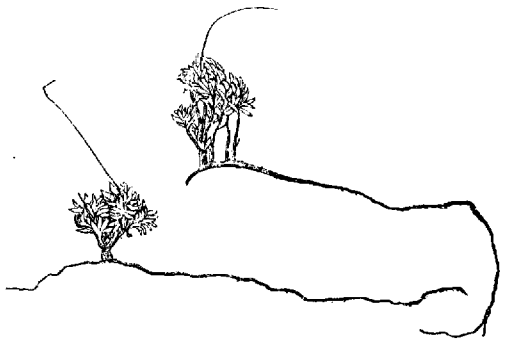
Мы не знаем еще всех тех внутренних физиологич. условий, к-рые приводят к образованию каучука в этом растении (как, впрочем, не знаем этого и для других каучуконосов). Однако имеющиеся уже наблюдения и некоторые теоретические соображения позволяют рассчитывать, что среди районов СССР, где возможна культура Г., найдутся такие, к-рые обеспечат сравнительно большое накопление этого ценного для нас продукта. Для установления коррелятивной связи между внешними признаками растения и накоплением каучука требуется, однако, несколько лет.

Гвайюла накопляет, как сказано, каучук не в млечном соке (как большинство каучуконосных растений), а в клетках паренхимы коры и сердцевинных лучей. При этом в первом вегетационном периоде не происходит накопления каучука. В сколько-нибудь заметном и промышленно-ценном количестве каучук содержится только в 5—8-летних дико растущих растениях (в культурных условиях, у американцев этот срок сокращается, но все же не может быть менее 4 лет). Отсюда ясно, что нам предстоит еще многолетняя работа.

Наряду с проблемой селекции наиболее каучуконосной чистой линии Г., нашим селекционерам предстоит добиться, чтобы эта высококаучуконосная форма была в то же время и наиболее стойка к низким температурам наших зим (более холодных, чем мексиканские), более устойчива к возможным у нас грибным заболеваниям или нападению паразитов и представляла форму, наиболее выгодную для наших условий в ряде других отношений. Одной из трудностей, встреченных американцами при попытках их культивировать гвайюлу, была слабая прорастаемость семян этого растения. Нам с этой трудностью считаться не пришлось. Объяснение надо, повидимому, искать в том, что американцы имели дело с исходным семенным материалом, происходящим из одного района, тогда как наш исходный материал был собран в целом ряде мест. Среди этого материала были семена, прораставшие с трудом, но были и такие, которые прорастали прекрасно. Другая трудность, о которой сообщает Мак-Келлем, заключается в том, что культурная Г. в первые годы не давала зрелых семян.

Так как Г. накопляет каучук в виде капель внутри клеток паренхимы, то «доить» ее нельзя. Чтобы извлечь каучук, приходится растение вырывать с главным корнем, к-рый вместе с главным стеблем содержит наибольшее количество каучука. Правда, боковые корни гвайюлы, как удалось убедиться автору, легко дают в известных почвенных условиях корневые отпрыски. Однако вырастающие из них растения, как можно видеть (фиг. 2), не имеют хорошего главного ствола и, следовательно, будут накоплять меньше каучука; кроме того, они растут медленнее, чем выращенные из семян. Из этого вытекает, что при культуре Г. плантаж приходится ставить по принципу лесного хозяйства, по крайней мере с четырехкратной площадью земли под плантациями. Кроме того, надо, повидимому, иметь питомник гвайюлы и производить посадку выращенных в питомнике растений. Америк. опыт говорит за бо́льшую выгодность этой системы перед посевом прямо в грунт.

Переработка Г. начинается с сушки ее, при чем, по утверждению инж. Спенса, от времени сушки в большой мере зависят качество и количество получаемого каучука.



Фиг. 2.

Но, наряду с каучуком, Г. вырабатывает смолы, количество которых иногда достигает значительного процента экстрагируемого вещества; в мексиканских сортах гвайюлового каучука их содержится свыше 20% продажного продукта; смолы эти образуются в особых смоляных ходах и, по исследованиям Росса, подтверждаемым Спенсом, в своем образовании в растении не связаны с каучуком непосредственно. После смерти растения происходит накопление этих смол и в то же время изменение каучука в заключающих его клетках. В результате, если перейден известный предел времени сушки, продукт, который извлекается из растения, теряет в ценности вследствие того, что смолы оказывается относительно больше, чем желательно, а каучука—меньше, и качеством он хуже. Для избежания быстрой порчи высушенный продукт не должен терять слишком много влаги; ее должно остаться (по Спенсу) 20%. Вредное действие на продукт оказывает солнечный свет. Спенс считает, что если высушенное растение гвайюлы размолоть и помол поместить на солнце недели на две, то количество извлекаемого каучука уменьшится с 14 до 8%, а физические свойства его ухудшатся. Исходя из этого, Спенс выработал метод, применение которого позволяет, путем обработки собранного материала, не только предупредить порчу его, но даже улучшить его качество.

Высушенный материал подвергают перемолу сначала на вальцовых мельницах с валами, двигающимися в противоположных направлениях и с разными скоростями; затем—дальнейшему измельчению с водой в шаровой мельнице (вернее, в горизонтальных бочках) с круглой кремневой галькой. После этого помол выливают в длинные низкие отстойники, где напитавшаяся водой древесина оседает, а каучук с частицами коры всплывает в виде пены, которую собирают черпаками. Каучук, отделенный от коры, обрабатывают парами воды под давле-

нием и с добавлением до 10% едкой щелочи для полного разрушения клеток коры; после этого действием лопаток каучук превращают в комки, «червячки», к-рые пускают в вальцы; здесь каучук прессуется в листы, и холодной водой из него вымываются бóльшая часть грязи и остатки клетчатки. Наконец, листы сушат в темных термостатах или хорошо проветриваемых темных сараях и упаковывают в ящики, проложенные бумагой (к дереву каучук Г. прилипает). Химический способ был испытан на фабрике (Техас), но оказался экономически невыгодным, хотя он дает более чистый продукт.

В настоящее время Continental American Rubber Company, по инициативе Спенса, внесла в производство гвайюлового каучука изменения, к-рые обеспечивают, по словам Спенса, получение продукта, могущего конкурировать с лучшими плантационными каучуками. На рынке Г. ценилась в 1927 г. наравне с бразильским каучуком парá (англ. фунт парá стоил тогда в среднем 32 пенса, а Г.—31 пенс). Испытания гвайюлового каучука Стандартным бюро в Вашингтоне показали, что Г. обладает удовлетворительными техническими свойствами.

С точки зрения доходности культуры Г. нельзя для наших условий строить какие-либо расчеты иначе, как с большим приближением. Ряд фактов—отбор формы с тем или другим максимальным накоплением каучука, влияние условий нашей природы на каучуконосность, возможность или невозможность ввести Г. на неполивных землях, большое разнообразие условий работы на будущих плантациях—остается невыясненным. По данным Ллойда, 1 *га* дико растущей Г. доставляет до 75 000 экземпляров ее (максимум) разных возрастов. Для плантаций можно рассчитывать на густоту роста, которая даст 25 000 растений на 1 *га*, в возрасте до 5 лет. При 400 *г* сухого веса, в среднем, растения этого возраста дадут 10 *т* сухого вещества с 1 *га*; при 10%, в среднем, содержания извлекаемого из него механическим методом каучука, 1 *га* даст 1 *т* продукта. Средняя годовая цена 1 *кг* гвайюлового каучука на рынке в 1925 г. была 1 р. 33 к. Следовательно, с 1 *га* можно получить продукта на 1 330 р.

Лит.: Боссэ Г. Г., Гвайюла, «Журнал резин. промышленности», М., 1928, *2—3*; Patoni C., El guayule, Mexico, 1917; Ross H., Anatomischer Bau d. mexikanischen Kautschukpflanze Guayule, «Ber. d. deutschen botanischen Ges.», B., 1908, B. 26a, p. 248; Lloyd F. E., Guayule, «Carnegie Institution of Washington Publ.», Wsh., 1911, *139*; Kirkwood J. E., Propagation of Guayule by Seeds, «Amer. Rev. of Trop. Agric.», Mexico, 1910, p. 34, 77; Kirkwood J. E., The Growth of Guayule in Relation to the Soil, ibid., 1910, p. 142; Kirkwood J. E., The Lope History of Parthenium argentatum (Guayule), ibid., 1910, p. 193; Sorges F., Sul guayule, «Boll. di studi del reale giardino colon. di Palermo», v. 8, Palermo, 1925; Hillier, Guayule Rubber, «Kew Bull. of Miscellaneous Informations of Royal Botanic Gardens», Kew, 1910, p. 285. **Г. Боссэ.**

ГВАЯКОВАЯ СМОЛА относится к группе резиноловых смол и получается нагреванием над кострами или вываривaнием в воде древесины Guajacum officinale L., G. sanctum L. Г. с. поступает в продажу в виде крупных кусков. Лучшие сорта получаются собиранием смолы, вытекающей из надрезов на стволе, и поступают в продажу в виде «слез». На рынке встречается также Г. с. очищенная спиртом. Обыкновенная гваяковая смола окрашена в темнозеленый до черно-бурого цвет, имеет раковистый блестящий излом, слабый запах, усиливающийся при нагревании до плавления ($t°_{пл.}$ 85—95°), растворяется в спирте, эфире, хлороформе, ацетоне и едких щелочах; спиртовой раствор имеет кислую реакцию и при действии окислителей окрашивается в интенсивно синий цвет, на чем основано применение Г. с. в качестве реактива. При нагревании с цинковой пылью Г. с. дает креозол, толуол, ксилол, псевдокумол и гуайен (2, 3-диметилнафталин). В состав Г. с. входит ок. 9% камедей и 2% золы. Смолист. вещества Г. с. частью растворяются в спирте (75%); в состав их входят к-ты: гваяко-смоляная $C_{20}H_{24}O_4$, α-гваяконовая $C_{22}H_{26}O_6$, β-гваяконовая $C_{21}H_{26}O_5$, гваяциновая $C_{21}H_{22}O_7$ и, кроме того, незначительные количества слабо летучего эфирного масла и красящие вещества. Некоторое применение Г. с. находит в фармацевтической практике, но главным образом применяется в качестве реактива при химических и биологических анализах.

Лит.: Bottler M., Harze und Harzindustrie, 2 Aufl., Lpz., 1924; Wiesner J., Die Rohstoffe d. Pflanzenreiches, 4 Aufl., Lpz., 1928. **Б. Рутовский.**

ГВАЯКОВОЕ МАСЛО получается из древесины Bulnesia sarmienti Lor., растущего в Аргентине, с выходом около 6%. Иногда оно встречается под неправильным названием «шампакового». Главная составная часть Г. м.—спирт гвайол (гуайол) $C_{15}H_{26}O$; соединение, обусловливающее характерный запах, не исследовано. Г. м. находит довольно большое применение в парфюмерии.

ГВАЯКОЛ, $C_7H_8O_2$, монометиловый эфир пирокатехина. Впервые был выделен Унфердорбеном (в 1826 году) из продуктов перегонки гваяковой смолы. В чистом виде гваякол образует большие бесцветные, с неприятным специфическим запахом кристаллы, плавящиеся при 28,5°; $t°_{кип.}$ 205°, удельный вес 1,1492. Г. легко растворяется в эфире и спирте; при 15° 1 часть Г. растворяется в 60 частях воды; спиртовой раствор его с хлорным железом дает синее окрашивание, быстро переходящее сначала в зеленое и затем в желтое. С пикриновой кислотой Г. образует оранжевый пикрат ($t°_{пл.}$ 80°). Г. содержится в высококипящих погонах букового дегтя, из которого он раньше почти исключительно и добывался. По новейшим данным, Г. содержится в продуктах сухой перегонки других лиственных, а также и хвойных пород. Синтетически он м. б. получен метилированием пирокатехина; однако, наиболее удобным способом технического приготовления гваякола является способ, основан. на разложении диазониевой соли *о*-анизидина:



$$CH_3O\cdot C_6H_4\cdot NH_2\cdot H_2SO_4+HNO_2=$$
$$=CH_3O\cdot C_6H_4\cdot N_2\cdot HSO_4+2H_2O;$$
$$CH_3O\cdot C_6H_4\cdot N_2\cdot HSO_4+H_2O=CH_3O\cdot C_6H_4\cdot OH+N_2+H_2SO_4.$$

Для этой цели 12 ч. анизидина растворяют в 27 частях серной кислоты (36°Bé) и 24 ч. воды, прибавляют 50 ч. льда и диазотируют раствором из 7,5 ч. нитрита натрия в 30 частях воды. Полученный раствор диазониевой соли постепенно (в течение 2—3 часов)

приливают к нагретому до 105° раствору из 40 ч. медного купороса, 40 частей сульфата аммония, 20 ч. глауберовой соли, 80 ч. воды и 60 ч. серной кислоты (36° Bé). При этом перегоняется жидкость, которую собирают и затем загружают в перегонный куб с 12 ч. раствора едкого натра (36°Bé) и нагревают до тех пор, пока не будет перегоняться совершенно прозрачная жидкость (освобождение от анизола). После этого содержимое куба подкисляют серной кислотой и перегоняют Г., который собирается и отделяется от воды в особых разделителях. Для получения чистого Г. сырой продукт перегоняют в вакууме с 0,3—0,5 ч. соды.

Г. применяется в медицине для лечения легочных заболеваний. Из различных препаратов Г. наиболее известны: дуотал—углекислый эфир гваякола, тиокол—кальциевая соль гваяколсульфокислоты, а также эфиры фосфорной, камфорной и бензойной кислот. **С. Медведев.**

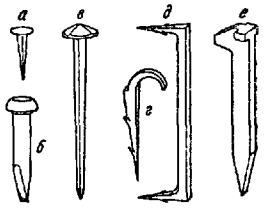
ГВОЗДИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, изготовление гвоздей—заостренных металлических стержней, служащих для соединения и укрепления частей из дерева, кожи и других мягких материалов. Гвоздь состоит из цилиндрич. или коническ. стержня, снабженного в большинстве случаев острием и шляпкой, и удерживается на месте (в отличие от винтов и заклепок) исключительно трением между стержнем гвоздя и тем материалом, в к-рый он загнан. Коэффициент этого трения в сильной степени зависит от состояния поверхности гвоздя, сорта и состояния дерева, способа вколачивания и пр. Приведенные в табл. 1 числа, выражающие собою сопротивление свежезаколоченных гвоздей в *кг/см²* поверхности гвоздя, представляют результаты многочисленных опытов, произведенных в Уотертоунском арсенале и, независимо от того, Ф. В. Клеем (Америка); они довольно точно согласуются с результатами опытов Функа (Германия).

Табл. 1.—Сопротивление свежезаколоченных гвоздей по опытам Функа, Клея и Уотертоунского арсенала (в *кг/см²*).

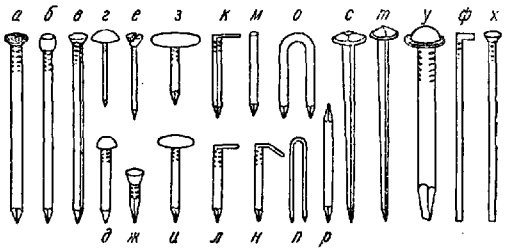
Род дерева	Проволочные гвозди						Резаные гвозди
	обыкновенные гвозди				с зазубрен. стерж.	вороненые	
	Функ	Клей	Уотерт. арсенал	Среднее	Клей		Уотерт. арсенал
Белая сосна .	—	12,8	11,8	12.5	10,4	16,3	28,5
Желтая сосна	23,6	23,0	22,4	23,0	15,7	32,6	46,5
Дуб	47,5	27,3	66,0	45,0	36,2	67,0	85,3

Резаные гвозди оказывают гораздо большее сопротивление выдергиванию, в виду их конической формы, способствующей более равномерному распределению давления по всей поверхности гвоздя. Другим интересным следствием этих опытов является уменьшенное сопротивление гвоздей с зазубренным стержнем в мягких породах; это объясняется тем, что зазубрины при вколачивании действуют как напилок и настолько уширяют канал, что, несмотря на шероховатую поверхность, гвоздь извлекается легче, чем с гладким стержнем. Приведенные выше числа относятся к гвоздям, вколоченным поперек волокон; при вбивании в торец эти числа следует уменьшить примерно вдвое.

По способу изготовления гвозди делятся на: 1) кованые — ручным или механическим способом; первый способ почти совсем вышел из употребления, а второй применяется главн. обр. для особо крупных гвоздей (фиг. 1: *а*—обойный гвоздь, *б* и *в*—корабельные гвозди, *г*—трубный костыль, *д*—строительная скоба, *е*—жел.-дор. костыль); 2) проволочные, составляющие главную массу всех гвоздей

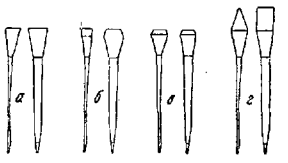


Фиг. 1.



Фиг. 2.

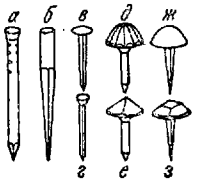
(фиг. 2: *а*—обыкновенный гвоздь, *б*—с потайной шляпкой, *в*—квадратный, *г*—обойный с медной шляпкой, *д*—с полукруглой головкой, *е*—с утопленной винтовой шляпкой, *жс*—с особо длинной утопленной головкой, *з*—толевый, *и*—кровельный, *кил*—костыльки, *м*—рамная шпилька, *н*—бочарный костылек, *о* и *п*—скобки, *р*—соединит. шпилька, *с*—корабельный гвоздь с алмазной шляпкой, *т*—он же с пирамидальной шляпкой, *у*—мостовой гвоздь с полукруглой головкой и долотообразным острием, *ф* и *х*—формовочные и шишечные шпильки); из проволоки же делаются подковные гвозди (фиг. 3: *а*, *б* и *в*—летние и *г*—зимний) и некоторые виды сапожных гвоздей (фиг. 4: *а* и *б*—каблучные, *в* и *г*—цвиковочные—проволочный текс, *д*, *е*, *жс* и *з*—подошвенные и каблучные гвозди); 3) резаные гвозди [фиг. 5: *а* и *б*—каблучные, *в*—резаный текс (жестяной), *г*—обыкновенный резаный (обойный) гвоздь]; 4) литые ковкого чугуна; этот способ применялся для изготовления гвоздей с особо крупными фасонными шляпками; в настоящее время он все более уступает место проволочным гвоздям.

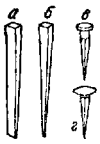


Фиг. 3.

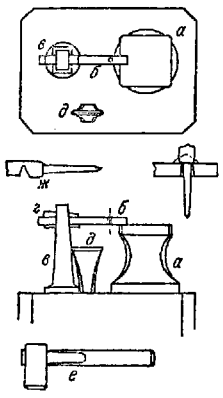
Материалом для гвоздей служат железо, медь (в кораблестроении—для укрепления подводной обшивки деревянных судов), ла-

тунь и цинк (для кровельных работ). По отделке гвозди бывают: вороненые, оцинкованные (через огонь или электролитически), луженые, лакированные, закаленные, отожженные и т. д. Величина гвоздей каждого сорта обозначается номером, при чем почти каждая страна имеет собственную нумерацию. По русской нумерации толщина гвоздей обозначается в №№ бирмингамского проволочного калибра (B. W. G.—Birmingham Wire Gauge), а длина—в англ. дюймах. В Германии в настоящее время (1928 год) идут работы, пока еще не законченные, по включению гвоздей в ряд общегосударствен. промышленных норм (DIN). Сведения о немецких и франц. сортаментах см. Jahrbuch und Adressbuch für die gesamte Drahtindustrie Deutschlands, Halle a/S., 1927, а об английских и американских—American Steel and Wire C°,Steel-Wire Nails, Cleveland, 1920.

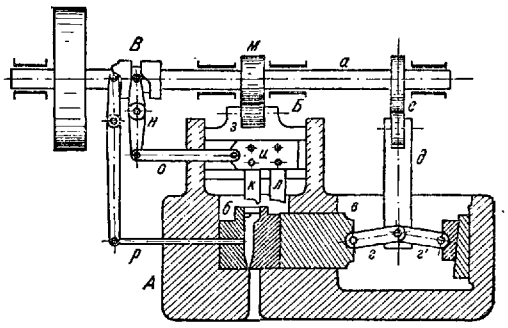

Фиг. 4.


Фиг. 5.

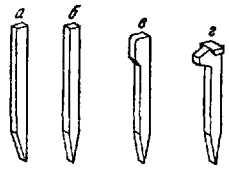
Производство кованых гвоздей. Ручная ковка гвоздей применяется теперь сравнительно редко—для изготовления специальных или особенно крупных гвоздей, требуемых в небольших количествах. Материалом служит мягкое сварочное прутковое железо. Оборудование гвоздарни состоит из горна, специальн. наковальни *а* (фиг. 6), гвоздильни *б*, укрепленной в стойке *в* клиньями *г*, отсечки *д* и молотка *е*. Около одного горна работают обычно 3—4 кузнеца. Гвоздарь берет накалившийся добела пруток, оттягивает стержень и острие на наковальне *а*, затем надрезает пруток на отсечке *д*, как это показано у *же*, и втыкает его в отверстие гвоздильни *б*, после чего пруток отламывается. При надсекании полосы получают утолщение, к-рое удерживает гвоздь от проваливания сквозь отверстие гвоздильни. Затем косыми ударами молотка (чтобы не продавить гвоздь через гвоздильню) расклепывают шляпку, окончательн. форму к-рой придают или от руки или при помощи особой матрицы. Ударом молотка снизу гвоздь выбрасывается из гвоздильни и падает в подставленный ящик. Матрицы делаются либо ручными, в виде стальной полосы с выделанной на одном конце формой, либо в виде примитивного штампа—бабы, висящей на гибкой жерди и приводимой в движение ногой. Для более крупных гвоздей необходимы помощь молотобойца или применение механического молота.

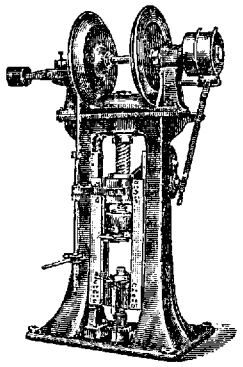

Фиг. 6.

Ж.-д. костыли изготовляются на горизонтальных ковочных машинах или на винтовых прессах. Устройство специальной машины для изготовления ж.-д. костылей поясняет фиг. 7, а стадии обработки последних изображены на фиг. 8. Машина состоит из станины *А*, в которой помещается матрица *б*; одна половина ее подвижна, другая может прижиматься к ней при помощи ползуна *в*, приводимого в движение через посредство

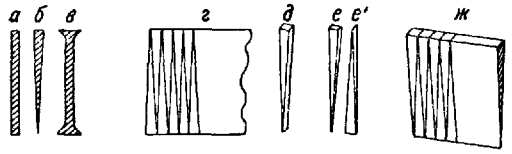

Фиг. 7.

коленчатого рычага *г*—*г'* и толкателя *д* от эксцентрика *е*, заклиненного на главном валу *а*. Предназначенное для костылей квадратное железо разрезается на куски надлежащей длины, при чем один конец отрезается перпендикулярно, а другой—под острым углом (*а*, фиг. 8). Раскаленную добела болванку кладут в матрицу и зажимают в ней, при чем одновременно острию придают правильную форму (*б*, фиг. 8). Затем салазки *з*, приводимые в движение кулачковой шайбой, имеющей два выступа (*М*, фиг. 7), сначала осаживают болванку штампом *к*, а при втором ходе окончательно формуют головку штампом *л* (*в* и *г*, фиг. 8). Оба штампа зажаты в поперечном ползуне *и*, который подводит их последовательно к матрице посредством механизма, состоящего из шкива с фасонной канавкой *В*, рычага *н* и тяги *о*. После этого щеки матрицы *б* расходятся, и выбрасыватель *р*, приводимый в движение от кулачка на шкиве *В*, выталкивает готовый гвоздь. При друг. способе производства ж.-д. костылей, для изготовления головки применяют винтовые фрикционные прессы, подобные изображенному на фиг. 9 (Hasenclever, Düsseldorf). Прутковое железо нарезают на куски требуем. длины, один конец раскаливают добела, после чего болванку вставляют в матрицу, которая затем поднимается кверху и ударяется о неподвижный штамп. Иногда головка не м. б. откована достаточно чисто за один удар; тогда приходится делать два штампа—один предварительный и другой окончательный. Оба


Фиг. 8.


Фиг. 9.

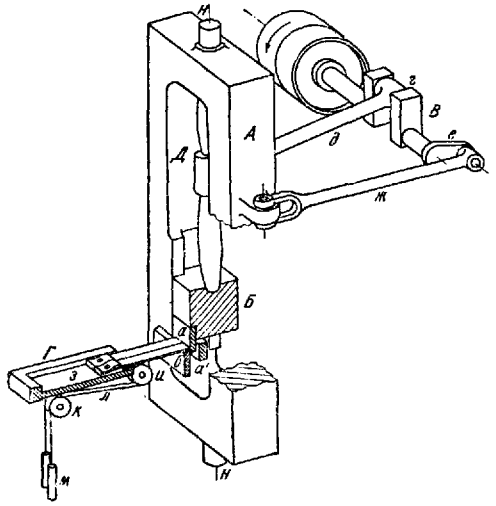
штампа помещаются в салазках, к-рые передвигаются вручную; это приспособление позволяет оба удара производить за один нагрев. Острие костыля оттягивается на специальной машине, работающей по принципу редукционных станков, с той лишь разницей, что наковальни и молоточки не вращаются, а стоят на месте, вследствие чего вытягиваемое острие получается не круглого сечения, как обычно, а квадратного. Производительность пресса при одноударной головке 350—600 штук в час, при двухударной 250—350 штук; для приведения машины



Фиг. 10.

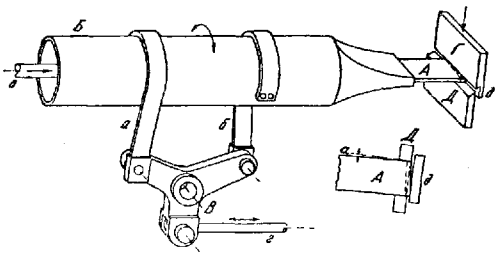
в действие необходимо 5—8 HP. Готовые костыли подвергают в течение 4—6 часов отжигу при 900° и затем медленно охлаждают.

Производство резаных гвоздей. При этом способе от железной полосы, ширина которой равна длине будущего гвоздя, отрезают узкие клиновидные кусочки, которые затем снабжают, если требуется, шляпкой и острием. Сечения полосового железа (*а*, *б* и *в*), а также и форма отрезаемых клинышков (*г*, *д* и *е*) изображены на фиг. 10. В то время как гвозди клиновидной формы (*г* и *д*) м. б. вырезаны из полосы прямоугольного сечения без потери материала, пирамидальные гвозди (*в*) вырезаются из полосы ложевидн. профиля (*жс*), при чем отрезы *е'* представляют собою отбросы. Вырезание клиновидных кусочков может совершаться



Фиг. 11.

двумя методами: 1) поворачиванием ножей или полосы в горизонтальной плоскости, 2) вращением полосы, идущей в машину под постоянным углом, равным половине угла клина, на 180° вокруг ее продольной оси перед каждым отрезом. Схематич. чертеж машины, работающей по первому способу, приведен на фиг. 11: рама *А*, несущая ползун *Б*, может вращаться в станине вокруг цапф *н*, *н*; кривошип *е*, сидящий на главном валу *В*, сообщает раме *А* колебательное движение посредством тяги *жс*. Ползун *Б*, приводимый в движение коленчатым рычагом *Д*, соединенным с мотылем *г* посредством шатуна *д*, совершает два полных хода за один оборот главного вала. Рабочая часть состоит из ножниц *а*, *б* и упорки *а'*. Железные полосы (до 5 штук одновременно) зажимаются щипчиками *з* и подаются вперед шнурками *л*, проходящими через ролики *и*, *к* и натягиваемыми грузиками *м*. Главный вал делает 125 об/м., и таким образом машина делает в минуту 250 отрезов. Производительность меняется в зависимости от длины гвоздей: при 5—14 *мм* в машину пускают сразу пять полос, при 14—20 *мм*—четыре полосы, при 20—30 *мм*—три полосы, при 30—60 *мм*—две полосы и при 60—80 *мм*—одну. Максимальная толщина полосового железа 3 *мм*; мощность станка 0,5 HP. Схема машины, работающей по второму способу, изображена на фиг. 12: полосовое железо *А* помещается



Фиг. 12.

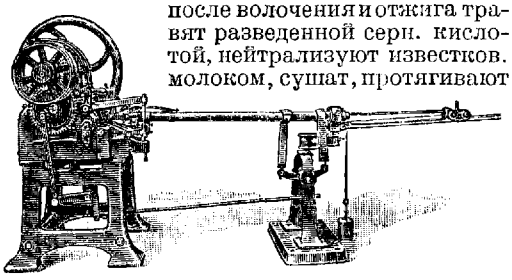
в трубке *Б*, при чем стержень *в*, снабженный щипчиками, толкает полосу вперед; трубка *Б* приводится в переменно-вращательн. движение посредством двух ремней *а* и *б*, прикрепленных к обоим концам рычага *В*, к-рый качается тягой *г*; перед каждым отрезом, производимым ножницами *Г* и *Д*, полоса поворачивается на 180° вокруг ее продольной оси; угол отрезаемых клинышков $=2\alpha$, ширина их у толстого конца равна расстоянию между неподвижным ножом *Д* и упором *д*. Машина, работающая по этому способу, изображена на фиг. 13; она снабжена приспособлением, которое автоматически округляет верхнюю часть стержня гвоздя и снабжает последний шляпкой. Производственные данные таких машин приведены в табл. 2.

Табл. 2. — Производственные данные машин для резаных гвоздей из вращаемой полосы.

Максимальн. толщина в *мм*	Длина гвоздей в *мм*	Производит. в мин. шт.	Потребная мощность в HP	Занимаемая площадь в *м*²	Число машин, обслужив. 1 рабочим
1,2	4— 15	300	0,25	1,0 ×2,8	6
1,5	5— 25	200	0,38	1,1 ×3,0	6
2,5	20— 50	130	0,50	1,2 ×3,3	5
3,5	30— 70	100	0,75	1,25×3,5	5
4,5	50—100	75	1,00	1,55×3,9	5

Производство проволочных гвоздей. Для изготовления обыкновенных гвоздей служит неотожженная прово-

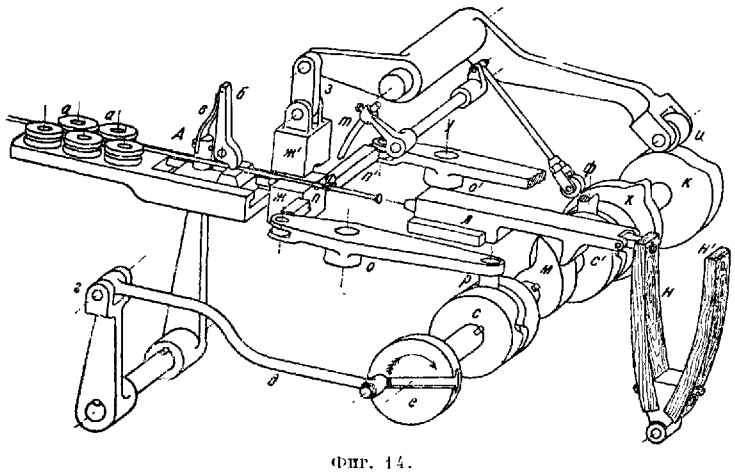
лока из томасовского литого железа (0,18—0,25% C, 0,02—0,06% P) с сопротивлением на разрыв в 45—50 *кг/мм*², при удлинении в 20—28%. Для зазубренных гвоздей употребляют отожженную проволоку, которую после волочения и отжига травят разведенной серн. кислотой, нейтрализуют известков. молоком, сушат, протягивают



Фиг. 13.

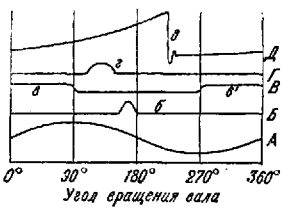
через деревянные щеки и выпрямляют. Для толевых гвоздей и вообще для гвоздей с широкими тонкими шляпками берут лучшее сименс-мартеновское литое железо (0,06% C и не более 0,03% P) с сопротивлением на разрыв в 34—37 *кг/мм*², при удлинении в 28—34% и сужении поперечного сечения до 75%. Проволоку подвергают волочению почти до требуемого диаметра, отжигают, очищают от окалины и слегка протягивают в один ход для придания ей нек-рой жесткости. Для бочарных, штукатурных и трубных костыльков берут проволоку из такого же материала, как и для обыкновенных гвоздей, отжигают ее перед предпоследней протяжкой и подвергают волочению в два хода до нужной толщины. Для гвоздей с крупными массивными шляпками (конической, алмазной, круглой, полукруглой и т. д.) употребляют сименс-мартеновскую проволоку, волоченую без отжига. Скобы для заборов из колючей проволоки делают обычно из оцинкованной и отожженной проволоки.

Для изготовления проволочных гвоздей до сего времени применяют главным образом ударные машины, образующие шляпку

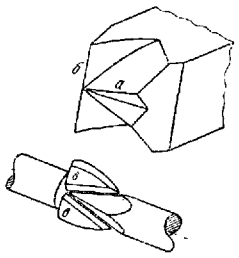


Фиг. 14.

одним или двумя ударами молотка; прессы, работающие медленным давлением, не пользуются значительным распространением. Причина предпочтения, отдаваемого ударным машинам, несмотря на меньшую их производительность, заключается, повидимому, в более быстром износе матриц и щек в прессах вследствие развиваемых ими больших рабочих усилий. Схема рабочего механизма ударной машины представлена на фиг. 14. Проволока выпрямляется, проходя через два ряда роликов *а*, *а*, и поступает в подаватель *А*, состоящий из собачки *б*, прижимаемой пружиной *в*; подаватель совершает колебательные движения под действием кривошипа *е*, тяги *д* и системы рычагов *г* (кривая *А*, фиг. 15); амплитуду колебаний подавателя, равную длине гвоздя плюс избыток для образования шляпки, можно изменять, переставляя палец кривошипа *е*. Из подавателя проволока поступает между двумя зажимными щеками *ж*, *ж'*, из которых первая неподвижна, а вторая прижимается к ней под действием рычага *зи*, приводимого в движение фигурной шайбой *к* (кривая *В*, фиг. 15). В щеках проделана канавка, которая снабжена зубчиками для удержания проволоки во время расклепывания головки, и выработана форма для нижней поверхности последней. Сзади щек помещаются два ножа *н*, *н'*, которые получают движение от двух рычагов *о* и *о'*, приводимых в действие двумя шайбами *с* и *с'* с фигурными канавками (кривая *Г*, фиг. 15). Режущая часть ножей имеет своеобразную форму, изображенную на фиг. 16; пирамидальный вырез *а* пресует острие гвоздя, в то время как лезвие *б* отрезает последний. В результате по бокам острия остаются два «крылышка» *в*, которые при последующей полировке отделяются от гвоздя. Для того, чтобы ножи не слишком скоро тупились, их устанавливают так, чтобы они не вполне соприкасались между собою, вследствие чего отрезанный гвоздь держится на конце проволоки. Для удаления готового гвоздя служит выбрасыватель *т*, приводимый в движение от кулачка *х*, через посредство тяги *ф* и системы рычагов *у*. Шляпка образуется ударом молотка *л*, получающего рабочий импульс от деревянной (реже—стальной) рессоры *н*, *н'*, сжимаемой от кулачка *м*, действующего на выступ молотка *л* (кривая *Д*, фиг. 15). График фиг. 15 показывает последовательность отдельных рабочих ходов. Подаватель



Фиг. 15.



Фиг. 16.

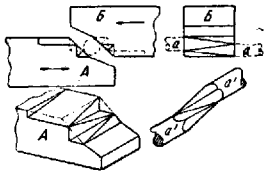
(кривая *А*) продвигает проволоку вперед, затем проволока зажимается щеками (*в*, кривая *В*); при обратном ходе подавателя собачка скользит по проволоке, не захватывая ее. После того как проволока зажата, ножницы отрезают готовый гвоздь (*г*, кривая *Г*), который и удаляется выбрасывателем (*б*, кривая *Б*); вслед за этим молоток ударяет по выступающей части проволоки и образует шляпку гвоздя (*д*, кривая *Д*). Подаватель тем временем дошел до своего крайнего положения, щеки открываются (*в'*, кривая *В*), и описанный ход работы начинается сначала. Характеристики ударных машин приведены в табл. 3.

Табл. 3.—Характеристики ударных машин.

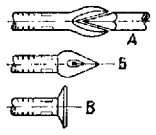
Толщина проволоки		Максимальная длина гвоздей		Производительность		Потребная мощность в Р	Занимаемая площадь в м²	Число машин, обслужив. 1 рабочим
мм	B.W.G.	мм	англ. дм.	в мин. штук	эффективн., в 8 ч. шт.			
0,6—1,1	21—19	32	1¼	320	94 000	0,15—0,25	0,7×1,5	10
1,0—1,8	20—15	45	1¾	260	91 000	0,2 —0,25	0,8×2,0	10
1,4—2,2	17½—13½	60	2¼	230	85 000	0,3 —0,5	0,9×2,0	8
1,8—2,8	15—12	70	2¾	205	70 000	0,4 —0,75	1,0×3,0	8
2,2—3,4	13½—10	100	4	170	52 500	0,5 —1,0	1,2×3,5	8
2,8—4,6	12— 7	130	5⅛	140	47 500	0,75—1,5	1,4×4,0	8
3,8—5,5	9— 5	170	6½	110	38 000	1,0 —2,0	1,5×4,5	6
4,6—7,0	7— 2	230	9	90	26 000	1,3 —2,5	1,5×4,5	6
5,5—8,2	5— 1	260	10¼	70	21 000	1,5 —2,8	1,7×5,0	5
7,0—9,4	2—00	320	12½	50	18 000	2,0 —3,5	1,9×6,0	5

Действительная производительность машин (правый столбец) на 20—40% меньше номинальной вследствие простоя, вызываемого необходимостью смены и установки инструмента, замены кругов проволоки, брака и т. д. Потери материала составляют ок. 2,5—3,5% в крылышках и 1% в концах и браке. Стремление ускорить работу гвоздильных станков привело к созданию прессов. Схема действия их совершенно аналогична описанной выше, с той лишь разницей, что расплющивание головки гвоздя производится не ударом молотка, а медленным нажимом штампа, приводимого в движение от эксцентрика или фигурной шайбы. Это обстоятельство в соединении с большей быстротой остальных рабочих движений, вызванной тем, что обратн. движения частей совершаются не под влиянием пружин, как в ударных машинах, а принудительно, позволяет увеличить производительность почти вдвое.

Как уже было указано, при образовании острия получаются по бокам два крылышка, являющиеся отбросами производства и составляющие около 3% по весу переработанной проволоки. Стремление уничтожить этот источник потерь привело к созданию машин системы Викштрема (Дюссельдорф), представляющих собою двойной пресс, работающий по следующей схеме. От проволоки отрезается кусок, достаточный для образования двух гвоздей; он снабжается по обоим концам шляпками и затем разрезается посредине двумя ножами своеобразной формы (*А* и *Б*, фиг. 17), образующими два острия *а'*, *а'* без потерь материала. Помимо увеличенной производительности (за один оборот машина делает два гвоздя) преимуществом ее является простая форма ножей, которые шлифуются из целого куска стали на весьма простом приспособлении. По новейшему патенту той же фирмы, остающиеся после вырезания острия концы (фиг. 18, А)



Фиг. 17.



Фиг. 18.

спрессовываются вместе, образуя остроконечную головку, которая затем обычным путем расплющивается в шляпку (фиг. 18, Б и В). Применяющиеся при этом высокие давления вызывают настолько действительную холодную сварку поверхностей, что в готовом гвозде, даже при сильных ударах молотком, незаметно никакого расслаивания шляпки. Табл. 4 дает производственную характеристику этих машин.

Табл. 4.—Характеристика машин Викштрема.

Толщина проволоки		Максимальн. длина гвоздей		Производительность в мин. шт.	Потребн. мощность в Р	Экономия сравнит. с обычн. способом в %	Занимаемая площадь в м²	Число машин, обслужив. 1 рабочим
мм	B.W.G.	мм	англ. дм.					
1,4— 2,0	17—14	38	1½	550	0,8	4	0,7×0,95	5
1,8— 2,5	15—13	55	2⅛	400	1,2	3¾	0,8×1,05	5
2,2— 3,1	14—11	65	2½	350	1,8	3½	0,9×1,3	4
2,8— 3,8	12— 9	90	3½	280	2,0	3¾	1,1×1,5	4
3,1— 4,6	11— 7	127	5	230	3,0	3	1,4×1,95	3
4,2— 6,0	8— 4	180	7	180	3,5	2½	1,6×2,5	3
5,0— 8,0	6— 1	254	10	120	4,5	2¼	1,9×3,0	3
7,0—10,0	2—00	304	12	80	6,0	2	2,5×3,8	3

Для производства из круглой проволоки гвоздей с квадратным, постепенно суживающимся стержнем, употребляется особый четырехщечный пресс, действие которого ясно из схемы на фиг. 19.

Производственная характеристика четырехщечных прессов Мальмеди тяжелого типа (для крупных корабельных и строительных гвоздей) дана в табл. 5.

Табл. 5.—Характеристика четырехщечных прессов Мальмеди тяжелого типа.

Толщина проволоки в мм	Длина гвоздей в мм	Производительность в мин. шт.	Потреби. мощность в HP	Занимаемая площадь в м²	Число машин, обслужив. 1 рабочим
До 4,5	25—50	50	1,0	0,9×3,5	3
» 5,5	50—100	40	2,0	1,0×4,5	3
» 7,0	60—125	30	3,0	1,3×5,0	2

Машина для производства клиновидных шпилек без шляпок перерабатывает проволоку толщиной в 2,0—2,8 *мм* и делает до 180 гвоздей в м путу длиной в 10—28 *мм*; потребная мощность равна 0,5 HP.

Все описанные выше машины пригодны для производства гвоздей с нормальными шляпками, которые могут быть расплющены одним ударом молотка. Для толевых, обойных, кровельных и штукатурных гвоздей, диаметр шляпки которых иногда в 5—6 раз больше толщины проволоки, приходится применять другой способ работы. Простейший из них заключается в том, что молоток делает за один оборот машины не один, а два удара. При первом ударе перед молотком ставится матрица, образующая промежуточную коническую головку (фиг. 20, А), после чего матрица убирается, и шляпка окончательно расплющивается вторым ударом молотка (фиг 20, Б). Необходимость произвести 2 удара вызывает значительное уменьшение числа оборотов машины (ок. 90 об/м. для проволоки диам. 2,5 *мм*). С целью повышения производительности сконструировано много машин, из которых можно указать на две. 1) Машина сист. И. Г. Кайзера (Нюрнберг), которая одновременно с обработкой переднего конца производит утолщение проволоки на том месте, где будет образована шляпка следующего гвоздя. С этой целью перед зажимными щеками *а* (фиг. 20, В) помещены щипцы *б*, совершающие за один оборот машины несколько колебательных движений, при чем каждый раз они осаживают небольшую длину проволоки, увеличивая т. о. ее диаметр. Эта машина может делать гвозди с шляпкой в 5,5 раза большей против диаметра проволоки. Производительность равна 140 шт. в мин. 2) Машина сист. Мальмеди—производит осаживание выступающего из щек конца проволоки помощью особым образом сформированных ножей, после чего шляпка расплющивается одним ударом молотка. Производственные данные для машин системы Мальмеди помещены в приведенной ниже табл. 6.

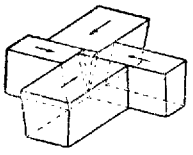
Последняя из приведенных в табл. 6 машин работает по несколько иной схеме и позволяет делать шляпки диаметром в пять и более раз шире, чем толщина стержня. Достигается это тем, что в обработку поступает толстая проволока, диаметр которой определяется требуемой величиной шляпки, стержень же гвоздя доводится до желаемой толщины на особом прессе.

Отделка гвоздей. Готовые гвозди подвергаются полировке в барабанах, при чем, помимо улучшения их внешнего вида, достигается удаление крылышек, сидящих у остриев. Барабаны бывают 5- или 6-угольные; большее число углов невыгодно, т. к. с уменьшением высоты падения гвоздей при вращении барабана удлиняется время обработки. Диаметр барабанов обычно равняется 500 *мм*, длина 700—1 000 *мм*, число оборотов в мин. около 40, мощность 1,0—1,3 HP. Гвозди загружаются в барабан вместе с буковыми опилками и требуют для полировки: мелкие гвозди 8—12 часов, средние 4—6 часов и крупные 2—3 часа. Во время полировки мелких гвоздей приходится 2—3 раза прибавлять свежих опилок, при полировке более крупных—1 или 2 раза. По окончании полировки опилки отделяют от гвоздей отвеиванием или отсеиванием. Крылышки выбирают из опилок магнитным сепаратором. Один полировальный барабан достаточен для обслуживания 4—6 ударных машин.

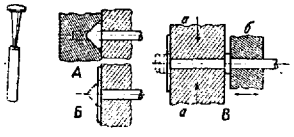
Гвозди нек-рых специальных сортов кроме полировки подвергаются еще воронению, лакировке или оцинковке. Воронение производится нагреванием гвоздей на большой железной сковороде или в специальной машине. Последняя состоит из печи, в верхней части к-рой помещается барабан, снабженный загрузочной дверцей и разгрузочным приспособлением; барабан приводится во вращение приводом; печь отапливается коксом. Машины (фан-Гюльпен, Эммерих

Табл. 6.—Характеристика машин Мальмеди для гвоздей с широкими шляпками.

Толщина перерабатываемой проволоки		Максим. длина гвоздей в мм	Максим. диаметр шляпки в мм	Производительность в мин. шт.	Потребн. мощность в HP	Занимаемая площадь в м²	Число машин, обслужив. 1 рабочим
мм	B. W. G.						
1,8—2,2	15—13½	30	10	125	0,5	1,0×3,0	8
2,5—2,8	13—12	42	13	110	0,75	1,4×4,0	8
2,8—3,4	12—10	55	16	95	1,0	1,5×4,5	6
4,6—5,5	7— 5	35	18	70	2,0	2,0×4,5	6

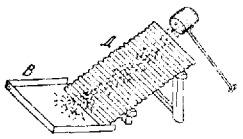


Фиг. 19.

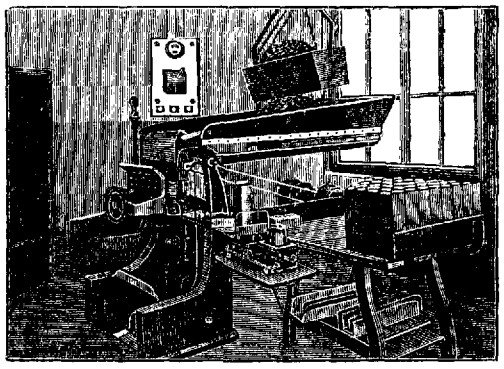


Фиг. 20.

на Рейне) строят двух размеров: вместимостью барабана в 100 и в 250 *кг*; соответственно мощности 2,0 и 2,5 HP. Подлежащие лакированию гвозди предварительно воронятся одним из описанных выше способов; затем, непосредственно из печи, их высыпают в барабан (порциями по 20—25 *кг*), дают немного остыть и на теплые еще гвозди наливают около 350 *см*³ черного лака; после этого барабан вращают, пока лак не распределится равномерно по поверхности гвоздей; гвозди высушивают на решетах, на воздухе или в специальных сушилках. Равномерная и экономичная оцинковка гвоздей является весьма затруднительной; это объясняется тем, что по выходе из ванны гвозди очень быстро остывают, вследствие чего цинк не успевает стечь и образует толстый неровный слой; кроме того, гвозди при этом слипаются. Перед оцинковкой гвозди должны иметь совершенно чистую металлическую поверхность, что достигается полировкой в барабанах, травлением кислотой или обработкой пескоструйным прибором. Наиболее обычным способом очистки является травление в 12%-ном (при 40—60°) или 20%-ном (при комнатной $t°$) растворе серной, соляной или плавиковой к-ты. При применении пескоструйных приборов гвозди получают поверхность, на к-рой оцинковка держится особенно прочно, но этот способ рентабелен лишь при очень крупном производстве. После очистки гвозди кладут на несколько минут в паяльную к-ту или в смесь из 100 ч. воды, 100 ч. соляной кислоты, 6 ч. хлористого олова и 2 ч. нашатыря. Иногда покрывают гвозди, кроме того, тонким слоем меди, погружая их в раствор медного купороса. Перед погружением в цинковую ванну, чтобы избежать разбрызгивания цинка, гвозди



Фиг. 21.


Фиг. 22.

высушивают. Затем их кладут порциями по 10—15 *кг* в перфорированный черпак, который при этом не д. б. наполнен более, чем на $^2/_3$ объема, и затем медленно погружают в цинковую ванну, очистив предварительно шумовкой поверхность цинка от всплывающих окислов. Погруженные в ванну гвозди энергично перемешивают граблями. Сначала гвозди слипаются и представляют значительное сопротивление перемешиванию; затем, по достижении ими $t°_{пл.}$ цинка, они могут быть без труда разъединены. Этот момент очень важен, так как указывает на то, что гвозди м. б. вынуты из ванны. Черпак оставляют еще на несколько секунд в ванне, расчищают скребком то место, где черпак должен выйти на поверхность и медленно, чтобы гвозди не так скоро остыли и излишний цинк мог стечь обратно, вынимают его из ванны; ударив несколько раз черпаком по краю ванны, чтобы удалить излишек металла, быстрым движением высыпают гвозди на поставленную наклонно волнистую жесть *Д* (фиг. 21), так что гвозди скатываются в поддон *В*, где их разбивают граблями и оставляют для остывания. Температура цинковой ванны д. б. 460°; если $t°$ выше, то оцинковка получается неврачной и шероховатой, а также сильно увеличиваются потери цинка; при более низкой $t°$ гвозди часто слипаются, и цинк образует толстую неравномерную пленку. Поэтому необходимым условием для производства хорошей, экономичной оцинковки является применение пирометра, постоянно указывающего $t°$ ванны. Чрезвычайно важна также чистота цинковой ванны; осаждающийся на дно ее «твердый цинк» (сплав железа с цинка) должен быть каждый день вычерпываем, равно как и плавающие на поверхности загрязнения и окислы. От времени до времени ванну перемешивают палками из свежесрезанного дерева; выделяющийся при этом пар приводит всю массу металла в сильное движение, вследствие чего загрязнения всплывают наверх и могут быть удалены шумовкой. Большое значение имеет также продолжительность погружения в ванну: она не должна значительно превышать время, необходимое для достижения гвоздями темп-ры расплавленного металла, т. к. в этот момент начинается образование «твердого цинка», вызывающее значительные потери металла.

Упаковка производится россыпью или рядами. Укладка гвоздей рядами может производиться на специальных упаковочных машинах (фиг. 22), после чего гвозди отвешиваются и пакуются вручную. Производительность ручной и машинной упаковки в бумажные пакеты приведена в табл. 7.

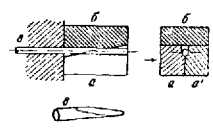
Табл. 7. — Производительность упаковки в бумажные пакеты за 8-час. рабочий день.

№№ гвоздей	Ручная упаковка	Машинная упаковка
25/50	280 пак. по 2,0 *кг*	1 800 пак. по 2,0 *кг*
25/60	280 » » 2,5 »	1 900 » » 2,5 »
31/80	250 » » 5,0 »	1 500 » » 5,0 »
40/100	240 » » 5,0 »	1 700 » » 5,0 »
50/150	240 » » 5,0 »	1 900 » » 5,0 »

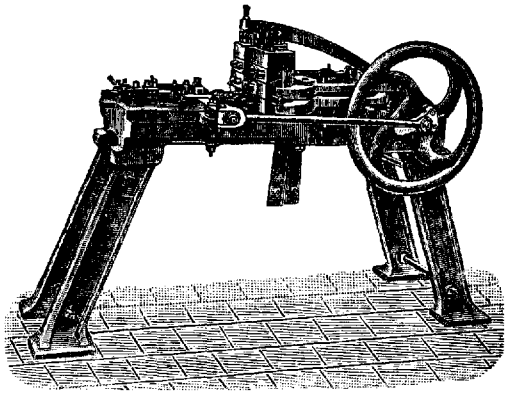
Преимуществом упаковки рядами является уменьшение объема, доходящее до 50%, вследствие чего получается экономия в 30—40% на дереве для ящиков и в 10—15% на фрахте, вследствие уменьшения веса тары.

Производство сапожных гвоздей. Главнейшими видами сапожных гвоз-

дей являются каблучные шпильки, текс и подошвенные гвозди. Каблучные шпильки делаются как проволочные, так и резаные. Схема производства проволочных каблучных шпилек с длинным острием изображена на фиг. 23. Проволока зажимается между щеками a—a', затем нож $б$ срезает проволоку вкось, образуя острие, и одновременно поперек, у упора $в$; за один ход машина делает две шпильки. Неудобством этих гвоздей является несимметричная форма острия.



Фиг. 23.



Фиг. 24.

Изображенная на фиг. 24 машина (Malmedie & C°, Düsseldorf) прессует острие с трех сторон, придавая ему правильную пирамидальную форму; характеристика и производственные данные для этих станков приведены в табл. 8.

Табл. 8.—Характеристика станков Мальмеди для каблучных шпилек.

Толщина проволоки		№№ сапожных шпилек	Производительность в мин. шт.	Потребн. мощность в HP	Занимаемая площадь в м²	Число машин, обслуживаемых 1 рабоч.
мм	B.W.G.					
1,0—1,7	19—16	000—0	550	0,10	0,7×1,3	6
1,7—2,0	16—14	0— 2	460	0,13	0,8×2,0	6
2,2—3,0	14—11	3— 6	400	0,25	1,0×2,2	6
3,4—4,9	10— 7	7—10	300	0,50	1,4×3,0	6

Для производства текса идет проволока из наиболее чистого, мягкого сименс-мартеновского литого железа (≤0,05% C, следы P), с сопротивлением на разрыв 30—34 *кг/мм²*, удлинением в 32—40% и сужением сечения до 80%. Ход изготовления текса виден из фиг. 25: проволока a первоначально поступает на четырехщечный пресс $г$, который формует квадратный стержень; затем проволока зажимается щеками $в$, шляпка расплющивается ударом молотка $д$, и ножи $е$ обрезают готовый гвоздь, образуя при этом острие. Изображенную на фиг. 26 машину строят трех размеров (производственные данные приведены в табл. 9).

Табл. 9.—Характеристика машин для производства проволочного текса.

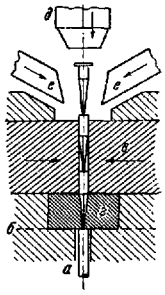
Толщина проволоки		Длина текса в мм	Производит. в мин. шт.	Потребн. мощность в HP	Занимаемая площадь в м²	Число машин, обслуживаемых 1 рабочим
мм	B.W.G.					
0,8—1,15	21—19½	5—10	250	0,38	0,8×1,5	6
1,0—1,6	19—16	10—18	220	0,4	0,8×1,5	6
1,2—2,2	18—13	8—30	180	0,5	1,0×2,0	5

Резаный (жестяной) текс изготовляется из полосового железа на машинах, работающих по описанному уже принципу (см. фиг. 12), с той разницей, что стержень гвоздя для придания ему правильн. формы обжимается специальным прессом и одновременно снабжается шляпкой. Производственные данные для этих машин приведены в табл. 10.

Табл. 10.—Характеристика машин для производства резаного текса.

Толщина железа в мм	Длина текса в мм	Производительность в м. шт.	Потребн. мощность в HP	Занимаемая площ. в м²	Число машин, обслуживаем. 1 рабоч.
1,2	4—12	300—250	0,25	1,0×2.8	6
1,5	5—25	225—200	0,38	1,1×3,0	6

Производство подошвенных и каблучных гвоздей (фиг. 4, *д*, *е*, *жс*, *з*) представляет некоторые трудности в виду необходимости образования массивной головки при сравнительно тонком стержне. Это затруднение обходят тем же путем, как и при фабрикации толевых гвоздей т. е. перерабатывают значительно более толстую проволоку, чем это необходимо для стержня, при чем последний подвергается в машине сильному сужению. Последнее достигается двумя способами (фиг. 27): 1) последовательным вытягиванием, при чем проволока сначала плющится ($а$), а затем прессуется в квадрат ($б$), после чего стержень округляется ($в$) и снабжается острием

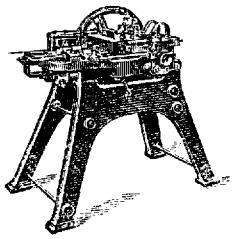


Фиг. 25.

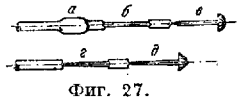
Табл. 11.—Характеристика машин для производства подошвенных гвоздей.

Вес 1 000 шт. гвоздей в кг	Толщина перерабатываемой проволоки		Производительность в мин. шт.	Потребн. мощность в HP	Занимаемая площадь в м²	Число машин, обслуживаемых 1 рабоч.
	мм	B. W. G.				
0,75—1,25	4,2—4,4	8½—8	110	1,0	1,4×2,9	4
1,00—1,50	4,4—4,6	8—7	100	1,25	1,6×3,0	3
1,50—2,25	4,8—5,0	6½—6	85	1,50	1,8×3,4	3
2,0 —3,0	5,2—5,5	6—5	75	2,0	2,0×4,5	3
0,25—1,125	3,8—4,6	9—7	65	0,75	1,0×1,5	6
1,0 —2,0	4,2—5,5	8—5	60	1,0	1,0×1,5	5
1,25—3,0	4,6—7,0	7—2	50	1,0	1,2×2,0	5

и шляпкой, образуемой из оставшейся неутонченной части проволоки; 2) однократной редукцией сечения в четырехщечном прессе (*г* и *д*). Производственные данные для этих машин приведены в табл. 11. Из приведенных в табл. 11



Фиг. 26.



Фиг. 27.

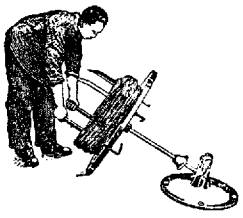
машин первые четыре работают по первому способу, а три последних—по второму.

Производство подковных гвоздей см. *Подковные гвозди*.

Лит.: Ledebur A., Handbuch der mechanisch-metallurgischen Technologie, 3 Aufl ge. Brschw., 1905; Japing E., Draht und Drahtwaren. Wien, 1884; Börner M., Draht-Weltbuch, Halle a/S., 1924; Dunell H., British Wire-Drawing a. Wire-Working Machinery. London, 1925; DIN, Blätter 1151/52, 1154/62, 1927—28; «St. u. E.», 1913, 1916, 1924; «Engineer», London, 1924; «Iron Age», N. Y., v. 114; «Z. d. VDI», 1906, 1913; «Werkstatt-Technik», B.; «Anzeiger für d. Drahtindustrie», B.; «Draht-Welt», Halle; «Jahrbuch u. Adressbuch für d. ges. Drahtindustrie Deutschlands», Halle a/S., 1927; «Ztschr. für d. ges. Draht- u. Bahneisenindustrie», Bochum. **Л. Павлушков.**

Техника безопасности. Станки и устройства в Г. п. должны снабжаться применяемыми обычно в металлопромышленности охранительными, защитными и оградительными приспособлениями (см. *Техника безопасности*). Из мер, предписанных или рекомендуемых специально для Г. п., необходимо указать на следующие.

Проволока, применяемая для обработки, д. б. при переноске и надевании на фигурку обязательно перевязана или отдельной вязкой или концами самого бунта. Фигурка не д. б. высокой, чтобы не требовать чрезмерного физического усилия при поднимании на нее бунта проволоки. При работе гвоздя из крупных бунтов проволоки целесообразно применять наклоняющуюся фигурку (фиг. 28). Согласно правилам одного из страховых товариществ в Германии, перед сменой инструмента на гвоздильной машине пружина д. б. выведена из рабочего положения.



Фиг. 28.

Возможно, что руки рабочего попадут под боек и в том случае, если он, желая удостовериться в доброкачественности гвоздя, будет вынимать его рукой на ходу машины; для этой операции рабочие должны быть снабжены специальными крючками или клещами. На ходу, из-под станка горячие гвозди извлекают при помощи тряпки или концов. Во избежание ранения разбросанными на станках и по полу гвоздями станки должны быть снабжены в достаточном количестве крепкими, поместительными и легко передвигающимися ящиками для того, чтобы гвоздильщику не приходилось заполнять ящики сверх краев. Ящики следует своевременно отправлять в полировочную, не допуская их накопления у станков. В качестве меры против уколов ног может также служить выдача рабочим деревянной обуви.

Во время обтирки станка могут происходить поранения рук крылышками, находящимися в большом количестве как на самом станке, так и на полу; обтирка станка на ходу, в виду опасности поранения движущимися частями машин, воспрещается.

Ударные гвоздильные машины производят большой шум, вследствие чего гвоздильщики теряют остроту слуха. Для борьбы с этим злом рекомендуется затыкать уши ватой, или—лучше, применять специальные приборы для заглушения звука—антифоны, ауротесторы и т. п. Сильно заглушает звук обитка стен и потолка материалом, плохо отражающим звуковые волны (напр., плитами из пробковой массы), в особенности если между стеной и плитой оставить воздушную прослойку. Той же цели способствует установка машин на прокладках из эластичного, плохо проводящего звук материала. Прессы производят значительно меньше шума, чем ударные машины.

Полировальные барабаны во время отсеивания опилок следует прикрывать предохранительным чехлом с целью уменьшения распыливания опилок и предохранения рабочих от поранения об острия гвоздей, торчащих из барабана. Целесообразно опилки немедленно отсасывать, пропуская их через сепаратор с целью отделения крылышек, а самые опилки после этого сжигать в печах. Опилки впитывают в себя в процессе работы масло и керосин; вынесенные во двор из мастерской вместе с крылышками, они могут послужить причиной пожара.

Печи для воронения гвоздей должны быть выделены в особые помещения и обеспечены хорошим отводом газов. Для возможности наблюдения за ходом воронения без раскрывания печной двери целесообразно снабжать барабан полой осью, через которую рабочий может брать пробы. Сушку гвоздей целесообразнее производить в особых сушильных шкафах, так как при сушке на противнях, на воздухе, не исключена возможность проникания дыма и газов в помещение. Гвоздь, подлежащий оцинковке, предварительно очищают с поверхности при помощи пескоструйного аппарата или травлением. Первый способ применяется довольно редко. При нем необходимо иметь надежно закрывающуюся камеру с хорошим отсосом. При очистке травлением в серной кислоте выделяется большое количество водорода, к-рый, проходя через ванну с серной кислотой, имеющей обычно примеси мышьяковой, мышьяковистой и других кислот, образует крайне вредные для здоровья сернистый ангидрид и мышьяковистый водород. Необходимо применять серную кислоту, полученную контактным способом и не имеющую вредных примесей, или же давать травильной ванне присадки особых препаратов, получивших за границей большое распространение, как, например, препарат д-ра Фогеля, адацид, бадин и т. п. Перед оцинковкой гвозди должны быть предварительно просушены, чтобы избежать ожогов расплавленным цинком вследствие всплескивания последнего. Над травиль-

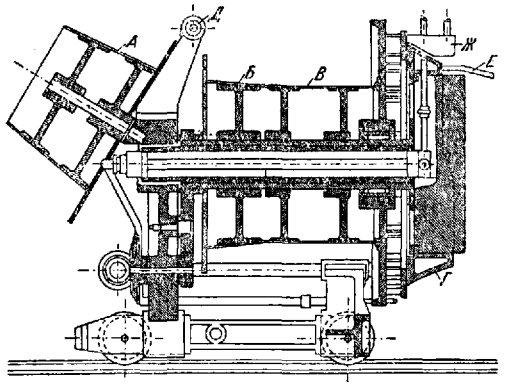
ной и цинковой ваннами должна быть устроена надежно действующая вентиляция.

Ручная упаковка и рассыпка гвоздей протекают крайне медленно и вызывают поранения об острия гвоздей при укладке и разравнивании их граблями в ящиках. Поэтому рекомендуется производить эту работу на продуктивных и безопасных паковочных машинах. Печи для отжига проволоки обязательно должны обслуживаться краном; проволоку закладывают в стальной или железн. горшок (казан), который герметически закупоривают и ставят в печь. Из печи казаны лучше и безопаснее вынимать после того, как они несколько остыли; для окончательного охлаждения их надо ставить в особую канаву, которая д. б. ограждена со всех сторон Из казана проволоку вынимают лишь после того, как он совершенно остыл. Безопаснее всего вынимать проволоку из казана при помощи особого приспособления, подвешенного к крану (фиг. 29).



Фиг. 29.

При изготовлении костылей толщиною более 10 *мм* горячим способом, с целью избежать предварительного разрезания железа и нагревания последнего мелкими кусками, *безопаснее применять печь, позволяющую производить разогрев и подачу материала непрерывно*, если материал применяется в виде кругов. На фиг. 30 представлен разрез передней части такой печи. Она состоит из четырех барабанов *А*, *Б*, *В* и *Г*, небольшого электромотора и зубчатой передачи. Бунт железа накладывается на барабан *А*, и через направляющий ролик *Д* проволока наматывается на барабан *Б*, приводимый в движение от электромотора. Далее проволока передвигается на барабаны *В* и *Г*. Барабан *Г* находится внутри печи и имеет конусообразную форму, почему витки сползают с



Фиг. 30.

него на штангу *Е*. Для ограничения количества спущенных витков служит зажим *Ж*, к-рый, равно как и барабан *Г*, охлаждается водой. Темп-ра печи держится 950—1 100°. Нагретая до нужной $t°$ проволока выходит из печи и непрерывно подается на машину.

Отштампованный костыль всегда имеет заусенец, который срезается на прессах в холодном состоянии. Операция эта опасна, если подача костылей под штамп не механизирована при помощи револьверной подачи или при помощи подвижного шибера, почему устройство такой подачи при обрезке заусенцев надо считать обязательным. Пуансон в этом случае м. б. ограждён неподвижной решеткой. Для обрезания заусенцев могут быть применены также специальные машины, не требующие установки особых ограждающих приспособлений.

Лит.: Дроздов Ф. В., Холодная обработка металлов, Серия монографий «Безопасность труда», под редакцией проф. Пресса (печатается); Syrup F., Handb. d. Arbeiterschutzes und d. Betriebssicherheit, B. 3, Berlin 1927; Gärtner W., Pressen- und Fallhämmerschutz, Stuttgart, 1921; Fencing and other Safety Precautions for Power Presses, Safety Pamphlet, 9, London, 1926; Schriften der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure, B. 4, Berlin, 1926; «Stahl und Eisen», 1913. **Ф. Дроздов.**

ГВОЗДИЧНОЕ ДЕРЕВО, Caryophyllus aromaticus L. (Eugenia caryophyllata), из семейства Myrtaceae, вечно зеленое дерево, высотой 9—13 *м*, произрастающее на Молуккских о-вах и культивируемое в Ю. Америке. на Антильских островах, острове Суматре, в Ост-Индии, в Новой Голландии. Высушенные цветочные почки этого дерева, известные в продаже под именем гвоздики, содержат эфирное гвоздичное масло. Высший сорт гвоздики получается из Амбоина (голландские владения), второсортн. товар—из Занзибара и с о-ва Мадагаскара. **Н. Кобранов.**

ГВОЗДИЧНОЕ МАСЛО, эфирное, м. б. получено из различных частей *гвоздичного дерева* (см.). Г. м.—сильно преломляющая жидкость, желтоватого цвета, от времени темнеющая, пряного запаха и жгучего вкуса. $t°_{кип.}$ 250—260°. Наиболее распространенный сорт Г. м. добывается отгонкой с водяным паром из не вполне распустившихся цветов, которые содержат 19—21% гвоздичного масла. Из цветоножек получается 5—6%, из листьев—около 4%, а из недозрелых плодов—около 2% гвоздичного масла. Главной составной частью гвоздичного масла является эвгенол, содержание которого колеблется в пределах от 79 до 92%. Г. м. расценивается по содержанию в нем эвгенола, и этим же определяются главнейшие виды его применения: в зубоврачебной практике, для парфюмерно-мыловаренного производства и (как сырье) при производстве ванилина. Общая потребность СССР в Г. м. исчисляется примерно в 5 000 *кг*. Получение его в пределах СССР невозможно, хотя некоторая замена может быть найдена.

Лит.: Finnemore H., The Essential Oils, London, 1927. **Б. Рутовский.**

ГЕВЕА (Hevea, Siphonia), род деревьев из семейства Euphorbiaceae, дает лучшие сорта диких каучуков Бразилии, Венесуелы, Боливии, Перу, Экуадора, а также лучшие сорта плантационных каучуков на островах: Цейлоне, Суматре, на Малайском полуо-ве и в других местах. Наиболее ценным деревом является Hevea brasiliensis, далее идут Hevea spruceanea, guyanensis, peuciflora, discolor. Гевеа растут не сплошь, а рассеяны по лесам Амазонки и ее притоков: Рио-Негро, Пурус, Ориноко, Мадейра, Касаквари и т. д.; высота гевеа бывает от 20 до 40 *м*, до 2 *м* в обхвате, с небольшой кроной, отличающейся характерным внешним видом своей листвы, цветов и плодов. Прекрасные

качества каучуков из гевеа являются причиной широкого культивирования ее на островах и полуостровах Индийского океана.

Лит.: Hauser E., Latex, Dresden, 1927 (имеется литература).

ГЕЙ-ЛЮССАКА БАШНЯ, см. *Сернал кислота.*

ГЕЙ-ЛЮССАКА ЗАКОН, см. *Газ.*

ГЕЙСЛЕРА ТРУБКА, стеклянная трубка с двумя впаянными электродами, содержащая какой-либо разреженный газ. Помещая эту трубку в электрическое поле, можно наблюдать свечение ионизированного газа, заключенного в трубку. Г. т. изготовляются по большей части в простом исполнении, удобном для практических целей. Для



увеличения яркости свечения сечение трубки сужают посредине до капиллярных размеров (см. фиг.). Такая трубка служит для изучения спектра данного газа и для обнаружения электрического поля. С этой целью, особенно в радиотехнике, применяют миниатюрные трубки, наполненные гелием. Они начинают светиться уже при напряжении на электродах в несколько V. См. *Разряды электрические, Ионизация.* **Я. Шпильрейн.**

ГЕКТОВАТТ-ЧАС, единица электрич. энергии, употребляемая глав. образом при расчетах между производителем и потребителем электрической энергии и равная работе, создаваемой мощностью в 100 W в течение одного часа. Обозначение: hWh или иногда русскими буквами: гвт-ч. Счетчики электрической энергии градуируются в Г.-ч.

ГЕЛИАНТИН, метилоранж, иначе тропеолин *D*, или оранж III, желтый азокраситель из сульфаниловой кислоты и диметиланилина. Как кислотный краситель гелиантин может окрашивать животные волокна, но применяется гл. образом как индикатор вследствие своей способности изменять желтый цвет на фиолетово-красный от малейших следов к-т, за исключением угольной и сернистой; удобен поэтому при титровании углекислых и сернистокислых солей.

ГЕЛИЙ (He), одноатомный элемент, относится к семейству благородных газов, стоящих в нулевой группе менделеевской таблицы; ат. вес 3,99, плотность по отношению к воздуху 0,137; 1 *м*³ химически чистого Г. при 0° и 760 *мм* весит 0,1785 *кг* (Г. в 7,2 раза легче воздуха и в 2 раза тяжелее водорода); подъемная сила 1 *м*³ Г. при тех же условиях 1,114 *кг* (т. е. 92,6% от подъемной силы водорода). Г.—газ, без цвета и запаха, вполне инертен в химич. отношении, не горит и не поддерживает горения, не входит ни в одно из всех известных соединений и не принимает никакого участия в химических реакциях, мало растворим в воде, совершенно нерастворим в бензоле и алкоголе. Гелий с трудом превращается в жидкое состояние (впервые жидкий Г. был получен в 1908 г. Каммерлинг-Оннесом путем охлаждения Г. до $t°$ —258° жидким водородом, кипевшим под уменьшенным давлением); в этом виде Г. подвижен, бесцветен и является самой легкой после водорода жидкостью; $t°_{кип.}$ —268,75°, $t°_{крит.}$ —267,75°, критич. давление 2,3 *Atm*, поверхностное натяжение жидкого Г. слабое, наибольшая плотность 0,1459 при $t°$ —270,6°. Теплопроводность Г. при 0°, по опытам Шварца, 0,0003386. Из всех газов, после неона, гелий—лучший проводник электричества; его диэлектрическ. крепость 18,3 (для неона 5,6, для воздуха 419). Способность Г. диффундировать через прорезиненные ткани (оболочку аэростатов) в 1,47 раза менее, чем водорода. Г., применяемый в воздухоплавании для наполнения дирижаблей, делает полет на них безопасным в пожарном отношении даже и в случае прибавления к гелию водорода в количестве 14% по объему (по опытам Американского бюро стандартов в 1918 году). Гелий был впервые открыт в 1868 г. в атмосфере солнца при изучении спектра во время солнечного затмения, наблюдавшегося в Индии. Новая яркая линия желтого цвета, замеченная в спектре и близкая к линиям D_1 и D_2 натрия, была названа Жансеном D_3; Франкленд и Локиер нашли, что она принадлежит еще неизвестному элементу, который они и назвали Г. (ἥλιος—солнце). В 1888 году Гиллебрандт в газах, выделяющихся из нек-рых урановых минералов при нагревании, обнаружил новый инертный газ, принятый им за аллотропич. разновидность азота; Рамзай в 1895 г. определил, что этот новый элемент—Г., и т. о. доказал присутствие Г. и на земле; тогда же Кайзером было установлено присутствие Г. в воздухе; затем он был найден во многих минералах (преимущественно радиоактивных), в газах нек-рых минеральных источников, рудников, вулканов, гейзеров и в естественных газах, выходящих из почвы. Количество гелия в атмосферном воздухе незначительно, по опытам Рамзая—0,00041% по объему, по последующим опытам ~0,0005 % (считают, что в 1 000 *м*³ воздуха содержится 5 *л* Г.) и 0,00007 % по весу.

Извлечение гелия из воздуха (обычно методами фракционировки жидкого воздуха), в виду малого процентного содержания его, а также в виду сложности отделения Г. от других газов, напр., неона (неона в воздухе в 3 раза больше, чем Г.), имеет только лабораторный характер. В минералах Г. находится в окклюдирован. состоянии, будучи заключен в мелких порах минерала. Г. добывается из клевеита (из 1 *г* клевеита—7,2 *см*³ Г.), из монацита (2,4 *см*³), фергусонита (2 *см*³), брогерита (1 *см*³), торианита (8—9 *см*³), эшинита (1 *см*³) и др. урановых и ториевых минералов; Г. находится также в калиевых минералах, в кварце, берилле и др. Количество Г., содержащегося в радиоактивных минералах, зависит от геологич. возраста, от плотности породы и от содержания в них урана или тория. В газах минеральных источников, выделяющихся с поверхности воды в виде пузырьков, иногда содержится сравнительно большой % Г.; по исследованиям Мурё, содержание Г. в газах источников Франции достигает 10% по объему (источник в Santenay); однако, годовой дебит их незначителен (не более 5—10 *м*³ Г. в год). Рудничные газы иногда богаты Г., но выход их нерегулярен и, обычно, кратковременен. Вулканические газы пока мало изучены. Добывание Г. перечисленными путями имеет лабора-

торный характер. Промышленное значение имеет только добыча Г. из естественных газов, выходящих из недр земли (см. ниже). Исследования природных газов на Г. ведутся в С. Ш. А., Франции, Бельгии, Германии, Италии, Румынии, Австрии, однако большинство из обследованных здесь источников, кроме С. Ш. А., содержит незначительный % Г. или обладает очень малым годовым дебитом, так что мировая монополия на Г. остается за С. Ш. А.

В отношении СССР есть все основания предполагать, что гелиевая промышленность может получить значительное развитие в виду наличия большого количества источников природного газа, несомненно содержащих Г., в целом ряде местностей (Средне-Волжская область, Кавказ, Кубань, Апшеронский полуостров и др.).

Применение Г. в воздухоплавании, устраняя опасность возгорания газа в дирижаблях, дает также возможность помещать моторы не в подвесных гондолах, как обычно, а внутри оболочки, что значительно уменьшит лобовое сопротивление и, следовательно, увеличит скорость корабля. Благодаря более медленной, чем у водорода, диффузии Г. через оболочку, подъемная сила дирижабля сохраняется лучше. Большое преимущество гелия—возможность легкой очистки уже использованного газа от загрязняющих его примесей, что делается путем пропускания его через специальные очистительные аппараты. Помимо воздухоплавания, Г. применяется (в сравнительно небольших количествах) и в других областях техники, а также для научных исследований, особенно для изучения различных процессов и свойств тел при очень низких $t°$ (испарением жидкого Г. достигнута $t°$ −272,1°). Целый ряд вопросов физики, химии, биологии, ботаники, для решения которых нужна очень низкая $t°$, м. б. выяснен с помощью жидкого Г. Для научных исследований Г. широко пользуются в ряде лабораторий различных стран, особенно же в Криогенич. ин-те в Лейдене (Голландия), где проф. Каммерлинг-Оннесом был при помощи Г. сделан ряд ценных научных открытий; напр., обнаружено, что электропроводимость некоторых металлов при очень низких $t°$ увеличивается в миллионы раз по сравнению с электропроводимостью при обыкновенной температуре. Г. употребляется и в электротехнической промышленности для ламп накаливания и для других ламп с вольфрамовыми наконечниками. По мере изучения гелия открывается ряд новых областей его применения. **Н. Лебедев.**

Добывание гелия из естественных газов.

Месторождения гелия. В 1903 г. близ Декстера в Канзасе (С. Ш. А.) была открыта неглубокая естеств. трещина, выделявшая газ. Газ был почти несгораем и этим резко отличался от обыкновенных естественных газов. Г. П. Кеди и Д. Ф. Макфарленд, к-рым были посланы образцы этого газа для анализа, сообщили, что он состоит из 15% углеводородов и 85% инертного газа, повидимому азота. Дальнейшее исследование этой фракции показало, что кроме азота она содержит в себе ничтожные количества неона и аргона и 1,84 % Г. Были подвергнуты анализу газы, выделяемые и в других местах южного Канзаса и смежных областей, и все они оказались содержащими небольшие количества Г. Хотя Кеди и Макфарленд опубликовали результаты своих исследований [1], важность этого сообщения не была должным образом оценена до начала войны 1914—18 гг. К этому времени Г. добывался исключительно из минеральных источников или из радиоактивных минералов. Тогда как при сжигании естественных газов Канзаса и смежных с ним областей миллионы $м^3$ гелия выпускались на воздух, количество этого газа, к-рое ученые могли иметь в своем распоряжении, вероятно, не превосходило 0,25 $м^3$. Стоимость этого ничтожного количества газа составляла не менее 15 000 долл.

В 1915 г., узнав о работе Кеди и Макфарленда, британское правительство ассигновало средства на производство изысканий на Г. в Онтарио—единственном месте в пределах британских владений, где существовал естественный газ в значительном количестве, а в 1917 году, по вступлении в войну, С. Ш. А. также предприняли исследование всех источников газа, пригодных для промышленного добывания Г. для нужд военного воздухоплавания.

Месторождения, содержащие газ с 0,25—0,5% Г., были найдены в округе Винтон, Огайо. Количество выходящего газа было, однако, невелико. Проба из Геврской газовой скважины в Монтане показала содержание гелия в 0,27 %. Так как большая газовая скважина в Петролии (северный Техас) отличалась весьма высоким содержанием азота, то были предприняты изыскания именно в этой местности. Присутствие газовых месторождений со столь же высоким содержанием гелия, как и в Канзасе и сев. Оклагоме, тотчас подтвердилось. Месторождение, найденное в северном Техасе, простиралось от округа Браун к северу до пограничной линии между Техасом и Оклагомой. Процентное содержание Г. значительно колебалось, и хотя в нескольких скважинах газы содержали более чем 0,25% Г., только в Петролии содержание гелия было настолько велико, что могла итти речь о попытках его извлечения. Один из анализов показал 1,18 % Г., а в среднем содержание его несколько превышало 0,9%.

В Канзасе были найдены месторождения с содержанием гелия от 0,1 (или немного менее) почти до 0,2%. Значительные количества были найдены в скважине Элдорадо, в округе Бетлер, где оказался газ с содержанием 1,1 % Г. и 40 % азота. Другим важным центром является скважина Августа в том же округе. Здесь горизонт на глубине 360—420 $м$ показал 1,03—1,14 % Г. Процентное содержание гелия в этом горизонте не было показательным для других горизонтов, и на глубине 460 $м$ его оказалось только 0,43%. Это различие между отдельными горизонтами было констатировано во всех исследованных скважинах, и объяснение этого явления представляет весьма трудную задачу для науки. Наивысшее содержание Г. было найдено в Декстере и связанных с ним неглубоких скважинах округа Каулей в Канзасе.

Содержание Г. в этой области составляло от 0,9 до 2,0% (приблизительно). Впоследствии, в 1917—18 гг., было открыто много нефтяных и газовых месторождений. Некоторые из них содержали значительные количества Г.; одно из них, скважина Нокона близ Петролии, содержит 1,2% гелия. В течение 1927 г. вблизи прежних месторождений в Декстере был пробурен ряд скважин, который дал почти такое же содержание Г., какое было определено Кеди и Макфарлендом двадцать лет тому назад. Это месторождение разрабатывается частным заводом The Helium C°.

Наиболее важным дополнением к существующим в С. Ш. А. ресурсам Г. были месторождения в округе Пангендль юго-западн. Техаса и система Вудсайд на плоскогории Юта. Месторождение округа Пангендль обнимает более 5 000 *км*². Небольшие количества Г. найдены во многих пунктах этого участка, но только незначительная часть общей площади считается в настоящее время пригодной для промышленной разработки. Тем не менее предполагается, что количество имеющегося здесь Г. может обеспечить работу завода с ежемесячной производительностью 60 000 *м*³ в течение 20 лет.

После С. Ш. А. наиболее многообещающие месторождения находятся, повидимому, в Канаде. Считается, что из скважины Формост в провинции Альберта м. б. получено ежегодно 60 000 *м*³ Г. Но содержание Г. в газе здесь составляет лишь 0,2%. Точно также скважина Бау-Айленд в той же провинции, как полагают, может дать ежегодно 35 000 *м*³ Г. из газа со средним содержанием Г. в 0,3 %. Наибольшее содержание Г. имеют газовые скважины Онтарио, в особенности в округе Пиль, где открыт газ с содержанием 0,8% гелия. Но общий размер возможной добычи здесь мал и может составить приблизительно 6 000 *м*³ в год.

Содержание Г. в газах. Неодинаковое содержание гелия на различных горизонтах одной и той же скважины уже было указано выше. Равным образом и содержание гелия в различных скважинах, получающих свой газ на одном и том же горизонте в различных частях данной геологической системы, может представлять большие колебания. Некоторые авторы высказали предположение, что содержание гелия в каждой скважине уменьшается по мере уменьшения давления, оказываемого горною породой. В подтверждение этого взгляда они ссылаются на анализы, доказывающие, что среднее содержание Г. в газе Петролии было в ноябре 1926 г. 0,8986 %, тогда как в июле 1925 г. оно составляло 1,1039%. Но такая разница может быть вызвана другими причинами,—быть может, установлением сообщения с более бедными скважинами. Эти различия в содержании Г. в пределах одной и той же скважины и то обстоятельство, что нередко скважины, тесно связанные с богатыми месторождениями Г., оказываются совершенно лишенными его, весьма затрудняют составление какой-либо рабочей гипотезы относительно происхождения и распределения гелия.

Кеди и Макфарленд пришли к заключению, что содержание Г. пропорционально количеству азота. Это, может быть, и верно вообще говоря, но существует много источников газов с весьма большим содержанием азота при почти полном отсутствии Г. Предположение, что только негорючие газы способны давать более или менее значительные количества Г., также оказалось ошибочным после открытия Г. в газе Петролии. До открытия Г. в системе Вудсайда предполагали, что газы, содержащие Г., принадлежат исключительно горизонтам палеозойской эры, так как все образования средней полосы Огайо и Онтарио имеют именно такое геологич. происхождение. Газ Вудсайда происходит из горизонта ранней мезозойской эры, который расположен непосредственно над горными породами пермского периода (поздняя палеозойская эра). Газы Монтаны и некоторых скважин Альберты находятся в образованиях мелового периода. Интересно отметить, что газы образований третичного периода несравненно беднее гелием, нежели палеозойские горизонты.

По общему взгляду, содержание Г. в естественных газах не зависит от условий отложения тех материальных остатков, от к-рых происходят горючие составные части этих газов. Все ученые согласны в том, что гелий должен был произойти совершенно из других источников, чем горючие вещества, и его происхождение обыкновенно приписывается существованию радиоактивного центра вблизи или ниже тех осадочных горизонтов, где сосредоточивается Г. Связь выделения Г. с теми областями центральных штатов, где произошли громадные сбросы древних кристаллич. пород, указывает на существование центров радиоактивности в местах сбросов. Но потребуется еще много исследований, чтобы можно было прийти к какому-либо окончательному заключению по этому вопросу и судить о других вероятных месторождениях гелия (см. табл.).

Анализы естественных газов, содержащих гелий, в С. Ш. А. и Канаде.

(По данным Геологич. к-та С. Ш. А. и Горного департамента Канады.)

Местность	CH_4	C_2H_6	C_2H_4 и т.д.	CO_2	O_2	N_2	He
	в процентах						
Декстер, Канзас	14,85	6,41	—	0,00	0,20	82,70	1,84
Эврика, Канзас	51,80	0,00	0,00	0,20	0,10	46,40	1,50
Августа, Канзас	79,10	7,44	0,77	0,00	0,23	12,44	0,25
Иола, Канзас	94,50	0,00	0,00	0,00	0,20	5,08	0,183
Арканзас, гор., Канзас	81,10	11,95	0,10	0,10	0,00	6,39	0,159
Винтон, Огайо	77,3	7,6	—	0,00	0,00	14,67	0,43
Петролия, Техас	50,60	10,9	—	0,10	0,00	37,45	0,945
Биллингс, Оклагома	30,33	26,69	0,00	0,49	0,00	42,12	0,39
Вудгауз, Онтарио	87,60	4,9	—	0,01	0,04	7,62	0,38
Бау-Айленд, Онтарио	89,55	1,9	—	0,10	0,21	7,91	0,33

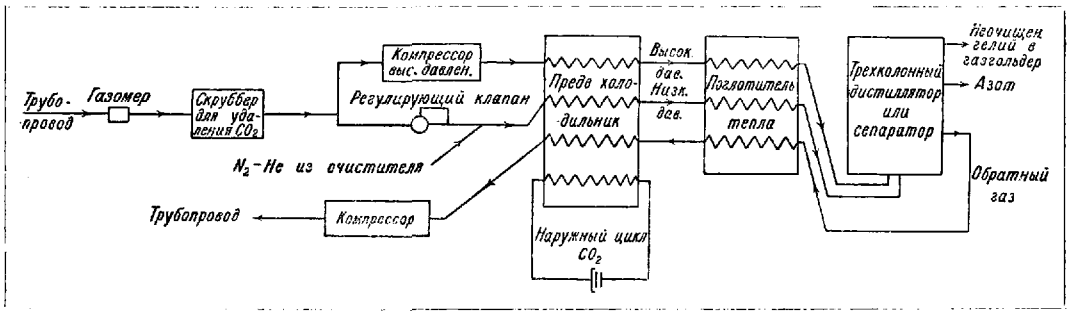
Промышленное получение гелия. Как только было установлено присутствие достаточного количества Г. в Петролии, была предпринята постройка двух экспериментальных заводов в форте Уорт (Fort Worth), и затем начата постройка третьего завода в самой

Петролии. Последний завод принял способ Джефриза-Нортона; один из заводов форта Уорт был проектирован и руководим об-вом Linde Air Products C°, другой—об-вом Air Reduction C°. Оба последних з-да были рассчитаны на добычу около 200 $м^3$ Г. в день. Через шесть недель после пуска в ход завода Линде он стал давать небольшое количество 50%-ного Г.; четыре месяца спустя ежедневная продукция завода возросла до 140 $м^3$ 70%-ного Г.; при дальнейшей очистке содержание гелия могло быть повышено до 93%. Проект об-ва Air Reduction C° был основан на методе Клода, который в течение ряда лет применялся им при добывании других газов. Этот метод, однако, не мог быть так легко, как способ Линде, приспособлен к добыванию Г. Способ Джефриза-Нортона основан на тех же самых принципах, что и способ Клода, и хотя теоретически он должен быть продуктивнее остальных, тем не менее он не дал надлежащих результатов вследствие ряда механич. затруднений.

Практическ. превосходство способа Линде выяснилось к осени 1918 года, и тогда был разработан проект постройки завода производительностью 1 000 $м^3$ Г. в день. Постройка была начата в 1919 г., а в 1921 г. з-д начал функционировать. Сначала производительность з-да была мала, но небольшие изменения в конструкции значительно повысили ее, и в июне 1925 г. завод достиг максимальной производительности 35 000 $м^3$ Г. После того производительность его сильно упала, вследствие уменьшения подачи газа из Петролии.

Задача получения Г. из естественного газа осложняется тем обстоятельством, что, помимо своей химической инертности и крайне низкой точки кипения, Г. составляет лишь ничтожную долю в самых богатых естественных газах. Все конструкции основаны на удалении углеводородов и азота в виде жидкостей и на получении Г. как остаточного газа. Так как это сопряжено с применением чрезвычайно низких $t°$, то необходимым условием является возможно более раннее удаление углекислоты во избежание замерзания. Конструкция всех з-дов в общих чертах одинакова. Главное различие заключается в способе окончательного охлаждения и сжижения газов. Конструкция Линде основана на эффекте Джоуля-Томсона. В этой конструкции необходимая низкая темп-ра достигается путем расширения охлажденных под высоким давлением газов в испарителе или приемнике низкого давления. В конструкции Клода $t°$, необходимая для сжижения других газов, кроме Г., т. е. темп-ра в $-200°$, достигается пропусканием части весьма сильно сгущенного газа через расширительный аппарат. С теоретич. точки зрения процесс Клода более продуктивен, нежели процесс Линде. Но применение расширительной машины сопряжено с механическими затруднениями, к-рые оказались непреодолимыми для завода Air Reduction C°. В процессе Джефриза-Нортона стремились достичь большей экономичности путем применения трех расширительных аппаратов, работающих при различных $t°$-ных пределах. Теоретическая продуктивность метода выше, но механич. затруднения еще больше, нежели при способе Клода.

Способ Линде. В пробной установке и при первом проектировании заводского добывания Г. по системе Линде естественный газ приводился в соприкосновение с известковой водой в специальных скрубберах при низком давлении для удаления углекислоты. Хорошие результаты, полученные в скрубберах с каустической содой, примененной первоначально в системе Джефриза-Нортона, побудили ввести их также и в конструкцию Линде. После этой предварительной обработки газ вступает в первый, или сепараторный, цикл (фиг. 1). Часть газа вводится в четырехстепенные компрессоры,

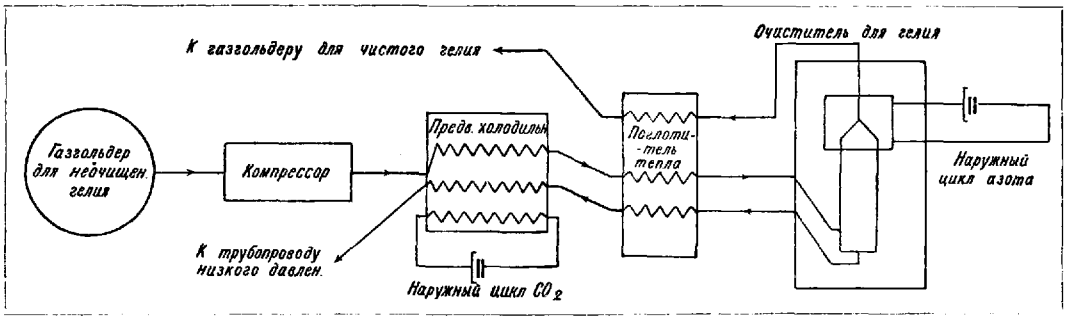


Фиг. 1. Общая схема действия сепараторного цикла в процессе Линде.

подвергающие его давлению до 140 *atm*. Другая часть газа пропускается через регулирующий клапан в трубопровод низкого давления. Этот трубопровод, а равно трубопровод из компрессора, проходит в предварительный холодильник, где газы охлаждаются наружным циклом углекислоты, а равно газами, возвращающимися из предыдущей обработки. Температура еще более понижается путем пропускания обоих трубопроводов через поглотитель тепла навстречу возвращающимся газам. Оба трубопровода затем проходят в нижнюю часть испарителя или сепаратора, сообщаясь с ним через ряд сопел, при чем газ высокого давления здесь расширяется и охлаждает смесь. Сепаратор разделяется на три аггрегата, из которых каждый имеет в верхней части собственную очистительную колонку и конденсатор, а внизу—приемник. В каждом аггрегате известная часть газа выделяется в виде жидкости, а остающийся газ переходит в выше стоящий аггрегат. Жидкость, испаряясь, служит для охлаждения выше стоящего аггрегата. Углеводороды вместе с небольшою

примесью азота, обратившиеся т. о. снова в газообраз. состояние и понизив $t°$ встречных газов, идущих к сепаратору, выходят из сепаратора и направляются через поглотитель тепла и предварительный холодильник в компрессор, где их давление повышается до уровня давления газа трубопровода городской сети. Чистый азот удаляется из верхней части сепаратора в виде газа, после того как он содействовал сжижению части азота в верхнем аггрегате. Неочищенный Г., т. е. газ, содержащий приблизительно 35—40% чистого Г. в смеси почти исключительно с азотом, выходит из верхнего аггрегата в специальный газгольдер и потом поступает в очистительный цикл.

Во втором, очистительном, цикле (фиг. 2) неочищенный Г. подвергается давлению в



Фиг. 2. Общая схема очистительного цикла в процессе Линде.

70 *atm* и направляется в предварительный холодильник и поглотитель тепла. В первом его $t°$ понижается при помощи наружного цикла углекислоты и газа, возвращающегося из очистителя. Во втором охлаждающее действие достигается при помощи возвращающегося газа в соединении со змеевиками, через которые проходит Г. из очистителя. Окончательное охлаждение и сжижение всех газов, к р о м е Г., происходит в очистителе, в котором низкая $t°$ достигается при помощи наружного цикла азота. Последний получается из сепаратора предыдущего цикла. Получаемый из очистителя газ содержит 91—92%, и даже более, чистого Г.

Д р у г и е с п о с о б ы. Главное различие между процессом Линде и способом, применявшимся ранее на пробной установке, заключается в том, что в последней сжижение достигалось гл. обр. применением наружного охлаждающего цикла системы Клода. Основные принципы системы, применяемой заводом The Helium C°, в Декстере, почти ничем не отличаются от способа завода в форте Уорт. Главное различие состоит в способе утилизации низких температур жидкостей и газов, полученных во время процесса, для охлаждения вновь поступающих газов. Внешний охладительный цикл отсутствует; отделение гелия от других газов происходит в коллекторе сжиженного газа; сжижение азота, а равно и углеводородов, повидимому, происходит в змеевиках поглотителя тепла и в трубах, ведущих к коллектору. Коллектор служит местом для выделения Г. из жидких углеводородов и азота.

Транспорт и хранение. Обращение с этим чрезвычайно редким газом составляет само по себе отнюдь не простую задачу. До последнего времени гелий всегда перевозился в стальных цилиндрах, емкостью 0,04 $м^3$, наподобие тех баллонов, которые употребляются и для других газов. Газ находился под давлением 130—140 *atm*, так что каждый такой цилиндр вмещал до 5,0 $м^3$ Г., приведенного к атмосферному давлению. Емкость простого товарного вагона составляла 380 цилиндров. В настоящее время все количество Г., вырабатываемое заводами, перевозится в специальных вагонах-цистернах, принадлежащих армии и флоту С. Ш. А. Эти цистерны вмещают 42,5 $м^3$ газа, т. е. приблизительно втрое больше против прежнего. Вагон-цистерна состоит из плоской платформы стальной конструкции и трех стальных бесшовных цилиндров. Цилиндры протянуты по всей длине вагона и имеют внутренний диаметр 137 *см*. Так как они д. б. рассчитаны на давление в 140 *atm*, то их конструкция должна быть весьма тяжела, и стальные стенки должны иметь 75 *мм* толщины. Тара вагона составляет около 100 *т*, а стоимость—85 000 долларов. Вес гелия на вагон составляет около 1 *т*. Высокая стоимость и чрезмерный вес этих вагонов побудили з-д Chicago Bridge and Iron Works заняться вопросом о постройке более легкого вагона. Проектированный вагон будет состоять из 48 бесшовных стальных цилиндров с внутренним диаметром 35 *мм* и длиною, равною длине вагона. Вместимость его будет такова же, как трехцилиндрового. Пока, однако, на постройку этих вагонов никаких средств не отпущено. Утечка газа из цилиндров составляет 10% в год. Так как она происходит исключительно через клапаны, то весьма желательно употреблять большие цилиндры.

П о в т о р н а я о ч и с т к а г е л и я. Подъемная сила Г. считается равной 92% подъемной силы водорода, но это справедливо лишь для совершенно чистого гелия. Так, например, Г., получавшийся из форта Уорт, лишь с трудом мог быть употребляем для дирижабля «Шенандоа», рассчитанного на водород. Когда содержание гелия благодаря диффузии доходит до 85%, необходима новая очистка.

Экспериментальные исследования Криогенич. лаборатории Горного бюро С. Ш. А. показали, что активированный уголь при низкой $t°$ способен адсорбировать почти все газы, содержащиеся в нечистом гелии. Бюро соорудило для армии небольшой передвижной аппарат для такой очистки гелия. Одна-

ко, стоимость очистки оказалась слишком высокой благодаря непостоянству действия «угольных горшков», применяющихся при этой операции, и этот способ не получил применения. Поэтому был установлен в Лекгерсте (Нью Джерсей) стационарный очистительный аггрегат. Применяемый здесь способ в главных чертах совпадает с принципами очистительного цикла системы Линде форта Уорт. Нечистый газ вводится в скруббер, в котором он освобождается от углекислоты. Отсюда он переходит в компрессор, где давление доводится до 140 *atm*. Затем газ пропускается через батарею осушительных сосудов, наполненных силикатным гелем, для удаления влажности. Отсюда газ переводится в поглотитель тепла, где он охлаждается чистым Г., идущим в хранилище. Из поглотителя газ поступает в первичный чиститель, где он еще более охлаждается и где конденсируется часть примесей. Окончательное сжижение происходит в змеевике и коллекторе вторичного чистителя. Последний окружен капельно-жидким воздухом, к-рый образуется во внешнем цикле системы Клода. Конденсированные примеси, собирающиеся на дне коллектора, также идут в помощь жидкому воздуху для охлаждения аггрегата. После этой очистки газ достигает обыкновенно чистоты 98%.

Стоимость и применение. До настоящего времени в С. Ш. А. добыто в общем около 1 млн. *м*³ Г. Стоимость производства Г. при возникновении его промышленной добычи в форте Уорт составляла около 23,6 долл. за 100 *м*³. Она постепенно уменьшалась и достигла в 1924 году 15,7 долл. Так как цена водорода равняется 1 доллару за 100 *м*³, то водород еще некоторое время будет находить применение для дирижаблей. Однако, надо иметь в виду, что подвергать водород новой очистке нет расчета, и поэтому для снабжения дирижабля в течение года требуются весьма большие количества водорода. Повторная очистка гелия в Лекгерсте обходится лишь в 0,4—0,6 долл. за 100 *м*³. Если производить повторную очистку Г. по мере надобности, то, как показывает опыт, для функционирования дирижабля требуется ежегодно двойное против его емкости количество Г.; так, например, для функционирования дирижабля «Лос Анжелос», емкостью 70 000 *м*³, требуется в течение года 140 000 *м*³ гелия. Сооружение более мощных дирижаблей, предусмотренное Конгрессом С. Ш. А., соответственно увеличит потребность в гелии. **З. Лилли** (пер. Ю. Говсеева).

Лит.: [1]) Cady H. P. a. McFarland D. F., The Occurrence of Helium in Natural Gas a. the Composition of Natural Gas, «Am. Soc.», 1907, v. 29, p. 1524; Лукашук А., Гелий, его применение и добывание, Л., 1925; Верней ль М., Гелий, перевод с франц., «Воздухоплавание», М., 1924, *9—10*; Mellor J. W., A Comprehensive Treatise on Inorg. a. Theoret. Chemistry, L., 1927; Moureu C., Recherches sur les gas rares des sources thermales, «Journ. de chimie physique», Paris, 1913, t. 11, *1*; Moureu C. et Lepage A., Les gas rares des grisous, «Ann. Min.», P., 1914, t. 5, *5*; Ramsay W. a. Rudorf G., Die Edelgase, Handb. d. allg. Chemie, B. 2, Lpz., 1918; McLennan J. C., Helium, its Production and Uses, «Soc.», 1920, v. 122, *7*; Moore R. B., Helium, its History, Properties, a. Commercial Development, «Journ. of the Franklin Instit.», Philadelphia, 1921, v. 191, *2*, p. 145—197; Moore R. B., Helium Aerial Age, ibid., 1922, *9*; Moore R. B., Helium in the United States, «Nature», L., 1923, v. 111, *2777*; Rogers G. S., Helium Bearing Natural Gas, «U. S. Geol. Survey», Wsh., 1921, Paper *127*; Elworthy R. T., «Canada Dept. of Mines, Mines Branch Bull.» Ottawa, *679*; Moore R. B., Commercial Production of Radium, Mesothorium, a. Helium, «I. Eng. Chem.», 1926, v. 18, p. 198—211; Wicks Z. L., «Journ. of the Amer. Society of Naval Engineers», New York, 1925, v. 31, *4*; U. S. Bureau of Standards, Wsh., 1923, Circular 81 (указатель лит.).

ГЕЛИКОПТЕР, летательная машина тяжелее воздуха, подъем которой происходит за счет направленной вверх тяги, развиваемой одним или несколькими воздушными винтами с вертикальною осью, приводимыми во вращение двигателем. Этот принцип поддержания аппарата в воздухе, совершенно отличной от такового в *аэроплане* (см.), делает возможным для геликоптера ряд режимов, которые не могут быть осуществлены аэропланом, а именно: 1) взлет с места без разбега и подъем по вертикали; 2) неподвижное «висение» в воздухе; 3) спуск под любым углом (включительно до прямого) и посадка без горизонтальной скорости, а следовательно, и без пробега. Г., как и аэроплан, имеет возможность двигаться по горизонтальному или наклонному направлению с достаточно большими скоростями. Подъем и посадка без горизонтальной скорости значительно упрощают вопрос о вынужденных посадках на пересеченную местность и дают возможность применять геликоптер как машину ближнего городского транспорта. Неподвижное «висение» в воздухе также представляет большой интерес для целого ряда мирных и военных целей (для фотографирования местности, корректирования артиллерийской стрельбы, бомбометания и проч.).

Проблема Г. еще далеко не получила своего полного разрешения, и работы по его осуществлению не вышли еще из стадии предварительных опытов. Достигнутые в настоящее время (1928 год) результаты полетных испытаний различных Г. сводятся к следующему: а) максимальная продолжительность полета 8 минут, б) наибольшая длина пройденного пути 120 *м*, в) наибольшая высота 50 *м* (привязной Г.) и 6 *м* (свободный Г.), г) максимальный поднятый груз 450 *кг* (пилот, 4 пассажира, горючее, масло) и д) наибольшая горизонтальная скорость 30 *км/ч*.

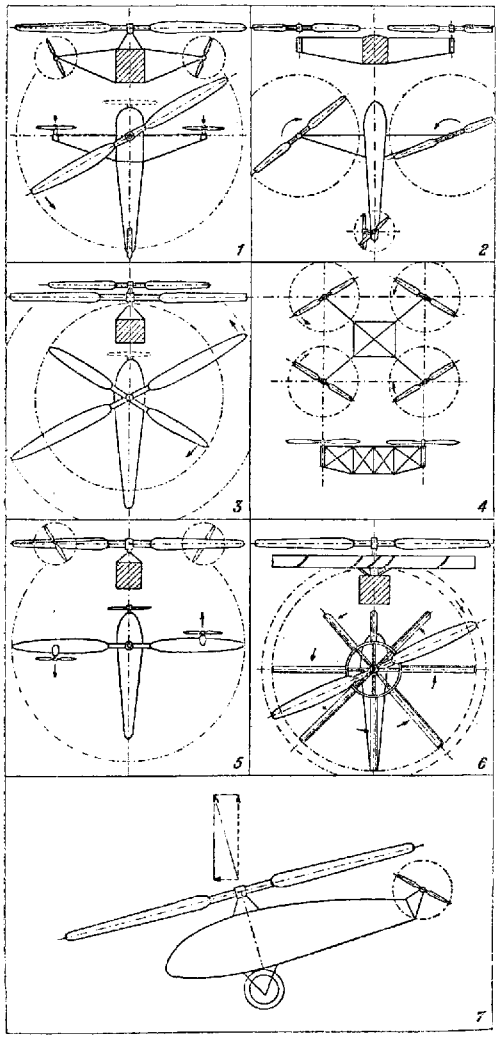
На основании ряда построенных машин, а также многочисленных проектов и патентных заявок можно наметить следующие возможные типы Г., распределив их по основным признакам.

I. По способу осуществления подъема: 1) одновинтовые, 2) двухвинтовые с винтами, установленными на одной общей оси (соосные), 3) двухвинтовые с винтами, установленными на двух параллельных осях, и 4) четырех- и многовинтовые.

II. По способу устранения крутящего реактивного момента могут быть: 1) с вращением несущих винтов в противоположные стороны, 2) с устройством специальных рулевых винтов (одного или нескольких) и 3) с устройством специальных направляющих поверхностей (лопаток).

III. По способу осуществления поступательного передвижения: 1) с постановкой специального тянущего винта, 2) с наклонением оси винта в сторону движения и 3) с наклонением всего аппарата с винтом в сторону движения путем постановки

специального хвостового винта или применения особого приспособления—так наз. автомата-перекоса. Все эти возможные варианты в тех или иных комбинациях представлены



Фиг. 1.

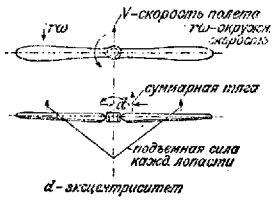
в схематическом виде на фиг. 1. В таблице приведены основные данные наиболее интересных из построенных геликоптеров.

Характеристика геликоптеров.

Название Г.	Мотор	Колич. и мощность моторов в ℙ	Число поддерж. винтов	Их диам. в м	Полный вес Г. в кг	Нагрузка в кг/1ℙ	Нагрузка в кг/м²
Ботезат	Ротат.	1×220	4	7,62	1 680	7,64	9,21
Берлинер 1	»	1× 80	2	5,5	600	7,5	12,6
» 2	»	1×220	2	4,5	800	3,6	21,3
Пескара 1	Испано	1× 60	2	7	600	10,0	8,16
» 2	»	1×180	2	7,2	850	4,72	10,45
Р. К. Z № 2	Рон	3×120	2	6	1 400	3,9	24,8
Эмишен № 2	»	1×120	4	2×7,6 2×6,4	850	7,08	5,48
Бреге	Стацио-нарн.	1×45	4	8	578	12,88	2,93
Корню	Антуанетт	1×13	2	6	260	20,0	4,6

Одной из наиболее трудных задач для практического использования Г. является устойчивость аппарата, «висящего» в воздухе на вращающемся винте. Целый ряд причин (ветер, близость земли, горизонтальное движение и т. п.) могут вызывать моменты, опрокидывающие его в ту или иную сторону. Точно так же вопросы веса всей конструкции, имеющие для Г. значение не меньшее, чем для аэроплана, становятся более трудными для разрешения, т. к. здесь прибавляются сложные передаточные механизмы, легкое и надежное осуществление которых весьма затруднительно.

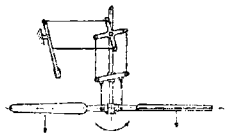
По основному принципу своей работы несущий винт Г. не отличается от обычного *воздушного винта* (см.), но может, однако, находиться в условиях, совершенно отличных от винта аэропланного. Прежде всего винт геликоптера или вовсе не перемещается вдоль своей оси (при «висении») или перемещается со сравнительно небольшой осевой скоростью (при подъеме и спуске). Чтобы достигнуть возможно большей тяги на 1 ℙ, выгодно увеличивать диаметр винта, при чем приходится уменьшать число оборотов. Однако с увеличением диаметра возрастает вес винта, так что для каждого отдельного случая путем расчета могут быть выбраны наивыгоднейш. соотношения между мощностью мотора, диаметром, числом оборотов и шагом винта. Сообразно с указан. выше, винты делаются двух-трех- и четырехлопастными. При всяком движении геликоптера, кроме строго вертикального, особенно же при горизонтальном, винт окажется работающим в косом потоке воздуха, или, как это принято называть, с к о с о й о б д у в к о й, т. е. в плоскости винта будет иметь место известная скорость воздуха. Так, напр., правая лопасть (смотря по направлению полета) будет иметь скорость относительно воздуха, равную сумме окружной скорости $r\omega$ и скорости горизонтального полета v, а левая—равную их разности (фиг. 2). При этом подъемная сила каждой лопасти, проходящей через правое положение, будет больше, чем проходящей через левое, примерно, в отношении $\frac{(r\omega+v)^2}{(r\omega-v)^2}$, что дает некоторый момент относительно центра винта в плоскости, проходящей через его ось и перпендикулярн. к направлению полета. Чтобы не дать этому моменту перевернуть Г., надо или устранить его или уравновесить таким же моментом. В многовинтовых Г. это легко достигается вращением винтов в противоположные стороны; при одновинтовых требуется специальный механизм—так наз. автомат-



Фиг. 2.

перекос. Сущность последнего заключается в том, что он дает возможность изменять углы атаки лопастей винта при вращении т. о., что при прохождении лопасти через правое положение угол атаки лопасти, а следовательно, и ее коэффициент подъемной силы, уменьшается, при прохождении же через левое—увеличивается. Таким путем может быть достигнуто равенство подъемных сил правой и левой лопасти и уничтожен опрокидывающий момент. При помощи этого же механизма летчик может произвести наклон всего аппарата в любом направлении. Элементарная схема такого устройства изображена на фиг. 3.

Кроме косой обдувки, интересно отметить режим «торможения», т. е. спуска геликоптера с работающим мотором (на неполн мощности). Здесь винт будет испытывать как бы тормозящее действие воздуха, обдувающего его снизу. В зависимости от соотношения между мощностью мотора и вертикальн. скоростью величина этого торможения может быть различна; она может быть и такова, что остановит винт и начнет его вращать в обратную сторону, как ветряную мельницу.



Фиг. 3.

Кроме того, представляет особый интерес работа винта Г. на режиме авторотации, когда геликоптер спускается с неработающим мотором и винт вращается от набегающего снизу потока. Выяснилось, что в этом случае винт оказывает сопротивление падению большее, чем сплошн диск с диаметром, равным диаметру винта; это дает возможность осуществить спуск Г. даже в случае остановленного мотора. Однако, чтобы не дать винту вращаться в обратную сторону (что весьма невыгодно в силовом и в аэродинамическом отношении), нужно иметь возможность одновременно у всех лопастей изменять шаг, уменьшая его и даже доводя до отрицательного. При подходе к земле можно до некоторой степени использовать живую силу вращающегося винта и внезапным увеличением угла атаки всех его лопастей вызвать кратковременное увеличение его подъемной силы, что может быть весьма существенно для уменьшения вертикальной скорости в самый момент посадки.

Все перечисленные режимы винта Г., простые в принципе, на практике с трудом поддаются расчету и требуют ряда опытов для окончательного выяснения. Равным образом и конструктивное осуществление механизмов автомата-перекоса, изменения шага, передач и т. п. настолько трудно, что до сего времени не получено хотя бы сколько-нибудь приемлемого решения.

Лит.: «ВВФ», 1923, *4*, 1924, *10—11*; «Самолет», М., 1924, *2*; L a m é M., Le vol vertical et la sustentation indépendante, P., 1926; M a r g o u l i s W., Les hélicoptères, P., 1922. **А. Изаксон, А. Черемухин.**

ГЕЛИОГРАВЮРА, см. *Фотогравюра.*

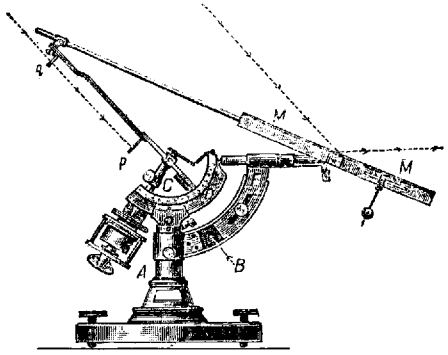
ГЕЛИОГРАФ, астрономическ. инструмент для фотографирования солнца, состоит из длиннофокусной фотографич. камеры, имеющей вид трубы. Иногда фотографирование производится непосредственно в главном фокусе объектива, но получаемое при этом изображение солнца, равное приблизительно $^1/_{107}$ фокусного расстояния, очень мало. Поэтому обычно вводят в ход лучей дополнительную короткофокусную оптическую систему, например, аплапат или даже просто окуляр, которая увеличивает изображение. Установка Г. бывает или параллактическая или неподвижная с горизонтальным или наклонным (по оси мира) положением трубы. В последнем случае перед Г. устанавливают гелиостат (еще лучше—целостат), направляющий солнечные лучи на объектив Г.

Лит.: см. *Гелиостат.*

ГЕЛИОГРАФ, в военном деле, см. *Оптические средства связи.*

ГЕЛИОСТАТ, прибор, отражающий солнечные лучи при помощи зеркала по заданному направлению, независимо от суточного движения солнца. Употребляется в физических лабораториях при работах, требующих солнечного света (напр., при спектральном анализе), а также для фотографирования солнца неподвижной камерой.

Г. изобретен голландским физиком Гравезандом в 1720 г. и впоследствии подвергся разным усовершенствованиям и изменениям. Он состоит из зеркала, отражающего лучи, и часового механизма, движущего зеркало при помощи системы передач и рычагов с таким расчетом, чтобы отраженные лучи сохраняли направление. При пользовании Г. его необходимо установить по широте места и для данного склонения солнца. Наиболее распространен Г. сист. Фюсса (Fuess), употребляемый главным образом для физич. исследований. Г. системы Фюсса представлен на прилагаемой фигуре. *C*—полярная ось,



устанавливаемая параллельно оси мира; на нижнем конце ее находится в круглой коробке часовой механизм; по кругу *D* с нанесенными на нем делениями устанавливается склонение солнца. Верхняя часть инструмента поворачивается затем около полярной оси так, чтобы диоптры *q* и *p* были направлены на солнце. Отраженному от зеркала *M* лучу можно в известных пределах дать произвольное направление поворотом плеча *B*, несущего зеркало, около вертикальной колонны *A* и изменением длины самого плеча при помощи движка *F*. Если Г. устроен так, что допускает установку по склонению не только в пределах $\pm 24°$, в которых всегда заключается склонение солнца, но и для других склонений, то такой инструмент называется с и д е р о с т а т о м. Все Г. и сидеростаты дают неизменное направление лучам

того светила, на которое они установлены; однако, изображение этого светила в зеркале не останется неподвижным, а вращается около своего центра в зависимости от суточного движения светила. Поэтому для фотографирования светил с большими экспозициями, напр., фотографирования солнечной короны во время затмений, эти приборы не годятся, и вместо них употребляют *целостаты* (см.).

Лит.: Ambronn L., Handbuch der astronom. Instrumentenkunde, B. 2, B., 1899; Konkoly N., Praktische Anleitung z. Anstellung astronom. Beobachtungen, Brschw., 1883; Scheiner J., Die Photographie d. Gestirne, Lpz., 1897. **А. Михайлов.**

ГЕЛИОТЕХНИКА, отрасль техники, занимающаяся использованием мощности лучистой энергии солнца для практических надобностей. По подсчетам Х. П. Штейнметца, солнечная энергия дает летом при безоблачном небе на 1 *км*² в час 840 млн. Cal. Принимая во внимание, что 1 kWh эквивалентен 864 Cal, теоретически на 1 *км*² приходится 972 000 kWh. Американский физик Ланглей высчитал, что полное использование всего попадающего на землю излучения солнца дало бы 350 биллионов HP = 62,5 билл. Cal (1 Cal = 427 *кгм* = 5,6 HP). Ганс Фишер вычислил, что на 20° с. ш. на каждые 4 *м*² горизонтальной поверхности земли приходится эквивалент 1 HP в год. При кпд = 10% каждый *км*² площади дал бы 25 000 HP в год. Современная паровая машина требует для производства 1 HP в год 4 *т* угля. Т. о. можно было бы сэкономить за год 100 000 *т* угля. Добытые в 1920 г. 1 300 млн. *т* угля, превращенные целиком в механическую энергию, отвечали бы приблизительно 325 млн. HP в год. Следовательно, для получения 325 млн. HP в год потребовалось бы только 13 000 *км*², т. е. приблизительно $^1/_2$ площади Швейцарии.

Г. находится пока в стадии проектов и пробных установок, но может иметь значение для будущего, когда начнут иссякать имеющиеся на земле запасы энергии (каменный уголь, нефть, горючие природные газы). Г., однако, может уже теперь играть большую роль в местностях, где имеются сезонные потребители солнечной энергии, где достаточно велика солнечная радиация и где недостаточны или дороги другие источники энергии. В зависимости от того, в какой вид энергии превращается лучистая энергия солнца, гелиотехнич., или так наз. солнечные, установки можно разделить на: фотохимические, фотоэлектрическ., тепловые и силовые. Фотохимич. солнечные установки не вышли пока из стадии лабораторных опытов (см. *Фотохимия*), если не считать всего растениеводства и таких применений лучистой энергии солнца, как беление тканей, солнцелечение и т. п. В той же стадии находятся и фотоэлектрическ. солнечные установки. Наоборот, тепловые и силовые солнечные установки находят практическ. применение уже теперь.

Так как теплота, полученная за счет поглощенной лучистой энергии солнца, сравнительно редко может потребляться в месте поглощения, то основным элементом тепловой солнечной установки является солнечный котел, в котором солнечная радиация Q (выраженная в cal/м. на 1 *см*² поперечного сечения q пучка лучей, падающих на освещаемую поверхность q' котла) дает поток тепла Q' (выраженный в тех же единицах), передаваемый рабочему веществу, которое идет самотеком или прогоняется особым насосом через котел. Разберем случай параллельного пучка солнечных лучей, падающего под углом α (между направлением лучей и нормалью к поверхности) на плоскую поверхность котла. Если обозначить через β_α и γ_α коэффициенты отражения и рассеяния поверхностью котла при угле падения α, через δ', ε' и ζ'—коэфф-ты потери через 1 *см*² этой поверхности по теплопроводности, конвекции и лучеиспусканию, отнесенные к 1° приведенной (см. далее) разности температур поверхности котла и окружающей среды θ'_δ, θ'_ε, θ'_ζ, то для стационарной стадии процесса освещения котла солнечными лучами получим:

$$Q' = \left[Q(1-\beta_\alpha-\gamma_\alpha)-\delta'\,\theta'_\delta-\varepsilon'\,\theta'_\varepsilon-\zeta'\,\theta'_\zeta\right]\cos\alpha. \quad (1)$$

Если для повышения $t°$ рабочего вещества прибегают к концентрации солнечных лучей при помощи собирательных зеркал или чечевиц и к защите котла от потерь при помощи оболочек из материалов, сравнительно прозрачных для солнечной радиации и сравнительно непрозрачных для более длинноволнового излучения котла (обычно, стеклянных), то уравнение (1) надо заменить более сложным, типа:

$$Q'\,df' = Q\prod_{i=1}^{i=n}(1-\beta_{\alpha_i}-\gamma_{\alpha_i})\,df - \sum_{k=1}^{k=m}\left(\delta'_\alpha\theta'_{\delta k}+\varepsilon_k\,\theta'_{\varepsilon_k}+\zeta'\,\theta'_{\zeta k}\right)df', \quad (2)$$

в к-ром df есть сечение того элементарного пучка падающей солнечной радиации, который после отражения и рассеяния n промежуточными поверхностями попадает на элемент df' поверхности котла; символ Π означает произведение ряда множителей, стоящих в круглых скобках и относящихся к каждой из этих поверхностей, а знак Σ относится к каждому из участков обратного пути тепла от котла через защищающие его m однородных слоев вплоть до последней наружной оболочки; при этом коэффициенты δ'_k, ε'_k, ζ'_k попрежнему рассчитаны на 1 *см*² поверхности котла, а $\theta'_{\delta k}$, $\theta'_{\varepsilon k}$, $\theta'_{\zeta k}$ представляют собой разности температур на границах k-го слоя. Нестационарные стадии процесса освещения можно в первом приближении не принимать в расчет, так как добавочные члены к уравнениям (1) и (2), к-рыми выразится энергия, идущая на повышение $t°$ стенок котла и рабочего вещества, войдут со знаком (—) при стадии увеличения θ'_δ, θ'_ε и θ'_ζ и со знаком (+) при стадии их уменьшения, и влияние нестационарных стадий скажется лишь в сдвиге на некоторый интервал времени начала и конца стационарной стадии. Этот сдвиг фазы даже без применения каких-либо специальных аккумуляторов достигал в некоторых гелиотехнических установках нескольких часов, что существенно при проектировании солнечных установок, например, для осветительных целей, так как постройка аккумуляторов сильно увеличила бы стоимость со-

оружения. Для неосвещаемых частей поверхности котла теплопотеря на 1 $см^2$ выразится уравнением:

$$-Q'' = -\delta''\theta''_\delta - \varepsilon''\theta''_\varepsilon - \zeta''\theta''_\zeta, \qquad (3)$$

где буквенные обозначения имеют аналогич. значения, при чем в случае наличия защитной оболочки первая часть должна быть заменена суммой по отдельным прослойкам аналогично различию вторых членов правых частей ур-ий (1) и (2). Что касается величин θ' и θ'', то, если за θ'_δ и θ'_δ можно со значительным приближением к действительности принимать непосредственные разности $t°$ котла и окружающего воздуха (если, например, считать излучение освещаемой поверхности происходящим по закону Стефана), будет правильнее принимать:

$$\theta'_\zeta = (t'_{к.} - t'_{в.}) \cdot \frac{(T'_{к.})^4 - (T'_{в.})^4}{(T_{к.})^4 - (T_{в.})^4}, \qquad (4)$$

где $T_{к.}$ и $T_{в.}$—температуры котла и воздуха при тех опытах, из к-рых было получено значение ζ'. Ур-ия (1)—(3) предопределяют весь путь усовершенствования тепловых солнечных установок при заданной наперед температуре рабочего вещества, так как они дают определенные указания на условия, при которых

$$\text{кпд}_{к.} = \frac{Q'f' - Q''f''}{Qf} \qquad (5)$$

будет наибольшим. Уравнение (5) относится к случаю плоского котла, освещенного параллельным пучком; в общем же случае

$$\text{кпд}_{к.} = \frac{\int dQ' - \int dQ''}{\int dQ}, \qquad (6)$$

где первый интеграл распространен по всей освещаемой поверхности котла, второй—по неосвещаемой поверхности котла, а третий—по всему сечению освещающего пучка перед его падением на котел или на собирательную систему. Условия максимальности кпд котла будут очевидно:

$$\alpha = 0 \ (7); \quad \beta_\alpha = \min \ (8); \quad \gamma_\alpha = \min \qquad (9);$$

$$\left.\begin{matrix}\delta' = \min \\ \varepsilon' = \min \\ \zeta' = \min\end{matrix}\right\} (10); \qquad \left.\begin{matrix}\delta'' = \min \\ \varepsilon'' = \min \\ \zeta'' = \min\end{matrix}\right\} (11);$$

а также, при прочих равных условиях,

$$\frac{f''}{f} = \min. \qquad (12)$$

Первой попыткой такого подхода к теории солнечного котла можно считать обсуждение условий максимальности кпд солнечной кухни Аббота. Условия (7)—(12) ничего не говорят о $t°$ котла и рабочего вещества ($t°$ которого м. б. при достаточно большом тепловом напоре сделана практически равной $t°$ котла), но из ур-ий (1)—(3) следует, что нужно стремиться к возможно низким ее значениям, достаточным лишь для технич. применения данной установки,—обстоятельство, представляющее одно из преимуществ солнечных котлов перед паровыми и т. п. Это вполне осуществимо во всякой среднетемпературной ($t°$ котла 110—120°) и низкотемпературной ($t°$ котла 70—80°) установке (считая высокотемпературными установки, для которых $t°$ котла >150°). Примером работающих среднетемпературных установок являются солнечные кухни Аббота и Бухмана, а также те солнечные опреснители, к-рые туниссские солдаты во время похода носят на спине (продукция—9 $л$ перегнанной воды в сутки, что достаточно для четверых). Такие установки применимы в различного рода кипятильниках, в консервном деле, при выплавке руды, предварительном обогреве руды при некоторых металлургическ. процессах и т. п. Типичным примером простейшей низкотемпературной установки, в к-рой нагреваемые солнечными лучами предметы защищаются от потерь лучеиспусканием при помощи стекол, являются парники и оранжереи. На юге Калифорнии существуют специальные крышевые установки для получения горячей воды, распределяемой затем по кухням, прачечным, ваннам и т. п. В Салинас (Чили) есть опреснительная установка, дающая до 23 000 $л$ чистой воды в день (с площади в 4 800 $м^2$); в Долине смерти (Калифорния) вода, нагреваемая до высокой $t°$ солнечными лучами в медных змеевиках, покрытых стеклом, применяется для очистки магнезиальных солей. В Индии, Африке и Египте распространены солнечные кухни типа деревянного ящика, защищенного с боков и снизу, вычерненного внутри и покрытого двойным слоем стекла, благодаря чему $t°$ в нем доходит до 115—135°. Технич. применения низкотемпературных установок м. б. крайне разнообразны: сушение сахарной свеклы, фруктов и овощей; предварительное обогревание воды для паровых котлов, получение горячей воды в текстильном, красильном и других производствах (в случаях, когда они не настолько механизированы, что выгоднее для этого применять отработавший пар, или когда они механизированы при помощи белого угля), вплоть до отопления зимою зданий теплом, поглощенным летом тепловыми аккумуляторами за счет лучистой энергии солнца.

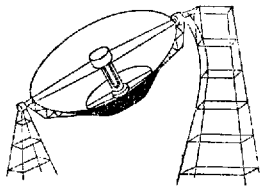
Исключениями из требования минимальности темп-ры солнечного котла являются: 1) силовые солнечные установки, так как для них кпд должны быть максимальными:

$$\text{кпд}_{\text{сил. солн. уст.}} = \text{кпд}_{\text{солн. котла}} \times \text{кпд}_{\text{двиг.}} \qquad (13)$$

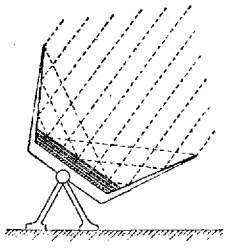
и при повышении $t°$ котла и рабочего вещества возрастание кпд двигателя происходит сначала быстрее, чем уменьшение кпд котла; 2) тепловые солнечные установки для получения возможно более высоких $t°$, недостижимых в данную эпоху на б. или м. продолжительное время другими способами, и преследующие не столько технические, сколько показательные или исследовательские цели. Таковы, напр., установки Берньера (в конце 18 века) и Марселя Моро (современная): первый применял две большие чечевицы (установленные одна за другою), последний—ряд плоских зеркал, расположенных приблизительно по параболоиду вращения, и ряд чечевиц, собиравших отраженные от зеркал лучи на тело, помещенное в месте, куда вращением зеркал и чечевиц направлялись фокусы отраженных пучков. Теоретически наибольшая $t°$, какую можно получить т. о., не может превышать $t°$ поверхности солнца. К концентрации солнечных лучей прибегали даже для среднетемпературных

установок, при чем коэффициент концентрации, отношение f к f', в построенных до настоящего времени солнечных силовых установках варьирует от 13,4 (Энеас, 1901 год, фиг. 1) до 3 (Шуман, 1911 г., фиг. 2).

Последние две установки весьма типичны с точки зрения условий (7)—(12) максимальности кпд солнечного котла. Для приближения к выполнению условия (7) Энеас сделал свое параболическое зеркало подвижным,

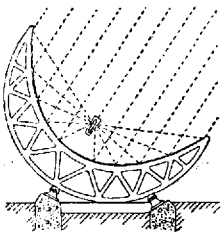


Фиг. 1.

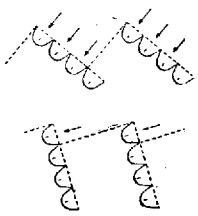


Фиг. 2.

так что его оптич. ось могла вращаться вокруг линии, параллельной оси мира, а Шуман первоначально (фиг. 2) располагал свои «тепловые ящики» (hot box), т. е. длинные плоские котлы, защищенные сверху двойным слоем стекла и снабженные двумя плоскими боковыми зеркалами, в направлении В.—З., при чем наклон плоскости котла к горизонту периодически (раз в 2—3 недели) изменялся в соответствии с величиною склонения солнца. Во второй своей установке, где по совету английск. физика Бойса применен ряд параболо-цилиндрических зеркал (фиг. 3), Шуман располагал фокальную линию каждого из зеркал горизонтально в направлении С.—Ю. и в течение дня от времени до времени поворачивал каждое зеркало вокруг этой линии так, чтобы солнце вскоре подошло к плоскости осей зеркала и не успело заметно отойти от нее. Аббот в своей солнечной кухне пошел дальше и расположил фокальную линию ее параболо-цилиндрич. зеркала (поворачиваемого так же, как во

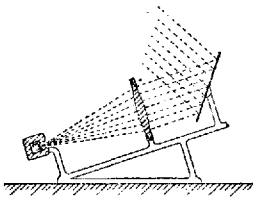


Фиг. 3.

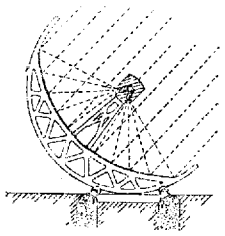


Фиг. 4.

второй установке Шумана) параллельно оси мира. Если же устроить наклон этой линии переменным и изменять его раз в несколько дней в зависимости от склонения солнца, то условие (7) будет удовлетворено практически полностью. При расположении ряда параболо-цилиндрических зеркал в одной плоскости (Шуман) либо бесполезно бездействует значительная часть площади, приходящаяся между зеркалами (у Шумана в 1912—13 г. $^2/_3$), либо в вечерние и утренние часы одно зеркало затеняет значительную долю поверхности другого, понижая т. о. кпд котла. Во избежание этого Б. Вейнберг предложил устраивать зеркала меньших размеров, но соединять их в группы, поворачиваемые вокруг общей оси, для того чтобы по мере возрастания высоты солнца над горизонтом увеличивалось число введенных в общую цепь отдельных зеркал, из к-рых каждое было бы освещено полностью, давая, так. обр., наибольший для данного момента кпд котла, а остальные целиком оставались в тени (фиг. 4). Условие (8) удовлетворяется при применении достаточно шероховатой, а условие (9)—достаточно черной поверхности. В этом отношении является предельным достижением использование принципа абсолютно черного тела, предложенное Маркузе (Г. П. 1926 г., фиг. 5) и Б. П. и В. Б. Вейнбергами (Сов. П. 4771, фиг. 6). С этою целью освещаемая часть поверхности котла располагается не перед местом схода лучей, а за ним—там, где пучок становится расходящимся. Этим удовлетворяются полностью условия (10), т. к. при таком расположении освещаемая поверхность котла может, кроме отдачи энергии рабочему веществу, отдавать ее лишь неосвещаемым частям внутренней поверхности котла (Маркузе) или внутренней



Фиг. 5.



Фиг. 6.

поверхности защитной оболочки (Б. П. и В. Б. Вейнберги), т. е. поверхностям, имеющим практически ту же $t°$, что и освещаемая часть. Хотя в схемах фиг. 5 и 6 условие (12) выполняется значительно хуже, чем в предыдущих схемах, но благодаря расположению котла за местом схода лучей можно при этом как угодно близко подойти к выполнению условий (11), т. е. к практически ничтожным значениям δ'', ε'' и ζ'', путем увеличения толщины и уменьшения теплопроводности стенок защитной оболочки. Аббот, например, окружив в 1923 году трубку, представляющую собой котел его солнечной кухни, кольцеобразной стеклянной трубкой с пустотою между стенками, получал $t°$ рабочего вещества в 175°, т. е. на 20° больше, чем при защите простой стеклянной трубкой, и на 55° больше, чем без всякой защиты. Без сравнительно дорогой концентрации солнечных лучей можно обойтись в низко- и среднетемпературных установках, если защитить о с в е щ а е м у ю поверхность котла от потерь по теплопроводности, конвекции и лучеиспусканию. Как на опыты в этом направлении можно указать на «тепловые ящики» и на «ячейковые поглотители» (фиг. 6). Кпд котла с ячейковыми поглотителями будет при температуре котла 120° порядка 0,05—0,4 для зимнего дня (Q=0,5—1,0) и порядка 0,2—0,6 для летнего (Q=0,7—1,3), а при температуре кот-

ла 80° порядка 0,1—0,6 для зимнего дня и 0,6—0,8 для летнего. В виду того, что для построенных до сих пор солнечных котлов не было сколько-нибудь обстоятельных исследований их теплового баланса, а о произведенных исследованиях опубликованы лишь весьма скудные сведения, нельзя дать даже приближенной оценки характеризующих их коэффициентов.

Еще меньше, чем о тепловых солнечных установках, известно о силовых, могущих служить для ирригации, мелиорации солончаков, приготовления искусственного льда и т. д. Наиболее существенными являются имеющиеся в литературе сведения о площади зеркал, нужной для получения 1 kW в дневные летние часы (14 $м^2$ у Энеаса, 37 $м^2$ у Шумана в 1910 г., 31 $м^2$ в 1911 г. и 23 $м^2$ в 1912—13 гг.), и о наивысшем достигнутом кпд ($\sim$ 0,05 у Энеаса и 0,045 у Шумана в 1913 г.). Экономическая сторона гелиотехническ. установок выяснена значительно меньше техническ. Относительно наиболее подробно изученной силовой станции (Шумана, 1912—13 гг.) Аккерман говорит, что она может конкурировать с работающей на угле при цене последнего в $3^1/_2$ ₤ за 1 $т$; Аррениус определяет себестоимость 1 kWh в 5 к. довоенного времени; Гибсон указывает стоимость установленного kW в 390 р. и считает солнечную энергию стоящею одинаково с энергией от паровой машины на угле при цене его в 6 р. за 1 $т$, а Ремшарт—при цене в 10 мар. за 1 $т$, что сильно отличается от указаний Аккермана. Из данных Аккермана следует, что установленный kW обошелся у Энеаса в 3 000 р., а у Уильси (Калифорния, 1903 г., котел типа теплового ящика, машина—с сернистым газом, работавшая между $t° = 62°$ и $t° = 18°$)—в 440 р. Что же касается экономическ. выгодности тепловых солнечных установок, то, напр., для Туркестана, при цене саксаула в 3 коп. за $кг$, 1 000 Cal от последнего обходятся в 1,3 коп., а от ячейковых поглотителей, при условии 8-летней амортизации затраченного капитала,—в 0,4 коп. при $t° = 120°$ и 0,3 коп. при $t° = 80°$. Этих примеров достаточно, чтобы показать значение Г. не только для отдаленного будущего, но и для социалистического строительства настоящей эпохи.

Лит.: Вейнберг Б. П., Перспективы гелиотехники, «Вестн. знания», Л., 1928, *4*; его же, Предпосылки к использованию солнечной энергии в СССР, «Плановое хозяйство», М., 1927, *6*; его же, Уголь черный, красный, желтый, белый. Источники энергии и их использование, стр. 71, Л., 1925; Бухман В., Самодельная солнечная кухня, «Климат и погода», Л., 1927, *5—6 (14—15)*, стр. 159—160; Михельсон В. А., О динамич. отоплении, «Журн. прикл. физ.», М.—Л., 1926, т. 3, вып. 3—4; Аррениус С., Великая проблема энергии, «Наука и техника», М., 1922, *1*; Гибсон А. Г., Природные источники энергии, перевод с англ., стр. 45, Одесса, 1922; Нернст В., Мироздание в свете новых исследований, М.—Л., 1923; Вейнберг В. Б., Исследование и возможное применение ячейкового поглотителя солнечной энергии в «Журн. прикл. физ.», Москва—Ленинград, 1928; Abbot C. G., Fowle F. E. a. Aldrich L. B., Utilization of Solar Energy, «Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution», Wsh. 1922, v. 4, p. 306—318; Ackermann A. S. E., The Utilization of Solar Energy, ibidem, 1916, p. 141—146; Abbot C. G., Distribution of Energy over the Sun's Disk, Washington, 1926; Remschardt A., Sonnenkraftmaschinen, «Zeitschrift d. VDI», 1926, B. 70, p. 162; Mourin Ch., Sur l'utilisation de la chaleur solaire, «Recherches et Inventions», Paris, 1926, *7*, p. 137, 286—293.

Б. Вейнберг.

ГЕЛИОТРОП, геодезический прибор, направляющий отраженные солнечные лучи в удаленные от точки стояния наблюдателя пункты тригонометрич. сети. Г. применяется, когда расстояние между пунктами тригонометрической сети превышает 100 $км$ и, следовательно, разыскивание сигналов даже очень сильными трубами без искусственного освещения невозможно, а также, когда вследствие плохого освещения солнцем или неудачного проектирования сигнала на такой фон, цвет которого сливается с окраской сигнала, наблюдение сигналов уже на расстоянии свыше 30—40 $км$ становится затруднительным. Во всех этих случаях необходимо прибегнуть или к искусственному освещению на сигнале и производить наблюдения или же днем разыскивать и наблюдать пункты, с к-рых на пункт наблюдения направляются отраженные Г. солнечные лучи. Ночью атмосфера наиболее спокойна и удобна для наблюдения. Дневные наблюдения требуют одного наблюдателя и одного-двух помощников с Г. на плохо видимых сигналах.

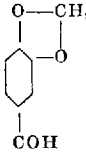
Г. Гаусса состоит из зрительной трубы, на объектив к-рой надето кольцо настолько свободно, что оно может вращаться; к кольцу прикреплены параллельно трубе два стержня, между к-рыми вставлена вращающаяся ось перпендикулярно к визирной оси трубы. К вращающейся оси перед объективом приделаны два небольших зеркала, составляющих между собой прямой угол. На той же оси сбоку прикреплен небольшой диск (теневой экран), назначение которого—указывать направление солнечных лучей, для чего все кольцо с зеркалами и диском поворачивается до тех пор, пока тень от диска не превратится в прямую линию. Объективное кольцо м. б. прикреплено наглухо, но тогда необходимо, чтобы труба могла вращаться вокруг своей визирной оси. Перед улавливанием солнечных лучей необходимо, для оберегания глаз от ожога, надеть на окуляр цветные, плотные стекла (темнозеленое, темносинее или темнокрасное). Применение Г. начинается с наведения трубы на ту точку, на которой производится измерение углов, для чего необходимо зеркала повернуть так, чтобы они не закрывали объектива и чтобы одно из них легло в плоскость визирной оси. В таком положении трубу закрепляют и затем начинают поворачивать диск и зеркала. Теневой диск поворачивается до тех пор, пока тень от него не превратится в прямую линию, и в этот момент лучи солнца будут перпендикулярны к оси вращения диска и зеркал. Затем начинают поворачивать зеркала до того момента, пока изображение центра солнечного диска, отраженное от одного из зеркал, не совпадет с центром креста нитей окуляра трубы. В это время солнечные лучи, отраженные другим зеркалом, пойдут по прямо противоположному (на 180°) направлению, т. е. по направлению визирной оси трубы, или в точку наблюдения, куда направлена труба. Так как солнечный диск виден под углом, примерно, в половину градуса, то солнечные лучи, отраженные от зеркала, пойдут конусом в полградуса и будут видны не только из точки наблюдения, но и из других близких точек.

Из других систем гелиотропа нужно отметить конструкции Бертрама, Струве и др.

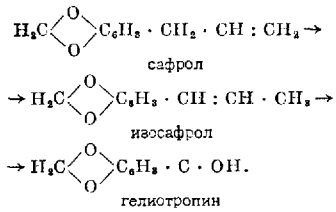
Свет от Г. виден на очень большие расстояния и имеет вид яркой светящейся точки, на которую удобно визировать с большой точностью. Лучшее время для наблюдений—несколько (2—3) часов после восхода и до захода солнца. Если свет от гелиотропа слишком силен, перед объективом угломерного инструмента помещают черную, полупрозрачную материю.

Лит.: Витковский В. В., Практич. геодезия, СПБ, 1911; Красовский Ф. Н., Руководство по высшей геодезии, ч. I, М., 1926. **П. Орлов.**

ГЕЛИОТРОПИН, пиперональ, $C_8H_6O_3$, метиленовый эфир 3, 4-диоксибензальдегида



(протокатехового альдегида)—кристаллич. вещество, обладающее в небольших концентрациях запахом цветов гелиотропа. Г. найден в небольших количествах в эфирных маслах растений: Spirea ulmaria L. и Robinia pseudoacacia L. Г. образует бесцветные кристаллы, легко растворимые в спирте и трудно—в воде; $t°_{пл.}$ 37° и $t°_{кип.}$ 263°, исходным материалом для получения Г. служит сафрол, добываемый из жидкого японского камфорного эфирного масла. Процесс получения Г. состоит в превращении сафрола в изосафрол и в окислении последнего:



сафрол → изосафрол → гелиотропин

В твердом состоянии Г. сохраняется хорошо, в расплавленном—легко окисляется в пиперониловую кислоту; на свету окрашивается в бурый цвет; дает хорошо кристаллизующиеся производные (оксим, семикарбазон и др.); широко применяется в парфюмерной и мыловаренной промышленности. Потребность СССР в Г. (около 5 000 *кг*) покрывается ввозом, так как он у нас не производится.

Лит.: Cohn J., Die Riechstoffe, 2 Aufl., Brschw., 1924; Parry E., Cyclopaedia of Perfumery, v. 1, London, 1925. **Б. Рутовский.**

ГЕМАТЕИН, $C_{16}H_{12}O_6$, естественное красящее вещество, получаемое при окислении *гематоксилина* (см.), содержащегося в синем кампешевом дереве Haematoxylon campecheanum. Последнее растет в тропич. странах, лучшие его культуры—в Ср. и Юж. Америке. В зависимости от концентрации Г. поступает в продажу в виде раствора, либо экстракта, либо в кристаллах. Г. растворим в воде (лучше при нагревании) и в щелочах; осаждается кислотами; способен давать лаки с окислами тяжелых металлов, вследствие чего употребляется в качестве протравного красителя. Алюминиевый лак—синего цвета, хромовый и медный—сине-черного, железный—глубоко черного. В смеси с экстрактом желтого дерева гематеин дает по протравленной смесью окислов хрома и железа шерсти глубокую и сравнительно прочную черную окраску. Появление хромировочных черных красителей уменьшило распространение Г., но при крашении шелка в черный цвет применение Г. по железн. протраве и в наше время очень велико. В СССР Г. имеет большое применение для окраски кож и гл. обр. овчин в черный цвет.

Лит.: Colour Index, *1246*, N. Y., 1924; Rupe H., Die Chemie d. natürlichen Farbstoffe, Braunschweig, 1909; Brigl P., Die chemische Erforschung d. Naturfarbstoffe, Braunschweig, 1921. **И. Иоффе.**

ГЕМАТИН, см. *Красители натуральные.*

ГЕМАТИТ, Fe_2O_3 (70% Fe, 30% O); тв. 5—6, уд. в. 4,9—5,3; излом неровный; цвет у кристаллич. разновидностей железно-черный, у плотных и землистых разновидностей—красный; черта вишнево-красная; иногда магнитен; перед паяльной трубкой не плавится; в восстановительном пламени делается магнитен; с бурой и фосфорной солью реагирует как окись Fe.

Разновидности гематита: 1) Железный блеск—ясно-кристаллическ. образования с металлическим блеском. Сростки пластинчатых кристаллов, напоминающие венчик махрового цветка, называются железной розой; листоватые и чешуйчатые аггрегаты в виде сплошных масс или вкрапленностей в горной породе называются железной слюдкой. 2) Красная стеклянная голова—Г. в натечных гроздевидных и почковидных формах. 3) Красный железняк—плотный Г. скрыто-кристаллическ. строения; оолитовый красный железняк—гематит, состоящий из скопления мелких зерен, обычно плотно сцементированных. 4) Вап, или глинистый красный железняк, называемый также иногда красным карандашом. 5) Мартит—псевдоморфоза красного железняка по магнетиту.

Г.—типичный минерал контактов кристаллических сланцев; реже встречается в осадочных горных породах; превосходная железная руда. Плотный Г. часто шлифуется для украшений (под названием кровавик). Охристые разновидности (вап) применяются для изготовления красной краски и полировального порошка.

Мировые месторождения Г.: в С. Ш. А.—район Верхнего озера, где запасы его исчисляются в 3—5 млрд. *т*; Клинтон (штат Нью Иорк); в Германии—близ Вецлара; в Бразилии—провинция Минас-Хераес; на о-ве Эльба и др. В СССР Г. встречается гл. обр. на юге, в Криворожском районе (вместе с магнетитом) и на Урале. Запасы Г. таковы:

Месторождения	Млн. *т*
Криворожский район (совместно с магнетитом)	410
Гора Высокая (мартит)	18,0
Богословский округ (мартит)	0,9
Оолитовые красные железняки Урала	2,0
Кутимское месторождение	0,2
Ильмовское месторождение	0,1
	431,2

Лит.: Богданович К. И., Железо, сборник «Естественные производительные силы России», КЕПС, т. 4, вып. 2. П., 1920; Ферсман А. Е., Драгоценные и цветные камни России, т. 1, П., 1920; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и сельском хозяйстве, 2 изд., Л., 1927; Gruner J. W., Magnetite—martite—hematite, «Economic Geology», Urbana, 1926, v. 21, *4*. **Н. Федоровский.**

ГЕМАТОКСИЛИН, $C_{16}H_{14}O_6.3\,H_2O$, добывается из кампеша (экстракт сандалового или кампешевого дерева) путем извлечения эфиром; после сгущения вытяжки до сиропообразной консистенции остатка и прибавления воды Г. выделяется в виде кристаллов, которые отделяются и перекристаллизовываются из воды, содержащей небольшое количество сернистой кислоты или бисульфита. Г. кристаллизуется в призмах или ромбоэдрах, теряющих свою кристаллизационную воду при 100—120° и при этом плавящихся, растворяется в воде, спирте, эфире, имеет сладкий вкус; аммиачные растворы Г. на воздухе легко окисляются, давая *гематеин* (см.). Гематоксилин—чувствительный реактив на аммиак и слабые основания, с которыми дает пурпуровую окраску. Как хороший индикатор, Г. находит себе применение в объемном анализе, а также при приготовлении реактивной бумаги.

ГЕМИТ, см. *Изоляционные материалы.*

ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗА, см. *Целлюлоза.*

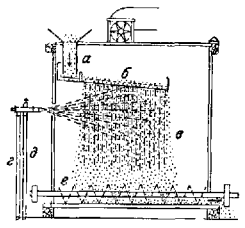
ГЕМЛОК, название хвойных деревьев из рода Tsuga, произрастающих в С. Америке, Японии и Гималаях. Гемлок относится к теневыносливым древесным породам и предпочитает хорошие, свежие, глубокие почвы. Древесина гемлока, с ядром серо-коричневого цвета и заболонью в 5 *см*, обладает высокой прочностью, но легка; уд. в. 0,44—0,50. В коре Г. содержатся дубильные вещества. Г. довольно морозостоек. В Канаде произрастает Tsuga canadensis Carr., из коры которого добывается т. н. канадский бальзам; древесина идет на столярные изделия и шпалы. Вдоль побережья Тихого океана произрастает Tsuga mertensiana Carr.—западно-американский Г.; в Калифорнии—T. pattoniana Englm., горный, калифорнский Г., достигающий 50 *м*; в Японии—T. Sieboldi Carr. и T. diversifolia Maxim.; в Гималаях, поднимаясь до 3 500 *м* над уровнем моря, растет T. dumosa Load.

Лит.: Mayr H., Fremdländische Wald- u. Parkbäume f. Europa, p. 424—429, B., 1906. **Н. Кобранов.**

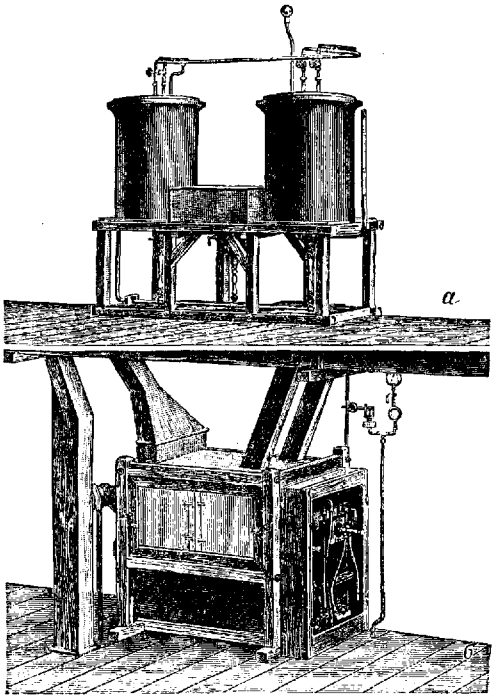
ГЕМОГЛОБИН, красный пигмент крови, находящийся в красных кровяных шариках и составляющий до 90% их сухого остатка. См. *Крови переработка.*

ГЕМФРИСА НАСОСЫ, см. *Насосы.*

ГЕМФРИСА ПРОЦЕСС, в мукомольном деле, состоит в том, что в крупки и дунсты пшеничного и ржаного размола пульверизируют воду или различные патентованные растворы солей. Самый процесс производят в особом аппарате по патенту англ. специалиста Гемфриса (Humphries). Аппарат в разрезе схематически изображен на фиг. 1. Продукт по течке *а* поступает на сотрясательное сито *б* и просеивается в камеру *в* аппарата. Сито подвешено на тягах или опирается на пружины и приводится в возвратно-колебательное движение от эксцентрика или особого вибрационного механизма (на фиг. не показано). По трубе *г* вдувается сжатый воздух, по трубе *д* движется жидкость, которая пульверизируется в виде мельчайшей пыли в продукт и равномерно его увлажняет. Легкая аспирация камеры способствует равномерному смешиванию жидкости и продукта.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Увлажненный продукт падает вниз и шнеком *е* выводится из аппарата для дальнейшей переработки в муку. Общий вид установки (2-й и 3-й этажи) показан на фиг. 2; на верхнем этаже *а* видны баки с растворами препарата; на 2-м этаже *б*—камера для обработки муки, в 1-м этаже (на фиг. не показан) помещен компрессор для воздуха. Аппарат пригоден и для замочки зерна водой в целях доведения влажности его до желаемых размеров.

Уже одно простое увлажнение крупок и месяток до определенной степени перед размолом, т. е. пульверизация в них чистой воды, приносит известные выгоды, а именно: 1) продукт легче размалывается и просеивается, и, следовательно, получается экономия в расходуемой энергии; 2) продукт не так сильно нагревается во время размола, а следовательно, уменьшается расход силы на аспирацию вальцов, и мука менее подвергается опасности быть «перегретой», что, как известно, отражается на ее пекарных свойствах; 3) увлажнение в должной мере крупок и месяток (дунстов) делает отрубянистые частицы более вязкими и позволяет более полно отделить эндосперм от оболочек, что ведет или к получению более светлой муки или к повышению выхода муки; 4) имеется возможность выпускать муку постоянной влажности, что имеет большое значение в торговле мукой. Если вместо воды пульверизировать в промежуточные продукты солодовую вытяжку, различные питательные

смеси для дрожжей, соли для укрепления клейковины и т. п., то получается возможность влиять на пекарные качества муки. Первое время Гемфрис предлагал пульверизировать в продукты водный настой отрубей, так как отруби характеризуются сравнительно высоким содержанием минеральных солей (около 6%), растворимых углеводов (около 8—9%) и растворимых белков (около 5%). Однако водная вытяжка отрубей имеет довольно темную окраску, и это служит большим препятствием к применению ее для светлых сортов муки. Кроме того, неопределенность состава самой вытяжки не дает возможности получать постоянные результаты. В настоящее время в Германии и Франции, где способ Гемфриса имеет распространение, рекомендуют солодовые препараты, а также патентованные препараты Elco I, Elco II, Porit, Secalit; в Америке известен препарат Arcady и др. Препараты эти применяют в зависимости от качества зерна. Так, Elco I содержит препарат натрия и делает клейковину муки более эластичной; препарат Elco II содержит бромноватокислый калий, способствующий получению более подъемистого хлеба; Porit содержит аммонийные соли и улучшает строение мякиша пшеничного хлеба; Secalit (рекомендуют для ржаной муки) содержит кислые фосфораты и аммонийные соли, являющиеся питательной средой для дрожжей; препарат Arcady содержит бромноватокислый калий, хлористый аммоний, сернокислый калий и другие соли. Т. о., комбинируя различные препараты, можно значительно улучшить пекарные качества муки.

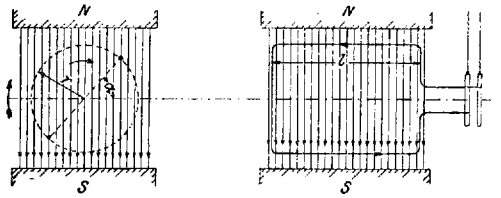
Лит.: Kent-Jones, Modern Cereal Chemistry, Liverpool, 1927; Neumann M., Brotgetreide u. Brot, 2 Aufl., B., 1925; Maurizio A., Die Nahrungsmittel aus Getreide, 2 Aufl., B., 1922; Humphries A. E., Some Points Concerning the Treatement of Wheat Flour, «Milling», L., 1911, 9; Le procédé Humphries dans les moyens et les petits moulins, «La meunerie française», P., 1927, 448. **В. Смирнов.**

ГЕНЕРА ЧИСЛО, %-ное содержание нерастворимых в воде жирных кислот (совместно с неомыляемым остатком), обнаруживаемое при исследовании растительных или животных жиров (глицеридов). Генера число, наравне с кислотным числом, эфирным числом и др. данными, служит для характеристики различных жиров и оценки их качеств. Г. ч. устанавливают путем обработки навески жира в 3—4 *г* в чашке твердым KOH (1—2 *г*) и спиртом (25—50 *см*³). Смесь кипятят 15 мин. на водяной бане, пока не получится прозрачный раствор, остающийся таким же прозрачным при прибавлении капли воды. После этого выпаривают спирт (при трудно омыляемых жирах или воске прибавляют бензол и ксилол, затем 50% алкоголя и снова выпаривают досуха). К сухому остатку прибавляют разбавленного раствора H_2SO_4, после чего снова нагревают. Жирные нерастворимые в воде кислоты и неомыляемые соединения всплывают в виде прозрачного слоя. Их отфильтровывают через взвешенный плотный, предварительно смоченный горячей водой фильтр и отмывают на фильтре горячей водой до нейтральной реакции промывных вод. Отмытый осадок сушат на фильтре в течение 2 час. при 100° (при дальнейшей сушке убыль в весе в течение получаса д. б. не более 1—2 *мг*, в противном случае сушку продолжают) или же — в вакуум-эксикаторе до постоянного веса. Сухой остаток можно извлечь с фильтра избытком смеси эфира и спирта или спирта и бензола и после отгонки растворителя определить вес сухого остатка. Генера число дает возможность заранее вычислять при мыловарении технический выход мыла из разных жиров.

ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА, альтернатор, электрическая машина, служащая для образования переменного тока. В технике под переменным током обычно подразумевают такой ток, мгновенное значение силы к-рого в зависимости от времени изменяется практически по закону синуса. Для получения переменных токов посредством электрических машин применяются генераторы двух видов: синхронные и асинхронные. Синхронные Г. п. т. получили в настоящее время наибольшее распространение. Отличительной особенностью этих машин является то, что в них магнитное поле создается посредством постоянных магнитов или при помощи электромагнитов, так наз. индукторов, питаемых постоянным током, а наведение переменной эдс в обмотке якоря происходит вследствие изменения положения витков обмотки якоря относительно постоянного магнитного поля. Совместная или параллельная работа двух или нескольких таких машин возможна только при условии вращения их строго в такт с определенным числом оборотов, или, как говорят, синхронно, откуда и произошло название этих машин. Асинхронные Г. п. т. представляют собою обращенные индукционные двигатели (бесколлекторные или коллекторные); подробно об этих машинах см. *Индукционные машины*, здесь же будут рассмотрены лишь синхронные Г. п. т.

Принципы действия синхронного генератора переменного тока. Действие альтернатора, как и всякой электрической машины, основано на явлениях электромагнитной индукции. В простейшем виде Г. п. т. имеет следующую конструкцию.

В равномерном магнитном поле (фиг. 1), создаваемом двумя полюсами N и S, вращается вокруг оси с равномерной скоростью



Фиг. 1.

проводник в форме прямоугольной рамки. В плоскости чертежа рамка имеет ширину равную $2r$ и в осевом направлении длину l. В указанном на фиг. 1 положении плоскость рамки пронизывается магнитным потоком Φ, который равен произведению магнитной индукции B в межполюсном пространстве на проекцию площади рамки нормально к силовым линиям, т. е.

$$\Phi = B \cdot S_{\text{пр}} = B \cdot 2r \cdot l \cdot \cos\alpha.$$

При вращении рамки в ней наводится электродвижущая сила, равная

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}\cdot 10^{-8} = -\frac{d(B\cdot 2r\cdot l\cdot\cos\alpha)}{dt}\cdot 10^{-8} = B\cdot 2r\cdot l\cdot\sin\alpha\cdot\frac{d\alpha}{dt}\cdot 10^{-8}\text{ вольт.}$$

Произведение $B\cdot 2r\cdot l$ представляет собою магнитный поток, пронизывающий рамку, когда плоскость последней находится в положении нормальном к силовым линиям; в этом случае Φ достигает своего максимума:

$$\Phi_{max} = B\cdot 2r\cdot l.$$

Величина $\frac{d\alpha}{dt}$ выражает угловую скорость вращения рамки и равна ω; таким образом,

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}\cdot 10^{-8} = -\frac{d(\Phi_{max}\cdot\cos\alpha)}{dt} = \omega\cdot\Phi_{max}\cdot\sin\omega t\cdot 10^{-8}. \quad (1)$$

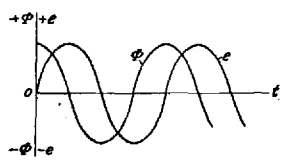
Магнитный поток, охватываемый рамкой во время ее вращения, изменяется по закону:

$$\Phi = \Phi_{max}\cdot\cos\alpha = \Phi\cdot\cos\omega t = \Phi\cdot\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right). \quad (2)$$

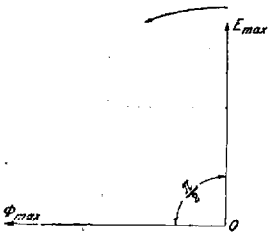
Из уравнений (1) и (2) видно, что при равномерном вращении рамки в однородном магнитном поле наводятся переменные синусоидальные эдс; при этом магнитный поток Φ, охватываемый рамкой, также изменяется по закону синуса, но по фазе он опережает наводимую им эдс на угол $\frac{\pi}{2}$, или на четверть периода, $\frac{T}{4}$. Этот процесс наведения эдс графически изображен на фиг. 2, а посредством векторов—на фиг. 3. Амплитудное значение эдс равно:

$$E_{max} = \Phi_{max}\cdot\omega\cdot 10^{-8}\text{ вольт.}$$

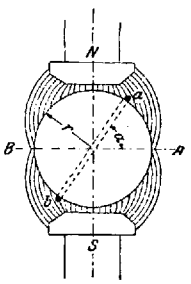
Для получения эдс, применяемых для практич. целей, приходится иметь сильные магнитные поля. Получение сильных магнитных полей в значительн. мере облегчается, если сопротивление магнитн цепи сделать малым, а магнитн. поле создать посредством электромагнитов. С целью уменьшения магнитного сопротивления между полюсами N и S (фиг. 1) помещают железный цилиндр, на наружной части которого располагают проводники, а наконечникам полюсов N и S придают такую форму, при к-рой в междужелезном пространстве магнитн. индукция распределяется по закону синуса. Так как железное тело якоря подвергается периодическому перемагничиванию, то, в целях уменьшения потерь, сердечник якоря набирается из железных листов, изолируемых друг от друга бумагой или эмалевым лаком. Схема устройства такого Г. п. т. приведена на фиг. 4, а кривая фиг. 5 изображает распределение магнитн. индукции в воздушном зазоре между полюсными башмаками и поверхностью якоря. Магнитная индукция воздушного зазора в месте, находящемся на расстоянии x по окружности от точки A, может быть выражена следующим образом:



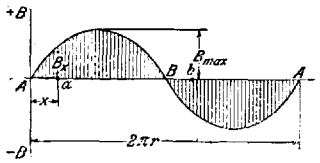
Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

$$B_x = B_{max}\cdot\sin x.$$

Тогда, при равномерном движении проводов a и b по окружности с линейной скоростью $v = \frac{dx}{dt} = r\cdot\frac{d\alpha}{dt} = r\cdot\omega$, в каждом из них наводится эдс, равная

$$e_1 = B_x\cdot l\cdot v\cdot 10^{-8} = B_{max}\cdot\sin\alpha\cdot l\cdot r\cdot\frac{d\alpha}{dt}\cdot 10^{-8} = B_{max}\cdot l\cdot r\cdot\omega\cdot\sin\alpha\cdot 10^{-8}\text{ вольт.}$$

Таким образом, в витке действует эдс

$$e = 2e_1 = B_{max}\cdot l\cdot 2r\cdot\omega\cdot\sin\alpha\cdot 10^{-8} = \Phi_{max}\cdot\omega\cdot\sin\alpha\cdot 10^{-8}\text{ вольт,}$$

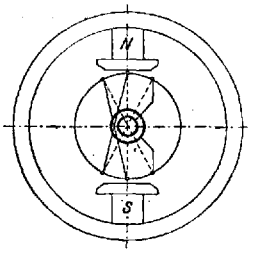
т. е. эдс, изменяющаяся по закону синуса. Если в плоскости рамки лежит не один виток, а несколько последовательно соединенных между собой витков w_1, то наводимая эдс получается равной

$$e = -w_1\cdot\frac{d\Phi}{dt}\cdot 10^{-8} = w_1\cdot\Phi_{max}\cdot\omega\cdot\sin\alpha\cdot 10^{-8}\text{ вольт,}$$

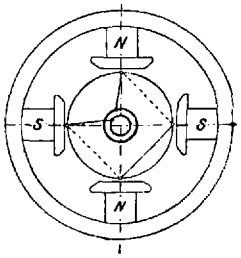
а максимальное значение ее получается равным

$$E_{max} = w_1\cdot\omega\cdot\Phi_{max}\cdot 10^{-8} = 2\pi\cdot f\cdot w_1\cdot\Phi\ 10^{-8}\text{ вольт.}$$

В технике посредством измерительных приборов учитывают обычно не максимальное значение напряжений, а т. н. эффективное значение их, к-рое представляет



Фиг. 6.



Фиг. 7.

собою среднее квадратичное значение из мгновенных значений эдс. Для эдс, изменяющихся по закону синуса, эффективное значение равно 0,707 E_{max}.

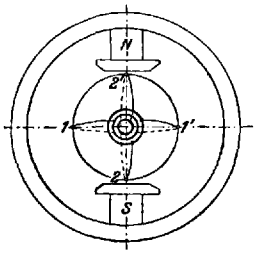
На фиг. 6 приведена схема устройства двуполюсного альтернатора. Для получения переменного тока с частотой f необходимо, чтобы якорь относительно магнитной системы вращался со скоростью f_1 об/ск., или со скоростью $n = 60f_1$ об/м. Нетрудно понять, что для получения переменного тока той же

частоты в четырехполюсном альтернаторе (фиг. 7) требуется скорость вращения в два раза меньше, т. к. за период относительного перемещения проводников на двойное полюсное деление совершается полный цикл изменения эдс; следовательно, в данном случае, один полный оборот соответствует двум периодам изменения эдс. Если Г. п. т. имеет p пар полюсов, то, при вращении машины со скоростью n об/м., наводимая эдс имеет частоту f, равную $\frac{p \cdot n}{60}$.

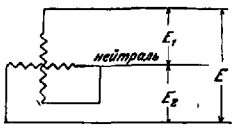
Так как электрическая угловая скорость $\omega = 2\pi \cdot f$, а угловая скорость относительно вращения якоря $\omega_{м.} = \frac{\pi \cdot n}{30}$, то между этими двумя величинами получается соотношение: $\frac{\omega}{\omega_{м.}} = \frac{2\pi \cdot f}{\pi \cdot n} \cdot 30 = \frac{2p \cdot n}{60n} \cdot 30 = p$, или $\omega = p \cdot \omega_{м.}$; а отсюда следует, что поворот якоря по отношению к магнитной системе на угол α_1 соответствует изменению фазы электродвижущей силы на угол $\alpha = p \cdot \alpha_1$. Наведение эдс в якоре синхрон. машин обусловлено перемещением проводников в магнитном поле; при этом это наведение совершенно не зависит от того, двигаются ли проводники относительно неподвижной магнитной системы или сама магнитная система находится в движении, а якорь неподвижен. Поэтому синхронные машины могут выполняться: 1) с неподвижной магнитной системой и подвижным якорем и 2) с неподвижным якорем и вращающейся магнитной системой. Последний вид устройства получил наибольшее распространение, первый же тип применяется лишь в Г. п. т. небольшой мощности.

В Европе нормальной частотой переменного тока для осветительных и силовых установок является 50 пер/ск.; в Америке же за нормальную частоту принята частота в 60 пер/ск. В электрическ. тяге применяются токи частотой в 25, 16²/₃ и 15 пер/ск. В старых установках встречаются Г. п. т. частотой в 42, 40, 20 и 120 пер/ск. В радиотехнике употребляются альтернаторы частотой тока от 500 до 30 000 пер/ск. Альтернаторы, дающие переменные токи частотой от 500 до 2 000 пер/ск., принято называть Г. п. т. повышенной частоты. Машины, предназначаемые для образования перемен. токов больших частот ($f \geqslant 10\,000$ пер/ск.), называются Г. п. т. высокой частоты. Современные альтернаторы нормальной частоты строятся с числом пар полюсов p от 1 до 40.

На фиг. 6 была приведена схема устройства однофазного Г. п. т. Альтернаторы могут служить также и для получения многофазных переменных токов, в частности двух- и трехфазного тока; с этой целью якорь альтернатора снабжается многофазной обмоткой. Двухфазный альтернатор по своему устройству отличается от однофазного Г. п. т. тем, что обмотка якоря его составлена из двух однофазных обмоток, сдвинутых по отношению друг к другу на половину полюсн. деления, или полюсного шага (фиг. 8). Вследствие такого расположения обмоток, наводимые в них эдс имеют сдвиг фаз в 90°, или разность фаз в ¹/₄ периода. Фазные обмотки двухфазного альтернатора м. б. совершенно разобщены, и тогда якорь снабжается четырьмя выводными зажимами; в большинстве же случаев два конца фазных обмоток соединяются между собой электрически и образуют так наз. нулевую точку, или нейтраль (фиг. 9). В этом случае напряжение между свободными концами, или междуфазное напряжение E, равно геометрической сумме фазных напряжений E_1 и E_2. Если $E_1 = E_2$, то $E = \sqrt{2} \cdot E_1$. Соединив электрически не концы, а середины двух однофазных обмоток, сдвинутых по отношению друг друга на половину полюсного деления, можно получить четырехфазную обмотку.

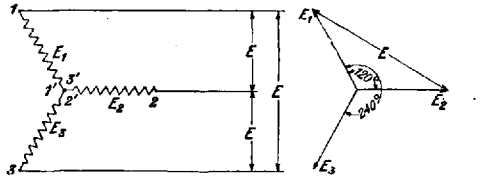


Фиг. 8.



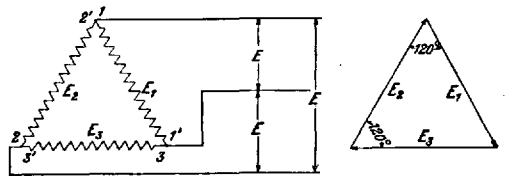
Фиг. 9.

В трехфазных альтернаторах обмотка якоря состоит из трех однофазных обмоток, сдвинутых относительно друг друга на ²/₃ полюсного деления. Так как перемещение обмоток относительно магнитной системы на два полюсных деления соответствует полному циклу изменения эдс, или 360 электрическим градусам, то, при вращении Г. п. т., в трех однофазных обмотках, смещенных друг относительно друга на ²/₃ полюсного деления, наводятся эдс, отличающиеся по фазе на 120 электрическ. градусов, или на



Фиг. 10.

¹/₃ периода. Фазные обмотки трехфазн. альтернатора могут быть соединены в звезду или в треугольник. При соединении в звезду все начала или все концы обмоток соединяются электрически между собою и образуют нулевую точку (фиг. 10). При таком способе соединения, в случае равенства $E_1 = E_2 = E_3$,



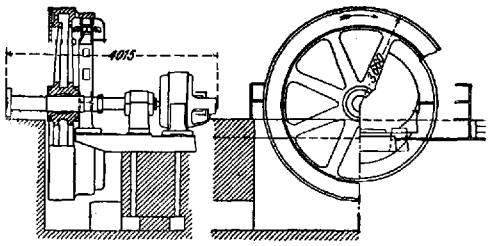
Фиг. 11.

междуфазовое напряжение получается равным $E = \sqrt{3} \cdot E_1$. На фиг. 11 изображена схема соединения обмоток в треугольник. В этом случае три однофазных обмотки якоря образуют замкнутую цепь, и только тогда, когда наводимые в каждой обмотке эдс строго равны между собой и отличаются по фазе на 120°, результирующая эдс в замкнутой цепи

обмоток равна нулю; в противном же случае по обмоткам должен течь ток. Из схемы фиг. 11 легко усмотреть, что линейное напряжение, или напряжение на зажимах Г. п. т., равно фазному напряжению, т. е., при $E_1=E_2=E_3$, $E=E_1=E_2=E_3$. Обычно соединение обмоток в треугольник применяется в Г. п. т. низкого напряжения при больших силах токов. Отдельные фазные обмотки могут состоять из нескольких параллельных ветвей.

Классификация генераторов переменного тока. I. По устройству магнитной системы различают: 1) Г. п. т. с неподвижной внешней магнитной системой и вращающимся внутри этой системы якорем; 2) Г. п. т. с неподвижным якорем, или статором, и вращающейся магнитной системой, или ротором.

1) Синхронные Г. п. т. с неподвижной магнитной системой и вращающимся якорем строились ранее мощностью до 1 000 kVA; в настоящее время Г. п. т. подобного конструктивного типа выполняются мощностью не больше 150 kVA и напряжением не свыше 550 V. Обычной же конструкцией для синхронных машин является конструкция с неподвижным якорем и вращающейся магнитной системой. У таких машин значительно лучше



Фиг. 12.

разрешается вопрос о выводе тока, надлежащей изоляции и надежном механическом креплении обмоток.

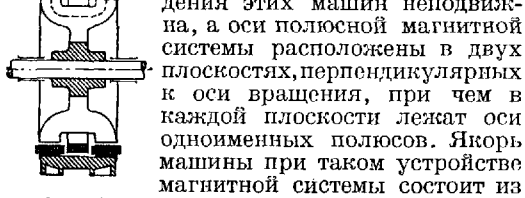
2) Синхронные Г. п. т. с неподвижным якорем и вращающейся магнитной системой, в свою очередь, разделяются на следующие виды.

а) Машины с внешним якорем и внутренней магнитной системой: этот вид устройства является наиболее распространенным, и такая конструкция считается нормальной для современных синхронных машин. По этому типу строятся как тихоходные, так и быстроходные машины.

б) Машины с внешней магнитной системой и внутренним якорем: эта конструкция применяется в многополюсных машинах, приводимых в движение от двигателей внутреннего сгорания. В тех случаях, когда маховик двигателя имеет большой диаметр, весьма рационально (с целью увеличения момента инерции) располагать магнитные полюсы на ободе маховика двигателя, а якорь располагать внутри магнитной системы. На фиг. 12 (размеры в *мм*) изображена схема устройства Г. п. т. подобной конструкции.

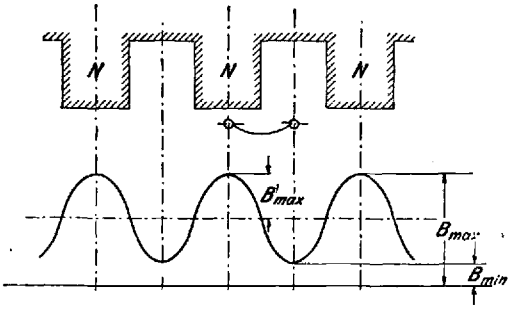
в) Машины индукторного типа: отличительной особенностью этих машин является то, что вращающаяся многополюсная магнитная система снабжается одной общей обмоткой возбуждения. Для осуществления идеи применения одной общей обмотки для всех полюсов магнитной системы в синхронных генераторах переменного полюсного типа приходится полюсным сердечникам придавать когтеобразный вид. Подобный тип магнитной системы применяется в настоящее время лишь в машинах специального назначения, например, в альтернаторах, служащих для питания радиоустановок и нагревательных и осветительных приборов на самолетах.

К индукторному типу синхронных машин принадлежат и машины, имеющие одноименно-полюсные магнитные системы (фиг. 13). Обмотка возбуждения этих машин неподвижна, а оси полюсной магнитной системы расположены в двух плоскостях, перпендикулярных к оси вращения, при чем в каждой плоскости лежат оси одноименных полюсов. Якорь машины при таком устройстве магнитной системы состоит из двух частей; витки обмотки одной половины якоря находятся под действием лишь северных полюсов, а витки другой половины—под действием южных полюсов. При изучении кривой магнитной индукции в воздушном зазоре такой машины (фиг. 14) легко усмотреть, что значение индукции колеблется между некоторым максимумом B_{max} (против выступа) и минимумом B_{min} (против впадины), при этом B_{min} составляет обычно от 0,3 до 0,4 B_{max}. Если взять виток, активные стороны которого отстоят друг от друга на расстоянии половины полюсного деления, то в каждой стороне его при движении витка будет наводиться эдс, пропорциональная магнитной индукции, а результирующая эдс витка будет равняться разности эдс, наводимых в каждой активной стороне витка. Таким образом, при движении витка будут происходить изменения эдс в пределах, пропорциональных $+(B_{max}-B_{min})$ и $-(B_{max}-B_{min})$.



Фиг. 13.

Такую машину можно уподобить машине с переменно-полюсной магнитной системой,



Фиг. 14.

имеющей число полюсов вдвое большее, чем у данной, и максимальную магнитную индукцию в воздушном зазоре

$$B'_{max}=\frac{B_{max}-B_{min}}{2},$$

при чем B'_{max} составляет от 0,3 до 0,35 B_{max}.

В машинах, имеющих постоянно-полюсную магнитную систему, полный цикл изменения эдс происходит за период перемещения витка на $^1/_2$ полюсного деления, поэтому при вращении такой машины со скоростью n об/м. частота колебаний эдс получается равной $f = \frac{2p \cdot n}{60}$, где p—число одноименных полюсов или число пар всех полюсов.

Синхронные машины индукторного типа в магнитном отношении используются очень слабо, что и является недостатком подобного рода машин. В последнее время машины индукторного типа нашли широкое распространение в радиотелеграфии в качестве Г. п. т. повышенной и высокой частоты (для f, равной от 500 до 30 000 пер/ск.). К категории машин индукторного типа принадлежат также и машины, в которых магнитная индукция, имеющая постоянное направление, подвергается колебаниям вследствие изменения магнитного сопротивления воздушного зазора при движении железного ротора, имеющего зубчатую наружную цилиндрическую поверхность. Подобные машины строятся для получения переменных токов звуковых частот.

г) Турбогенераторы: синхронные машины этого типа предназначаются для сцепления с паровыми турбинами, вращающимися обычно с большими скоростями. Магнитная система турбогенераторов в большинстве случаев не имеет явно выраженных полюсов; она состоит из цилиндрического тела, на поверхности которого делаются впадины для укладки обмотки возбуждения. В машинах, имеющих магнитную систему с неявно выраженными полюсами, воздушный зазор между поверхностями статора и ротора получается одинаковый, и распределение в нем магнитной индукции зависит от соответствующего распределения обмотки возбуждения по поверхности ротора.

II. По способу расположения вала синхронные машины разделяются на вертикальные и горизонтальные. В большинстве случаев машины делаются с горизонтальным расположением вала; с вертикальными валами Г. п. т. выполняются лишь в тех случаях, когда они предназначаются для привода от вертикальных водяных турбин.

III. По способу защиты современные синхронные машины выполняются лишь трех видов: открытые, полузакрытые (защищенные) и закрытые.

1) В машинах открытого типа вращающиеся и токопроводящие части не имеют специальных защитных приспособлений, и охлаждающий воздух имеет свободный доступ как для входа, так и для выхода. Подобная конструкция находит применение в тихоходных синхронных машинах, а также в машинах небольшой мощности и средней скорости вращения.

2) Машины защищенного типа имеют приспособления, благодаря к-рым затрудняется случайное соприкосновение или проникание внутрь машины посторонних тел. Заграждения устраиваются т. о., чтобы охлаждающий воздух создавал определен. поток, омывающий все нагревающиеся части машины. К машинам этого типа принадлежат быстроходные Г. п. т. малых и средних мощностей, а также машины, снабженные щитовыми подшипниковыми крышками.

3) Машины закрытого типа устроены так. обр., что все токопроводящие и вращающиеся части заключены в закрытый кожух, а подвод и отвод охлаждающей среды (воздуха или другого газа) производится через особые отверстия, посредством труб, каналов или аналогичных приспособлений. Подобная конструкция применяется во всех быстроходных машинах большой мощности, для охлаждения к-рых необходимы большие количества воздуха. В машинах закрытого типа подвод охлаждающего воздуха можно производить не из машинного зала, а из других помещений или снаружи; благодаря этому обслуживающий персонал не подвергается неприятному действию циркуляции воздуха, и уменьшается шум машин. Кроме того, при работе с машинами закрытого типа имеется возможность регулировать темп-ру машинного помещения: это достигается тем, что выходящий из машины нагретый воздух по желанию можно отводить наружу (летом) или впускать в помещения, которые необходимо обогревать. Обычно подвод охлаждающей среды производится посредством каналов, устраиваемых в фундаментах.

IV. По способу охлаждения современные синхронные машины разделяются на три категории:

1) С естественным охлаждением; в них охлаждение происходит от циркуляции воздуха, получающейся вследствие движения вращающихся частей машины. Этот способ охлаждения применяется в машинах открытого типа, имеющих большой диаметр и вращающихся с малой скоростью.

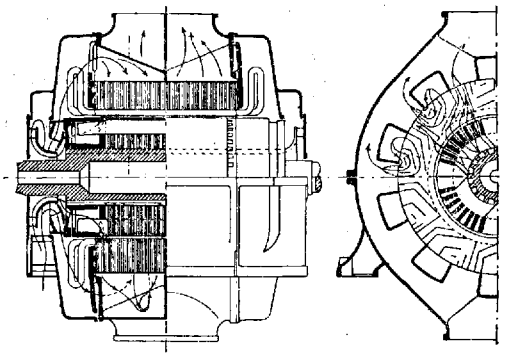
2) С самовентиляцией; в этих машинах охлаждение достигается посредством воздуха или газа, приводимого в движение посредством вентилятора или какого-либо другого приспособления, составляющего одно целое с вращающейся частью машины. Подобный способ охлаждения применяется для большинства синхронных машин и, в частности, в машинах полузакрытого или закрытого типа.

3) С посторонним охлаждением; в этих случаях охлаждающая среда (газ или жидкость) подается вентиляторами или насосами, работающими независимо от машины. Синхронные машины с водяным охлаждением строятся редко, и в настоящее время этим способом охлаждения перестают пользоваться. Применение постороннего вентилятора позволяет уменьшить потери на вентиляцию машины; к тому же вентилятор, приводимый в движение от постороннего двигателя, можно выполнить с более высоким кпд. Обычные вентиляторы, сидящие на валу синхронной машины, обладают весьма низким кпд, около 30%, тогда как отдельные вентиляторы конструируются более совершенно, и кпд в них достигает 60%. Увеличение кпд вентилятора имеет весьма существенное значение для больших машин, где потери на вентиляцию могут достигать больших размеров. Одним из видов постороннего охлаждения является

охлаждение посредством замкнутой циркуляции газа (воздуха, водорода, метана), получающее в последнее время все большее и большее распространение и обладающее следующими достоинствами: а) отпадает необходимость устройства специальных фильтров для очистки охлаждающего газа; б) имеется возможность применения в качестве охлаждающей среды не только воздуха, но и других газов (напр., водорода, метана); благодаря применению более теплоемких газов можно улучшить условия охлаждения; с другой стороны, благодаря применению газов, не содержащих кислорода, устраняются явления озонизации, способствующей разрушению изоляции; в) уменьшается опасность в отношении пожаров, так как ограничивается распространение пламени, а применение инертных газов для охлаждения совершенно устраняет возможность пожара; г) создается возможность использования тепла нагретого газа для подогрева, напр., воды для питания котлов и отопительных систем. На фиг. 15 показано устройство одной из подобных систем охлаждения.

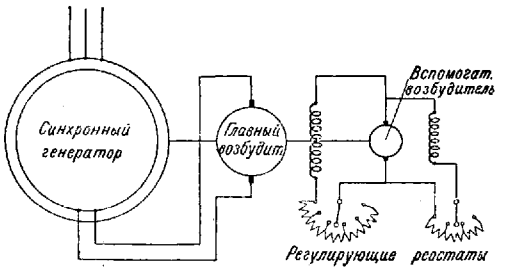
V. По способу возбуждения синхронные машины могут иметь собственное и постороннее возбуждение.

1) Машины с собственным возбуждением имеют в качестве источника постоянного тока, которым питается обмотка возбуждения, особый генератор, сидящий на одном валу с машиной. Этот генератор постоянного тока, называемый возбудителем, имеет в большинстве случаев или параллельное возбуждение (шунтовое) или от другого шунтового генератора, обычно сидящего на том же валу синхронной машины.



Фиг. 15.

В последнем случае возбудительная система состоит из двух возбудителей—главного и вспомогательного, и самый способ возбуждения называется каскадным (фиг. 16). Достоинством собственного возбуждения является возможность более независимой регулировки напряжения. Регулировку напряжения можно осуществлять посредством изменения сопротивления, вводимого в цепь возбуждения синхронной машины, или путем изменения напряжения на зажимах возбудителя, что достигается регулировкой реостата, включаемого в шунтовую обмотку возбудителя. Т. к. для возбуждения больших машин требуется постоянный ток большой силы, то реостат цепи возбуждения синхронной машины приобретает громадные размеры; поэтому регулировку возбуждения предпочтительно производить посредством изменения напряжения на зажимах возбудителя (при помощи шунтового регулятора). При каскадном способе возбуждения регулировка возбуждения Г. п. т. производится главным обр. путем изменения напряжения на зажимах главного возбудителя; изменение же напряжения у последнего достигается, в свою очередь, регулировкой реостата главного возбудителя, включенного в цепь возбуждения, или регулировкой шунтового



Фиг. 16.

реостата вспомогательного возбудителя. Таким образом, при каскадном способе возбуждения имеется возможность более тонкой регулировки возбуждения синхронной машины; при этом регулирующие реостаты не имеют больших размеров, и сама регулировка возбуждения является более экономичной. Каскадный способ имеет преимущество еще и в том, что при нем устраняется возможность перемагничивания возбудителя, которое может наступить при внезапных коротких замыканиях синхронной машины. Недостатком способа собственного возбуждения является зависимость возбуждения Г. п. т., а следовательно и его действия, от исправности действия своего возбудителя.

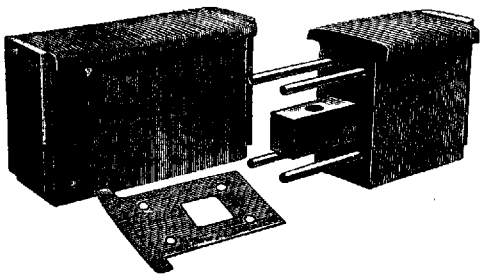
2) Машины с независимым возбуждением получают постоянный ток от аккумуляторных батарей, сети постоянного тока или особого генератора постоянного тока, приводимого в движение от постороннего двигателя. Независимое возбуждение находит применение лишь в тихоходных генераторах и в тех случаях, когда по соображениям экономичности и надежности действия наиболее выгодно использование отдельных генераторов постоянного тока как для возбуждения нескольких синхронных машин, так и для удовлетворения других потребностей электрической станции в постоянном токе.

Устройство основных деталей генераторов переменного тока. I. Магнитная система. В нормальных конструкциях синхронных машин магнитная система является вращающейся частью машины. Обычно в машинах, вращающихся с небольшой или средней скоростью, магнитная система устраивается с явно выраженным полюсом; синхронные же машины, приводимые в движение от паровых турбин, имеют неявно выраженные полюсы.

1) Магнитная система с явно выраженными полюсами состоит из следующих основных частей: а) остова,

б) полюсных сердечников, в) полюсных наконечников, г) обмотки возбуждения, д) демпферной обмотки и е) контактных колец.

а) Обычно остов вращающейся магнитной системы выполняется в виде колеса, состоящего из обода, спиц и втулки с отверстием для вала; в некоторых же случаях магнитное колесо делается сплошным, и оно представляет собою набор стальных плит. Если Г. п. т. приводится в движение от поршневой машины (двигателя внутреннего сгорания, паровой машины), то, с целью уменьшения неравномерности хода, магнитное колесо выполняют в виде маховика, или же в качестве магнитного остова используется обод махового колеса двигателя. В качестве материала, идущего на изготовление магнитного остова, служит чугун или сталь. Магнитные колеса в механич. отношении д. б. рассчитаны на действие окружных усилий и центробежных сил от действия собственных масс, а также от масс полюсов, прикрепленных к магнитному колесу. В зависимости от диаметра магнитный остов делается целым или составным из 2—4—6 частей. В случае составного устройства магнитного колеса отдельные части его скрепляются посредством болтов и анкерных колец, при чем



Фиг. 17.

последние надеваются в нагретом состоянии. Спицы магнитного колеса располагаются в одном или двух рядах, в зависимости от осевой длины магнитного остова. При большой осевой длине, что имеет место для больших быстроходных машин, магнитный остов составляется из целого ряда отдельных колес со спицами или из отдельных толстых стальных плит. В машинах малого диаметра магнитный остов обычно выполняется из целого куска стали.

б) Полюсные сердечники могут изготовляться как отдельная часть магнитной системы или же представлять одно целое с магнитным остовом. В последнем случае полюсные сердечники отливаются или откуются вместе с магнитным остовом, в большинстве же случаев они изготовляются отдельно, из динамной стали. Крепление полюсных сердечников к магнитному остову производится по способу ласточкина хвоста или посредством болтов. Если полюсные сердечники изготовляются из тонкой динамной листовой стали, то для прикрепления их к остову применяется конструкция, изображенная на фиг. 17. Для улучшения условий охлаждения полюсные сердечники иногда снабжаются вентиляционными каналами. Поперечное сечение полюсных сердечников рассчитывается по допустимой магнитной индукции, нормальные значения этих индукций составляют 8 000÷10 000 максвелл/$см^2$. Высота сердечника обычно берется такой, чтобы при ней можно было разместить обмотку возбуждения.

в) Полюсные наконечники могут представлять одно целое с полюсными сердечниками или выполняться отдельно от них. В качестве материала для полюсных наконечников применяется стальное литье, стальные плиты или динамная листовая сталь. Массивные полюсные наконечники применяются тогда, когда статор имеет закрытые или полузакрытые пазы; в тех случаях, когда статор выполнен с открытыми пазами или когда многофазный Г. п. т. предназначается для работы при несимметричной нагрузке, рекомендуется полюсные наконечники выполнять из листов динамной стали, изолированных друг от друга; такие же полюсные наконечники устраиваются и для однофазных Г. п. т. С целью уменьшения высших гармоник эдс, наводимых от зубцовых полей, края полюсных наконечников делают иногда не параллельными оси вала магнитной системы, а наклонными, или же полюсные наконечники располагают вдоль оси ступенями. Массивные полюсные башмаки прикрепляют к сердечникам посредством шурупов или делают свертными. Крепление полюсных наконечников, набираемых из листовой стали, производится по способу ласточкина хвоста или стягиванием болтами между двумя щеками. Полюсным наконечникам придают определенную форму с целью получения синусоидального распределения магнитной индукции в воздушном зазоре. Ширина полюсного башмака делается равной, приблизительно, $^2/_3$ полюсного деления. Воздушный зазор на краях наконечника берется примерно в два раза бóльшим, чем воздушный зазор под серединой полюса.

г) Обмотка возбуждения состоит обычно из отдельных катушек, располагаемых на полюсных сердечниках; лишь в машинах индукторного типа обмотку устраивают иначе. В машинах малой мощности обмотка возбуждения изготовляется из круглой или из прямоугольной медной проволоки, покрытой хлопчатобумажной или бумажной изоляцией, и представляет собою многослойные катушки, пропитанные изолирующей массой так, что они образуют сплошное тело. В больших Г. п. т., где для возбуждения приходится применять большие токи, обмотка выполняется из голой медной ленты, при чем все витки располагаются в один слой. Изоляция между отдельными витками осуществляется путем прокладки пропитанного лаком прессшпана или асбеста, а также миканита, изоляция обмотки возбуждения по отношению к корпусу магнитной системы—посредством прокладки шайб и гильз из прессшпана или, в особых случаях, из асбеста. Для увеличения поверхности охлаждения обмотки возбуждения наружные края медной ленты делаются скошенными. В роторах, вращающихся с большими скоростями, между двумя соседними катушками вставляются распорки, предохраняющие витки от соприкосновения под действием

центробежной силы. Отдельные катушки возбуждения, как правило, соединяются между собой последовательно; при этом соединение концов обмоток производится посредством пайки, а при больших сечениях проводников—при помощи болтов. Для присоединения концов обмотки возбуждения к контактным кольцам применяются изолированный кабель или медные шины, которые прокладываются по магнитному колесу и валу и надежным образом на них закрепляются.

д) Демпферные обмотки применяются гл. образом в однофазных Г. п. т. и служат для компенсации инверсного (обратно вращающегося) поля. Демпферные обмотки в однофазных Г. п. т. выполняются в виде колец, закладываемых под полюсными башмаками, и стержней, проходящих через соответствующие отверстия в полюсных наконечниках. Эти стержни с обеих торцевых сторон надежно электрически соединяются с кольцами; такое соединение должно производиться посредством пайки или автогенной сварки. В качестве материала для демпферных стержней служит красная медь; соединительные торцевые кольца выполняются из желтой меди. Подполюсные кольца делаются из меди или алюминия. В трехфазных Г. п. т. демпферные обмотки находят применение в тех случаях, когда ставятся повышенные требования в отношении устойчивости параллельной работы, а также для устранения электрических колебаний высшего порядка, наступающих при однофазных коротких замыканиях и могущих повести к перенапряжениям вследствие возможного резонанса. Обычно на каждом полюсе размещают от 10 до 16 стержней; при этом демпферные стержни располагаются друг от друга на расстоянии, приблизительно равном зубцевому делению статора.

е) Контактные кольца, через которые происходит подвод тока в цепь возбуждения, в большинстве случаев выполняются из ковкой стали, а при больших размерах их—из литой стали. Эти кольца насаживаются на чугунные втулки и изолируются от последних помощью миканита. В некоторых случаях, для удобства снимания, кольца делаются из двух частей. Контактные кольца обычно располагаются на валу с одной стороны, между магнитной системой и подшипником, около которого находится возбудитель. В машинах с вертикальным ротором контактные кольца, как правило, помещаются между ротором и нижним направляющим подшипником. В исключительных же случаях вертикальные машины имеют расположение колец на верхнем конце вала, выше опорного подшипника или поверх возбудителя; при этом соединительные провода, идущие от возбудителя к концам обмотки возбуждения, пропускаются через отверстие, высверленное для этой цели в валу Г. п. т. Подвод тока к контактным кольцам производится посредством мягких угольных, графитных или медно-графитных щеток.

2) Магнитная система с неявно выраженными полюсами выполняется в виде цилиндрического ротора. Эта часть является наиболее ответственной деталью быстроходных машин (турбогенераторов). Магнитная система этих машин представляет во многих случаях одно целое с валом и выполняется из специальн. высокосортной магнитной стали; в теле ротора делаются пазы, в к-рых располагается обмотка, а также отверстия и каналы для вентиляции. Роторы большого диаметра выполняются иногда из отдельных стальных листов толщиной в 40—60 *мм*. Зубцы ротора или представляют одно целое с магнитным сердечником или делаются вставными; в последнем случае зубцы изготовляются из листовой динамной стали, в виде отдельных пакетов; эти зубцы имеют ласточкин хвост, при помощи к-рого и создается крепление их в соответствующих гнездах на теле ротора.

При выборе той или иной конструкции ротора всегда приходится учитывать критическую скорость вращения ротора. Обычно стремятся к тому, чтобы она лежала за пределами номинальной скорости вращения. Осуществление этого условия в отношении роторов, номинальная скорость вращения к-рых составляет 3 000—3 600 об/м., представляет иногда большие конструктивные затруднения. В случае невозможности выполнения этого условия ротор конструируется так, чтобы его первая критическая скорость для машин, вращающихся со скоростью в 3 000 об/м., была около 1 800—2 000 об/м. Пазы, в к-рые закладывается обмотка возбуждения, располагают или в радиальном направлении или в параллельных плоскостях, перпендикулярных к оси полюсов. Первый вид пазов является более распространенным; при устройстве их имеется возможность закладывать обмотку, выполненную по шаблону. Пазы распределяются равномерно по всей окружности или на части ее (на $^2/_3$ или $^4/_5$ окружности). Число пазов и способ расположения их выбираются таким образом, чтобы получилось по возможности синусоидальное распределение магнитной индукции.

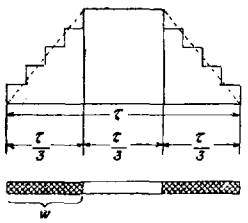
С целью лучшего охлаждения ротора, а также для получения определенного магнитного насыщения, зубцы ротора иногда снабжают прорезами и отверстиями; кроме того, под пазом делается осевое отверстие.

Обмотка ротора обычно изготовляется из медной ленты, покрытой хлопчатобумажной изоляцией; обмотка в пазах располагается в 1 или 2 ряда. Изоляция обмотки от тела ротора производится посредством прессшпана. Укрепление обмотки в пазах осуществляется посредством металлических клиньев; в качестве материала для клиньев применяется диамагнитная сталь, обладающая большой электрической проводимостью, или бронза с малым уд. сопротивлением. Головки обмоток закрываются посредством капотов, удерживающих головки от изгиба под действием центробежной силы. Эти капоты должны обладать надлежащей механической прочностью, для чего они выполняются из специальных сортов стали. С целью уменьшения магнитного рассеяния сталь, идущая на изготовление капотов, должна быть диамагнитной. Металлические клинья должны иметь хорошее электрическое соединение с капотами; для достижения этого приходится прибегать к специальным конструкциям.

Металлические клинья, будучи электрически связаны с капотами, образуют сильную демпферную обмотку в виде беличьего колеса и в значительной мере способствуют устранению перенапряжений и влияний обратновращающихся полей при однофазных коротких замыканиях.

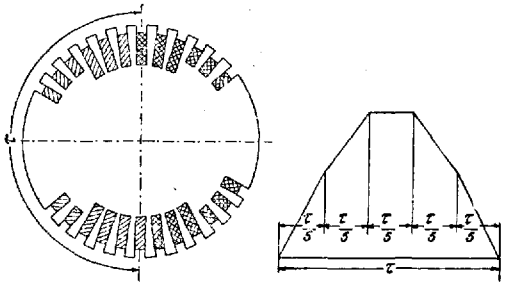
Контактные кольца располагаются по одну или обе стороны ротора; они обычно выполняются из сименс-мартеновской стали.

Распределение обмотки возбуждения производится таким образом, чтобы кривая магнитной индукции в воздушн. зазоре получилась по возможности синусоидальной. Обычно обмотка возбуждения размещается на $^2/_3$ окружности; при таком расположении кривая магнитодвижущей силы имеет вид ступенчатой трапеции (фиг. 18). Заксом (Sachs) предложено производить распределение витков обмотки возбуждения на $^4/_5$ окружности ротора, причем витки, приходящиеся на каждый полюс, распределять на две части: одну, содержащую в себе 0,617 всех витков, располагать в крайних, более глубоких пазах, а другую—во внутренних (фиг. 19). При подобном распределении витков является возможность получить такую магнитную индукцию в воздушном зазоре, кривая которой весьма близко подходит к синусоиде.



Фиг. 18.

При изготовлении вращающейся магнитной системы быстроходных машин, ротора, приходится обращать особенное внимание



Фиг. 19.

на уравновешенность всей системы как в механическом, так и в магнитном отношениях. Неуравновешенные роторы могут вызвать, в особенности в быстроходных машинах, сильные вибрации, делающие дальнейшую работу машины невозможной. Для достижения полной механическ. уравновешенности роторы подвергаются как статической, так и динамической балансировке. С целью достижения магнитной уравновешенности приходится обращать внимание на точность механической обработки и сборки и на однородность применяемых материалов.

Вращающаяся магнитная система, ротор, является одной из наиболее ответственных частей Г. п. т. В современных синхронных машинах окружные скорости достигают 140—155 *м/сек.* при таких скоростях вращающиеся части подвергаются большим разрывным усилиям, и неудачная конструкция, несоответствующий подбор материала могут явиться причиной крупных катастроф.

С целью поверки механич. прочности вращающаяся магнитная система подвергается испытанию «на разнос». Это испытание производится при повышенной скорости; согласно нормам, скорость вращения при испытании на разнос устанавливается равной: а) для Г. п. т., приводимых в движение паровыми турбинами, двигателями внутреннего сгорания,—125% от номинальной, б) для Г. п. т., приводимых в движение от водяных турбин,—180% от номинальной. Испытание на разнос производится в специальных помещениях или ямах.

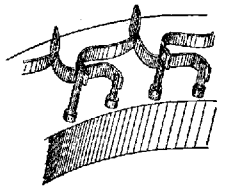
II. Якорная система. Якорь синхронных Г. п. т., имеющих нормальную конструкцию, делается неподвижным и поэтому является статором машины. Статор состоит из станины, сердечника якоря и обмотки. В зависимости от размера машины статор выполняется целым или составным из 2—3—4 частей.

1) Станина изготовляется из чугуна; она является остовом тела якоря и в то же время служит частью кожуха машины. Обычно в станине машины устраивают каналы и отверстия для подвода и отвода воздуха или газа, служащего для вентиляции машины.

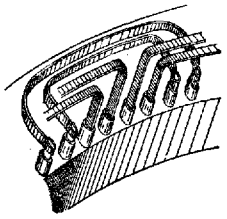
2) Сердечник якоря набирается из сегментов листовой динамной стали, толщиной в 0,5 *мм*, в редких случаях—в 0,35 *мм*. Листы этой стали оклеивают с одной стороны тонкой бумагой, с целью изолирования их друг от друга, для уменьшения токов Фуко. В Г. п. т. повышенной частоты сердечник якоря изготовляется из весьма тонких листов (толщиной от 0,1 *мм* и менее) мягкого железа, обладающего малыми потерями на гистерезис. Обычно сердечник якоря составляется из отдельных пакетов, шириной от 40 до 60 *мм*; на внутренней цилиндрической поверхности сердечника якоря делают прорезы или пазы, в к-рых располагают обмотку якоря. Пазы бывают трех видов: открытые, полузакрытые и закрытые. Достоинство закрытых пазов состоит в том, что при наличии их поле в воздушном зазоре получается более равномерным, благодаря чему уменьшаются потери от пульсации магнитного потока; недостатком же закрытых пазов является затруднительность закладки обмотки в эти пазы. При открытых пазах имеется возможность применения шаблонной обмотки, что в значительной мере упрощает и удешевляет изготовление ее. Так как открытые пазы вызывают сильные пульсации магнитного потока, то для уменьшения этих пульсаций между головками зубцов вставляют клинья, набираемые из листовой динамной стали. Конструкция паза оказывает влияние на индуктивное сопротивление обмотки, обусловленное рассеянием потока в пазу и между головками зубцов. Закрытые и полузакрытые пазы, а также пазы, снабженные железными клиньями, создают для потоков рассеяния бо́льшую проводимость, чем открытые пазы. В нек-рых случаях, с целью увеличения индуктивного сопротив-

ления обмотки якоря, пазам придают более сложную форму. Тогда паз делается из двух частей, из которых одна предназначена для размещения обмотки, а другая служит для увеличения проводимости потоков рассеяния. Для охлаждения сердечника якоря и его обмотки в теле сердечника делаются в осевом направлении отверстия, а между отдельными пакетами оставляются щели.

2) Обмотка якоря. По конструктивному выполнению обмотки якоря синхронных машин бывают двух видов: стержневые и катушечные. Обычно стержневые обмотки применяются в тех случаях, когда в одном пазу располагают только одну или две стороны витков обмотки; такие обмотки употребляются для сил тока от 600

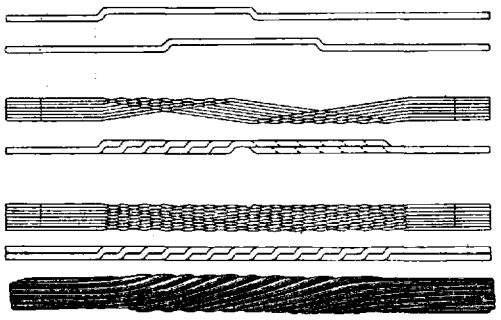


Фиг. 20.



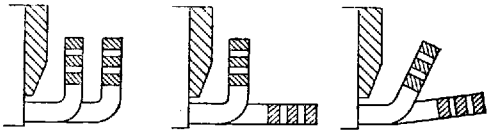
Фиг. 21.

до 1 000 А и более; при этом стержни обмотки изолируются на полное напряжение. Стержневая обмотка чаще всего располагается в полузакрытых пазах. Лобовые соединения в стержневой обмотке имеют вилкообразную (фиг. 20) или дугообразную форму (фиг. 21). Если поперечное сечение стержней превосходит 300—400 *см*, то для уменьшения дополнительных потерь стержни выполняются в виде кабеля из отдельных тонких полос, сплетенных между собой определенным образом. Конструкция таких плетеных стержней представлена на фиг. 22. Катушечные обмотки применяются для машин высокого напряжения. Катушечная обмотка выполняется вручную и по шаблону. Намотка витков вручную производится обычно тогда, когда якорь снабжен



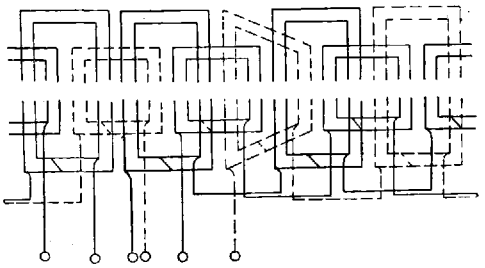
Фиг. 22.

закрытыми или полузакрытыми пазами; такой способ выполнения обмотки ограничивается применением в машинах небольшой и средней мощности, напряжением до 5 000—6 000 V. Шаблонная катушечная обмотка, в зависимости от предполагаемого способа закладки ее в пазах, выполняется в виде полувитков (разрезанной с одной стороны катушки) или же в виде целых катушек. Первый вид шаблонных обмоток применяется для якорей с закрытыми или полузакрытыми пазами. Разрезанные витки таких обмоток после закладки в пазы соединяют между собой путем пайки или сварки, а обнаженные части их затем хорошо изолируют.



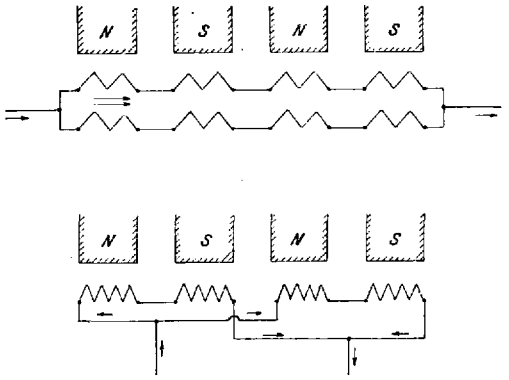
Фиг. 23.

Такие обмотки применяются для напряжения до 8 000—10 000 V. Цельные шаблонные катушки могут закладываться и в полузакрытые пазы тогда, когда ширина прореза паза такова, что неизогнутая часть катушки может свободно проходить по этому прорезу. Такие обмотки находят применение гл. обр. в четырехполюсных машинах и для напряжений до 8 000 V. Шаблонные обмотки, закладываемые в открытых пазах, бывают заранее полностью изолированными; они применяются в машинах большой мощности, с напряжением до 30 000 V. Обмотка якоря может располагаться в один или два слоя, при чем двуслойное расположение находит место гл. обр. в стержневых обмотках и в катушечных, выполненных по типу обмоток



Фиг. 24.

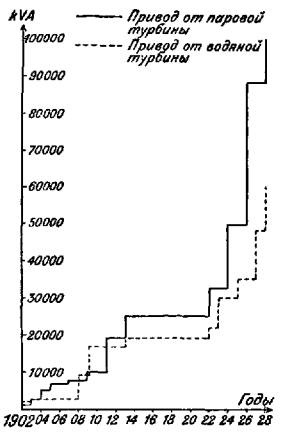
постоянного тока. В многофазных машинах обмотку располагают равномерно по всей цилиндрич. поверхности сердечника якоря.



Фиг. 25.

В однофазных же машинах обмотка размещается лишь на $^2/_3$ окружности. Средний шаг обмотки якоря обыкновенно делают равным полюсному делению. За последнее

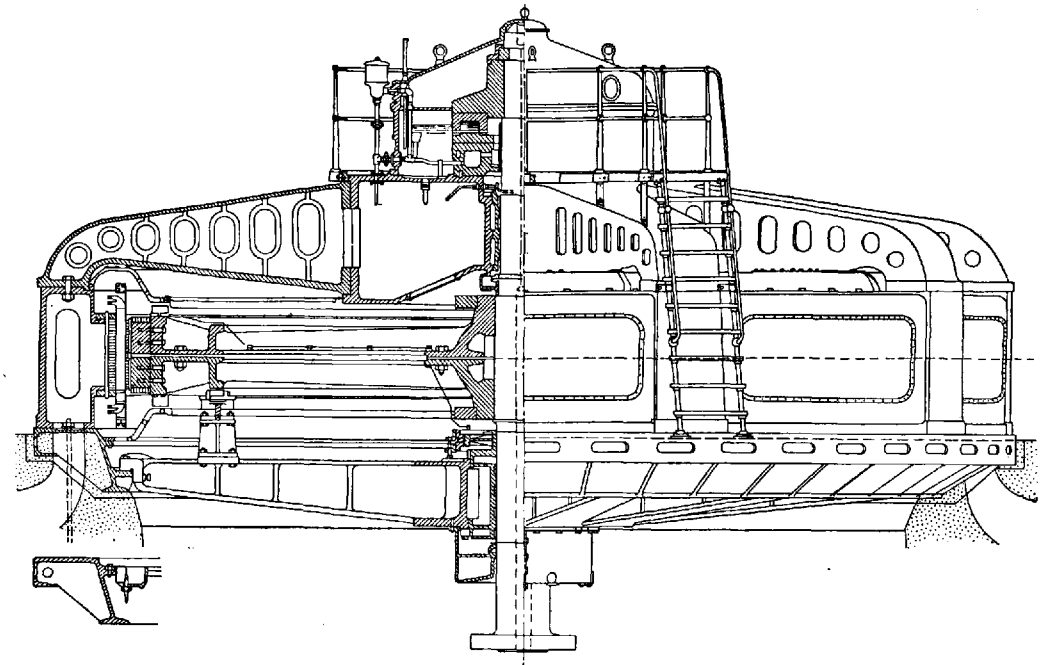
время, с целью уменьшения пульсаций от магнитного потока, вызванных реакцией якоря, обмотка якоря выполняется с укороченным шагом, от 0,7 до 0,8 полюсного деления. Головки обмоток располагаются в два или в три этажа. Схема расположения двухэтажных обмоток изображена на фиг. 23. На фиг. 24 представлена одна из схем соединений типичных обмоток, употребляемых для синхронных Г. п. т. Обмотки якоря могут соединяться из одной или нескольких параллельных ветвей. В большинстве случаев число параллельных ветвей ограничивается двумя; при этом параллельные соединения ветвей осуществляются по схемам фиг. 25.



Фиг. 26.

3) Изоляция обмотки якоря по отношению к телу сердечника, а также витков ее друг от друга и отдельных частей обмотки одной фазы по отношению к частям обмотки другой, представляет сложную задачу. Для изоляции отдельных витков друг от друга применяется пропитанная хлопчатобумажная оплетка в один или два слоя. Изоляция витков по отношению к поверхности паза осуществляется посредством микапитовых или слюдяных гильз. Изолированные катушки после пропитки д. б. хорошо спрессованы, чтобы внутри не образовывалось пространств, заполненных воздухом; при наличии последнего, вследствие озонизации, происходит разрушение изоляции. Изоляция обмоток не д. б. восприимчивой к влаге и портиться под действием воды и к-ты. Изоляция головок обмоток достигается тем, что стороны катушек располагают на определенном расстоянии друг от друга, а места скрещивания сторон катушек двух разноимен. фаз изолируются прокладками.

4) Закрепление обмотки в пазах производится в большинстве случаев посредством клиньев из динамной листовой стали или же из пропитанного маслом или компаундной массой дерева (бук). На крепление головок (лобовых частей) обмотки якоря приходится обращать особенное внимание. При коротких замыканиях, когда ток в обмотке якоря увеличивается в 10—15 раз, головки обмоток могут подвергаться сильным механическим воздействиям вследствие электродинамич. эффекта. Последний особенно резко выявляется в машинах турбогенераторного типа. Обычно крепление осуществляется посредством накладок и болтов, ввертываемых в боковые крышки станины якоря или в кронштейны, прикрепленные к станине. Для образования более жесткой системы крепления иногда все накладки механически связываются между собой посредством колец. В тихоходных машинах, вследствие небольшого электродинамич. действия естественная жесткость головок обмоток бывает достаточной для того, чтобы противостоять механическим силам, возникающим при мгновенном коротком замыкании.


Фиг. 27.

Развитие мощности генераторов переменного тока. На фиг. 26 представлены диаграммы, иллюстрирующие непрерывный рост единичной мощности Г. п. т., приводимых

в движение паровыми и водяными турбинами. Максимальные значения мощностей современных Г. п. т. приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Пределы мощности построенных турбо- и гидрогенераторов.

Скорость вращения	Мощность в kVA
Турбогенераторы:	
3 000 об/м.	50 000
1 800 »	88 000
1 500 »	100 000
1 200 »	160 000
Гидрогенераторы:	
500—300 об/м.	50 000
150— 75 »	65 000

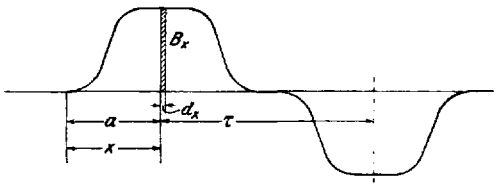
Наибольшая мощность Г. п. т., приводимых в движение двигателями Дизеля, в настоящее время 13 000 kVA.

Развитие генераторостроения в СССР. Производство турбогенераторов в СССР сосредоточено на з-де «Электросила» в Ленинграде. После всестороннего изучения вопроса о наиболее целесообразном типе турбогенератора для производственных и эксплоатационных условий в СССР, завод «Электросила» остановился на типе, близком к конструкции Броун-Бовери, характеризуемом применением массивного ротора с фрезированными пазами для обмотки возбуждения и двусторонней радиальной вентиляцией. Главнейшие преимущества массивного ротора: а) напряжения в поковке массивного ротора, при прочих равных условиях, меньше, чем в роторе со вставными зубцами; б) массивный ротор проще по конструкции, дешевле в производстве и удобнее для ремонта; в) энергия, потребная для возбуждения, при прочих равных условиях, для массивного ротора меньше, так как он имеет преимущества в магнитном и в электрическом отношении перед ротором со вставными зубцами. Двусторонняя радиальная вентиляция имеет преимущества перед другими системами в отношении минимума гидравлического сопротивления и одинакового нагрева воздуха по отдельным струям. Вентиляция железа статора особенно активна, благодаря специальной конструкции (завода «Электросила») воздухопроводов в статорном железе.

Строящаяся в настоящее время на заводе «Электросила» серия турбогенераторов имеет 7 диаметров и дает, благодаря вариации длин, 18 типов по мощности. При проектировании серии были учтены современные достижения в области турбогенераторостроения на Западе. Сравнение серии турбогенераторов завода «Электросила» с наилучшими заграничными сериями приводит к следующим выводам: 1) машинные постоянные для русской новой серии машин мало разнятся от машинных постоянных заграничных серий; 2) разница в весах для турбогенераторов относительно малых мощностей (до 5 000 kVA) объясняется применением за границей сварных корпусов и весьма тонкостенного чугунного литья; 3) кпд турбогенераторов завода «Электросила», по испытаниям согласно нормам, выше гарантируемых заграничными заводами на 0,5 — 1,0%.

Постройка гидрогенераторов производится на заводах «Электросила» и харьковском электромеханическом. За последние годы большинство гидрогенераторных станций, построенных в СССР, снабжаются Г. п. т. отечественного производства. На фиг. 27 приведены чертежи волховских Г. п. т., построенных на заводах Государственного электротехнического треста (ГЭТ); эти Г. п. т. по своей мощности, при скорости вращения 75 об/м., являются одними из наибольших в Европе (8 750 kVA).

Рабочий процесс генератора переменного тока. I. Наведение эдс в обмотке якоря. Если распределение магнитной индукции вдоль воздушного зазора представить в виде кривой, изображенной на фиг. 28, то



Фиг. 28.

в прямоугольном витке, имеющем длину в осевом направлении l *см*, а ширину τ *см*, равную полюсному делению, при его движении наводится эдс, значение к-рой можно определить согласно ф-ле Максвелла-Фарадея:

$$e_a = -\frac{d\Phi_a}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ вольт.}$$

Магнитн. поток, охватываемый этой рамкой, когда одна сторона ее смещена относительно нейтральной зоны на расстояние a, равен:

$$\Phi_a = \int_a^{\tau+a} B_x \cdot l \cdot dx = \int_0^{\tau+a} B_x \cdot l \cdot dx -$$

$$- \int_0^{a} B_x \cdot l \cdot dx = \int_0^{\tau} B_x \cdot l \cdot dx +$$

$$+ \int_{\tau}^{\tau+a} B_x \cdot l \cdot dx - \int_0^{a} B_x \cdot l \cdot dx =$$

$$= \text{Const} - 2\int_0^{a} B_x \cdot l \cdot dx.$$

Отсюда следует, что

$$-\frac{d\Phi_a}{dt} = 2B_x \cdot l \cdot \frac{dx}{dt};$$

так как

$$\frac{dx}{dt} = v_x,$$

то

$$\frac{d\Phi_a}{dt} = -2B_x \cdot l \cdot v_x.$$

На основании этого, эдс, наводимая в витке при равномерном движении последнего с постоянной скоростью $v_x = v = \text{Const}$, получается равной

$$e' = -\frac{d\Phi_a}{dt} \cdot 10^{-8} = 2B_x \cdot l \cdot v \cdot 10^{-8} \text{ вольт.}$$

Если обмотка состоит не из одного витка, а из w' витков, а синхронная машина имеет p пар полюсов, то мгновенное значение эдс

$$e = 2B_x \cdot l \cdot w' \cdot p \cdot v \cdot 10^{-8} \text{ вольт.} \quad (1)$$

Мгновенное значение e приобретает максимум тогда, когда $B_x = B_{max}$, т. е., когда стороны рамки располагаются под серединой полюсов; в этом случае

$$e = e_{max} = 2B_{max} \cdot l \cdot w' \cdot p \cdot v \cdot 10^{-8} \text{ вольт.}$$

Если бы в тех же пазах под каждой парой полюсов находилось q катушек, то максимальное значение эдс было бы в q раз больше, т. е.

$$E_{max} = q \cdot e_{max} = 2B_{max} \cdot l \cdot v \cdot w' \cdot p \cdot q \cdot 10^{-8} \text{ вольт.} \quad (2)$$

Так как линейная скорость проводников $v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}$, где D—диаметр якоря, то

$$E_{max} = 2B_{max} \cdot l \cdot \pi \cdot \frac{D \cdot n}{60} \cdot p \cdot w' \cdot q \cdot 10^{-8} \text{ вольт.}$$

В свою очередь, частота тока равна $f = \frac{p \cdot n}{60}$, а магнитный поток, охватываемый витками,

$$\Phi_a = B_{cp.} \cdot l \cdot \tau = \alpha_i \cdot B_{max} \cdot l \cdot \frac{\pi D}{2p}.$$

Здесь $\alpha_i = \frac{B_{cp.}}{B_{max}}$—так называем. коэффициент полюсного перекрытия; обычно в Г. п. т. $\alpha_i = 0{,}65$—$0{,}7$.

Отсюда

$$B_{max} \cdot l \cdot \pi \cdot D = \frac{\Phi_a \cdot 2p}{\alpha_i}.$$

На основании этого

$$E_{max} = 4 \cdot \frac{1}{\alpha_i} \cdot q \cdot w' \cdot f \cdot \Phi_a \cdot 10^{-8} \text{ вольт.} \quad (3)$$

В технике обычно посредством измерительных приборов учитывается не максимальное значение напряжений, а так наз. эффективное значение, которое представляет собою среднее значение квадратов мгновенных значений эдс за полный период, т. е.

$$E = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T e^2 \cdot dt}.$$

Если кривая эдс симметрична относительно оси абсцисс, то

$$E = \sqrt{\frac{2}{T}\int_0^{T/2} e^2 \cdot dt},$$

или

$$E = \sqrt{\frac{2}{T}\int_0^{T/2} (2B_x \cdot l \cdot w' \cdot p \cdot v \cdot q \cdot 10^{-8})^2 \, dt} =$$

$$= l \cdot w' \cdot p \cdot v \cdot q \cdot 10^{-8} \sqrt{\frac{1}{\tau}\int_0^{\tau} B_x^2 \cdot dx}.$$

Величину $\sqrt{\frac{1}{\tau}\int_0^{\tau} B_x^2 \cdot dx}$ можно представить как некоторую долю от B_{max}, т. е.:

$$\sqrt{\frac{1}{\tau}\int_0^{\tau} B_x^2 \cdot dx} = f_{max} \cdot B_{max},$$

где f_{max}, т. н. амплитудный коэфф.,—отношение эфф. значения к макс. значению. На основании этих выводов

$$E = 4 \cdot \frac{f_{max}}{\alpha_i} \cdot w' \cdot q \cdot f \cdot \Phi_a \cdot 10^{-8} \text{ вольт.} \quad (4)$$

Отношение

$$\frac{f_{max}}{\alpha_i} = \frac{B_{эфф.}}{B_{max}} \cdot \frac{B_{max}}{B_{cp.}} = \frac{B_{эфф.}}{B_{cp.}} = f_B$$

представляет собою не что иное, как коэфф. формы кривой магнитной индукции; т. о.

$$E = 4 f_B \cdot w' \cdot q \cdot f \cdot \Phi_a \cdot 10^{-8} \text{ вольт.} \quad (5)$$

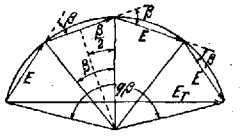
Формула (1) показывает, что кривая имеет ту же форму кривой, что и кривая магнитной индукции $B_x = f(x) = f(v,t) = \varphi(\tau)$, в том случае, когда активные стороны витков q катушек не смещены относительно друг друга. При практическом же осуществлении Г. п. т. стороны катушек распределяются равномерно по всей поверхности или на части цилиндрической поверхности тела якоря, при чем в этом случае стороны витков или катушек сдвинуты по отношению друг к другу на некоторый угол. При одновременном изменении положения всех катушек относительно магнитного поля, в витках отдельных катушек наводятся эдс, отличающиеся по фазе. На фиг. 29 изображены кривые эдс для каждой катушки и кривая результирующей эдс для случая, когда катушки соединены последовательно. Вследствие сдвига фаз эдс, наводимых в отдельных катушках, максимальное значение результирующей эдс при последовательном соединении катушек получается меньше суммы максим. значений эдс всех отдельных катушек, т. е. $E_{r_{max}} < \Sigma E_{max}$, или $E_{r_{max}} < q \cdot E_{max}$. Точно так же и эфф. значение результирующей эдс меньше суммы эфф. значения эдс всех отдельных катушек, т. е. $E_r < \Sigma E$, или $E_r < q \cdot E$. Эфф. значение эдс можно представить себе как некоторую долю от $q \cdot E$, т. е.



Фиг. 29.

$$E_r = f_w \cdot q \cdot E. \quad (6)$$

Величина f_w зависит от q и угла β, на к-рый сдвинуты отдельные катушки относительно друг друга, т. е. от способа расположения обмотки; эта величина носит название о б м о т о ч н о г о к о э ф ф-т а. Если Q'—число пазов, приходящихся на один полюс, то $\beta = \frac{\pi}{Q'}$. В машинах однофазных из Q' пазов лишь q пазов занято обмоткой, а остальные $Q'-q$ пазов остаются незаполненными. В многофазных Г. п. т. с числом фаз m проводники обмотки равномерно распределяются во всех пазах, при чем $m \cdot q = Q'$, и в этом случае $\beta = \frac{\pi}{m \cdot q}$.



Фиг. 30.

Пользуясь формулой (5), можно написать следующее выражение для эффективного значения результирующей эдс, наводимой в последовательно соединенных катушках, стороны которых расположены в $2q$ пазах:

$$E = 4 f_w \cdot f_B \cdot f \cdot w' \cdot q \cdot \Phi \cdot 10^{-8} \text{ вольт;}$$

т. к. $q \cdot w'$—общее число витков обмотки, то

$$E = 4 f_B \cdot f_w \cdot f \cdot w \cdot \Phi \cdot 10^{-8} = 4 k \cdot fw \cdot \Phi \cdot 10^{-8} \text{ вольт;}$$

здесь произведение $f_B \cdot f_w = k$ называется к о э ф ф и ц и е н т о м К а п п а.

Для синусоидальной формы кривой магнитной индукции

$$f_B = \frac{B_{эфф.}}{B_{cp.}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1{,}11.$$

Для кривой другой формы этот коэфф. м. б. определен графич. или аналитич. методом, при этом кривая магнитной индукции разлагается на основную волну и высшие гармоники. Если $B_{1_{max}}$, $B_{3_{max}}$, $B_{5_{max}}$, $B_{7_{max}}$ — соответственно амплитуды основной волны, 3-й, 5-й, 7-й гармоник, то

$$B_{эфф.} = \sqrt{B^2_{1_{эфф.}} + B^2_{3_{эфф.}} + B^2_{5_{эфф.}} + B^2_{7_{эфф.}}}$$

Вводя обозначения

$$b_3 = \frac{B_{3_{max}}}{B_{7_{max}}};\ b_5 = \frac{B_{5_{max}}}{B_{1_{max}}};$$

$$b_7 = \frac{B_{7_{max}}}{B_{1_{max}}};\ \ldots\ b_n = \frac{B_{n\,max}}{B_{1_{max}}},$$

получают

$$B_{эфф.} = \frac{B_{1_{max}}}{\sqrt{2}}\sqrt{1 + b_3^2 + b_5^2 + \ldots + b_n^2};$$

и так как

$$B_{ср.} = \frac{2}{\pi} \cdot B_{1_{max}}(1 + {}^1/_3 b_3 + {}^1/_5 b_5 + \ldots + {}^1/_n b_n),$$

то

$$f_B = \frac{B_{эфф.}}{B_{ср.}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{1 + b_3^2 + b_5^2 + \ldots + b_n^2}}{(1 + {}^1/_3 b_3 + {}^1/_5 b_5 + \ldots + {}^1/_n b_n)}.$$

Обмоточный коэфф. f_w для случаев, когда изменение магнитного индукционного потока происходит по закону синуса, вычисляется по формуле (фиг. 30):

$$f_w = \sin q\frac{\beta}{2} : q \sin\frac{\beta}{2}.$$

В случае более сложной кривой магнитной индукции, для определения общего обмоточного коэффициента необходимо вычислить заранее обмоточные коэффициенты как для основной волны, так и для высших гармоник, при чем вычисление производится по ф-лам:

для основной волны ..... $f_{w_1} = \dfrac{\sin q\frac{\beta}{2}}{q \cdot \sin\frac{\beta}{2}}$;

для 3-й гармоники ..... $f_{w_3} = \dfrac{\sin q\frac{3\beta}{2}}{q \cdot \sin\frac{3\beta}{2}}$;

для 5-й гармоники ..... $f_{w_5} = \dfrac{\sin q\frac{5\beta}{2}}{q \cdot \sin\frac{5\beta}{2}}$;

.....

для n-й гармоники ..... $f_{w_n} = \dfrac{\sin q\frac{n\beta}{2}}{q \cdot \sin\frac{n\beta}{2}}$.

Зная после разложения кривой магнитной индукции коэффициенты $b_3, b_5, \ldots, b_n$ и, введя обозначения $\left(\frac{f_{w_3}}{f_{w_1}}\right) = A_3$, $\left(\frac{f_{w_5}}{f_{w_1}}\right) = A_5$, ..., $\left(\frac{f_{w_n}}{f_{w_1}}\right) = A_n$, находят общий обмоточный коэффициент по формуле:

$$f_w = f_{w_1} \cdot \frac{\sqrt{1 + b_3^2 A_3^2 + b_5^2 A_5^2 + \ldots + b_n^3 A_n^2}}{\sqrt{1 + b_3^2 + b_5^2 + \ldots + b_n^2}}.$$

На основании этих формул выражение для коэфф-та Каппа принимает следующий вид:

$$k = f_B \cdot f_w =$$

$$= \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot f_{w_1} \cdot \frac{\sqrt{1 + b_3^2 A_3^2 + b_5^2 A_5^2 + \ldots + b_n^2 A_n^2}}{\sqrt{1 + b_3^2 + b_5^2 + \ldots + b_n^2}}.$$

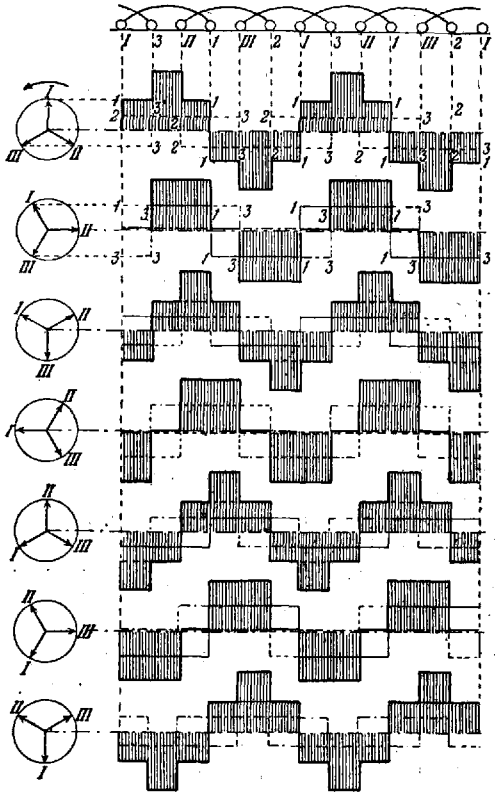
В среднем, в выполненных синхронных машинах коэффициент Каппа k равняется:

Для однофазных машин	0,92
» двуфазных »	1,01
» трехфазных »	1,065

и, соответственно этому, наводимую эдс E можно считать равной:

Для однофазных машин	$3{,}68\,w \cdot f \cdot \Phi \cdot 10^{-8}$	вольт
» двуфазных »	$4{,}44\,w \cdot f \cdot \Phi \cdot 10^{-8}$	»
» трехфазных »	$4{,}26\,w \cdot f \cdot \Phi \cdot 10^{-8}$	»

В трехфазных Г. п. т., при соединении обмотки якоря в звезду, третьи гармоники и все кратные трем не оказывают влияния на форму кривой сопряженного напряжения, вследствие чего если в фазовых напряжениях и имеются третьи и кратные трем гармоники, то в междуфазовых напряжениях



Фиг. 31.

гармоники этого порядка делаются равными нулю. На основании этого сопряженное (междуфазовое) напряжение

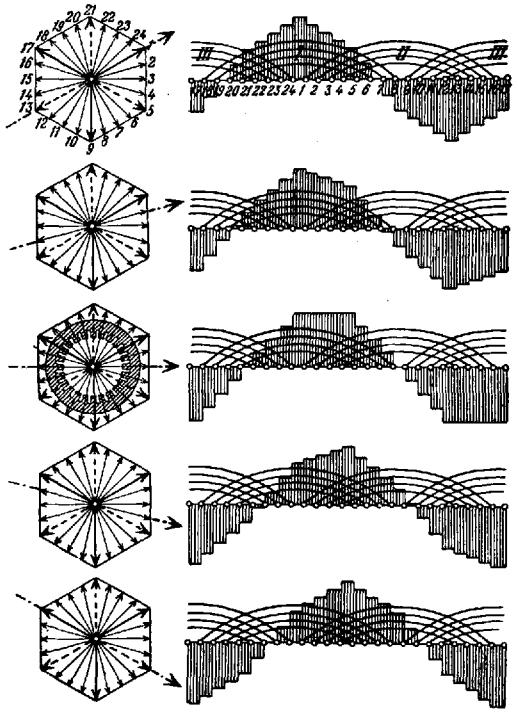
$$E_{мф.} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{E_1^2 + E_5^2 + \ldots + E_n^2},$$

между тем, для фазового напряжения

$$E_{ф.} = \sqrt{E_1^2 + E_3^2 + E_5^2 + \ldots + E_n^2}.$$

Т. о., в трехфазных Г. п. т., имеющих соединенные в звезду обмотки, $E_{мф.} < \sqrt{3} \cdot E_{ф.}$. Если обмотка трехфазного Г. п. т. соединена в тр-к, то третьи и кратные трем гармоники в каждой цепи совпадают по фазе и складываются; поэтому, если концы двух соединенных обмоток разъединить и приложить к ним вольтметр, то он покажет эффективное значение эдс, равное $3\sqrt{E_3^2 + E_9^2 + E_{15}^2 + \ldots}$.

II. Магнитодвижущая сила якоря. При прохождении тока по обмотке якоря создается магнитное поле, при чем форма кривой напряженности магнитного поля,



Фиг. 32.

или магнитодвижущей силы, зависит от способа расположения обмотки, числа фаз и нагрузок фазовых обмоток. На фиг. 31 приведено построение результирующих магнитодвижущих сил для трехфазного Г. п. т. с тремя однокатушечными обмотками, сдвинутыми относительно друг друга на 120 электрич. градусов, для различных мгновенных значений фазовых токов; на фиг. 32 даны кривые результирующих магнитодвижущих сил для случая прохождения тока по трехфазным обмоткам при $q=4$ и на фиг. 33— при $q=\infty$ (гладкая обмотка). Три последние фигуры показывают, что в результате взаимодействия трех пульсирующих фазных полей создается поле, периодически меняющее свою форму и передвигающееся синхронно с магнитной системой. Отношение максимальной и минимальной амплитуд равно 1 : 0,866. С целью уменьшения пульсаций магнитодвижущей силы якоря, обмотки Г. п. т. выполняют с укороченным шагом.

Если на окружности якоря действуют три синусоидально распределенных поля, сдвинутых относительно друг друга на 120 электрическ. градусов и пульсирующих со сдвигом фаз в 120°, то в результате получается постоянное синусоидально распределенное поле, вращающееся относительно тела якоря с угловой электрич. скоростью $\omega=2\pi\cdot f$, где f—частота тока. Если прямоугольное поле, получающееся при прохождении тока по катушке, разложить на основную волну и ряд высших гармоник, то амплитуда магнитодвижущей силы основной волны, приходящейся на один полюс, составляет

$$AW_1=\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot I\cdot w_1\cdot\frac{4}{\pi}=0{,}9\ I\cdot w_1,$$

а результирующая магнитодвижущая сила для m фазных катушек, сдвинутых на $\frac{360}{m}$ электрических градусов, равна

$$AW_r=\frac{m}{2}\cdot 0{,}9\ I\cdot w_1.$$

Если каждая фазовая обмотка располагается в $2pq$ пазах, то амплитуда основной волны магнитодвижущей силы, приходящейся на один полюс,

$$AW_2=AW_1\cdot q\cdot f_{w_1},$$

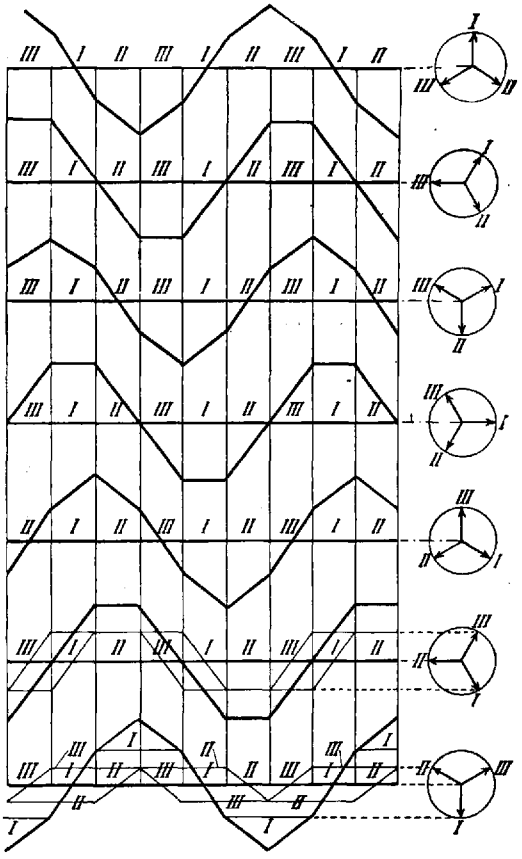
а амплитуда результирующей магнитодвижущей силы фазных обмоток, сдвинутых относительно друг друга на $\frac{360}{m}$ электрических градусов,—

$$AW_r=\frac{m}{2}\cdot 0{,}9\,w_1\cdot q\cdot f_{w_1}\cdot I.$$

Отсюда находят полные ампер-витки якоря:

$$AW_a=2p\cdot\frac{m}{2}\cdot 0{,}9\,w_1\cdot q\cdot I\cdot f_{w_1}=$$
$$=0{,}9 f_{w_1}\cdot m\cdot w_1\cdot I.$$

Высшие гармоники магнитодвижущей силы якоря многофазных Г. п. т. проявляют



Фиг. 33.

себя следующим образом. В результирующей магнитодвижущей силе все гармоники кратные трем (3, 9, 15 и т. д.) исчезают, амплитуды же других гармоник обратно про-

порциональны № гармоники; последние гармоники образуют также вращающиеся поля, при чем эти поля гармоник, № к-рых м. б. выражены числом $3a+1$, имеют направление вращения одинаковое с направлением основного поля, а поля гармоник порядка $3a-1$ вращаются в противоположную сторону. Скорость вращения результирующего поля n-й гармоники составляет $\frac{1}{n}$ скорости вращения основного поля. В случае применения многокатушечных фазных обмоток поля высших гармоник очень малы. Здесь можно этими полями совершенно препебречь и практически считать, что симметричный многофазный ток создает при прохождении по многокатушечным обмоткам практически синусоидально распределенное поле, вращающееся синхронно с основным полем магнитной системы.

Из фиг. 33 легко усмотреть, что амплитуда результирующей магнитодвижущей силы совпадает с осью какой-либо фазовой обмотки в тот момент, когда в этой обмотке мгновенное значение силы тока достигает максимума. Отсюда следует, что если наводимое в обмотках напряжение и сила тока совпадают по фазе, то результирующее поле якоря занимает положение, перпендикулярное к основному полю магнитной системы.

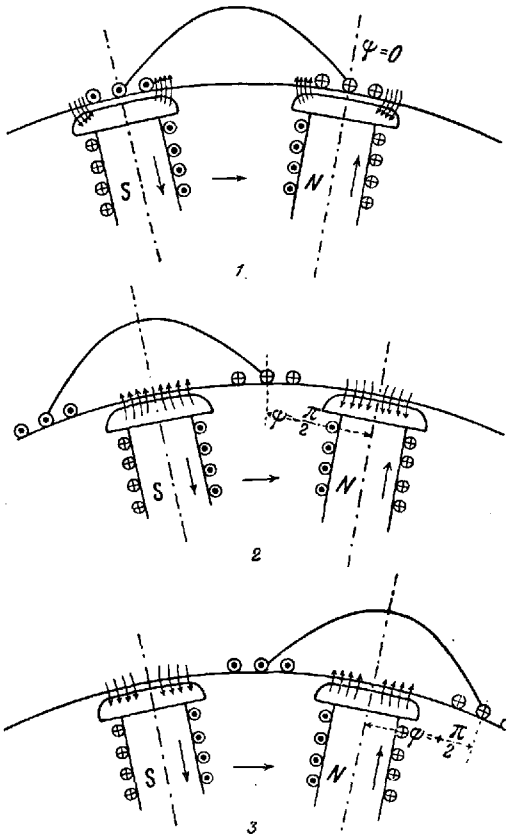
В однофазных машинах ток, проходящий по обмотке якоря, создает пульсирующее поле. Однако, всякое пульсирующее поле можно представить себе как результат взаимодействия двух постоянных магнитных полей, вращающихся в взаимно противоположные стороны с угловой электрич. скоростью равной $2\pi \cdot f$, при чем амплитуда этих полей равняется половине амплитуды пульсирующего однофазного поля. Так. обр., одно из этих полей вращается относительно магнитной системы синхронно, а другое, т. н. инверсное поле, с двойной угловой скоростью в противоположную сторону. Инверсное поле создает дополнительные потери в машине и наводит в обмотке возбуждения ток двойной частоты. Для уменьшения влияния инверсного поля однофазные Г. п. т., как правило, снабжаются демпферной обмоткой.

Пользуясь ранее выведен. ф-лами, можно притти к выводам, что для однофазн. Г. п. т.

$$A W_a = 0{,}45 f_{w_1} \cdot w \cdot I.$$

В случае несимметричной нагрузки многофазных Г. п. т. магнитодвижущая сила якоря создает пульсирующее вращающееся поле, к-рое можно разложить на два постоянных поля: 1) вращающееся синхронно с магнитной системой и 2) вращающееся относительно магнитной системы с двойной угловой скоростью. Обратновращающееся поле вызывает дополнительн. потери; для уменьшения их в многофазных Г. п. т., предназначенных для работы с неравномерной нагрузкой фаз, должно быть предусмотрено устройство демпферных обмоток.

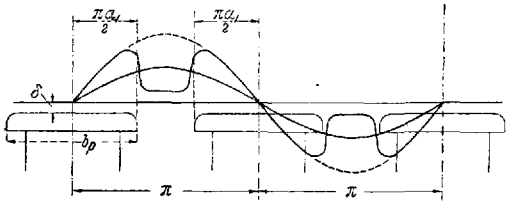
III. Реакция якоря. Магнитное поле, которое создается током, проходящим по обмотке якоря, взаимодействует с основным полем магнитной системы. Это явление, как известно, называется реакцией якоря. На фиг. 34 изображены положения поля якоря относительно основного поля для трех случаев: когда $\psi = 0$, $\psi = -\frac{\pi}{2}$ и $\psi = +\frac{\pi}{2}$; при этом магнитная система Г. п. т. взята с явно выраженными полюсами. Из фиг. 34 можно усмотреть, что при отсутствии сдвига фаз



Фиг. 34.

между током и эдс, наводимой основным полем ($\psi=0$), поле якоря действует поперек основного поля, ослабляя основное поле Г. п. т. под набегающими краями полюсов и усиливая его над сбегающими краями полюсов. При токе отстающем $\left(\psi=-\frac{\pi}{2}\right)$ поле якоря действует навстречу основному полю, а при токе опережающем поле якоря направлено в ту же сторону, что и основное поле. Таким обр., в этих случаях поле якоря действует вдоль основного поля, при чем в первом случае основное поле от реакции якоря ослабляется, а во втором случае усиливается. Для промежуточных случаев, когда $\psi < \frac{\pi}{2}$, поле якоря можно разложить на два составляющих поля: одно—поперечное, с амплитудой пропорциональной $I \cdot \cos \psi$, а другое—продольное, с амплитудой пропорциональной $I \cdot \sin \psi$. В машинах с неявно выраженными полюсами магнитное сопротивление для потоков, создаваемых поперечным и продольным полями якоря, почти одинаково, вследствие чего эти потоки пропорциональны соответствующим ампер-виткам якоря. В синхрон. машинах с явно выраженными полюсами, для определения реакции якоря

необходимо учитывать уменьшение действия продольных ампер-витков AW_{g_a} и поперечных ампер-витков AW_{q_a}, происходящее вследствие наличия воздушных промежутков между явно выраженными полюсами и неравномерности воздушного зазора



Фиг. 35.

под полюсами (фиг. 35). Согласно Арнольду, это уменьшение учитывается посредством коэфф-тов λ_g и λ_q; таким образом,

$$AW_{g_a} = 0{,}9\lambda_g \cdot AW_a \cdot \sin\psi$$

и

$$AW_{g_a} = 0{,}9\lambda_q \cdot AW_a \cdot \cos\psi,$$

где

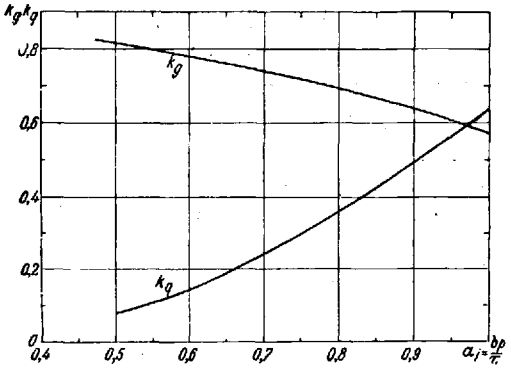
$$\lambda_g = \frac{\pi \cdot \alpha_i + \sin \pi\alpha_i}{4 \sin \frac{\pi \cdot \alpha_i}{2}}$$

и

$$\lambda_q = \frac{\pi \cdot \alpha_i - \sin \pi\alpha_i + {}^2/_3 \cos \frac{\pi\alpha_i}{2}}{4 \sin \frac{\pi\alpha_i}{2}}.$$

Как видно из последних формул, коэфф-ты λ_g и λ_q зависят от коэфф-та полюсного перекрытия α_i, а последний находится в зависимости от отношений $\frac{b_p}{\tau}$ и $\frac{\delta}{\tau}$. Значения коэфф-тов $k_g = 0{,}9\lambda_g$ и $k_q = 0{,}9\lambda_q$ приводятся на фиг. 36.

IV. Постоянные электрической цепи якоря. Электрич. цепь якоря состоит из т. н. активного сопротивления R_w,



Фиг. 36.

самоиндукции, обусловленной потоками рассеяния L_s и емкости C_a. Емкость витков якоря по отношению друг к другу и относительно корпуса сравнительно мала; поэтому при исследовании рабочего процесса синхронных машин влиянием емкости обмотки якоря пренебрегают.

Под активным сопротивлением обмотки якоря альтернаторов подразумевают то сопротивление, которое вызывает джоулевы потери при прохождении переменного тока. Джоулевы потери в обмотке якоря при прохождении переменного тока больше потерь в тех же проводниках при постоянном токе. При прохождении переменного тока по обмотке плотность тока, вследствие образования токов Фуко, распределяется неравномерно по площади поперечного сечения проводника; от этого потери на нагревание в обмотке увеличиваются. В этом случае джоулевы потери $P_J = I^2 \cdot R_a$, где R_a—т. н. акт. сопротивление, которое для диамагнитных материалов, при постоян. $t°$ провода и неизменяющейся частоте тока, почти не зависит от эфф. значения силы тока I. Активн. сопротивление R_a больше омич. сопротивления R. Увеличение сопротивления проводника при прохождении по нему переменного тока выражается коэффициентом k_a, представляющим собою отношение активного сопротивления к омическому:

$$k_a = \frac{R_a}{R} > 1.$$

Если магнитные поля, образующиеся при прохождении переменного тока по обмотке, наводят в соседних металлич. частях вихревые токи, то количество развиваемого этими токами тепла, при постоянной частоте и одной и той же форме кривой тока, также пропорционально квадрату эфф. силы тока I, протекающего по обмотке. Т. о., все джоулевы потери, имеющие место при прохождении переменного тока по проводнику, могут быть определены как $P_J = I^2 \cdot R_w$; при этом $R < R_a < R_w$. Для уменьшения дополнительных потерь в соседних металлич. частях обмоток головки обычно удаляют на возможно большие расстояния от металлич. частей. На увеличение эфф. R_w оказывают влияние колебания коэфф. самоиндукции якорной обмотки, если машина имеет явно выраженные полюса, токи высших гармоник и токи, наводимые инверсными полями (напр., при несимметричной нагрузке или несимметричных многофазных системах, токи двойной частоты в однофазных машинах). Определение R_a для якорных обмоток производится на основании вычислений потерь на токи Фуко в этих обмотках.

Потери на токи Фуко в проводниках зависят, при постоянном значении I, главн. обр. от частоты, устройства обмотки и размеров проводников. Потери на токи Фуко проводников, заложенных в пазы, зависят от высоты проводника (размера по радиусу якоря). Для каждой обмотки, по которой протекает переменный ток и которая заложена в пазы, существует определенная высота проводника, т. н. критическая, при к-рой увеличение акт. сопротивления получается наименьшее. Если в пазе размещены друг под другом несколько проводников, то проводники, ближайшие к прорезу паза, лежат в более сильном поле, чем проводники, находящиеся внизу паза, и вследствие этого потери в них больше. На потери от вихревых токов оказывает влияние отношение ширины проводника к ширине паза. Если проводник разбит на полоски, параллельные основанию паза, при чем эти полоски спаяны своими выступающими из паза концами, то потери на токи Фуко зависят от отношения длины части проводника, утопленной в пазу, к длине части его между местами спайки полосок.

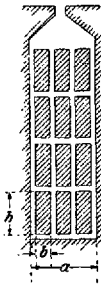
В частях проводников, лежащих вне пазов, распределение плотности переменного тока нормальной частоты, в 50 пер/ск., происходит в большинстве случаев б. или м. равномерно. Только в машинах большой мощности, имеющих большие головки обмоток и большие сечения проводов, увеличение сопротивления в лобовых частях может достигать весьма значительных размеров. Для токов нормальной частоты средний коэфф. увеличения сопротивления последовательно соединенных проводников, заложенных в пазы и имеющих прямоугольное сечение, м. б. вычислен по ф-ле

$$k_N = 1 + \frac{m^2 - 0{,}2}{9} \cdot \xi^2;$$

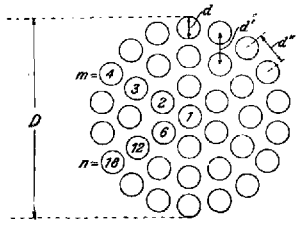
здесь m—число рядов проводов, лежащих друг под другом (фиг. 37), а ξ—отвлеченное число, так называемая приведенная высота провода, равная $a \cdot h$, где

$$a = 2\pi \sqrt{\frac{n \cdot b}{a} \cdot \frac{f}{\rho \cdot 10^5}}\ см^{-1}$$

(в последнем выражении n—число проводов в каждом горизонтальном ряду, b—глубина провода в $см$, a—ширина паза, f—частота



Фиг. 37.



Фиг. 38.

переменного тока, ρ—удельное сопротивление в Ω $мм^2/м$). Для проводников с круглым сечением

$$k_N = 1 + \frac{m^2 - 0{,}2}{15{,}25} \cdot \xi^4;$$

при этом для вычисления ξ принимается $h=b=d$. Коэфф-ты увеличения сопротивления последовательно соединенных проводников в части, находящейся вне пазов, определяются по формулам: для проводников с прямоугольным сечением

$$k_s = 1 + \frac{m^2 - 0{,}8}{36} \xi^4,$$

для проводников с круглым сечением (см. фиг. 38)

$$k_s = 1 + \frac{n - 3}{122} \cdot \xi^4;$$

при больших значениях числа проводников n

$$k_s = 1 + \frac{n}{122} \cdot \xi^4.$$

Для медных проводников и для 50-периодного переменного тока

$$k_s = 1 + \frac{\varkappa^2 \cdot D^4}{132} \cdot \frac{d}{d'} \cdot \frac{1}{n},$$

где $\varkappa = n \cdot \frac{d^2}{D^2}$.

На основании вышеприведенных ф-л средний коэфф. увеличения сопротивления k для всей обмотки определяется так:

$$k_a = \frac{k_N \cdot l + k_s \cdot l_s}{l + l_s} = \frac{k_N + k_s \cdot \lambda}{1 + \lambda},$$

где l—длина якоря, l_s—средняя длина головки витков и $\lambda = \frac{l_s}{l}$. С целью уменьшения k_w в современных машинах часть обмотки, заложенной в пазах, выполняют слоями (фиг. 22), а капоты и крепления головок обмотки статора делают из немагнитных материалов.

Приблизительные значения $k_w = \frac{R_w}{R}$ для современных рационально сконструированных машин указаны в табл. 2. Самоиндукция

Табл. 2.—Значения k_w.

Число фаз	Машины с явно выраженными полюсами	Машины с неявно выраженными полюсами
1	1,2—1,6	1,2—1,6
3	1,1—1,5	1,1—1,4

обмотки якоря, обусловленная потоками рассеяния, создает т. н. реактивное сопротивление якоря $x_{s_a} = L_s \cdot \omega = 2\pi \cdot f \cdot L_s$, или реактанц рассеяния. Реактанц рассеяния обмотки якоря состоит из следующих частей: 1) из реактанца рассеяния потоков паза x_N, 2) из реактанца рассеяния потоков головок зубцов x_k и 3) из реактанца рассеяния лобовых частей обмоток x_s. Т. о.,

$$x_{s_a} = x_N + x_k + x_s.$$

Реактанц, обусловленный потоками рассеяния паза и головок зубцов, вычисляется по формуле:

$$x_{N_k} = 0{,}158 \left(\frac{f}{100}\right)^2 \cdot \left(\frac{w}{100}\right)^2 \cdot \frac{l_i}{p} \cdot \frac{\lambda_N + \lambda_k}{q},$$

где f—частота тока в пер/ск., w—число витков в фазовой обмотке, l_i—т. н. идеальная длина якоря, p—число пар полюсов, q—число активных пазов, приходящихся на полюс и фазу, λ_N—проводимость для потоков паза и λ_k—проводимость потоков головок зубцов. Проводимости λ_N и λ_k вычисляются по приведенным ниже формулам.

Проводимость паза:

а) для однослойной обмотки

$$\lambda_N = 0{,}9 \frac{h_1}{3a_1} + \frac{h_2}{a_1} + \frac{2h_3}{a_1 + a_4} + \frac{h_4}{a_4};$$

б) для двуслойной обмотки

$$\lambda_N = 0{,}9 \frac{h_{2a}}{2a_1} + \frac{h_2}{a_1} + \frac{2h_3}{a_1 + a_4} + \frac{h_4}{a_4}.$$

Проводимость потоков зубцов:

а) для машин с неявно выраженными полюсами

$$\lambda_k = \frac{t_{z_m} - 0{,}75\,(a_{4_m} + a_{4_a})}{6t_{z_m} \cdot \delta};$$

б) для машин с явно выраженными полюсами

$$\lambda_k = 0{,}32 \ln \frac{2t_{z_a} - a_{4_a}}{a_{4_a}} + 0{,}64 \ln \frac{4t_{z_a} - a_{4_a}}{2t_{z_a} - a_{4_a}}.$$

Здесь a_{4_m}—ширина прореза головки паза магнитной системы, δ—воздушный зазор, t_{z_a}—зубцовый шаг якорной системы, t_{z_m}—зубцовый шаг магнитной системы.

Если в якоре применяются закрытые пазы, то эдс, к-рая наводится в обмотке якоря потоками рассеяния, замыкающимися через перемычку, м. б. учтена в предположении,

что перемычка в магнитном отношении насыщена до 22 500 максвелл/см². В этом случае

$$E'_{sk} = 4{,}44 \cdot f \cdot w \cdot d_k \cdot l_i \cdot 2 \cdot 22\,500 \cdot 10^{-8} = \frac{2f \cdot w}{10^3} \cdot l_i \cdot d_k \text{ вольт},$$

где d_k—толщина перемычки.

Реактанц, обусловленный потоками рассеяния головок обмоток, вычисляется по следующей формуле:

$$x_s = 0{,}158\left(\frac{f}{100}\right) \cdot \left(\frac{w}{100}\right)^2 \cdot \frac{l_s}{p} \cdot \lambda_s,$$

где l_s—длина головки обмотки [обычно $l_s = (2{,}2 \div 2{,}8)\,\tau$] и λ_s—проводимость потоков рассеяния лобовых частей обмотки; приблизительное значение λ_s может быть принято равным $0{,}8 - \frac{1{,}3}{s}$, где $s = \frac{l_s}{\tau}$.

Векторные диаграммы синхронных генераторов переменного тока. В нагруженном синхронном Г. п. т. напряжение на зажимах машины при постоянных значениях скорости вращения и силы тока возбуждения отличается от того, какое имела машина при холостом ходе, по трем причинам: а) вследствие падения напряжения, вызываемого наличием эффективного и индуктивного сопротивлений обмоток якоря; б) вследствие реакции якоря или влияния поля якоря на основное поле машины, создаваемое обмоткой возбуждения; в) вследствие изменения коэффициента рассеяния магнитного потока обмотки возбуждения с изменением значения и характера нагрузки генератора.

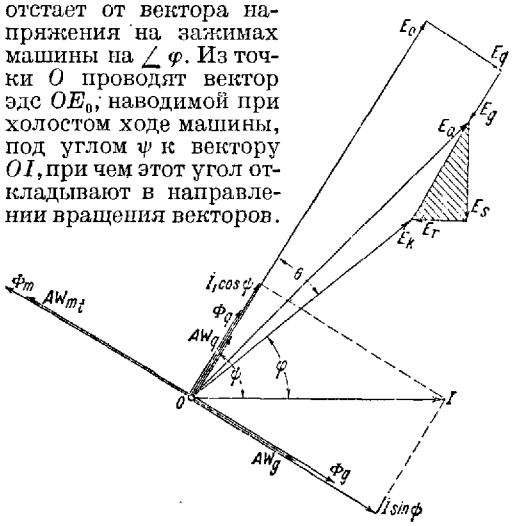
Влияние всех этих факторов на напряжение Г. п. т. лучше всего уясняется при помощи векторных диаграмм. Ниже приведены построения векторных диаграмм только для многофазных синхронных машин, имеющих симметричную обмотку якоря и равномерную нагрузку каждой фазной обмотки якоря, при чем построение диаграмм выполнено для цепи одной фазы. Если же в некоторых случаях встречается необходимость в построении векторных диаграмм не для фазовых напряжений, а для напряжения плеча сети, т. е. для сопряженного или междуфазового напряжения (что представляет практический интерес, когда машина имеет обмотку, соединенную в звезду), то при построении диаграмм напряжений непосредственно для плеча сети нужно лишь умножить полное сопротивление обмотки якоря z на $\sqrt{3}$ и пользоваться характеристикой холостого хода, снятой тоже для напряжения сети, а не для фазы.

Что касается векторных диаграмм напряжений для однофазных альтернаторов, то построение таких диаграмм производится так же, как и для многофазных синхронных машин; здесь необходимо только надлежащим образом учитывать реакцию якоря, а именно—при определении изменений напряжения следует принимать во внимание ампер-витки только синхронно вращающегося поля якоря. В этом случае амплитуда этих ампер-витков

$$AW_{a_s} = 0{,}45 f_{w_1} \cdot w \cdot I.$$

I. Диаграмма Блондель—Арнольд—Ла-Кура (Б.-А.-К.) для синхронных Г. п. т. Эта диаграмма применяется в тех случаях, когда синхронные машины имеют магнитную систему с явно выраженными полюсами.

Пусть отрезок OI представляет вектор силы тока фазной цепи якоря (фиг. 39). Внешняя цепь машины состоит из эффективного и индукт. сопротивлений, и вектор силы тока отстает от вектора напряжения на зажимах машины на $\angle \varphi$. Из точки O проводят вектор эдс OE_0, наводимой при холостом ходе машины, под углом ψ к вектору OI, при чем этот угол откладывают в направлении вращения векторов.



Фиг. 39.

Вектор основного потока, или потока возбуждения $O\Phi_m$ должен опережать вектор OE_0 на угол $\frac{\pi}{2}$, поэтому вектор ампер-витков основного поля возбуждения AW_{m_t} откладывают перпендикулярно к отрезку OE_0. Для нахождения вектора эдс якоря OE_a, наводимой результирующим магнитным потоком якоря, необходимо учесть влияние реакции якоря. В этом случае поле якоря следует разложить на две составляющие: поперечное поле, сдвинутое в пространстве под углом в $\frac{\pi}{2}$ относительно основного поля, и продольное поле, совпадающее с направлением основного поля, при чем первое поле пропорционально $I \cdot \cos\psi$, а второе $I \cdot \sin\psi$. Поперечно действующее поле ослабляет основное поле машины-генератора под набегающими краями полюсов и усиливает под сбегающими, вследствие чего результирующее поле сдвигается в сторону, обратную вращению машины. Продольное поле, создаваемое составляющей тока, отстающей от эдс на угол $\frac{\pi}{2}$, действует навстречу осповному полю, отчего происходит размагничивание машины; при опережающей на $+\frac{\pi}{2}$ составляющей происходит усиление основного поля.

Т. к. в машинах с явно выраженными полюсами магнитное сопротивление для потока якоря неодинаково по окружности якоря, то это обстоятельство должно быть принято во внимание. Амплитуды ампер-витков поперечного и продольного полей якоря AW_q и AW_g могут быть вычислены по формулам:

$$AW_q = \lambda_q \cdot 0{,}9m \cdot w \cdot f_{w_1} \cdot I \cdot \cos\psi = k_q \cdot m \cdot w \cdot f_{w_1} \cdot I \cdot \cos\psi = \lambda_q \cdot AW_a \cos\psi,$$

$$AW_g = \lambda_g \cdot 0{,}9m \cdot w \cdot f_{w_1} \cdot I \cdot \sin\psi = k_g \cdot m \cdot w \cdot f_{w_1} \cdot I \cdot \sin\psi = \lambda_g \cdot AW_a \cdot \sin\psi,$$

где m—число фаз, w—число витков в фазовой обмотке якоря, f_{w_1}—амплитудный обмоточный коэфф-т, λ_q и λ_g—коэфф-ты, учитывающие уменьшение действия поперечных и продольных ампер-витков якоря, происходящее из-за наличия воздушных промежутков между явно выраженными полюсами машины, AW_a—полные ампер-витки якоря; значения коэффициентов k_g и k_q приведены ранее на диаграмме (фиг. 36). Вычислив значения ампер-витков AW_q и AW_g, откладывают векторы их соответственно по направлениям векторов $I\cdot\cos\psi$ и $I\cdot\sin\psi$.

Поперечные и продольные ампер-витки якоря AW_q и AW_g создают магнитные поля Φ_q и Φ_g, которые, в свою очередь, наводят в обмотке якоря эдс E_q и E_g, отстающие по фазе от соответствующих магнитных потоков на угол $\frac{\pi}{2}$. Векторы магнитных потоков Φ_q и Φ_g, вследствие явления гистерезиса, несколько отстают от векторов ампер-витков AW_q и AW_g. Эти углы отставания очень малы, и практически при построении векторных диаграмм векторы Φ_q и Φ_g направляют соответственно по векторам AW_q и AW_g.

Из векторной диаграммы видно, что

$$\frac{I\sin\varphi}{I\cos\varphi} = \operatorname{tg}\psi;$$

между тем, вследствие неодинакового магнитного сопротивления для потоков Φ_q и Φ_g ($\lambda_q \neq \lambda_g$), отношение $\frac{\Phi_q}{\Phi_g}$ может быть больше или меньше $\operatorname{tg}\psi$, т. е. $\frac{\Phi_g}{\Phi_q} \gtrless \operatorname{tg}\psi$.

В таком же соотношении должны находиться и эдс:

$$E_g = 4f_B \cdot f_{w_1} \cdot f \cdot w \cdot \Phi_g \cdot 10^{-8} \text{ вольт},$$

$$E_q = 4f_B \cdot f_{w_1} \cdot f \cdot w \cdot \Phi_q \cdot 10^{-8} \text{ вольт},$$

а именно: $\frac{E_g}{E_q} \gtrless \operatorname{tg}\psi$. Вследствие этого вектор, равный сумме векторов $E_g + E_q$, не образует прямого угла с вектором силы тока I. Т. о., результирующая эдс якоря E_a представляется геометр. суммой трех эдс: E_0, E_q и E_g, т. е.

$$\overline{E}_a = \overline{E}_0 + \overline{E}_q + \overline{E}_g.$$

Для нахождения напряжения на зажимах машины E_k необходимо учесть падения напряжения от активного сопротивления обмотки якоря $E_r = I\cdot R_w$ и от индуктивного сопротивления обмотки якоря или от влияния потоков рассеяния

$$E_s = I\cdot x_s = \Phi_s.$$

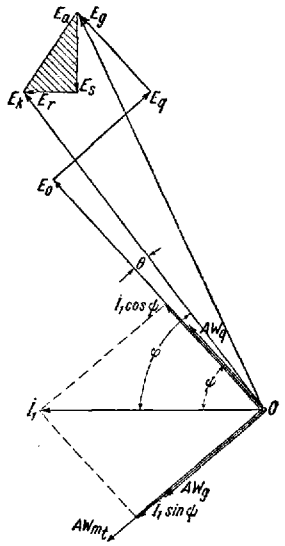
Вектор E_r должен иметь направление, обратное вектору I, а вектор E_s должен отставать от вектора I на угол $\frac{\pi}{2}$.

Из векторной диаграммы, данной фиг. 39, следует, что

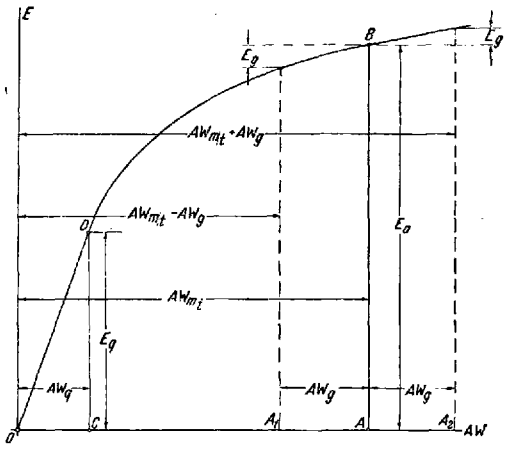
$$\overline{E}_k = \overline{E}_0 + \overline{E}_q + \overline{E}_g + \overline{E}_s + \overline{E}_r.$$

Совершенно таким же образом можно построить диаграмму напряжения Г. п. т. для емкостной нагрузки, когда сила тока I опережает эдс E_0. В этом случае вектор напряжения E_k может получиться бо́льшим, чем вектор E_0 (фиг. 40).

Для построения векторной диаграммы Б.-А.-К. необходимо иметь данные относительно обмотки машины и ее сопротивлений r_a и x_s и уметь находить эдс E_g и E_q. Поперечный поток Φ_q, индуктирующий эдс E_q, замыкается главн. обр. через воздух; поэтому можно принять, что Φ_q, а следовательно, и E_q, пропорциональны ампер-виткам AW_q, т. е. $E_q \equiv AW_q$. На основании этого для нахождения по AW_q значения эдс E_q можно воспользоваться характеристикой холостого хода машины, а именно ее прямолинейной частью, к-рая определяется глав. обр. числом ампер-витков, потребных для проведения основного магнитного потока через междужелезное пространство (фиг. 41). При определении E_q необходимо учитывать насыщение машины и находить E_q как разность двух эдс, а именно: эдс, соответствующей ампер-виткам возбуждения AW_{m_t}, и эдс, соответствующей разности $AW_{m_t} - AW_g$ (для индукционной нагрузки) или сумме $AW_{m_t} + AW_g$ (для емкостей нагрузки). Нахождение эдс E_g и E_q для Г. п. т. осложняется еще



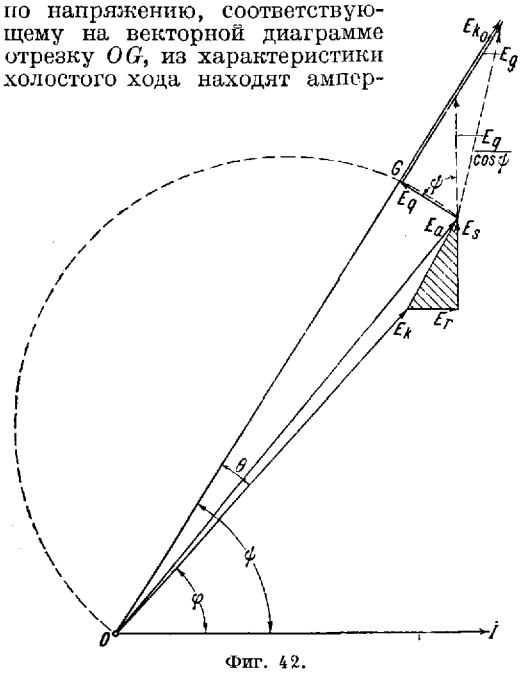
Фиг. 40.



Фиг. 41.

и тем обстоятельством, что для определения AW_g и AW_q необходимо знать угол ψ, равный $\varphi+\theta$. Угол φ между векторами напряжения на зажимах машины и вектором силы тока обычно известен; он определяется характером нагрузки и задается указанием коэффициента мощности. Угол θ, а следовательно, и угол ψ могут быть найдены лишь из векторной диаграммы напряжения, а потому для построения последней приходится применять искусственные методы.

1) Для определения повышения напряжения диаграмма Б.-А.-К. может быть построена по характеристике холостого хода и параметрам машины след. обр. По горизонтали откладывается вектор силы тока I; под углом φ к нему проводят вектор напряжения на зажимах машины E_k (фиг. 42). По известным значениям r_a и x_s находят падения напряжений E_r и E_s, векторы которых в геометрич. сумме с вектором напряжения E_k образуют вектор эдс якоря E_a. На продолжении вектора E_s откладывают отрезок, равный $\frac{E_q}{\cos\psi}$, и конец последнего соединяют с началом векторов O. На полученную прямую из конца вектора E_s опускают перпендикуляр, отрезок которого изображает вектор E_q. От конца вектора E_q по направлению прямой OE_0 откладывают вектор E_g,—тогда получается отрезок OE_{k_0}, изображающий вектор напряжения холостого хода E_{k_0}. При построении этой диаграммы необходимо знать предварительно значения E_q и E_g. Нахождение длины вектора E_q не представляет затруднений, ибо, как указывалось ранее, E_q пропорционально AW_q и м. б. определено по характеристике холостого хода. В силу этой пропорциональности длина вектора $\frac{AW_q}{\cos\psi}$ определяется по кривой характеристики холостого хода абсциссой, равной $\frac{AW_q}{\cos\psi}$, при чем для нахождения $\frac{AW_q}{\cos\psi}$ не требуется знания угла ψ, потому что $\frac{AW_q}{\cos\psi} = \lambda_q \cdot 0{,}9 f_{w_1} \cdot m \cdot w \cdot I = \lambda_q \cdot AW_a = \text{Const}$. Что касается падения напряжения E_g, то его определение также производится по характеристике холостого хода. С этой целью по напряжению, соответствующему на векторной диаграмме отрезку OG, из характеристики холостого хода находят ампер-

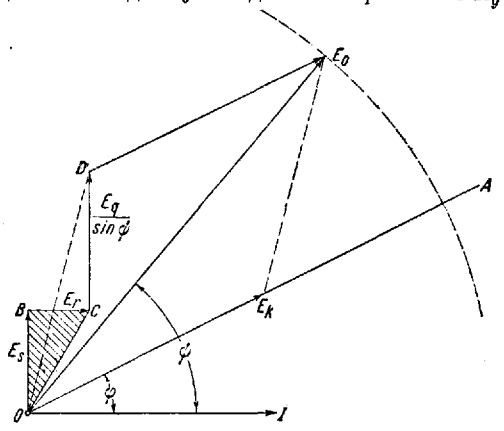


Фиг. 42.

витки AW'_m, равные разности ампер-витков возбуждения AW_{m_t} и ампер-витков AW_g:

$$AW'_m = AW_{m_t} - AW_g.$$

Поэтому для нахождения падения напряжения E_g нужно к абсциссе AW_m приложить отрезок, соответствующий ампер-виткам AW_g; тогда по получен. абсциссе определяются эдс E_0 и падение напряжения E_g.



Фиг. 43.

Так как угол ψ определяется из построения векторной диаграммы, то число ампер-витков AW_g в этом случае м. б. вычислено по приведенной ранее ф-ле:

$$AW_g = \lambda_g \cdot AW_a \cdot \sin\psi.$$

2) Для определения падения напряжения построение векторной диаграммы Б.-А.-К. возможно лишь приблизительное; при этом диаграмму на основании заданных значений $E_0 = E_{k_0}$, I и $\cos\varphi$ строят следующим образом. Из точки O (фиг. 43) проводят вектор силы тока I; под углом φ к нему из той же точки проводят прямую OA; затем строят векторы $\overline{E}_s = I \cdot x_s$ и $\overline{E}_r = I \cdot r_a$; из конца вектора E_r точки C восстанавливают перпендикуляр к вектору силы тока I или к вектору E_r и на этом перпендикуляре откладывают отрезок CD, равный $\frac{E_g}{\sin\psi}$. После этого из точки O, как из центра, описывают окружность радиусом OE_0, соответствующим заданному напряжению холостого хода E_{k_0}; из точки D проводят прямую DE_0, параллельную лучу OA, до пересечения с описанной окружностью; тогда отрезок DE_0 представит собою искомое напряжение на зажимах машины E_k для нагрузки I и коэфф-та мощности $\cos\varphi$. Для построения этой диаграммы должно быть известно $\frac{E_g}{\sin\psi}$.

Если машина достаточно насыщена и точка, соответствующая номинальному напряжению, лежит за коленом кривой характеристики холостого хода, то в известных пределах можно с достаточной точностью считать, что эдс E_g пропорциональна числу ампер-витков AW_g, а следовательно, и $\frac{E_g}{\sin\psi}$ пропорционально $\frac{AW_g}{\sin\psi}$. Так как

$$\frac{AW_g}{\sin\psi} = \lambda_g \cdot AW_a = \text{Const},$$

то при определении $\frac{AW_g}{\sin\psi}$ угол ψ может быть неизвестен.

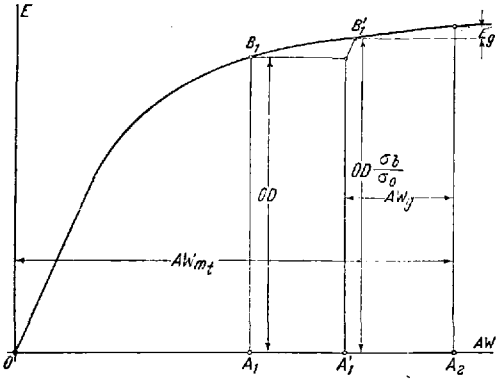
Описанные выше построения векторных диаграмм Б.-А.-К. выполнены в предполо-

жении, что коэфф-т магнитного рассеяния машины остается постоянным при изменении нагрузок. В действительности же коэфф. магнитного рассеяния изменяется с нагрузкой, хотя это изменение невелико (в самых неблагоприятных случаях не превосходит 7—8%). Если же принять во внимание, что коэфф-т магнитного рассеяния оказывает влияние только на ампер-витки, потребные для проведения полезного потока машины через ярмо магнитной системы и полюсные сердечники, то вполне можно пренебречь изменением коэфф-та рассеяния для машин, не особенно сильно насыщенных.

Когда машина сильно насыщена, то учет изменения коэфф-та рассеяния при построении векторной диаграммы напряжения производится следующим образом. На основании описанных выше способов построения, по данным, значениям E_k, E_r, E_s и $\frac{E_q}{\cos\psi}$ находят (фиг. 42) вектор $\overline{OG}=\overline{E}_k+\overline{E}_r+\overline{E}_s+\overline{E}_g$ и угол ψ, а по значению последнего и

$$AW_g=\lambda_g\cdot AW_a\cdot\sin\psi.$$

Если, как это делалось выше, из характеристики холостого хода определить по значению вектора OD число соответствующих ампер-витков OA_1 (фиг. 44), то влияние изменения коэфф-та рассеяния на найденное значение ампер-витков OA_1 остается неучтенным. Если же, с другой стороны, на кривой характеристики холостого хода отложить ординату, равную $OD\cdot\frac{\sigma_b}{\sigma_0}$ (σ_b и σ_0—коэфф-ты рассеяния при нагрузке и холостом ходе), то соответственно этой эдс приходится изменять число всех ампер-витков, тогда как изменение коэфф-та рассеяния должно оказывать влияние лишь на ампер-витки ярма и сердечников полюсов. Поэтому, для более точного учета влияния изменения коэффициента рассеяния, рекомендуется поступать так: из точки B_1' кривой характеристики холостого хода провести линию, параллельную

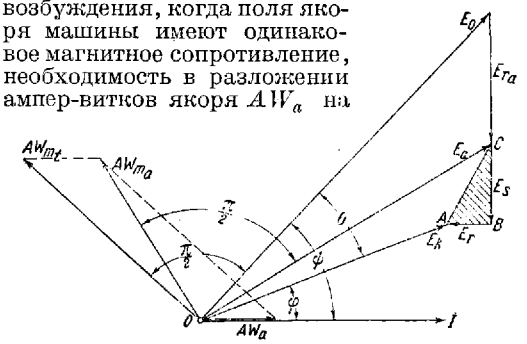


Фиг. 44.

прямолинейной части начала кривой характеристики; точка пересечения этой прямой с прямой, проведенной параллельно оси абсцисс через конец ординаты, равной OD, и даст искомое число ампер-витков, необходимых для наведения эдс OD при измененном коэффициенте рассеяния. Таким образом, отрезок A_1A_1' изображает в данном случае увеличение числа ампер-витков, вызванное увеличением коэфф. рассеяния. Так как прямолинейная часть начала кривой характеристики холостого хода не вполне точно представляет магнитную характеристику междужелезного пространства и тела якоря, то при описанном графическом способе определения числа ампер-витков получается несколько преувеличенное значение последних. Эту ошибку можно компенсировать некоторым уменьшением отношения $\frac{\sigma_b}{\sigma_0}$.

Эдс холостого хода E_0 находят по сумме ампер-витков $OA_1'+AW_g=A_1'A_2$.

II. Диаграмма Потье. Для синхронного Г. п. т. с распределенной обмоткой возбуждения, когда поля якоря машины имеют одинаковое магнитное сопротивление, необходимость в разложении ампер-витков якоря AW_a на



Фиг. 45.

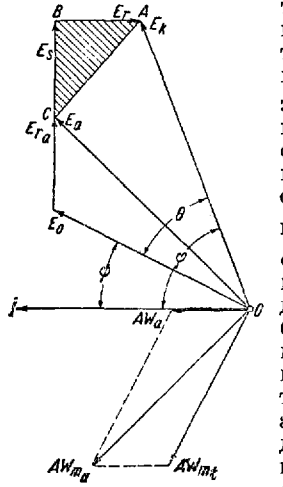
AW_q и AW_g отпадает. В этом случае вектор эдс реакции якоря E_{r_a}, представляющий геометрическую сумму векторов $E_g+\overline{E}_q$, располагается перпендикулярно к вектору силы тока, так как при $\lambda_q=\lambda_g$ получается

$$\frac{E_g}{E_q}=\operatorname{tg}\psi.$$

На фиг. 45 изображена векторная диаграмма для случая индуктивной нагрузки Г. п. т., при чем на диаграмме нанесены векторы ампер-витков: AW_{m_t} — соответствующих эдс холостого хода E_0, AW_a—соответствующих эдс реакции якоря E_{r_a} и AW_{m_a}—соответствующих эдс якоря E_a. Вектор AW_{m_a} является результирующим векторов AW_{m_t} и AW_a, при чем соответствующая числу ампер-витков AW_{m_a} эдс E_a зависит от насыщения машины,—определение ее надлежит производить путем построения диаграммы ампер-витков. Прочие составляющие общего падения напряжения Г. п. т. от насыщения машины не зависят, а потому могут быть построены непосредственно. Т. о., векторная диаграмма напряжения распадается на две диаграммы: диаграмму ампер-витков, на основании которой определяется падение напряжения, вызываемое реакцией якоря, и диаграмму эдс, учитывающую падение напряжения от сопротивления (эффективного и индуктивного) обмотки якоря. На фиг. 46 указано построение векторной диаграммы Потье для случая емкостной нагрузки синхронного Г. п. т. Построение диаграммы Потье м. б. осуществлено по характеристике холостого хода и параметрам машины.

1) Для определения повышения напряжения диаграмма строится следующим образом. По заданным E_k, I,

cos φ и сопротивлениям r_a и x_s, путем сложения векторов находится вектор результирующей эдс якоря E_a (фиг. 46). Из характеристики холостого хода, по получен результирующей эдс E_a находят AW_{m_a}; вектор этих ампер-витков, в предположении отсутствия влияния гистерезиса, должен опережать вектор E_a на угол $\frac{\pi}{2}$, поэтому он на диаграмме откладывается перпендикулярно к отрезку OC в положительном направлении вращения векторов. Вектор ампер-витков реакции якоря AW_a на диаграмме д. б. нанесен совпадающим с вектором силы тока I. По найденным AW_{m_a} и вычисленным $AW_a = 0{,}9 f_{w_1} \cdot m \cdot w \cdot I$ нетрудно определить и AW_{m_t}—вектор ампервитков возбуждения, так как AW_{m_t} является геометрич. разностью между AW_{m_a} и AW_a (фиг. 45). После нахождения AW_{m_t} напряжение холостого хода машины определяется по характеристике холостого хода (фиг. 47).



Фиг. 46.

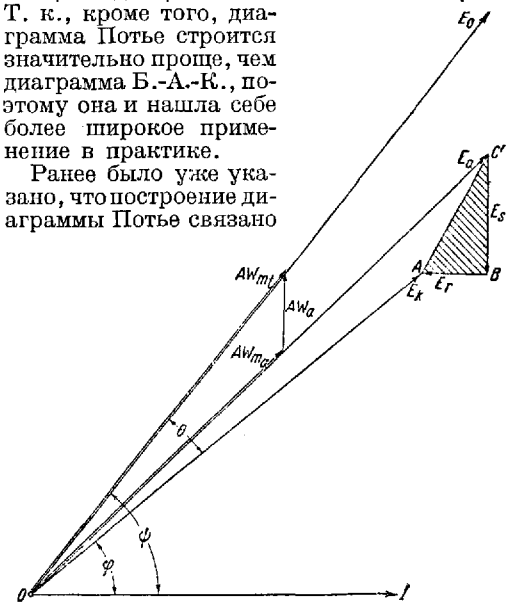
2) Для определения падения напряжения диаграмма Потье, так же как и диаграмма Б.-А.-К., не может быть точно построена за отсутствием данных относительно угла ψ. Диаграмму в этом случае строят так. Под углом φ к вектору силы тока проводят луч прямой OQ, дающий направление вектора E_k (фиг. 48), а под углом $\gamma = 1{,}05\,\varphi$ (для индуктивной нагрузки) — линию OC', представляющую направление вектора эдс E_a; это соотношение между γ и φ в большинстве случаев бывает весьма близким к действительности. Под углом $+\frac{\pi}{2}$ к линии OC проводят прямую, дающую направление вектора AW_{m_a}, а на обрат. продолжении вектора I откладывают вектор AW_a и проводят прямую KN, параллельн. направлению AW_{m_a}. Т. к. E_0 известна, то по характеристике холостого хода можно найти AW_{m_t}; приняв AW_{m_t} за радиус, а точку O за центр, описывают дугу до пересечения ее с прямой KN. Т. о. находят направление и величину вектора AW_{m_t}, а по последним—из характеристики холостого хода—и $E_a = OC$. После определения вектора E_a строят тр-к падения напряжения CBA, в котором, если угол γ был принят правильным, вершина A должна попасть на прямую OQ (направление вектора E_k). Если этого совпадения вершины тр-ка не произойдет, то необходимо построение повторить, изменив соответствующим образом угол γ. Если при построении векторной диаграммы Потье приходится вводить поправку на изменение коэффициента магнитного рассеяния при нагрузке, то эта поправка м. б. сделана аналогичным образом, как и при построении диаграммы Б.-А.-К. Для машин, не сильно насыщенных, введение поправки на изменение коэфф-та рассеяния никакого практического значения не имеет, поэтому обычно ее не делают. Диаграмма Потье представляет по существу диаграмму Б.-А.-К., примененную к машине с распределенной обмоткой возбуждения; потому



Фиг. 48.

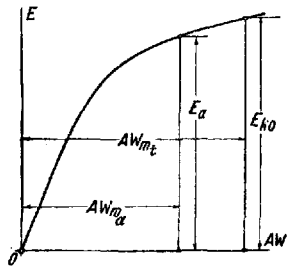
теоретически она применима лишь для этого типа синхронных машин. Практически оказывается, что диаграмма Потье приложима также и для машин с явно выраженными полюсами, и расхождение результатов с теми, к-рые дает диаграмма Б.-А.-К., получается незначительным, в особенности для тех случаев, когда α_i не очень мало и $\cos\varphi < 1$. Т. к., кроме того, диаграмма Потье строится значительно проще, чем диаграмма Б.-А.-К., поэтому она и нашла себе более широкое применение в практике.

Ранее было уже указано, что построение диаграммы Потье связано



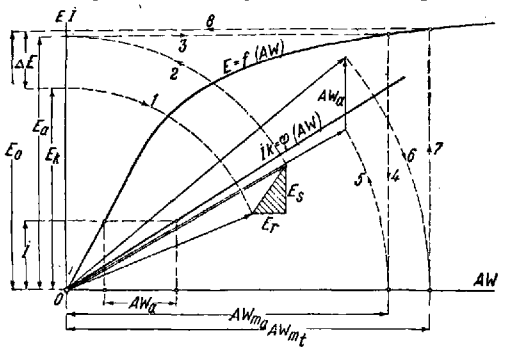
Фиг. 49.

с отысканием угла γ и требует, при неудаче, второго, а иногда и третьего построения; поэтому при практич. испытаниях синхронных машин обычно довольствуются построением



Фиг. 47.

диаграммы для случая повышения напряжения. С целью облегчения выполнения построений диаграмме Потье можно придать более компактный вид, повернув диаграмму ампервитков на угол $-\frac{\pi}{2}$; тогда вектор ампервитков AW_{m_a} совпадет с вектором E_a, вектор AW_a направится перпендикулярно к вектору силы тока I, а вектор AW_{m_t} совпадет с вектором E_0, и вся диаграмма примет вид, изображенный на фиг. 49. Для построения диаграммы напряжения целесообразно воспользоваться теми же осями координат, в к-рых произведено построение кривых характеристики холостого хода и короткого замыкания. Ход построения диаграммы в этом случае легко уясняется из фиг. 50.



Фиг. 50.

Характеристика синхронных генераторов переменного тока. Классификация характеристик. Электрические и магнитные свойства синхронных Г. п. т. выражаются также при помощи характеристик, представляющих собою зависимость между двумя какими-либо факторами, обусловливающими рабочий процесс машины. Обыкновенно синхронные Г. п. т. характеризуются следующими переменными величинами: а) фазным напряжением E_1, б) силой тока в фазе I_1, в) отдаваемой мощностью P, г) коэффициентом мощности $\cos\varphi$, или отношением активной мощности P к кажущейся мощности $m\cdot E_1\cdot I_1$, д) числом периодов переменного тока f, зависящим от числа полюсов машины и скорости относительного вращения якоря n, е) силой тока возбуждения машины I_m.

Различают следующие виды характеристик для альтернаторов: 1) холостого хода, 2) короткого замыкания, 3) внешнюю, 4) нагрузочную и 5) регулировочную. Характеристика холостого хода представляет собою зависимость фазного напряжения E_1 от силы тока цепи возбуждения I_m или от намагничивающих ампер-витков AW_m при постоянной скорости вращения n якоря или магнитной системы и отсутствии тока в фазовых обмотках; т. е. эта характеристика изображает зависимость наводимой эдс в фазе от силы тока возбуждения; $E_{1_a}=F(I_m)$ при $I_1=0$ и $n=\text{Const}$ или $f=\text{Const}$. Характеристика короткого замыкания дает представление о том, как изменяется сила тока в фазе I_{1_k} при коротком замыкании обмоток якоря от силы тока возбуждения I_m и постоянной скорости вращения n или постоянной частоте f; $I_{1_k}=F(I_m)$ при $E_m=0$ и $n=\text{Const}$ или $f=\text{Const}$. Внешняя характеристика представляет собою связь между фазным напряжением E_1 и силой тока фазы I_1 при постоянной скорости вращения n, постоянной силе тока возбуждения I_m и постоянном коэффициенте мощности $\cos\varphi$. Эта же характеристика может представлять собою зависимость между напряжением на зажимах машины E_k от линейной силы тока I при условии, что значения других величин, как то: n, I_m, $\cos\varphi$, остаются постоянными, $E_k=F(I)$ при $E_k=0$ и $n=\text{Const}$ или $f=\text{Const}$. Нагрузочная характеристика устанавливает взаимоотношение между фазным напряжением E_1 или линейным напряжением E_k и силой тока возбуждения I_m при постоянной силе фазового тока I_1, или линейного тока I и при постоянном коэфф-те мощности $\cos\varphi$ и постоянной частоте тока f; $E_k=F(I_m)$ при $I_1=\text{Const}$, $\cos\varphi=\text{Const}$ и $n=\text{Const}$. Регулировочная характеристика показывает, как необходимо изменять силу тока возбуждения I_m при различных изменениях нагрузки машины при условии, чтобы напряжение на зажимах E_k оставалось постоянным; $I_m=F(I)$ при $E_k=\text{Const}$, $\cos\varphi=\text{Const}$ и $n=\text{Const}$.

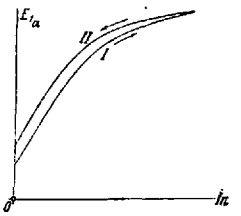
1) Характеристика холостого хода синхронных Г. п. т. [$E_{1_a}=F(I_m)$, $f=\text{Const}$, $I_1=0$]. Как известно, наводимая эдс в альтернаторе

$$E_{1_a}=4k\cdot f\cdot w\cdot\Phi\cdot 10^{-8}\text{ вольт},$$

где k—коэффициент, зависящий от формы кривой распределения магнитной индукции в воздушном зазоре и от устройства обмотки. Т. к. магнитный поток Φ зависит от намагничивающих ампер-витков ($AW_m=I_m\cdot W_m$), то при постоянной скорости вращения якоря или при $f=\text{Const}$ наводимая эдс

$$E_{1_a}\cong E_k=k_1\cdot F(I_m).$$

На фиг. 51 представлен нормальный вид характеристики холостого хода альтернаторов. Как видно из изображенной кривой, вначале эдс возрастает почти прямолинейно. Наклон этой прямолинейной части характеристики зависит от воздушного зазора: чем меньше воздушный зазор, тем круче поднимается прямолинейная часть характеристики.

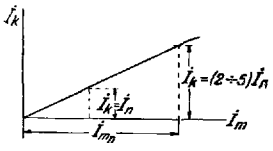


Фиг. 51.

С увеличением возбуждения, вследствие насыщения железа, увеличения потока рассеяния и реакции от вихревых токов, повышение эдс происходит в значительно меньшей степени, и поэтому кривая характеристики холостого хода за своей прямолинейной частью имеет загиб в виде колена, а затем снова переходит почти в прямую линию, с гораздо меньшим наклоном по отношению к оси абсцисс. На основании имеющихся характеристик холостого хода можно исследовать магнитные и электрич. свойства машины. С помощью этих характеристик можно

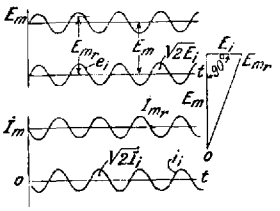
определить коэфф. и % насыщения машины, % ампер-витков междужелезного пространства и ампер-витков железа.

2) Характеристика короткого замыкания синхронных Г. п. т. [$I_1=f(I_m)$, $E_k=0$, $n=\text{Const}$]. При установившемся коротком замыкании в обмотке якоря альтернатора наводится эдс за счет результирующего действия намагничивающих ампер-витков обмотки возбуждения и реакции якоря; при этом наводимая эдс компенсируется общим падением напряжения в коротко замкнутом якоре. Т. к. индуктивное сопротивление x_s обмотки якоря, по сравнению с эффективн. сопротивлением ее r_a, велико, то сила тока короткого замыкания I_k отстает по фазе от результирующей эдс E_{a_k} почти на четверть периода, и поэтому реакция якоря сводится к образованию лишь продольного размагничивающего поля.



Фиг. 52.

Обычно в альтернаторах нормального типа кажущееся сопротивление цепи якоря невелико, и поэтому сила тока короткого замыкания достигает номинального значения при слабом возбуждении. Т. о., при мало насыщенной магнитной цепи машины, кривая характеристики короткого замыкания представляет собою вначале прямую, а затем, по мере увеличения насыщения, слегка загибающуюся к оси абсцисс линию (фиг. 52). При коротком замыкании однофазного альтернатора (или при одно- и двуполюсном замыкании многофазного) в обмотке якоря протекает переменный ток, который создает переменное магнитное поле, т. е. изменяющееся от $+H$ до $-H$. Как известно, действие переменного магнитного поля м. б. приведено к действию двух постоянных магнитных полей, вращающихся во взаимно противоположные стороны с равными скоростями. Т. о., переменное магнитное поле, создаваемое током короткого замыкания обмотки однофазного альтернатора, разлагается на два поля: одно—совпадающее с направлением вращения магнитного поля, создаваемого ампер-витками возбуждения, и другое—так наз. инверсное, вращающееся относительно магнит. системы с двойной угловой скоростью. Инверсное магнитное поле, пересекая витки обмотки возбуждения, наводит в последней эдс, к-рые вызывают появление в цепи возбуждения переменных токов двойной частоты (фиг. 53). В этом случае в цепи возбуждения действует пульсирующая эдс E_{m_r}, эфф. значение к-рой $\sqrt{E_m^2+E_i^2}$. Действительно, мгновен. значение результирующей эдс в цепи возбуждения



Фиг. 53.

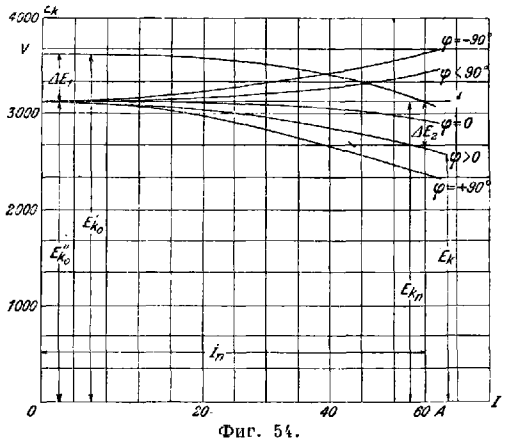
$$e_{m_r}=E_m+e_i=E_m+\sqrt{2}\cdot E_i\cdot\sin 2\omega t,$$

а эффективное значение вычисляется по ф-ле:

$$E_{m_r}=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T(E_m+\sqrt{2}\cdot E_i\cdot\sin 2\omega t)^2\,dt}\,.$$

Под действием пульсирующей эдс в обмотке возбуждения течет пульсирующий ток, эфф. значение силы к-рого $I_{m_r}=\sqrt{I_\omega^2+I_i^2}$. Для точных измерений силы тока возбуждения, при снятии характеристики короткого замыкания необходимо применять амперметры только по системе Депре-д'Арсонваля или Вестона.

3) Внешняя характеристика синхронных Г. п. т. [$E_k=F(I)$ при $I_m=\text{Const}$, $\cos\varphi=\text{Const}$, $f=\text{Const}$]. На фиг. 54 изображены кривые внешней характеристики альтернатора для различных видов нагрузки. Как видно из представленных кривых, напряжение на зажимах альтернатора с увеличением тока во внешней цепи не остается постоянным: оно уменьшается при чисто омических и индуктивных нагрузках и может возрастать при емкостной нагрузке.



Фиг. 54.

Для $\cos\varphi=1{,}0$ кривая внешней характеристики имеет вид эллипса, оси к-рого совпадают с осями координат. Для $\cos\varphi=0$ кривые имеют почти прямолинейный вид, при чем эти линии имеют уклон: при опережающем угле сдвига фаз ($\varphi=-90°$)—вверх, а при отстающем ($\varphi=+90°$)—вниз. Внешние характеристики позволяют определить т. н. %-ное изменение напряжения для определения условий нагрузки. Обычно в альтернаторах, дающих постоянное напряжение, под изменением напряжения разумеют повышение напряжения при сбрасывании определенной нагрузки с определенным коэфф-том мощности, выраженное в процентах от номинального напряжения при полной нагрузке. В табл. 3 приведены данные относительно изменений напряжения в нормальных типах синхронных машин.

По нормам повышение напряжения в синхронных Г. п. т. допускается не свыше 50%.

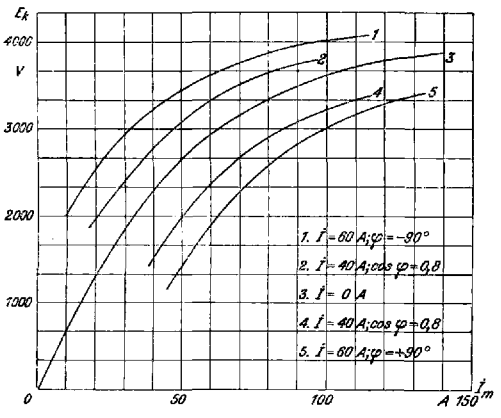
4) Нагрузочная характеристика синхронных Г. п. т. [$E_k=F(I_m)$ при $I=\text{Const}$, $\cos\varphi=\text{Const}$, $n=\text{Const}$]. На фиг. 55 изображены нагрузочные характеристики для различных видов нагрузок альтернатора. Как видно из фигуры, нагрузоч-

Табл. 3.—Значение изменений напряжения в синхронных машинах.

Трехфазные генераторы частотою в 50 пер/ск.	Значения в % при		Однофазные генераторы, частотою в 50 и 16⅔ пер/ск.	Значения в % при	
	cos φ= =1,0	cos φ= =0,8		cos φ= =1,0	cos φ= =0,8
Малые быстроходные машины	8—10	20—25	Малые быстроходн. машины	8—10	20—25
Большие, непосредственно связанные с двигателем	10—12	25—28	Большие, непосредственно связанные с двигателем . . .	10—12	25—30
Большие быстроходные	15—18	30—35	Большие быстроходные	12—15	30—35
Турбогенераторы . .	20—30	35—50	Турбогенераторы . .	25—35	30—45
			Генераторы для электрич. тяги, частотою в 16⅔ пер/ск.	18—22	35—40

ные характеристики имеют вид кривых, располагающихся на диаграмме выше или ниже характеристики холостого хода—в зависимости от рода и величины нагрузки. Для определенной силы тока возбуждения при омической и индуктивной нагрузках напряжение на зажимах получается меньше, чем при холостом ходе; при емкостной нагрузке, наоборот, наблюдается повышение напряжения.

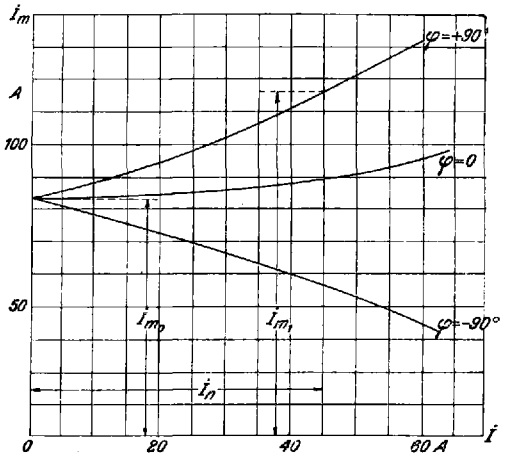
5) Регулировочная характеристика синхронных Г. п. т. [$I_m = F(I)$ при $E_k = \text{Const}$, $\cos\varphi = \text{Const}$, $f = \text{Const}$]. В синхронных Г. п. т. с изменением нагрузки напряжение на зажимах не остается постоянным, поэтому для поддержания напряжения на зажимах машины постоянным необходимо регулировать силу тока в цепи возбуждения. В современных синхрон. машинах, для поддержания постоянства напряжения при изменении нагрузок машины от нуля до максимума, требуется регулировка силы тока возбуждения в широких пределах. На фиг. 56 представлены регулировочные кривые для различных видов нагрузки альтернатора. Из этих кривых видно, что для поддержания напряжения на зажимах машины



Фиг. 55.

постоянным при возрастании омической или индуктивной нагрузок необходимо силу тока возбуждения увеличивать; при увеличении же емкостной нагрузки, наоборот, возбуждение приходится уменьшать. Отношение силы тока возбуждения I_{m_1}, соответствующ. полной нагрузке, к силе тока возбуждения I_{m_0} при холостом ходе, при условии, что в обоих случаях напряжение на зажимах машины остается постоянным, служит мерой регулировки возбуждения. Для индуктивных нагрузок альтернаторов отношение $\frac{I_{m_1}}{I_{m_0}} > 1$ и в некоторых случаях достигает значения от 1,5 до 2,0; при емкостной нагрузке эта величина < 1.

На основании регулировочных характеристик, снятых при нагрузках с коэффициентом мощности $\cos\varphi = 1{,}0$ и $\cos\varphi = 0$, можно построить регулировочную характеристику



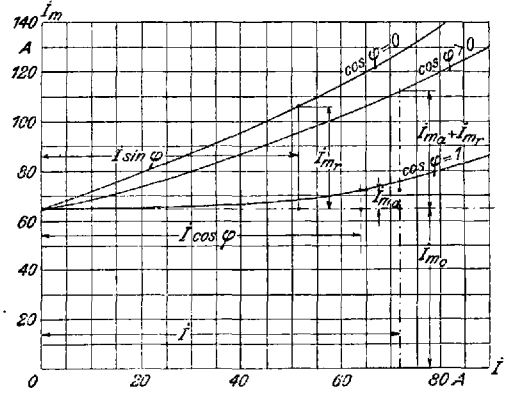
Фиг. 56.

для нагрузок с любым значением $\cos\varphi$. Т. к. магнитное насыщение в альтернаторах изменяется сравнительно мало при увеличении нагрузки от нуля до максимума, то силу тока возбуждения можно разбить на три составляющие, а именно: на силу тока холостого хода I_{m_0} и силы тока I_{m_a} и I_{m_r}, компенсирующие соответственно изменения напряжения от действия активной составляющей $I \cdot \cos\varphi$ и реактивной составляющей $I \cdot \sin\varphi$ тока нагрузки, т. е.

$$I_m = I_{m_0} + I_{m_a} + I_{m_r}.$$

Значения I_{m_a} и I_{m_r} можно легко найти по кривым регулировочной характеристики, для чего по оси абсцисс откладывают значения $I \cdot \sin\varphi$ и $I \cdot \cos\varphi$; тогда отрезки соответствующих ординат, заключенные между регулировочными кривыми для $\cos\varphi = 0$ и $\cos\varphi = 1{,}0$ и горизонтальной прямой, проведенной на высоте I_{m_0}, дают значения I_{m_a} и I_{m_r}. Откладывая суммы $I_{m_0} + I_{m_r} + I_{m_a}$ по ординатам, соответствующим силам тока I, можно найти точки, принадлежащие искомой регулировочной кривой. Построение регулировочной характеристики таким способом изображено на фиг. 57.

Короткое замыкание синхронных генераторов переменного тока. I. Установившееся короткое замыкание. При установившемся коротком замыкании альтернатора наводимая в обмотке якоря эдс



Фиг. 57.

компенсируется омическим и индуктивным падениями напряжения в цепи якоря. Так как реактивное сопротивление цепи якоря в несколько раз более эфф. сопротивления, то ампер-витки якоря создают продольное поле, действующее навстречу полю, создаваемому обмоткой возбуждения, и вследствие этого результирующее поле получается слабым. Если короткое замыкание на зажимах якоря Г. п. т. происходит при номинальном возбуждении, то в якоре современных Г. п. т. новейших конструкций устанавливаются токи короткого замыкания, значения силы которых приведены в табл. 4.

Табл. 4. — Предельные значения силы установившегося тока короткого замыкания.

Род короткого замыкания	Турбогенераторы	Тихоходные альтернаторы
3-полюсное	2,0 I номин.	2,5 I номин.
2-полюсное	3,0 » »	3,75 » »
1-полюсное	5,0 » »	6,25 » »

Обычно в Европе, в отношении короткого замыкания, к синхронным машинам предъявляют требование, чтобы

$$Y_0 = \frac{\text{устан. ток кор. замык. при возбужд. хол. хода}}{\text{номинальный ток}}$$

или

$$K = \frac{\text{ток возбужд. } I_{m_0} \text{ при хол. ходе и номин. напряж.}}{\text{ток возб. } I_{m_a} \text{ при кор. замык. и ном. токе якоря}}$$

были $\cong 0{,}5$ (фиг. 58). В Америке рекомендуется значение $K = Y_0$ брать $\cong 1{,}4\sqrt{\frac{\cos\varphi}{b}}$, где b—коэфф. магнитного насыщения (обычно b равно от 1,2 до 2,0).

Значение силы установившегося тока короткого замыкания в многофазных машинах зависит от вида короткого замыкания. В трехфазных Г. п. т. сила установившегося тока короткого замыкания равна:
при трехполюсном коротком замыкании

$$I_{y_3} = \frac{\xi_3 \cdot E_0}{\sqrt{X^2 + R^2}};$$

при двуполюсном коротком замыкании

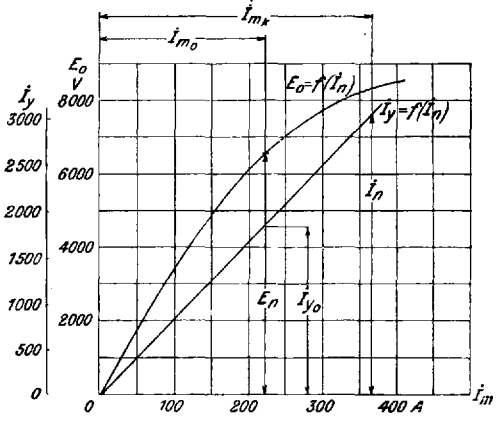
$$I_{y_2} = \frac{\xi_2 \cdot E_0}{\sqrt{\left(\frac{1+\tau}{2} \cdot X\right)^2 + R^2}};$$

при однополюсном коротком замыкании

$$I_{y_1} = \frac{\xi_1 \cdot E_0}{\sqrt{\left(\frac{1+\tau}{3} \cdot X\right)^2 + R^2}}.$$

В этих ф-лах E_0—эфф. фазовое напряжение холостого хода, соответствующее заданному току возбуждения, X—т. н. синхронный реактанц, состоящий из реактанца рассеяния и реакции якоря, R—активное сопротивление якоря, τ—коэфф. рассеяния, ξ—общий коэффициент, учитывающий насыщение железа. В табл. 4 приведены соотношения токов для различных видов установившегося короткого замыкания.

II. Внезапное короткое замыкание. При внезапном коротком замыкании, совершающемся в возбужденном до номинального напряжения Г. п. т., переход от первоначального состояния до практически установившегося режима короткого замыкания происходит не мгновенно, а в течение некоторого промежутка времени, потребного для рассеяния запаса магнитной и электрич. энергии в тепло. В первый момент внезапного короткого замыкания магнитодвижущая сила якоря, вследствие влияния токов Фуко, не вызывает заметной реакции



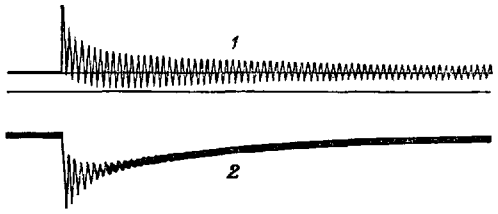
Фиг. 58.

якоря; так. обр., в первый момент сила тока внезапного короткого замыкания обусловливается напряжением на зажимах Г. п. т. в момент начала короткого замыкания эффективным и реактивным сопротивлением обмотки якоря и самоиндукцией магнитной системы (цепи возбуждения и демпферной обмотки). Реактивное сопротивление цепи якоря, вследствие увеличения насыщения железа якоря, а также появления токов Фуко получается несколько меньшим, чем при номинальном режиме Г. п. т.

Явления, происходящие в Г. п. т. при внезапном коротком замыкании, имеют весьма сложный характер. При внезапн. коротком замыкании обмотки якоря Г. п. т., явления перехода от одного состояния в другое представляют собою нестационарный электрическ. процесс двух цепей,—обмотка яко-

ря и обмотка возбуждения—связанных между собой в магнитном отношении. Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что после внезапного короткого замыкания в цепи якоря протекает ток, составляющими которого являются: 1) установившийся ток короткого замыкания I_{y_k}, имеющий частоту f; 2) мгновенно ударный переменный ток I_k'' частоты f''', система которого связана с обмоткой возбуждения, и 3) ток I_k' очень малой частоты f', система которого связана с обмоткой якоря и к-рый представляет собою как бы мгновенно ударный постоянный ток, при чем две последние составляющие тока постепенно затухают. Частоты f' и f''', а также затухание токов зависят главн. обр. от отношения активного сопротивления к самоиндукции рассеяния. Затухание токов I_k' и I_k'' происходит по закону показательной функции.

На фиг. 59 приведены осциллограммы ударных токов цепи якоря (кривая *1*), а также токов в цепи возбуждения (кривая *2*) при трехполюсном коротком замыкании. Начальное значение каждого из токов получается, как при любом переменном токе, в виде частного от деления действующего напряжения на кажущееся сопротивление.



Фиг. 59.

Т. о. составляющие токи внезапного короткого замыкания I' и I'' в начальный момент замыкания выражаются след. обр.:

$$I_k' = I_k'' = \frac{E}{\omega \cdot \tau \cdot L} = I_n \cdot \frac{E_n}{E_s}.$$

Наибольшее значение суммарного ударного тока можно определить из след. формулы:

$$I_{m_k}' = I_1' \cdot e^{-\frac{\pi \cdot \rho}{\omega \cdot s_1}} + I_1'' \cdot e^{-\frac{\pi \cdot \rho_2}{\omega \cdot \tau \cdot L_2}} =$$

$$= I_n \cdot \frac{E_n}{E_s}\left(e^{-\frac{\pi \cdot E_r}{E_s}} + e^{-\frac{\pi \cdot E_{r_2}}{E_{s_2}}}\right) = I_n \cdot \frac{E}{E_s} \cdot \varkappa.$$

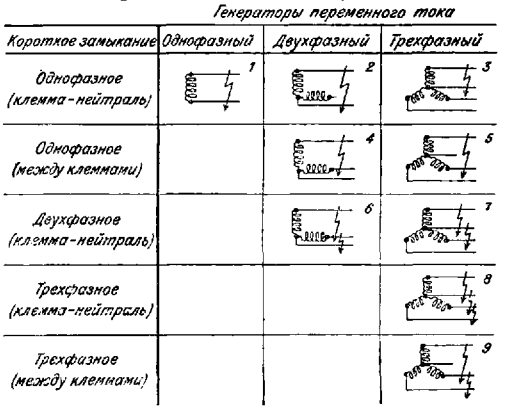
Для турбогенераторов и машин с явно выраженными полюсами, снабженных демпферной обмоткой, коэфф. $\varkappa \cong 1{,}8$; для машин с явно выраженными полюсами, имеющих слабую демпферную обмотку или не имеющих ее вовсе, этот коэфф-т имеет меньшее значение. Если Г. п. т. в момент внезапного короткого замыкания уже имел некоторую нагрузку, то нагрузочный ток не может после короткого замыкания внезапно измениться; поэтому он течет совместно с выравнивающими токами через место короткого замыкания, слагаясь с ними по фазе.

К современным Г. п. т. предъявляют требования, чтобы максимальный ударный ток внезапного короткого замыкания не превосходил 15-кратной амплитуды номинального тока; с этой целью в Г. п. т. необходимо применять реактанц рассеяния не менее 12%. На фиг. 60 приведены различные виды коротких замыканий, к-рые могут наступать в одно-, двух- и трехфазных Г. п. т.; в табл. 5

Табл. 5.—Значения силы ударного тока короткого замыкания.

Вид короткого замыкания	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соотношение ударн. токов	75	106	150	75	86,8	106	173	100	100

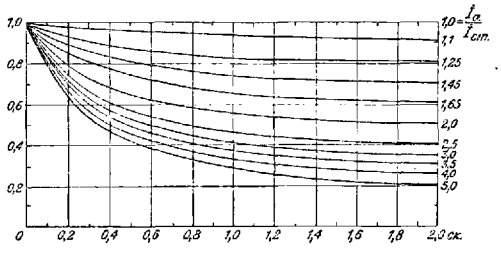
приведены данные, показывающие соотношения ударных токов для указанных на



Фиг. 60.

фиг. 60 видов внезапного короткого замыкания, при чем значения ударного мгновенного тока при трехполюсном замыкании (см. *8* и *9* на фиг. 60) приняты за 100%. На фиг. 61 приведены кривые уменьшения симметричных составляющих ударных токов в зависимости от времени, а также и от отношения начального ударн. тока внезапного короткого замыкания к установившемуся при трехполюсном коротком замыкании.

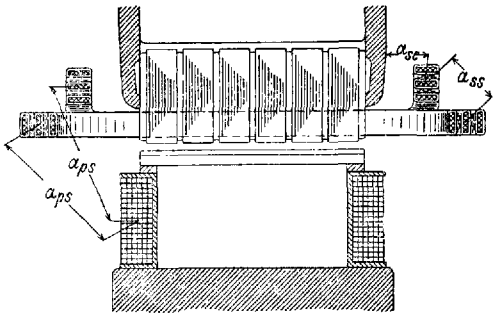
Внезапное короткое замыкание сопровождается: 1) механическими воздействиями на статор и ротор, 2) электродинамическ. силами, действующими на обмотки статора и ротора, 3) явлениями перенапряжений в обмотках, 4) нагреванием обмоток. Так как в начальный момент внезапного короткого замыкания магнитное поле в воздушном зазоре



Фиг. 61.

Г. п. т. имеет свое полное значение, то мгновенный ударный вращающий момент находится в таком же отношении к номинальному вращающему моменту машины, как мгновенные ударные токи короткого замыкания—к номинальному току. Вращающий момент короткого замыкания в машинах новейшего

типа превышает номинальный момент приблизительно в 15 раз; в машинах же более ранних конструкций это отношение доходит до 30. Вращающие моменты при коротком замыкании действуют резким ударом на вал и муфту, а также на двигатель, приводящий в движение Г. п. т., и на фундамент последнего. Хотя эти механическ. ударные действия и затухают быстро, но первые толчки могут вызвать тяжелые механические разрушения, если в конструкциях Г. п. т. и двигателя



Фиг. 62.

и их фундаментов не обратить на это надлежащего внимания. Наряду с сильными сотрясениями ротора и статора, при внезапном коротком замыкании возникают большие механические усилия в обмотках, вследствие электродинамич. действия ударных токов короткого замыкания. Эти силы м. б. опасными для обмоток, особенно для лобовых частей их, поэтому на крепление их д. б. обращено особое внимание. Электродинамич. эффект создает притяжение лобовых частей к железу статора; кроме того, отдельные лобовые части притягиваются и отталкиваются между собой, а также взаимодействуют с обмоткой возбуждения. Механич. усилия, действующие на головки обмоток, вычисляются по следующим ф-лам.

а) Сила отталкивания между катушкой обмотки возбуждения и головкой обмотки якоря:

$$F_1 = -\frac{2{,}04\, l_{m_r} \cdot g_a \cdot q_a \cdot w_{m_p} \cdot I'_{m_k} \cdot I_{m\,max}}{a_{p_s} \cdot a} \cdot \left(\frac{100 + \Delta\varepsilon_1}{100}\right) \cdot 10^{-8}\ кг.$$

б) Сила притяжения головки обмотки якоря к железу статора:

$$F_2 = +\frac{1{,}2\, l_s \cdot q_a^2 \cdot g_a^2 \cdot I'^2_{m_k}}{a^2 \cdot a_{s_e}} \cdot \left(\frac{100 + \Delta\varepsilon_1}{100}\right)^2 \cdot 10^{-8}\ кг.$$

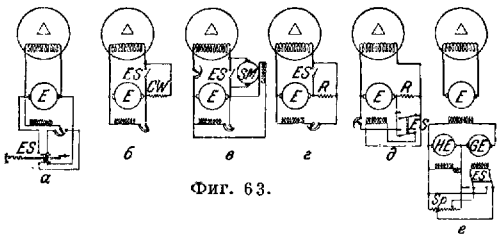
в) Сила отталкивания или притяжения между головками различных фаз обмоток:

$$F_3 = \pm\frac{0{,}51\, l_s \cdot g_a^2 \cdot q_a^2 \cdot I'^2_{m_k}}{a_{s_s} \cdot a^2} \cdot \left(\frac{100 + \Delta\varepsilon_1}{100}\right)^2 \cdot 10^{-8}\ кг.$$

В этих ф-лах I'_{m_k}—наибольший мгновенный ударный ток; l_s—длина головки обмотки; a—число параллельных ветвей; a_{s_e}—расстояние от середины головки обмотки якоря до железа (фиг. 62); a_{ss}—расстояние между головками различных фазовых обмоток; a_{p_s}—расстояние между серединой поперечного сечения катушки обмотки возбуждения и серединой поперечного сечения головки обмотки якоря; g_a—число проводников, заложенных в пазу; q_a—число пазов, приходящихся на полюс и фазу; w_{m_p}—число витков обмотки возбуждения, приходящихся на 1 полюс; l_{m_r}—средняя ширина лобовой части катушки возбуждения в направлении вращения; $I_{m_{max}}$—максим. ток возбуждения; $\Delta\varepsilon_1$—внутр. падение напряжения при нагрузке до внезапного коротк. замыкания (в %).

Так как при внезапном коротком замыкании происходит быстрое нарастание тока, то в обмотках Г. п. т. индуктируются высокие напряжения. Эти перенапряжения м. б. опасны для изоляции обмоток, в особенности в этом отношении подвержена действию перенапряжения обмотка возбуждения. С целью уменьшения перенапряжений и предохранения обмоток возбуждения от пробоя изоляции Г. п. т. снабжаются демпферной обмоткой. В турбогенераторах демпферной обмоткой являются металлическ. клинья ротора, которые д. б. надежно электрически соединены с капотами, или бандажами, удерживающими головки обмоток возбуждения от выгибания под действием центробежных сил.

От сильных токов короткого замыкания проводники, по которым они протекают, нагреваются очень быстро до высоких $t°$, опасных как для проводок, так и для всех окружающих частей их. Поэтому сечение проводников обмотки Г. п. т. должно быть точно рассчитано; обычно оно рассчитывается т. о., чтобы тепловая энергия, развиваемая током внезапного короткого замыкания, поглощалась только самой обмоткой (теплоемкостью), т. к. вследствие короткого времени действия внезапного короткого замыкания отвода тепла в окружающую среду не происходит. С целью уменьшения разрушительных последствий внезапн. короткого замыкания, Г. п. т. снабжают защитными приспособлениями; кроме того, возбуждение Г. п. т. устраивают



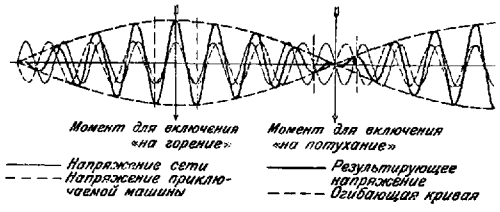
Фиг. 63.

т. о., чтобы при внезапных коротких замыканиях происходило уничтожение главного магнитного поля и, вследствие этого, более быстрое спадание переходных токов и ослабление установившегося тока короткого замыкания. Наиболее употребительные схемы возбуждения, преследующие эти цели, приведены на фиг. 63, где △—трехфазный генератор, *E*—якорь возбудителя, *HE*—вспомогательный возбудитель, *GE*—противодействующий возбудитель, *CW*—противодействующая компаундная обмотка, *SM*—пусковой мотор, *ES*—выключатель для размагничивания, *Sp*—делитель напряжения и *R*—сопротивление.

Параллельная работа синхронных генераторов переменного тока—совместная работа нескольких Г. п. т. или одного генератора совместно с сетью переменного тока, при чем одноименные зажимы якорей соединяются между собою электрически непосредственно или через относительно небольшие индуктивные сопротивления. Включение Г. п. т. на параллельную работу производится при соблюдении следующих условий: 1) напряжения на зажимах должны быть одинаковы; 2) напряжения на зажимах, подлежащих соответственному соединению между собой, должны совпадать по фазе; 3) частоты д. б. равны. В случае многофазных машин необходимо также, чтобы направление чередования фаз было одинаково.

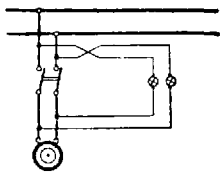
Для выполнения всех этих условий Г. п. т., который желают приключать параллельно к сети или к другому альтернатору, приходится синхронизировать, для чего напряжение и скорость вращения Г. п. т. регулируют так. обр., чтобы наступил полный синхронизм, т. е., чтобы произошло полное совпадение напряжения как по фазе, так и по величине, частоте и порядку чередования фаз. Наблюдение за наступлением полного синхронизма производится по синхроноскопам. Простейшим видом синхроноскопа являются лампы или вольтметры, приключаемые к зажимам параллельно присоединенных машин. На фиг. 64 приведена схема присоединения синхронизирующих, или так назыв. фазовых, ламп для случая параллельного присоединения однофазного альтернатора к сети. Как только наступит полный синхронизм, лампы будут находиться под напряжением ок. 0, вследствие чего они потухнут, и тогда рубильник м. б. замкнут. Однако, достигнуть полного синхронизма перед включением практически не представляется возможным, так как при регулировке скорости вращения приключаемого Г. п. т. всегда получается, что его частота тока f_1 несколько отличается от частоты тока сети f, т. е. $f_1 = f \pm \Delta f$. Вследствие этого, в электрич. цепи, к-рая образуется сетью и приключаемыми Г. п. т., присоединенными через лампы (фиг. 64), действуют одновременно две эдс

Фиг. 64.

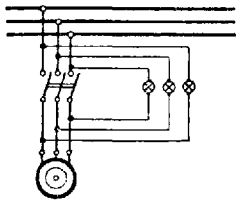


Фиг. 65.

двух разных частот: f и f_1. В результате такого действия двух изменяющихся по закону синуса движущих сил получаются т. н. биения (фиг. 65), при к-рых лампы начинают то тухнуть, то загораться. Частота этих биений получается тем меньшей, чем меньше разнятся друг от друга частоты f и f_1. Если при синхронизации удается добиться того, что частоты f и f_1 почти совпадают, то затухание и загорание ламп происходит очень медленно. Уловив момент, когда результирующее напряжение делается $\cong 0$, что наблюдают по затуханию ламп, включают рубильник, и приключенная т. о. синхронная

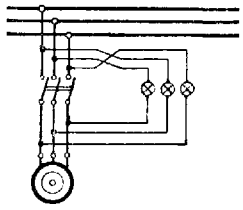


Фиг. 66.

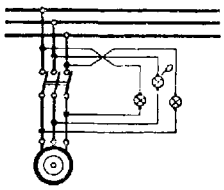


Фиг. 67.

машина, совершив несколько колебаний, под действием синхронизирующих сил входит в полный синхронизм. Присоединение синхронизирующих ламп для однофазных Г. п. т. можно осуществить по схеме фиг. 66. При этом легко понять, что при наступлении полного синхронизма лампы должны гореть полным накалом. Включение ламп по схеме фиг. 64 называют включением на потухание, а указанное на фиг. 66—включением на горение. При параллельном включении трехфазных Г. п. т. присоединение синхронизирующих ламп производится трояким образом, по схемам фиг. 67—69. При наступлении полного синхронизма, лампы, включенные по схеме



Фиг. 68.



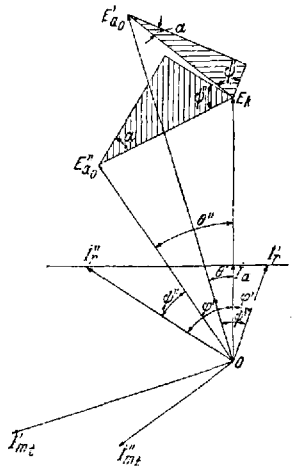
Фиг. 69.

фиг. 67, должны потухнуть, а лампы, включение которых осуществляется по схеме фиг. 68,—гореть под напряжением сети; так. обр. схема фиг. 67 представляет включение на потухание, а схема фиг. 68—включение на горение. Перед наступлением синхронизма, когда в цепи имеют еще место биения, в случае правильного чередования фаз приключаемого альтернатора и сети, все лампы одновременно то тухнут, то загораются; в случае же неодинакового чередования фаз, фазовые лампы загораются и потухают не все одновременно, а последовательно, друг за другом; при этом получается, как говорят, вращение огня. При неодинаковом чередовании фаз параллельная работа генераторов переменного тока является невозможной; для установления одинакового порядка чередования фаз необходимо произвести перекрещивание фаз, т. е. взаимное пересоединение двух каких-либо зажимов.

Параллельное включение Г. п. т. является одной из самых ответственных операций при эксплоатации электрич. станций, и всякие

упущения здесь могут повести к авариям. В последнее время стали находить применение специальные аппараты, посредством которых осуществляется автоматич. включение Г. п. т. на параллельную работу. В альтернаторах высокого напряжения синхронизирующие приборы приключаются через трансформаторы напряжения.

Когда Г. п. т. приключен к сети, то для нагрузки его необходимо воздействовать на регулятор двигателя, приводящего в движение альтернатор. Таким обр. распределение нагрузки между параллельно работающими Г. п. т. осуществляется только посредством изменения мощности двигателя, регулировкой же возбуждения изменения нагрузок достигнуть нельзя. В этом заключается существенное отличие параллельной работы синхронных Г. п. т. от параллельной работы генераторов постоянного тока, нагрузка которых устанавливается путем изменения силы тока возбуждения. Регулировкой возбуждения Г. п. т., приключенного параллельно к сети, достигается только изменение реактивной составляющей тока, при чем, в случае перевозбуждения, альтернатор работает с отстающим током, а при недовозбуждении—с опережающим (см. диаграммы на фиг. 70). С целью уменьшения потерь, возбуждение у параллельно работающих альтернаторов должно быть установлено так, чтобы они работали все с одинаковым коэффициентом мощности (cos φ).



Фиг. 70.

Если Г. п. т. приключен параллельно к сети, то при нагрузке его между вектором напряжения сети E_k и вектором эдс альтернатора, соответствующей току возбуждения I_{m_t}, устанавливается угол сдвига фаз θ', который зависит от мощности, отдаваемой альтернатором. В случае работы параллельно присоединенной к сети синхронной машины, в качестве генератора, вектор E'_{a_0} опережает вектор E_k; при этом зависимость между углом θ и мощностью P_φ определяется по формуле:

$$P_\varphi = \frac{E_k}{Z}[E_{a_0} \cdot \sin(\theta + \alpha) - E_k \cdot \sin\alpha].$$

Так как $\alpha \cong 0$, то

$$P = \frac{E_k}{Z} \cdot E_{a_0} \cdot \sin\theta,$$

где $Z = \sqrt{(x_a + x_{s_a})^2 + r_a^2}$ — полное сопротивление якоря. Обычно для номинальн. мощности угол θ равен 10—20°. Для того, чтобы Г. п. т. мог отдать мощность

$$P = E_k \cdot I \cdot \cos\psi,$$

необходимо, чтобы двигатель доставлял ему механическ. мощность, эквивалентную всей электромагнитной мощности альтернатора:

$$P_m = E_{m_a} \cdot I_a \cdot \cos\psi.$$

Если нагрузка параллельно приключенного Г. п. т. изменяется, то переход от одного режима к другому сопровождается колебаниями, при чем за время неустановившегося состояния на вращающуюся систему действуют три вида моментов: 1) момент синхронизирующей силы M_s, 2) момент, обусловленный силами инерции вращающихся масс, M_j, 3) момент, вызываемый действием демпферной обмотки, M_d. Синхронизирующий момент M_s при изменении угла θ стремится всегда вернуть вращающую систему к прежней синхрон. скорости; он создает торможение, если двигатель сообщает альтернатору ускорение, и действует ускоряющим образом, если двигатель уменьшает крутящий момент. Синхронный момент пропорционален

$$M_s = \frac{dP_m}{d\theta} = E_k \cdot \frac{E_{a_0}}{Z}\cos(\theta - \alpha) = E_k \cdot I_{y_k} \cdot \cos(\theta - \alpha)$$

и достигает максимума при $\theta = \alpha$. Последняя ф-ла показывает, что при $\alpha = 0$, т. е. если бы синхронный Г. п. т. не обладал реактанцем рассеяния и реакцией якоря $x_a + x_{s_a} = 0$, этот синхронизирующий момент сделался бы равным нулю, и параллельная работа такого альтернатора была бы совершенно невозможна. Теоретически, синхронизирующий момент при холостом ходе достигает максимума при $\alpha = 45°$, т. е. когда $r_a = x_a + x_{s_a}$. Осуществление последнего условия в нормальных Г. п. т. вызывает большие практич. затруднения (ведет к удорожанию машины и увеличению токов короткого замыкания); поэтому современные машины рассчитываются т. о., чтобы $\frac{x_a + x_{s_a}}{r_a}$ равнялось 10—20; при этом параллельная работа оказывается вполне обеспеченной. Моменты, создаваемые инерцией вращающихся масс, как известно, пропорциональны маховому моменту GD^2 и углов. ускорению $\frac{d\omega}{dt}$, т. е. $M_j = -GD^2 \cdot \frac{d\omega}{dt}$. Момент, создаваемый демпферной обмоткой, пропорционален скорости изменения угла от некоторого среднего положения при качании альтернатора, т. е. $M_d = \frac{d\theta}{dt}$. Во время переходного состояния собственные колебания Г. п. т. совершаются с определенным периодом, который может быть определен по формуле Розенберга:

$$T_c = 0{,}032\sqrt{\frac{GD^2 \cdot n}{p \cdot y \cdot P_n}},$$

где GD^2—маховой момент в *кг-м²*, n—скорость вращения в об/м., p—число пар полюсов, y—отношение установившегося тока короткого замыкания к номинальному, P_n—номинальная мощность альтернатора в kVA.

Если Г. п. т. работает не параллельно с сетью большой мощности, а параллельно с другим альтернатором, то при переходе от одного режима к другому обе машины приходят в колебательное состояние, при этом период колебания

$$T_0 = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot p_1^2 (GD^2)_2 + T_2^2 \cdot p_2^2 (GD^2)_1}{p_1^2 (GD^2)_2 + p_2^2 (GD^2)_1}},$$

где T_1 и T_2—соответствующие периоды собственных колебаний для случая параллельной работы каждого альтернатора отдельно на сеть большой мощности, p—число пар полюсов, $(GD^2)_1$ и $(GD^2)_2$—маховые моменты альтернаторов. Демпферные обмотки увеличивают период собственных колебаний Г.п.т.

Если Г. п. т. приводится во вращение посредством двигателя, ход к-рого неравномерен (например, двигатели Дизеля, паровые машины), то этот двигатель вынуждает ротор альтернатора колебаться. В этих случаях, при осуществлении работы Г. п. т. параллельно с сетью или с другим альтернатором, необходимо обращать внимание на то, чтобы частота вынужденных колебаний как основных, так и высшего порядка не совпадала с частотой собственных колебаний альтернаторов. Иначе получается явление резонанса, и совместная работа нескольких Г. п. т. становится невозможной. Основная частота вынужденных колебаний определяется по ф-ле $f_i = \frac{n}{60} \cdot \nu_i$, где ν_i — число импульсов на один оборот. Значения ν_i приведены в табл. 6.

Табл. 6.—Число импульсов вынужденных колебаний за 1 оборот.

Наименование первичных двигателей	ν_i
Паровые машины	
Одноцилиндровые и двойного расширения тендем	2
Двойного расширения, с кривошипом под углом в 30°	4
Тройного расширения, с кривошипом под углом в 120°	6
Двигатели внутреннего сгорания	
Одноцилиндровые четырехтактные	1/2
Двухцилиндровые четырехтактные и одноцилиндровые двухтактные	1
N-цилиндровые четырехтактные	$N/2$

Потери и коэфф-т полезного действия генераторов переменного тока. Потери, имеющие место в Г. п. т., можно разбить на следующие группы: 1) потери в магнитной цепи (или, как их часто называют, потери в железе), которые, в свою очередь, подразделяются на потери на гистерезис и потери на токи Фуко; 2) потери в электрич. цепи, или джоулевы потери, которые образуются при прохождении тока по обмоткам машины (якоря возбуждения) и через контактное сопротивление между щетками и кольцами; 3) механич. потери, к-рые разделяются на потери на трение в подшипниках и потери на трение щеток о контактные кольца; 4) потери на трение о воздух и потери на вентиляцию; 5) дополнительные потери, состоящие из добавочных потерь в железе якоря или других частей магнитной цепи машины, вызываемые искажением магнитного потока вследствие недостатков механической обработки деталей, не поддаются точному учету; к дополнительным потерям относятся также потери на токи Фуко в болтах, стягивающих листы якорного железа, потери на токи Фуко в проводах, вызываемые насыщением в зубцах якоря вследствие искажения главного потока, потери от уравнительных токов в параллельно соединенных ветвях электрической цепи.

Кпд синхронных Г. п. т. η определяется как отношение отдаваемой мощности в kW к отдаваемой мощности в kW+потери в kW.

Лит.: Холуянов Ф. И., Альтернаторы и преобразователи переменно-постоян. тока, 3 изд., М.—Л., 1926; Толвинский В. А., Электрическ. машины, ч. II—Синхронные машины, литогр. изд., П., 1923; Кулебакин В. С., Синхронные электр. машины. Расчетная записка генератора, М., 1927; Курбатов С. И., Параллельная работа синхронных машин, литогр. изд., Москва, 1924; Roth E., Alternateurs et moteurs synchrones, t. 1, P., 1924; Barbillion L. et Antoine H., Les alternateurs industriels, P., 1919; Arnold E. u. La Cour J., Die synchronen Wechselstrommaschinen, Generatoren, Motoren u. Umformer, Berlin, 1913; Richter R., Elektrische Maschinen, B., 1924. **В. Кулебакин.**

ГЕНЕРАТОР ПОСТОЯННОГО ТОКА, см. *Динамомашины постоянного тока.*

ГЕНЕРАТОРНЫЕ ЛАМПЫ, см. *Лампа электронная.*

ГЕНЕРАТОРНЫЙ ГАЗ, искусственное газообразное топливо, получаемое из твердого топлива (каменного угля, торфа, дров и т.д.) в особых приборах, называемых *газогенераторами* (см.) или газовиками. В отличие от простых топок, сожигание топлива в генераторах ведется при более толстом слое горючего (например, 0,7—1,2 *м* для каменного угля), вследствие чего углекислота, образовавшаяся в нижних зонах генератора по реакции

$$C + O_2 + 3{,}8\,N_2 = CO_2 + 3{,}8\,N_2{}^* \quad + 97\,650\ \text{Cal}, \quad (1)$$

легко восстанавливается при высокой температуре углеродом раскаленного кокса, согласно уравнению:

$$CO_2 + C = 2\,CO \quad - 38\,790\ \text{Cal}. \quad (2)$$

Обе эти реакции протекают непосредственно одна за другой, хронологически настолько близко, что их можно выразить одним суммарным уравнением:

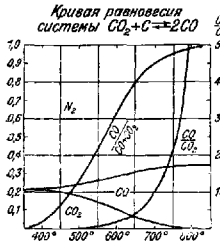
$$C + 0{,}5\,(O_2 + 3{,}8\,N_2) = CO + 1{,}9\,N_2 \quad + 29\,430\ \text{Cal}. \quad (3)$$

Полученный таким путем теоретическ. Г. г. должен был бы иметь состав (в объемных процентах): 34,4% CO, 65,6% N_2 и теплопроизводительность около 1 050 Cal/$м^3$, т. е. он относился бы к разряду низкосортного газообразного топлива.

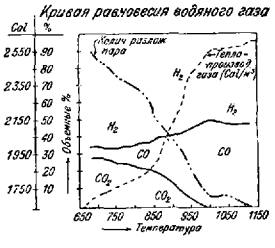
Происходящее по ур-ию (3) неполное горение углерода топлива (горение в CO) сопровождается достаточно интенсивным выделением тепла (29 430 : 12 ≅ 2 453 Cal на 1 *кг* C), к-рое расходуется на различные потери (нагрев стен, лучеиспускание) и на нагрев продуктов горения до определен. темп-ры. Для успешного и полного протекания реакции (2) необходимо поддерживать в зоне горения достаточно высокую $t°$, которая, по исследованиям Будуара (Boudouard), Рида (Read), Уилера (Wheeler), Юшкевича и др., не д. б. ниже 1 000°. Эти исследования показали, что чем выше $t°$ процесса, тем быстрее и полнее протекают реакции восстановления. Однако, излишнее повышение $t°$ имеет и свои недостатки, чисто практич. характера. Во-первых, такой метод работы возможен далеко не со всеми сортами топлива; во-вторых

* Состав атмосферного воздуха приближенно принят равным $O_2 + 3{,}8\,N_2$, что дает достаточную точность для технических подсчетов.

он дает так назыв. воздушный газ, по своему составу приближающийся к указанному выше, т. е. с невысокой теплопроизводительностью (1 050—1 100 Cal/м³); далее, такая работа может осуществляться только в генераторах специальной конструкции (работающих с выпуском жидкого шлака), иначе плавление (шлакование) золы может вызвать серьезные расстройства в работе генератора (образование настылей, козлов и т. д.); наконец, $t°$ газа, покидающего генератор, в этом случае будет значительно выше, что не всегда выгодно. Поэтому целесообразнее использовать избыток тепла, развиваемого в зоне горения, на проведение таких эндотермич. реакций, которые понижали бы $t°$ зоны горения до минимально необходимой (1 000—1 100°) и вместе с тем улучшали бы качество газа в смысле повышения его теплотворной способности. Для этой цели можно было бы воспользоваться реакциями восстановления CO_2 или H_2O, вводимых со стороны. Однако, для получения больших количеств CO_2 по дешевой цене встречается целый ряд практическ. затруднений. Произведенные же за последнее время в Америке попытки использовать для этой цели колошниковый газ (ок. 14% CO_2, 26% CO и 57% N_2) теоретически не обоснованы, т. к. при этом вводится до 86% газообразных продуктов, поглощающих



Фиг. 1.



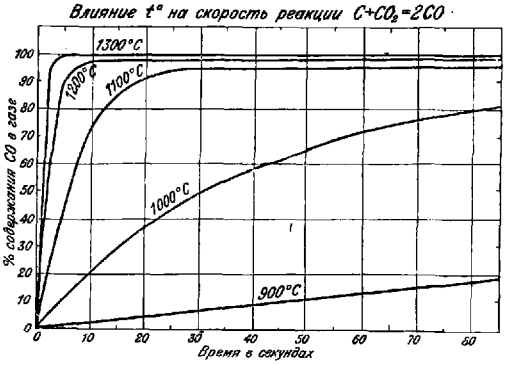
Фиг. 2.

тепло на нагрев, но не участвующих в процессе. Так. обр., наиболее простой и дешевой реакцией такого рода остается разложение раскаленным углеродом паров воды по ур-ию:

$$C + H_2O = CO + H_2 \quad - 28\,380 \text{ Cal.} \quad (4)$$

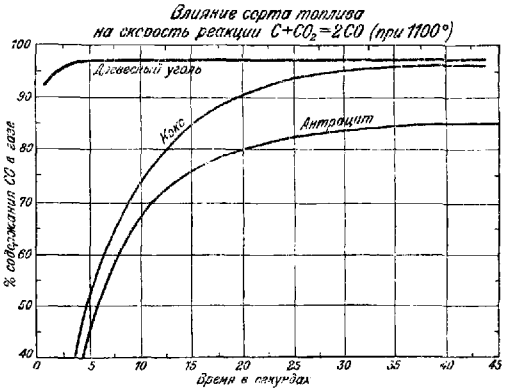
Теоретический состав газа, получающегося по этой реакции, таков: 50% CO, 50% H_2, а теплотворная способность его около 2 800 Cal/м³, т. е. значительно выше простого Г. г., полученного по реакции (3).

Основой современного генераторного процесса и является комбинация реакций (3) и (4), что осуществляется на практике подачей под колосники генератора влажного воздуха или паро-воздушного дутья, а иногда просто устройством водяной ванны в зольнике. Количество пара, подаваемого под колосники генератора, на 1 *кг* топлива обычно бывает: для каменных углей 0,25—0,30 *кг*, для кокса и антрацита 0,30—0,35 *кг*, для бурых углей 0,10—0,20 *кг* и для дров и торфа 0,0—0,10 *кг*. При указанных условиях, в нижних зонах генератора имеется сложная система газообразных соединений, состоящая из смеси CO_2, CO, H_2, N_2 и H_2O. Вследствие больших скоростей газообразных продуктов горения в прозорах между кусками топлива, малого времени пребывания их в зоне горения и других факторов, влияющих на ход реакций, состояние равновесия между указанной газообразной фазой и твердым C в условиях практического проведения генераторного процесса обычно не достигается. Поэтому и состав газовой смеси несколько отличается от теоретического, отвечающего кривым (фиг. 1 и 2) состояния полного равновесия системы при данной концентрации,



Фиг. 3.

давлении и $t°$ (исследования Будуара, Рида и Уилера, Клемента и Адамса, Герриса, Неймана, Гана, Дирсена и других). Весьма важн. роль при этом играет также и качество твердого углеродистого остатка топлива (кокс, древесный уголь), а именно: его горючесть, или реактивность. Более плотный и менее реактивный кокс (или антрацит), например, требует для успешного проведения реакций горения и полного восстановления CO_2 и H_2O значительно более высоких $t°$ или повышенного давления по сравнению с древесным углем. В противном случае реакции пойдут медленнее и не закончатся в короткий период времени пребывания газовой смеси в зоне горения и восстановления. Влияние $t°$ на скорость реакции $C+CO_2=2CO$ и сорта топлива на скорость той же реакции, по опытам Клемента, Адамса и Гаскинса, видно из кривых на фиг. 3 и 4.



Фиг. 4.

Все сказанное относится к случаю сожигания твердого углеродистого остатка или топлива, не содержащего летучих веществ. Обычные сорта твердого топлива дают при сухой перегонке в верхних зонах генерато-

ра летучие газообразные продукты высокой теплотворной способности. Для каменного угля это будет светильный газ, теплопроизводительность которого достигает: 4 500—6 500 Cal/м³. Присоединение продуктов сухой перегонки к полученному на колосниках первичному Г. г., т. е. к продуктам неполного горения твердого углеродистого остатка, значительно повышает его теплопроизводительность. Отсюда ясно, что для сожигания в генераторах должны применяться сорта топлива с высоким содержанием летучих веществ, в частности газовые каменные угли с 30—36% летучих веществ. Однако, при этом не надо упускать из виду, что при высоком содержании O_2 в топливе (бурые угли, торф, дрова) значительная часть его (45—55%) образует H_2O (вода Дюлонга), которая вместе с влагой топлива переходит в газ и тем значительно понижает его пирометрич. качества. Последнее обстоятельство особенно резко сказывается при работе на необугленном и сильно влажном древесном и торфяном топливе.

Из приведенных выше соображений можно составить и общую схему современного генераторного процесса (паро-воздушный газ): 1) поступающий под колосники генератора кислород воздуха сожигает углерод кокса в CO_2, развивая при этом высокую $t°$; 2) бо́льшая часть образовавшейся CO_2 восстанавливается раскаленным коксом в CO при высокой $t°$ зоны горения (1 000—1 100°); 3) приносимый дутьем или испаренный в зольнике водяной пар разлагается раскален. коксом с образованием CO и H_2; 4) азот воздуха в реакции не участвует, но отнимает тепло зоны горения, нагреваясь до $t°$ среды (1 000—1 100°); 5) нагретые до высокой $t°$ продукты реакций неполного горения и восстановления (первичный Г. г.) поднимаются навстречу спускающемуся сверху топливу и, отдавая ему свое тепло, обогащаются выделяющимися при этом продуктами сухой перегонки (CO_2, CO, CH_4, C_2H_4, C_nH_{2n}, смоляные пары и прочие соединения); 6) в верхних зонах генератора могут происходить и реакции обменного разложения между продуктами газообразования нижних зон и сложными продуктами сухой перегонки; некоторые из этих реакций, напр.,

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2 \quad + 10\,400 \text{ Cal},$$

являются невыгодными, т. к. увеличивают неконденсирующийся балласт Г. г. (CO_2) вместо паров воды (H_2O), которые м. б. легко удалены из газа путем его промывки или конденсации; другие реакции, например,

$$2\,CO = CO_2 + C \quad + 38\,790 \text{ Cal}, \quad (2')$$

бесполезно увеличивают потери C (унос и осаждение сажи) и затрудняют очистку газопроводов; 7) в верхних слоях топлива идет его сушка, т. е. испарение содержащейся в нем гигроскопич. влаги, переходящей почти полностью в газ в виде паров H_2O; 8) наличие в твердом минеральн. горючем нек-рого количества сернистых соединений (обычно в виде пирита FeS_2) ведет к тому, что бо́льшая часть серы (80—90%) переходит в газ в виде H_2S (верхние зоны) или SO_2 (зона горения), что дает от 0 до 10 г S на 1 м³ газа. Ниже приведены наиболее важные реакции генераторного процесса и их тепловые эффекты в килограммолекулах по данным профессора М. А. Павлова:

$C + O_2 + 3{,}8\,N_2 = CO_2 + 3{,}8\,N_2$	+ 97 650 Cal	(1)
$CO_2 + C = 2CO$	− 38 790 »	(2)
$C + {}^1/_2(O_2 + 3{,}8\,N_2) = CO + 1{,}9\,N_2$	+ 29 430 »	(3)
$FeS + 1^1/_2\,(O_2 + 3{,}8\,N_2) = FeO + SO_2 + 5{,}7\,N_2$	+ 117 713 »	(4)
$H_2O + C = CO + H_2$	− 28 380 »	(5)
$CO + H_2O \begin{cases} \text{(жидк.)} \\ \text{(пар)} \end{cases} = CO_2 + H_2$	$\begin{cases} - 0{,}140 \\ + 10\,400 \end{cases}$ »	(6)
$C + 2\,H_2 = CH_4$	+ 20 870 »	(7)
$2\,C + 2\,H_2 = C_2H_4$	− 9 080 »	(8)
$FeS_2 = FeS + S$	− 16 700 »	(9)
$2\,CO = C + CO_2$	+ 38 790 »	(2')
$C + 2\,H_2O = CO_2 + 2\,H_2$	− 17 970 »	(10)

Соответственно приведенным реакциям, в генераторе различаются следующие зоны, считая снизу вверх: зона шлака, зона горения [реакции (1) и (4)], зона восстановления [реакции (2) и (5)], зона дистилляции, или сухой перегонки [реакции (6), (7), (8) и (9), выделение смол], зона сушки (испарение влаги). Резких границ между этими зонами, конечно, нет, так как они взаимно перекрываются и смещаются по вертикали в различных точках сечения шахты генератора. В зависимости от сорта топлива и назначения газа, та или иная зона может получить большее развитие. Так, древесное и торфяное топливо требует для своей подготовки значительно большего объема, чем каменный уголь и особенно кокс или антрацит. Генераторы, предназначенные для улавливания побочных продуктов перегонки каменных углей, должны иметь значительно развитую зону дистилляции.

Состав Г. г. и его теплопроизводительность. Г. г. состоит из горючих составных частей (CO, H_2, CH_4, H_2S, тяжелых углеводородов C_nH_{2n}, смолы и сажи) и балласта (CO_2, N_2, SO_2, паров H_2O). Типичные составы Г. г. для различных сортов топлива и способов газификации приводятся в табл. 1. Химич. состав обычного (паро-воздушного из каменного угля) Г. г. колеблется в довольно узких пределах: 3,0—7,0% CO_2; 22—28% CO; 1,5—4,5% CH_4; 0,5—1,5% C_2H_4; 8,0—16,0% H_2; 50—58,0% N_2. Теплопроизводительность сухого и бессмольного газа достигает 1 050—1 550 Cal/м³. В зависимости от сорта топлива и режима процесса, Г. г. несет с собой нек-рое количество смоляных паров (от 0 до 20 г/м³) и сажи (от 0 до 10 г/м³); это значительно увеличивает пирометрич. эффект газа и дает хорошую яркость пламени. Состав смолы приближенно можно принять равным: 80% C, 10% O_2, 10% H_2, состав сажи: 100% C. Теплотворная способность смолы и сажи составляет от 5 до 15% от теплотворной способности газа (в среднем около 10%). Углекислота в Г. г. получается или как продукт сухой перегонки, или как результат реакции обменного разложения [реакция (6)]. В том случае, если генератор работает на газ высокой $t°$ или, как говорят, на полугаз, количество CO_2 бывает повышено, что окупается выгодой использования высокой $t°$ полугаза (1 000—1 100°). При нарушении правильн. режима генератора (низкий слой горючего, образование прогаров и «труб», низкая темп-ра в зоне горения при влажном топливе или при избытке пара и т. д.),

Табл. 1.—Состав и теплопроизводительность генераторного газа и других сортов газообразного топлива (по данным проф. М. А. Павлова).

№	Сорт газа		Состав газа в объемных %							Теплопроизводительность, в Cal/м³
			CO_2	CO	CH_4	C_2H_4	H_2	N_2		
1	Чистые газы	CO	—	100,0	—	—	—	—	100,0	3 045
2		H_2	—	—	—	—	100,0	—	100,0	2 580
3		CH_4	—	—	100,0	—	—	—	100,0	8 590
4		C_2H_4	—	—	—	100,0	—	—	100,0	14 290
5	Теоретические генераторные газы	Воздушный газ $C + {}^1/_2 (O_2 + 3{,}8\ N_2) = CO + 1{,}9\ N_2$	—	34,6	—	—	—	65,4	100,0	1 050
6		Водяной газ $H_2O + C = H_2 + CO$	—	50,0	—	—	50,0	—	100,0	2 800
7		Смешанный газ (полуводяной) $2\,C + {}^1/_2 (O_2 + 3{,}8\ N_2) + H_2O = 2\,CO + H_2 + 1{,}9\ N_2$	—	39,9	—	—	17,0	43,1	100,0	1 665
8		Смешанный газ (полуводяной) $2\,C + {}^1/_2 (O_2 + 3{,}8\ N_2) + 2\,H_2O = CO + CO_2 + 2\,H_2 + 1{,}9\ N_2$	14,4	19,7	—	—	28,8	37,1	100,0	1 352
9	Воздушный генерат. газ	Из сухого древесного угля	0,5	33,5	—	—	2,8	63,2	100,0	1 100
10		Из сухого кокса	1,4	32,6	—	—	1,0	65,0	100,0	1 025
11		Из каменного угля	5,6	24,9	2,4	—	8,5	58,6	100,0	1 249
12		Из дров	7,3	29,2	2,5	0,5	8,7	51,8	100,0	1 409
13	Паровоздушн. генерат. газ	Из каменного угля	4,9	25,2	2,5	—	11,4	56,0	100,0	1 335
14		» » »	5,4	27,0	2,9	—	14,6	50,1	100,0	1 440
15		Из антрацита	9,3	20,1	1,2	—	19,3	50,1	100,0	1 221
16	Водяной генерат. газ	Из кокса	5,0	39,0	0,7	—	49,0	6,3	100,0	2 468
17	Колошниковый газ	Из американских коксовальн. печей	15,7	23,5	0,5	—	2,0	58,3	100,0	850—900
18		Из южно-русских коксовальн. печей	8,4	30,7	0,4	—	2,0	58,5	100,0	1 000—1 050
19		Из уральских древесно-угольн. печей	11,8	27,9	1,3	—	8,1	50,9	100,0	1 050—1 150

%-ное содержание CO_2 в Г. г. сильно повышается, а его качества соответственно ухудшаются. В отличие от паров воды, углекислота и сернистый газ являются балластом менее выгодным—более теплоемким и неконденсирующимся. Содержание водяных паров в Г. г. определяется: 1) %-ным содержанием в топливе влаги, которая почти целиком переходит в газ; 2) образованием паров воды в зонах сухой перегонки (вода Дюлонга); 3) неполным разложением пара, подаваемого под колосники. Обычный каменноугольный Г. г. содержит от 20 до 60 *г* паров H_2O на 1 *м*³. Содержание влаги в буроугольном, дровяном и торфяном газе м. б. значительно выше и достигать 180—240 и даже 360 *г*/*м*³. При понижении *t*° Г. г. часть влаги осаждается в виде подсмольной воды в смолостеках газопроводов или в специальных конденсаторах. Маневрирование с подсмольными водами является весьма неприятной операцией, так как они разъедают металлич. части газопроводов и конденсаторов; спуск их в проточные водоемы общего пользования воспрещен законом, а отвоз за черту поселений обходится дорого. Наиболее употребительной системой осушки газа является устройство инъекционных конденсаторов (промывных или оросительных башен) с оборотной циркуляцией подсмольных вод. Большой интерес в этом отношении представляет применение электрич. осадителей Котреля, давших хорошие результаты на буроугольных установках в Германии. Осаждающаяся в конденсаторах смола находит в Германии широкое промышленное применение. В наших же условиях, при работе на дровяных и торфяных генераторах, обычно не идут дальше примитивной утилизации смолы, в виде обратной заливки ее в генератор (способ, заимствованный нами от шведских заводов).

В зависимости от назначения газа, свойств топлива, конструкции генератора и т. д., состав Г. г. может отклоняться от нормального состава паро-воздушного газа, широко применяемого для промышленного отопления заводских печей. Газ генераторов, работающих с выпуском жидкого шлака, как видно из табл. 1, очень близко подходит к теоретическому составу газа реакции (3).

Силовой газ предназначается для превращения его в механическ. энергию (двигатели внутреннего сгорания). От него не требуется особенно высоких пирометрическ. качеств, но присутствие смол и сажи признается вредным, т. к. увеличивает расходы на очистку (промывку) газа. Поэтому силовой газ часто предпочитают получать из кокса или тощих сортов каменных углей, особенно антрацита. При этом иногда подогревают воздух или перегревают пар, поступающий под колосники генератора, и тем самым дают возможность повысить количество пара, а следовательно, и теплотворн. способность газа; однако, содержание в газе H_2 в количестве, превышающем 15%, нежелательно.

Газ Монда. Получение газа по способу Монда имеет своей целью утилизацию (улавливание) аммиака NH_3, образующегося из азота, содержащегося в топливе (каменном угле и торфе) в количестве 1,0—1,8%. Образовавшийся аммиак переводится в сульфат аммония $(NH_3)_2SO_4$, и так. обр. используется до 50—75% всего азота топлива. Особенность процесса заключается в том, что он ведется при большом количестве пара, вдуваемого под колосники генератора. Первоначально в процессе Монда количество пара доводилось до 2,5—3,0 *кг* на 1 *кг* каменного угля, т. е. было в 10 раз больше расхода пара в обычных генераторах (25—30%). Такая работа была возможна только при подогреве паро-воздушного дутья, и, несмотря на это, температура зоны горения сильно понижалась. Состав газа Монда: 16% CO_2, 11% CO, 24—27% H_2, 2—3,5% CH_4, 44—48% N_2. Новейшие установки для газа Монда приближают этот процесс к получению Г. г. низкой или полунизкой $t°$, а также к полуводяному газу. При этом количество водяного пара понижается до 1,0 *кг* на 1 *кг* угля, а общий эффект установки повышается. Процесс Монда дает выход сульфата аммония (с 21% N_2) в количестве ок. 30—45 *кг* и газовой смолы от 40 до 80 *кг* на 1 *т* каменного угля.

Водяной газ. Процесс получения водяного газа основывается на реакции (5). Теоретическ. состав газа: 50% CO и 50% H_2 (см. *Водяной газ*).

Между двумя крайними схемами—получения воздушного газа по реакции (3) и водяного газа по реакции (5)—укладываются все промежуточные, к к-рым относятся описанные выше паро-воздушный, или обычный, Г. г. и газ Монда, а также целый ряд других более или менее сложных схем получения Г. г., в большом количестве появившихся за последнее время.

Температура Г. г. В зависимости от сорта топлива, его влажности и конструкции генератора, меняется и $t°$ Г. г. При работе на обугленном топливе (коксе) в генераторах с выпуском жидкого шлака газ имеет $t°$ 800—850°. Нормально работающие каменноугольные генераторы (паро-воздушное дутье) дают $t°$ газа в 650—700°. Генераторы с развитой зоной дистилляции, работающие на газ низкой и полунизкой темп-ры дают газ с $t°$ 400—550°. Буроугольные генераторы, в зависимости от влажности топлива, дают $t°$ газа 350—550°. Газ торфяных генераторов имеет $t°$ 200—350°. Дровяные генераторы дают газ с темп-рой 150—250° при быстром ходе и с темп-рой до 350° при работе на измельченном дереве.

Количество Г. г. Объем Г. г., получающегося из 1 *кг* топлива, при данном составе газа, можно подсчитать по следующей формуле:

$$V_g = \frac{C_1 - C_2}{C_g + C_t + C_s},$$

где V_g—объем газа в *м*³, получаемый из 1 *кг* топлива, C_1—общее содержание углерода в 1 *кг* топлива, C_2—содержание углерода в золе из 1 *кг* топлива, C_g—содержание углерода в 1 *м*³ газа, C_t—содержание углерода смолы на 1 *м*³ газа, C_s—содержание углерода сажи на 1 *м*³ газа. Различные виды топлива дают следующие количества сухого генераторного газа из 1 *кг* безводного и беззольного топлива (по Ледебуру):

Дрова	2,2 *м*³
Торф	2,8 »
Бурый уголь	3,4 »
Каменный уголь	4,5 »
Антрацит	5,5 »
Древесный уголь, Кокс	6,0—6,5 »

Расчет Г. г. обычно базируется на анализах, полученных опытным путем. При этом очень часто анализ, даваемый заводской лабораторией или фирмой, бывает неверен (обычно—неполнота поглощения CO, часто—преувеличение H_2 и CH_4 и т. д.). Поэтому необходимо анализы Г. г. подвергнуть проверке и привести их в соответствие с анализом топлива. Такой подсчет должен исходить из равенства:

Топливо + дутье + пар = газ + влага + + зола + смола, *сажа*, *пыль*.

Только после такого баланса, проведенного по отдельным элементам топлива, можно приступить к количественным и тепловым подсчетам. Из способов расчета газа при неизвестном составе его укажем на алгебраический способ, предложенный проф. В. Е. Грум-Гржимайло. Способ этот дает возможность, путем решения теплового ур-ия зоны горения, определить количество разлагаемого на колосниках пара, а следовательно, подсчитать и состав газа, его количество и $t°$. Из числа других упомянем о методе Дирсена; по последнему методу генераторный газ рассматривается как суммарный, состоящий из первичного газа [горение кокса на колосниках по реакции (3)] и продуктов сухой перегонки.

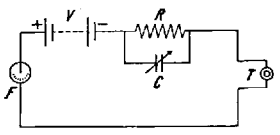
Техника безопасности, см. *Газовое производство*, *Газогенераторы*, *Мартеновские печи*.

Лит.: Лидов А. П., Краткий курс газового производства, Харьков, 1911; Нобль Г., Производство стали, М., 1922; Дементьев К. Г., Теплота и заводские печи, Киев, 1911; Грум-Гржимайло В. Е., Пламенные печи, М., 1925; Блахер К., Теплота в заводском деле, Рига, 1905; Павлов М. А., Таблицы термохимических данных (тепловые балансы), «ЖРМО», 1911, *4*; Rambush N. E., Modern Gas Producers, L., 1923; Trenkler H. R., Die Gaserzeuger, Berlin, 1923; Wirth F., Brennstoffchemie, Berlin, 1922; de Grahl G., Wirtschaftliche Verwertung d. Breunstoffe, 3 Auflage, München, 1923; Faber A., Braunkohlengeneratorgas, Halle, 1928; более слабые компиляции: Hermanns H., Vergasung und Gaserzeuger, Halle, 1921; Gwosdz J., Generatorgas, Halle, 1921. **М. Пильник.**

ГЕНЕРАТОРЫ ТОРФЯНЫЕ, см. *Газогенераторы*.

ГЕНЕРИРУЮЩИЙ ФОТОЭЛЕМЕНТ, прибор, применяемый в аппаратах для передачи изображений на расстояние. Г. ф. представляет собой обычный фотоэлемент, включенный, как показано на прилагаемой схеме. Схема Г. ф. состоит из фотоэлемента F, батареи высокого напряжения (80—120 V), большого сопротивления R, соответствующего внутреннему сопротивлению F, конденсатора C, шунтирующего сопротивление, и телефона T. Возникновение электрических колебаний в цепи Г. ф. определяется наличием ионизированных частиц газа в фотоэлементе, получающихся под действием приложенного напряжения V. Частота электрических колебаний Г. ф. определяется

подбором величин R и C. Для каждого фотоэлемента, при данном V, указан. величины имеют критич. величину, определяющую момент возникновения колебаний в цепи. При помощи Г. ф. могут получаться колебания как звуковой, так и высокой частоты. Звуковые колебания контролируются телефоном, при чем желаемая высота тона устанавливается изменением емкости C. Колебания высокой частоты регистрируются по методу *биений* (см.), применяемому в радиотехнике при приеме сигналов, передаваемых незатухающими колебаниями,—путем наложения дополнит. колебаний от гетеродина.



Наиболее важным свойством Г. ф. является зависимость амплитуды получающихся электрических колебаний от освещенности светочувствительного слоя фотоэлемента. Опыт показывает сохранение достаточной пропорциональности между изменением амплитуды колебаний в цепи Г. ф. и изменением освещенности. Последнее свойство Г. ф. дает возможность применить его в качестве модулятора для лампового радиопередатчика в аппаратах по передаче изображений. Применение Г. ф. в качестве такого модулятора осуществляется следующим образом: Г. ф., работающий с звуковой частотой, включают в цепь мощного лампового усилителя низкой частоты, связанного с общим модуляторным устройством, применяемым в радиотелефонных передатчиках. В процессе передачи изображений Г. ф. подвергается освещению отдельными, различными по силе света, импульсами, соответствующими отдельным точкам передаваемого изображения. Положительными сторонами Г. ф. являются: большая чувствительность его к слабым импульсам света и указанная пропорциональность между освещенностью и амплитудой колебаний в нем.

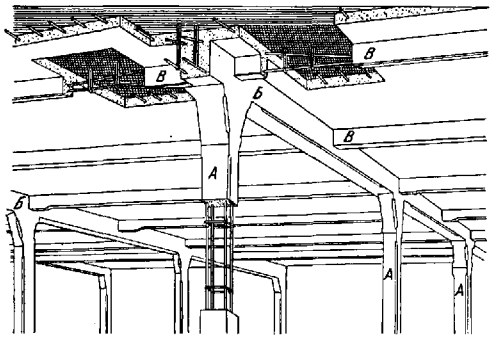
Лит.: Михалп Д., Видение на расстоянии, Ленинград, 1925.

С. Какурин.

ГЕННЕБИКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ, *перекрытия* (см.), предложенные в 1892 году Франсуа Геннебиком и быстро получившие широкое применение. Г. ж. п. представляют ребристую систему перекрытия, в которой вместо поддерживающих плиту прокатных железных балок применена железобетонная балка, армированная круглым железом для восприятия растягивающих усилий в балке. Прилагаемый рисунок изображает схему перекрытия системы Геннебика. Колонны A поддерживают главные балки $Б$ перекрытия, на которые опираются вспомогательные балки $В$. Образовавшаяся балочная клетка поддерживает плиту. Во всех частях перекрытия, где возможны растягивающие усилия, вводится железная арматура из круглых стержней. В настоящее время толщина плиты делается не менее 8 *см*; наименьшая ширина ребра балки—20 *см*, в неответственных случаях—15 *см*; наименьшая толщина колонны—20 *см*, в неответственных случаях—15 *см*. Для лучшего обеспечения совместной работы плит с ребрами и ребер со стойками, у плит и ребер устраивают утолщения (вуты) в месте примыкания их к ребрам или стойкам. Эти утолщения начинаются на расстоянии от оси ребра или стойки не менее $^1/_{10}$ пролета и имеют уклон в $^1/_3$. Расстояние в свету между рабочей арматурой без хомутов и наружной поверхностью бетона должно быть не менее 10 *мм* для плит и 20 *мм* для балок и колонн. Расстояние в свету между стержнями рабочей арматуры должно быть не менее диаметра стержня и не менее 25 *мм*. Перпендикулярно к рабочей арматуре в плите укладывается распределительная арматура, расстояние между отдельными стержнями к-рой должно быть не более тройного расстояния между прутьями рабочей арматуры и не более 300 *мм*. Наименьший диаметр рабочей арматуры:

Для плит в гражданских сооружениях	6 *мм*
» » » искусственных »	8 »
» балок в гражданских »	10 »
» » » » »	12 »
» колонн	12 »

Толщина хомутов д. б. не менее 4 *мм*. В колоннах д. б. установлены поперечные хомуты на расстояниях, не превосходящих наименьшего размера поперечного сечения колонны и 10-кратного диаметра продольных



рабочих стержней колонны. Рабочая арматура ребра связывается с телом бетона подвесками и хомутами, предельное расстояние между к-рыми д. б. не более ширины ребра и не более 15 диаметров рабочей арматуры. Расстояние между главными балками, при отсутствии поперечных балок, от 0,8 до 2,5 *м*; при наличии поперечных балок его увеличивают до 5 *м*.

Лит.: Залигер Р., Железобетон, его расчет и проектирование, пер. с нем., М.—Л., 1927; Керстен К., Железобетонные сооружения, Л., 1927—28; Handb. für Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, B., 1921—24; Mörsch E., Der Eisenbetonbau, Stuttgart, 1923—26; «B. u. E.», 1903, p. 16, 1904, p. 138, 1905, p. 56, 132, 158.

ГЕНРИ, Н, или гн., международная единица индуктивности (самоиндукции и взаимной индукции). Электрическая цепь обладает индуктивностью в 1 Н, если, при прохождении в этой цепи тока силой в 1 А, через поверхность, окаймленную этой цепью, возникает поток магнитной индукции, равный одной вольт-секунде. Энергия магнитного поля, создаваемого при таких условиях цепью, равна 0,5 J. Точные измерения показали, что $1\,Н = 1{,}00052 \cdot 10^9$ абсолютных электромагнитных единиц индуктивности. См. *Справочник физ., хим. и технолог. величин Т. Э.*, т. I.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ, элементы, служащ. для определения положения точки на земной поверхности относительно принятых за основные линии и плоскости координат: географическ. широта и долгота. Основные плоскости и линии Г. к.: плоскость экватора, земная ось, полюсы ее и плоскость первого меридиана. Географическ. широта, измеряемая от экватора к полюсам в пределах от 0 до 90° (северная и южная широта), есть угол, образуемый отвесной линией данной точки с проекцией этого направления на плоскость экватора. Линии отвеса проходят через центр земли только на экваторе и на полюсах, а во всех остальных точках они пересекают земную ось не в центре. Расхождение между географической (астрономич.) и геодезич. широтами будет в тех точках, где сила тяжести отклоняется от своего теоретич. направления, т. е. там, где наблюдается аномалия силы тяжести, вследствие чего земная поверхность имеет форму, отличную от формы эллипсоида вращения. Географич. широта получается из астрономич. наблюдений, а геодезич. широта—из начальной географической широты, по длине линии, соединяющей начальную точку с определяемой, и по азимуту.

Долгота, вторая Г. к., есть угол между плоскостями первого меридиана и меридиана данной точки, измеряемый по дуге экватора. Счет идет от начального меридиана до 180° со знаком плюс к востоку и со знаком минус—к западу. По международному соглашению, за начальный меридиан принят гриничский. Для полного определения положения точки на земной поверхности следует еще знать третью координату—высоту точки над уровнем океана, однако, вследствие некоторых особенностей в способах определения высоты (см. *Нивелирование*) она исключается из понятия Г. к.

Определение географич. положения точки на местности производится двояко: геодезическими приемами и наблюдениями и астрономическими наблюдениями.

Геодезич. способ определения географич. положения точки основан на тригонометрич. сети, все точки которой связывают последовательно рядами тр-ков (см. *Триангуляция*), где измеряют все три угла, а затем по длине основной линии—*базиса* (см.) вычисляют все остальные стороны треугольников; далее, по азимуту начальной линии вычисляют азимуты всех остальных линий и, наконец, приступают к вычислению Г. к. (см. *Геодезическая задача*). Координаты начальной точки и первоначальный азимут определяются из астрономич. наблюдений. Точность геодезического определения Г. к. зависит от точности наблюдений и вычислений и при самых точных приемах доходит до $\pm 0{,}001''$, что в линейных мерах для средних широт дает ошибку в ± 3 *см*. Конечно, при более грубых приемах и при значительном удалении от базиса точность заметно уменьшается.

Астрономич. способы определения географич. положения точек чрезвычайно разнообразны. Широта каждой точки определяется независимо от других точек по небесным светилам, и точность полевых астрономич. наблюдений достигает $\pm 0{,}1''$, а точность наблюдений на обсерваториях достигает $\pm 0{,}001''$. Особенность определения долготы состоит в том, что определяется не долгота (от первого меридиана), а разность долгот между данной точкой и какой-либо другой, с известной уже долготой. Так как окружности земного экватора соответствуют по времени 24 час., то 1 час времени соответствует 15° дуги экватора, одна минута времени—15′ дуги и одна секунда времени—15″ дуги экватора. На этом основании определение разности долгот сводится к сравнению местных времен в определяемой точке и в известной точке. С этой целью применяются перевозки хронометров, сигналы по телеграфу, измерение лунных расстояний и, наконец, радиосигнализация. Многие радиостанции (Париж, Гринич, Пулково, Москва) ежедневно в определенные совершенно точные моменты времени дают целую серию сигналов, по которым можно сравнивать хронометры и выяснять разность времен радиостанции и местного. Для приближенного определения географического местоположения можно применять радиопеленгование при помощи рамочной антенны, применяя метод решения так называемой задачи Потенота.

Лит.: Витковский В. В., Практическая геодезия, СПБ, 2 изд., 1911; Иверонов И. А., Курс высшей геодезии, 2 изд., М., 1926; Филоненко А. С., Практич. руководство для производства триангуляции, М., 1927; Вегенер А., Происхождение материков и океанов, пер. с нем., Москва, 1925 Цветков К., Лекции по астрономии, ч. I, М., 1921; Цингер Н., Курс астрономии, 2 издание, Петроград, 1922; Иванов А., Курс сферической астрономии, Петроград, 1915. **П. Орлов.**

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА, определение обратного *азимута* (см.) и координат конечной точки по координатам начальной точки, азимуту и длине линии, выходящей из этой точки (прямая геодезическая задача), и определение длины, а также прямого и обратного азимутов линии по координатам ее конечных точек (обратная Г. з.). Первая задача: по координатам x_1 и y_1, длине линии d и азимуту α—координаты конца линии x_2 и y_2 выражаются след. образом:

$$x_2 = x_1 + d\cos\alpha \text{ и } y_2 = y_1 + d\sin\alpha.$$

Вторая задача: по координатам концов линии x_1, y_1 и x_2, y_2—длина d и азимут α определяются из формул:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1};\ d = \frac{x_2 - x_1}{\cos\alpha} = \frac{y_2 - y_1}{\sin\alpha} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}.$$

Значительно сложнее решение Г. з. для линий и точек на сфероиде; громоздкие ф-лы сфероидич. тригонометрии практически почти не применимы. Нужно указать, что некоторую часть поверхности земного сфероида можно принять за плоскость и Г. з. решать по правилам плоской тригонометрии (см. выше); действительно, в круге радиуса ок. 7 *км* линии и углы на сфероиде настолько мало отличаются от линий и углов, перенесенных на касательную в средней точке сфероида плоскость, что эти разности не улавливаются даже при самых точных измерениях; если величины линий превышают эти размеры, то приходится считаться с геометрическими особенностями сфероида (эллипсоид вращения). Известно, что все геодезич. измерения

горизонтальных углов производятся между вертикальными нормальными плоскостями. Это означает, что визирная плоскость из A в B проходит через линию отвеса (нормаль) в точке A и оставляет на поверхности сфероида нек-рый след в виде дуги сфероида; если точка B не находится на одной широте с A, то направление линии тяжести в B будет иное, и плоскость визирования из A в B не будет вмещать линию отвеса B, и, обратно, плоскость визирования из B не будет вмещать линию отвеса в A, а оба эти визирования образуют на поверхности эллипсоида две дуги, не совпадающие между собою, сходящиеся в точках A и B и составляющие некоторый угол. Наибольшее значение этого угла выражается формулой:

$$\Delta = \frac{1}{600 \sin 1''} \left(\frac{S}{a}\right)^2;$$

здесь S—длина линии и a—большая полуось земли (примерно, 6 377 *км*). Величина этого угла вообще очень незначительна и для линии в 100 *км* не превосходит 0,1″. Большие удобства представляет замена сфероидическ. нормального сечения дугой шара радиуса кривизны первого вертикала; соотношение между ними выражается ф-лой:

$$S - \varrho_2 \sigma = -\frac{\varrho_2 e^2}{6} \cdot \sigma^3 \cdot \cos^2 \varphi \cdot \cos^2 \alpha,$$

где S—дуга сфероида, σ—дуга шара радиуса, равного единице, ϱ_2—радиус кривизны первого вертикала, e—эксцентриситет сфероида, φ—широта, α—азимут. Значит, разность между дугою сфероида и дугою шара выражается малой величиной пятого порядка, наибольшее значение к-рой будет при $\varphi = 0°$ и $\alpha = 0°$; тогда $\Delta = \frac{a \cdot e^2 \cdot \sigma^3}{6}$. Если принять большую полуось $a = 6\,377$ *км*, $e = 1 : 12$, $\sigma = \frac{2\pi}{360}$, т. е. дуге в 1°, соответствующей на земной поверхности, примерно, 112 *км*, то $\Delta_M = \frac{6\,377\,000\,\pi^3}{5\,144\,180^2} = 0{,}04$ *м*, или 4 *см*, что дает относительную разность на 112 *км* в виде отношения 1 : 3 000 000, вполне удовлетворяющей требованиям самых точных геодезических работ. Если желательно не выходить за пределы точности в 1 : 1 000 000, то следует ограничиваться дугами не более 192 *км*, или, округляя число, 200 *км*. Практически возможна замена радиуса кривизны первого вертикала средним радиусом кривизны, что вызывает ничтожные поправки в приведенных выше формулах. Во всяком случае линии на земной сфероидической поверхности до 100 *км*, без ущерба для точности дела, можно трактовать как дуги шара, т. е. сфероидич. тр-ки трактовать как сферические, решая их по правилам сферич. тригонометрии; дальнейшее упрощение вычислений основано на теореме Лежандра: если на углы сферического тр-ка распределить эксцесс поровну, то такой тр-к можно решать, как плоский, т. к. вычисленные т. о. стороны будут равняться сторонам данного сферич. тр-ка. Здесь эксцесс вычисляется по ф-ле: $\varepsilon'' = 206\,265 \cdot \frac{P}{R^2}$, где P—площадь сферическ. тр-ка и R—радиус шара. При вычислении больших линий, свыше 100 *км*, и при самых точных вычислениях нельзя сфероидические дуги заменять сферическими, и приходится иметь дело или с нормальными сечениями, что неудобно в виду их двойственности, или с геодезич. линиями. Итак, для решения Г. з. прежде всего следует установить, с какими линиями приходится вести вычисления, и только после этого можно будет искать соответствующее решение; вследствие условности Г. з. предложено много решений ее различными авторами (Бессель, Гаусс, Кларк и друг.); каждое из решений основывается на каком-нибудь допущении.

Способ Бесселя основан на принятии геодезической линии и на перенесении вычислений со сфероида на шар радиуса a (a—большая полуось сфероида). Путем сличения сферического тр-ка со сфероидическим все точки сфероида переносят на сферу радиуса a, так что геодезич. линии обращаются в дуги кругов, широты изображений точек на сфере будут равны приведенным широтам на сфероиде, азимуты геодезич. линий сохраняют свои величины. Остается выяснить соотношения: 1) между длиной геодезич. линии S и длиной соответствующей дуги на шаре δ и 2) между разностью долгот на сфероиде λ и соответствующ. углом ω на шаре. Первое соотношение выражается формулой:

$$dS = a\sqrt{1 - e^2 \cos^2 u}\, d\delta,$$

а второе

$$d\lambda = \sqrt{1 - e^2 \cos^2 u}\, d\omega;$$

здесь a—большая полуось, e—эксцентриситет, u—приведенная широта. Эти два дифференциальных ур-ия и служат основными для решения Г. з. по способу Бесселя; решаются они интегрированием и разложением подинтегральных функций в ряд по восходящим степеням величины e. В этих рядах можно ограничиваться различным количеством членов в зависимости от той точности, с которой требуется произвести вычисления в каждом отдельном случае. Значения вспомогательных величин даются в особых таблицах. В СССР находят применение формулы Шрейбера. Военно-топографическ. отделом в 1902 г. изданы «Таблицы для вычисления широт, долгот и азимутов тригонометрических точек на эллипсоиде Бесселя» по ф-лам Шрейбера. По формулам Шрейбера широты и разность долгот линий до 100 *км* могут быть получены с точностью до 0,001″, а азимуты—с точностью до 0,01″, поэтому при пользовании этими ф-лами необходимо применять семизначные логарифмы и производить интерполирование. Нельзя не указать на существование формул Гаусса, по которым широты и азимуты получаются путем последовательных приближений, а разность долгот—непосредственно.

Лит.: Витковский В. В., Практич. геодезия, СПБ, 2 изд., 1911; Иверонов И. А., Курс высшей геодезии, 2 изд., М., 1926; Иордан В., Руководство высшей геодезии, пер. с нем., М., 1881; Кларк А., Геодезия, СПБ, 1890; Филоненко А., Практическое руководство для производства триангуляции, Москва, 1927.

П. Орлов.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ. Г. к. на правильном эллипсоиде должны равняться *географическим координатам* (см.); вычисляются они при помощи тригонометрическ. сети, в которой д. б. измерены и вычислены все стороны, углы и азимуты (см. *Геодези-*

ческая задача). Координаты начальной точки берутся из примыкающей триангуляции, ранее вычисленной, или же из астрономическ. наблюдений. Но т. к. поверхность земли не есть правильная поверхность эллипсоида, то практически геодезич. и географич. координаты отличаются друг от друга иногда на десятки угловых секунд. Кратчайшая кривая, которая м. б. проведена на какой-либо поверхности между двумя точками, называется геодезич. линией. Главное свойство геодезическ. линии (которое можно рассматривать и как основное ее определение): соприкасающаяся с геодезич. линией плоскость в каждой точке проходит через нормаль к поверхности, т. е. направления нормали к поверхности и главной нормали к геодезическ. линии всюду совпадают. Для геодезич. линии существует ур-ие, к-рое выводится из ур-ия поверхности. Если ур-ие поверхности $U(x, y, z)=0$, то дифференциальное ур-ие геодезич. линии:

$$\frac{\frac{\partial U}{\partial x}}{\frac{d^2x}{ds^2}} = \frac{\frac{\partial U}{\partial y}}{\frac{d^2y}{ds^2}} = \frac{\frac{\partial U}{\partial z}}{\frac{d^2z}{ds^2}}.$$

Для поверхности вращения получается уравнение: $r\cdot\sin\alpha=\text{Const}$. Т. к. радиус параллели r на эллипсоиде вращения равняется $a\cdot\cos u$, где a—большая полуось и u—приведенная широта параллели, то из предыдущего ур-ия получается $a\cdot\cos u\cdot\sin\alpha=\text{Const}$. Эти оба уравнения указывают на особенность в движении по эллипсоиду геодезической линии. Для двух точек эллипсоида существует, следовательно, уравнение:

$$\cos u\cdot\sin\alpha = \cos u'\cdot\sin\alpha'.$$

Если на шаре радиуса a составить сферический тр-к так, чтобы две дуги соответственно равнялись $90°-u$ и $90°-u'$ и один угол был равен α, то окажется, что все точки данного сфероидического треугольника м. б. перенесены на сферу радиуса a, так что геодезические линии обратятся в круги, широты на сфере будут равны приведенным широтам на сфероиде, и азимуты геодезических линий сохранят свои величины.

Течение геодезической линии, выражаемое ур-ием $r\cdot\sin\alpha=\text{Const}$, имеет свои особенности. Так, если азимут α геодезич. линии равен 0 или 180°, то она для всех широт будет совпадать с меридианом; если геодезич. линия началась на экваторе под азимутом 90°, то она совпадает с экватором. Если взять общий случай, когда геодезическ. линия выходит из произвольной точки на северной половине сфероида, под произвольным азимутом между 0 и 90°, то для постоянства выражения $r\cdot\sin\alpha$, при уменьшении к северу радиуса параллели r, должен увеличиваться $\sin\alpha$, следовательно, и азимут α; когда последний достигнет 90°, то r получит наименьшее значение, и дальше r начнет увеличиваться, а $\sin\alpha$—уменьшаться; так будет до экватора, где r станет наибольшим, $\sin\alpha$—наименьшим и α—наибольшим; далее геодезическая линия перейдет в южную половину сфероида, и т. д.

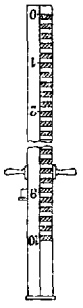
По отношению к нормальным сечениям геодезич. линия располагается почти всегда между ними, но на меридиане (азимут=0°) и на экваторе (азимут=90°) совпадает с ними. Между прямым и обратным нормальными сечениями двух точек составляется некоторый угол, определяемый формулой:

$$\delta = \left[\frac{s}{R}\right]^2 \frac{e^2}{4\sin 1''}\cdot\sin 2\alpha\cdot\cos^2\varphi,$$

где s—длина линии, R—радиус кривизны, e—эксцентриситет, α—азимут, φ—широта. Геодезическая линия, проходя между нормальными сечениями, разделяет этот угол δ на неравные части так, что между одним нормальным сечением и геодезич. линией составляется угол в $^2/_3\,\delta$, а между другим сечением—в $^1/_3\,\delta$. В виду того, что разность между длиной геодезической линии и нормальными сечениями ничтожно мала (на 1 000 *км* всего 0,00002 *м*), можно нормальные сечения по длине считать равными геодезической линии, а для угловых вычислений необходимо азимуты (прямые) нормальных сечений изменять на величину в $^1/_3\,\delta$; впрочем, и эти поправки сколько-нибудь ощутительны только на очень больших расстояниях (на 100 *км*—0,1″).

Лит.: Витковский В. В., Практическая геодезия, 2 изд., СПБ, 1911; Иверонов И. А., Курс высшей геодезии, 2 издание, М., 1926; Иордан В., Руководство высшей геодезии, пер. с нем., М., 1881; Кларк А., Геодезия, СПБ, 1890. **П. Орлов.**

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ (инструменты), технич. приспособления и устройства механич. типа, при помощи к-рых производятся геодезические измерения. Г. п. чрезвычайно многочисленны, разнообразны по построению и точности. В зависимости от назначения, их можно разделить на следующие группы.

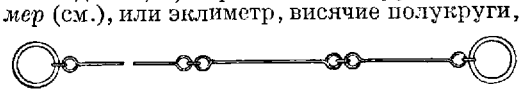


Фиг. 1.

I. Приборы для обозначения точек, между которыми производятся измерения по горизонтальному и вертикальному направлениям: а) вехи простые и на кардановых штативах, б) штативы, в) костыли для забивки в тротуары, г) пирамиды простые, деревянные и железные, сигналы сложные, деревянные для тригонометрических пунктов (см. *Триангуляция*), д) *гелиотропы* (см.) для визирования на удаленные точки и е) реперы и марки для *нивелирования* (см.).

II. Приборы для измерения длин линий: а) *базисные приборы* (см.), б) стальные ленты, рейки (фиг. 1), брусья, цепи (фиг. 2), тросы, стальные и полотн. рулетки.

III. Инструменты для измерения углов: а) эккер, б) *секстант* (см.), применяемый в море для астрономических наблюдений, в) вертикальный круг, *высотомер* (см.), или эклиметр, висячие полукруги,



Фиг. 2.

г) приборы для определения магнитного меридиана—*буссоль* (см.), *компас* (см.), д) инструменты для измерения горизонтальных углов—*астролябия* (см.), *теодолит* (см.), простой и повторительный, е) инструменты для измерения горизонтальных и вертикальных углов—*пантометр* (см.), теодолит сложный, *тахиметр* (см.) с дальномером и

тахиметр-автомат, ж) фототеодолит, з) угломерные приборы—*мензула* (см.).

IV. Инструменты для нивелирования: а) *нивелир* (см.) с горизонтальной трубой и уровнем, б) *ватерпас* (см.) и угломерн. инструменты, имеющие трубы и вертикальные круги или секторы, при помощи которых измеряются углы наклона, а по ним определяются превышения.

V. Приборы специального назначения: а) *барометр* (см.), *гипсотермометр* (см.), *альтиметр* (см.), при помощи которых определяется разность высот точек, б) *маятник* (см.) для определения напряжения силы тяжести, в) *футшток* (см.) и *мареграф* (см.) для наблюдения колебаний уровня моря, г) фотообъективы, фотоаппараты и различные мелкие принадлежности для *аэрофотосъемки* (см.), д) аэропланы, специально построенные или приспособленные для аэрофотосъемки.

VI. Приборы для составления и копирования планов и различных измерений на планах и чертежах: а) линейки, треугольники, масштабы, транспортиры и другие чертежные принадлежности, б) координатографы для построения координатной сети, в) пантографы (см. *Пантометр*) для копирования планов, карт и чертежей в уменьшенном или в увеличенном виде, г) *планиметры* (см.) и *курвиметры* (см.) для измерения площадей и длин кривых линий по чертежу, д) фотолабораторные принадлежности для наземной фотосъемки или аэрофотосъемки, е) трансформаторы для превращения аэрофотоснимка в другой фотоснимок определенного масштаба, ж) стереокомпараторы (см. *Фотограмметрия*) для определения координат точек местности по двум стереофотоснимкам, з) автокартографы, автостереографы — сложнейшие новые приборы для автоматического вычерчивания плана или карты с горизонталями по двум фотоснимкам.

VII. Приборы для поверки и испытаний инструментов: а) *компараторы* (см.) для поверки линейных мер (жезлов, проволок, лент и пр.), б) испытатели уровней, увеличения трубы и пр.

Основною частью почти всех Г. п. являются трубы и *микроскопы* (см.), от оптич. свойств к-рых в значительной степени зависит точность инструментов. В виду сложности Г. п. очень важна общая согласованность разнообразных их частей. Чаще всего в геодезич. практике применяются инструменты для измерения углов и для нивелирования.

Важнейшие части Г. п. следующие: 1) *отвесы* (см.); 2) *уровни* (см.), цилиндрические, простые и двусторонние; 3) *визирные приборы* (см.); простейшим и наименее точным визирным прибором являются *диоптры* (см.), но в настоящее время в качестве визирного прибора преимущественно применяются астрономические трубы, состоящие из ахроматического объектива и сложного окуляра; 4) лимб—круг, разделенный на градусы или части градусов; 5) *верньеры* (см.), или нониусы, микроскопы с нитями, *микрометры* (см.), мерные клинья—для точного определения частей небольших линейных делений или делений лимбов; 6) винты: а) зажимные, останавливающие грубое движение частей приборов, б) микрометрические, сообщающие малые передвижения частям инструментов, в) исправительные, при помощи которых исправляются погрешности во взаимном положении различных отдельных частей прибора, г) становые винты для прикрепления инструмента к штативу, д) подъемные винты для приведения инструмента в горизонтальное положение; 7) подставка и вертикальная ось вращения инструмента: подставка служит для держания всего инструмента и для установки его на штативе, а вертикальная ось предназначена для вращения инструмента в горизонтальной плоскости на подставках; 8) штативы, служащие для установки инструмента во время работ; для маленьких простых приборов применяют штативы-колья, с железными наконечниками внизу, а для больших инструментов—штативы-треножки.

Упаковка инструментов, как дорогих и точных приборов, д. б. очень тщательной, удобной и прочной. Для перевозки и дальней переноски инструменты укладываются в прочные, но легкие ящики, покрытые лаком для предохранения от сырости. Часто к ящикам приделываются ручки, ремни и кожаные подушки для удобной переноски. Внутреннее устройство ящика рассчитывается так, чтобы ни одна часть инструмента, кроме подставки, не прикасалась к ящику. В ящике также помещаются все мелкие принадлежности инструментов: масло, отвес, отвертка, ключи к гайкам, шпильки для винтов, окулярная призма, цветные стекла и пр.

Перед работой и после работы каждый инструмент внимательно осматривается и приводится в полный порядок: стекла трубы д. б. промыты чистым спиртом и вытерты замшей, все оси, подъемные, зажимн. и микрометрические винты должны быть промыты керосином, вытерты и не обильно смазаны тонким костяным маслом; после этого следует убедиться, что все движения инструмента совершаются бесшумно, плавно, без скрипов и задержек.

Инструмент необходимо подвергать поверкам и исследованиям. Поверки состоят в том, что последовательно рассматриваются геометрические соотношения частей между собой, например: плоскость лимба д. б. перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента, визирная ось трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения, и т. п. Исследование инструмента имеет в виду выявить общие свойства и специальные особенности его. Исследование производится редко: перед работами, при приобретении или при получении инструмента, в лабораторной обстановке, в отличие от поверок, к-рые производятся часто и притом в поле, на месте работ. Исследованию подвергаются: труба, ее части и все качества, лимб и его деления, верньеры, уровни и их деления и т. д.

Производство Г. п. требует высококвалифицированных мастеров, сложных и дорогих делительных машин и станков для металлических и деревянных частей и оборудования для оптики. В СССР имеются ф-ки Г. п.: Треста точной механики и «Геодезия»

Военно-топографического управления. За границей очень много таких предприятий. См. *Точные приборы*.

Лит.: Витковский В. В., Практическая геодезия, 2 издание, СПБ, 1911; Иверонов И. А., Теория геодезич. инструментов. М., 1925; Коржинский А. В., Руководство по уходу за геодезич., а также за вспомогательными и чертежными инструментами, Москва, 1925; Красовский Ф. Н., Руководство по высшей геодезии, ч. I, М., 1926; Цингер Н., Курс практической астрономии, М., 1924; Практика низшей геодезии, 6 изд., под ред. проф. П. М. Орлова, М., 1926. **П. Орлов.**

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ, см. *Геодезия, Триангуляция, Съемка*.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ТРЕУГОЛЬНИКИ, треугольники, на которые разбивается подлежащая съемке часть поверхности земного эллипсоида при больших триангуляциях. Углы в таких треугольниках образуются между нормальными сечениями, а сторонами являются геодезические линии, проведенные, вместо двойственных нормальных сечений, через вершины треугольников (см. *Геодезическая задача*). Длина геодезической линии ничтожно мало отличается от длины нормального сечения (на 1 000 *км*—0,02 *мм*), и поэтому только в чисто научных вычислениях вводится длина геодезич. линии вместо длины нормального сечения. Что касается углов между нормальными сечениями и геодезическ. линиями и азимутов прямых нормальных сечений, то эти углы следует несколько исправлять. Т. о., между геодезич. сторонами треугольника образуются сфероидические углы, при помощи к-рых можно решить сфероидич. тр-к. Однако, это решение представляет известные трудности, почему является стремление упростить задачу, сведя ее к решению сферич. или плоского тр-ка. Лежандр показал, что сферич. тр-ки с малыми сторонами, сравнительно с радиусом сферы, можно решать, как плоские, уменьшив все углы на одну треть сферич. избытка и взяв те же длины сторон. Открытие этой теоремы необычайно упростило решение сферич. тр-ков. Точно также и для сфероидич. тр-ков с небольшими, сравнительно с осями, сторонами Лежандр и другие ученые считают возможным заменить решение их решением плоских тр-ков, в которых стороны—геодезич. линии, а углы—сфероидич. углы; при этом необходимо введение трех поправок: 1) на сфероидич. избыток, 2) на кривизну сфероида в вершинах тр-ка и 3) на влияние на величину угла разности длин сторон. Вопрос сводится к нахождению плоских углов A', B', C' вместо сфероидич. A, B и C. Необходимо ввести следующие обозначения: $K = \frac{1}{r^2} = \frac{1}{R_1 R_2} = \frac{1}{a^2} \cdot \frac{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^2}{1 - e^2}$ — уравнение меры кривизны; a, b и c—стороны геодезического и плоского тр-ков; $m^2 = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{3}$ — среднее арифметическое из квадратов сторон треугольников; ε — сфероидический избыток над 180° в углах геодезического треугольника; K_A, K_B, K_C — меры кривизны в вершинах сфероидического треугольника; $K_O = \frac{K_A + K_B + K_C}{3}$ — средняя кривизна треугольника и φ—широта.

$$A' = A - \frac{\varepsilon}{3} - \frac{\varepsilon}{12}\left(\frac{K_A}{K_O} - 1\right) - \frac{\varepsilon}{60}(m^2 - a^2),$$

$$B' = B - \frac{\varepsilon}{3} - \frac{\varepsilon}{12}\left(\frac{K_B}{K_O} - 1\right) - \frac{\varepsilon}{60}(m^2 - b^2),$$

$$C' = C - \frac{\varepsilon}{3} - \frac{\varepsilon}{12}\left(\frac{K_C}{K_O} - 1\right) - \frac{\varepsilon}{60}(m^2 - c^2).$$

Последние два члена при треугольниках с сравнительно большими сторонами (напр., при определении длины дуги меридиана) еще имеют нек-рое значение, но при тр-ках, непосредственно наблюдаемых в натуре (30—200 *км*), значение их ничтожно и не выходит за пределы точности измерений.

Лит.: Витковский В. В., Практическая геодезия, 2 изд., СПБ, 1911; Иверонов И. А., Курс высшей геодезии, 2 изд., М., 1926; Иордан В., Руководство высшей геодезии, пер. с нем., М., 1881; Слуцкий Ф. А., Лекции по высшей геодезии, М., 1894; Хандриков М. Ф., Теория фигуры земли (Высшая геодезия), Киев, 1900; Цингер Н., Курс высшей геодезии, СПБ, 1898. **П. Орлов.**

ГЕОДЕЗИЯ, ветвь прикладной математики, занимающаяся изучением размеров и формы всей земной поверхности в целом и отдельных небольших ее частей в частности. Это изучение основывается на измерениях, иногда очень высокой точности, а поэтому Г.—по преимуществу наука об измерениях угловых и линейных. Все результаты измерений изображаются на бумаге в виде планов или карт, но для превращения цифровых данных измерений в изображения на бумаге необходимо производить ряд вычислений, к-рые занимают видное место в практике Г. Точные геодезич. измерения производятся по новейшим научным приемам, со всеми предосторожностями по исключению влияний неизбежных погрешностей, для чего в Г. разработана «теория ошибок» или «погрешностей». Наблюдения или измерения в Г. производятся разнообразнейшими инструментами, в конструкции которых основную часть составляет оптика; перед работами *инструменты исследуются и поверяются* соответственно их назначению и устройству. Механика и физика (оптика) всемерно содействуют Г. при построении инструментов и при производстве измерений. Обработке результатов помогает приложение правил и ф-л многих отделов элементарной и высшей математики. Определение на земной поверхности географич. (геодезич.) координат ряда точек связывает Г. с практич. и сферич. астрономией и метеорологией. Измерение поверхности земли и съемка рельефа приводят Г. в соприкосновение с геологией, а изучение общей формы земли—с геофизикой. Далее, изготовление планов и карт, перерисовка их в данном масштабе и с изменением масштаба требуют применения приемов графики, что составляет в Г. специальный отдел. Кроме того, применение в настоящее время аэрофотосъемки со всеми фотолабораторными приемами и со сложным оборудованием техники полетов на аэропланах открывает перед Г. широкие перспективы по связи с быстро развивающейся авиацией. Наконец, Г. связалась с радиотехникой по использованию радиосигналов для определения времени (для долгот и широт) и местоположения точек (засечками с двух или трех радиостанций).

Метод геодезических измерений. При съемке земной поверхности приходится считаться с кривизной ее, протяжением в длину,

ширину и высоту. Задача каждой съемки состоит в том, чтобы определить координаты отдельной точки и по этим координатам нанести точку на бумагу. В связи с этим возникает вопрос о тех плоскостях, которые будут служить плоскостями координат. В конце 17 века окончательно было установлено, что земля представляет собою не правильный шар, а сфероид, сжатый шар, или, вернее, эллипсоид вращения. Это означает, что соотношения между линиями, а также и углами поверхности земли должны выявляться по правилам сфероидич. тригонометрии, в отличие от поверхности шара, где применяется сферич. тригонометрия, и в отличие от плоскости, где оперируют методами плоской тригонометрии. Сложность сфероидич. тригонометрии заключается в том, что здесь приходится иметь дело с геодезич. линиями и дифференциальными уравнениями. Практически это представляет известные затруднения, а потому очень существенным облегчением является то обстоятельство, что некоторую часть поверхности сфероида, без ущерба для точности, можно заменить поверхностью шара; далее, поверхность шара, с известной точностью, можно заменить плоскостью. При точных съемках линии на сфероиде длиной до 100 *км* можно заменить дугами на шаре, а дуги на сфероиде или шаре длиной до 10 *км* можно считать плоскими прямыми линиями. Размеры сфероида, его осей и кривизна определяются из очень точных и больших измерений дуг меридианов. Полученный так. обр. сфероид считается основным для всех остальных съемок: его поверхность служит основанием для счета высот, экватор—для счета широт и один из меридианов—для счета долгот. Углубленное изучение земного сфероида привело к заключению, что поверхность земли не вполне совпадает с математич. поверхностью сфероида или эллипсоида вращения, а в связи с неравномерным распределением массы в коре земли и, значит, силы тяжести поверхность эта уклоняется местами от сфероида и в общем имеет своеобразную поверхность тела, которое получило название геоида.

Задача каждой геодезич. съемки считается решенной, если найдена связь между различными точками и линиями местности. Геодезические съемки охватывают местность и ее рельеф схематически, что в значительной степени зависит от масштаба съемки и плана или карты, составленных на основании съемки. Схематичность геодезич. съемок состоит в том, что во время работ измеряются наиболее важные, характерные линии и определяются координаты и высоты наиболее нужных и существенных точек. В результате всей съемки на плане или карте надо изобразить в виде горизонтальной проекции земную поверхность во всей ее сложности. Взаимное расположение точек можно установить длиной линии, их соединяющей, направлением этой линии относительно стран света и, если линий несколько, углами между ними. Приемы геодезич. съемки вследствие этого сводятся к таким измерениям: а) измерение или определение длин линий, для чего применяются очень разнообразные способы и в результате чего становится известной длина линии в виде дуги сфероида или шара или в виде горизонтального проложения линии на плоскости; б) измерение или определение горизонтальных углов между линиями, для чего направление линий проектируется вертикальными плоскостями на уровенную поверхность сфероида или шара или на плоскость; в) измерение взаимных превышений одной точки над другой и вычисление высот этих точек над уровенною поверхностью.

Изображение небольшого участка земной поверхности, спроектированного на горизонтальную плоскость без учета кривизны земли, называется планом, а изображение больших пространств с учетом кривизны называется картой. На картах и планах все подробности и рельеф земной поверхности обозначаются особыми условными знаками, с некоторым подражанием действительности.

Приемы геодезических измерений. Практика и теория выработали целый ряд специальных приемов, при помощи к-рых производятся геодезические измерения. Развитие Г. теснейшим образом связано с ростом тех наук, к-рые непосредственно к ней примыкают; поэтому с развитием математики, физики и других наук заметно изменение или усовершенствование приемов геодезических измерений. Главнейшие приемы, применяемые при различных видах геодезическ. работ, в общих чертах таковы:

1) Основные геодезич. координаты точек совпадают с астрономическими, а поэтому астрономич. приемы по определению широт, разности долгот начальных и некоторых промежуточных точек, а также астрономич. определение истинного азимута отдельных геодезическ. линий входят непременной частью в геодезич. работы. Отдельные астрономические определения точек в мало исследованных местах могут служить основой для карт мелкого масштаба, на которых подробности наносятся глазомерно или *мензулой* (см.).

2) В целях общего изучения формы земли применяется прием наблюдений над напряжением силы тяжести при помощи определения времени одного колебания маятника в разных точках земной поверхности; после соответствующих вычислений можно получить число, выражающее сжатие земного сфероида.

3) Тригонометрич. сеть, или триангуляция, в настоящее время—самый точный прием определения взаимного расположения точек на земной поверхности в горизонтальной проекции. Этот прием измерений появился в самом начале 17 века и получил большое развитие с изобретением зрительной трубы и сетки нитей в ней. В зависимости от точности и целей работы вычисления координат относят к сфероиду, шару или плоскости.

4) Полигонная съемка. После триангуляции это—способ наиболее точный; он имеет своей целью связать ряд точек и полигоном, т. е. мн-ком, в котором вершинами служат определенные точки, а сторонами—линии между ними. Полигоны прокладывают часто между пунктами тригоно-

метрической сети, и в таких случаях они имеют вид вытянутой линии, или полигоны охватывают какой-нибудь участок земли и получают самостоятельн. замкнутую форму (съемка по способу обхода). При полигонной съемке измеряют линии между вершинами и углы их наклона и вычисляют их горизонтальные проложения, затем измеряют горизонтальные углы между сторонами полигона и измеряют или вычисляют азимуты всех сторон. Этих результатов измерений вполне достаточно, чтобы по ним можно было составить план в известном масштабе. Полигонная съемка, называемая полигонометрическ. сетью, применяется обязательно при съемке городов и городских поселений, при чем полигоны прокладываются между двумя пунктами тригонометрической сети. В тех местах, где нет тригонометрической сети, полигонная съемка приобретает самостоятельное значение и широко применяется при землеустройстве, при изысканиях всякого рода, при съемке подробностей, при глазомерной маршрутной съемке и т. д.

Способы съемки подробностей. Тригонометрические и полигонометрич. сети дают на месте ряд опорных точек, координаты и точность которых вполне определены. При съемке подробностей пользуются такими точками, примыкая и привязываясь к ним. Что касается способов съемки подробностей, то они выбираются применительно к условиям местности.

1) Способ обхода применяется в тех случаях, когда нужно точно установить и измерить границу участка земли, когда участок по площади значителен и не представляет совершенно открытой местности: преимущественно при землеустроительных работах, при съемке границ отдельных землепользований, при съемке обширных лесных пространств, городских земель и кварталов в городе.

2) В дополнение или взамен способа обхода применяется способ координат, состоящий в том, что вдоль снимаемой границы прокладывают прямую линию—магистраль, на к-рую эккером или на-глаз опускают перпендикуляры из всех характерных точек изгиба.

3) Очень распространен полярный способ, применяемый при съемке открытых районов, особенно в связи с дальномерным определением расстояний. Этот способ состоит в том, что на открытом месте выбирается станция для инструмента в такой точке, из к-рой возможно лучше всего наблюдать наибольшее число точек контуров. Станция связывается измерением линий и углов с другими съемочными точками так, чтобы ее можно было с определенной точностью нанести на план или карту. Из этой станции, как из полюса, определяется полярными координатами положение лежащих вокруг точек, для чего со станции до каждой точки измеряется румб, или азимут, или угол и расстояния, а иногда и превышение; расстояния измеряются лентами или определяются дальномерами по рейке.

4) В тех случаях, довольно редких, когда приходится определять положения отдельных, сравнительно отдаленных или недоступных точек, применяется способ засечек. Для определения точки засечкой необходимо в стороне от этой точки иметь или выбрать вспомогательную линию, базис, известной длины. С концов этого базиса измеряются два угла между базисом и определяемой точкой; в результате получается тр-к, в к-ром известны сторона и два прилежащих угла (а такой тр-к легко решается тригонометрически или графически), и тем самым определяется положение точки.

5) Если местность открытая и на ней имеется ряд точек, положение к-рых уже определено, то съемка внутренней ситуации м. б. произведена промерами между этими точками; способ промеров одновременно сопровождается способом координат для определения положения отдельных точек, лежащих в стороне от линии промеров.

6) В лесу применяется съемка внутри кварталов при помощи визиров, к-рые прорубаются параллельно сторонам кварталов и при промерах к-рых отмечается изменение пород, возраст, густота насаждений и пр.

Виды съемок. 1) Горизонтальная (угломерная) съемка. Этот вид съемки наиболее прост, дешев и наиболее распространен. Сущность его состоит в том, что измерения производят только с целью получить горизонтальное проложение местности, без указания рельефа, а потому главное внимание обращают на измерения горизонтальных углов и линий. Иногда для горизонтальной съемки применяется и мензула (графическая горизонтальная съемка).

2) Вертикальная съемка имеет своей задачей определение высоты точек над нек-рым уровнем или их взаимного превышения и называется иначе *нивелированием* (см.). Нивелирование разделяется на: а) нивелирование геометрическое, производимое при помощи нивелиров с горизонтальным лучом зрения; б) нивелирование тригонометрическое, выполняемое с помощью вертикальных кругов; в) нивелирование физическое, производимое при помощи ртутных барометров, анероидов или гипсотермометров. Наибольшей точностью обладает нивелирование геометрич., а наименьшей — физическое, применяемое для самых общих обследований местности.

3) Совместная съемка имеет своей задачей совместное применение горизонтальной и вертикальной съемок для получения топографических (с обозначением рельефа условными знаками) планов и карт. Совместная съемка выполняется как путем одновременного применения разных инструментов (угломерных и нивелирных), так и при помощи специальных приборов, сразу дающих цифровой материал для вычислений всех трех пространствен. координат точки.

Можно различать два сходных типа такой съемки. а) Мензульная съемка, чрезвычайно широко применяемая при топографич. работах. Для мензульной съемки применяются мензула и кипрегель-дальномер. При производстве съемки на листе бумаги, наклеенном на доску мензулы, на месте наносят план или карту. Направления и углы между ними определяют и вычерчивают

при помощи линейки-алидады *кипрегеля* (см.); расстояния всех второстепенных точек получают по дальномеру, а превышения узнают по вертикальным углам, которые измеряют вертикальным кругом кипрегеля. При помощи мензулы можно производить съемку небольших участков и съемку неограниченно больших пространств. Недостатком мензульной съемки следует считать большую зависимость ее от состояния погоды: в сырую, дождливую погоду применение мензулы невозможно. б) Это неудобство устраняется в другом типе съемки—тахиметрии, которая позволяет собирать в поле цифровой материал о взаимном расположении точек по направлению, расстоянию и высоте, а дома составлять план.

4) Фотограмметрическая съемка—дает возможность по двум вертикальным фотоснимкам одной и той же местности развернуть горизонтальный рельефный план. Для выполнения этих работ применяют особые фототеодолиты, при помощи к-рых производится фотосъемка местности путем засечек с двух точек стояния или местность снимается стереоскопически (стереофотограмметрия). Работы эти требуют фотолаборатории и приборов для превращения фотоснимков в план (стереокомпараторы, автокартографы, стереопланиграфы).

5) Повидимому, имеет большое будущее *аэрофотосъемка* (см.). Недавно появившись, этот метод быстро развился и в настоящее время дает значительные результаты.

Вычисления и графические работы. Чтобы составить план или карту, необходимо произвести целый ряд вычислений, б. или м. сложных. Основные геодезическ. вычисления сводятся к вычислению координат отдельных точек. При обширных тригонометрич. работах вычисляют координаты географические в широтах и долготах, при чем принимают во внимание сфероидный вид земной поверхности. Для небольших работ принимаются прямоугольные координаты на плоскости. Высоты точек вычисляют или от абсолютного уровня моря или от условной отметки. После того как координаты точек получены, возможно приступать к составлению плана или карты; здесь, в известном масштабе, по сетке координат наносят все точки, а по ним—контуры. Все точки и линии вычерчивают условными геодезич. знаками. По готовому плану или по карте можно производить вычисления площадей любых участков, различными приемами и приборами.

Основные задачи геодезии. Уже издавна к теоретич. Г. предъявлялись два основных требования: 1) изучение и определение формы и размера земли и ее поверхности и 2) измерение сравнительно небольших участков. Первая задача, теснейшим образом связанная с астрономией и картографией и требующая широких математическ. познаний, относится к области «высшей Г.». Вторая задача, имеющая очень большое практич. значение для удовлетворения многочисленнейших запросов жизни и опирающаяся гл. обр. на элементарную математику, составляет предмет «низшей Г.». В связи с таким делением Г., можно так расчленить основные ее задачи.

1) Градусные измерения—начали производиться в государственном масштабе в 18 в. в Европе. Во второй половине 19 в. в разных странах накопился богатейший материал по измерению земли, но это не упростило, а осложнило задачу изучения земли; поэтому в 1861 году было учреждено «Международное общество по измерению земли». Это общество периодически созывает конгрессы, печатает труды и разрабатывает общие программы по измерению земли. В настоящее время приняты размеры земли, выведенные из градусных измерений и вычислений Бесселем: большая полуось—6 377 397,155 *м*, малая полуось—6 356 078,963 *м*, сжатие 1:299,1528, эксцентриситет—*0,0816968304*. Очень много в этом направлении сделано русск. геодезистами, трудами к-рых определены дуги меридианов и параллелей огромн. размеров, в тысячи *км*.

2) Государственные съемки и картография—ведутся с целью создать сеть опорных тригонометрич. и нивелирных пунктов, на которых в дальнейшем основывается топографич. съемка и издание карт. В СССР государственные съемки производят: Военно-топографическ. упр-ие, Главное гидрографическ. упр-ие, Геологич. комитет, Водное упр-ие НКПС, Наркомзем и т. п. учреждения. Для объединения и согласования всех геодезич. работ в 1918 г. было учреждено Высшее геодезич. упр-ие, теперь преобразованное в Геодезич. комитет ВСНХ и Геодезич. комитет при Госплане СССР. Для согласования издания карт в международном объеме была выработана и принята к исполнению определенная номенклатура масштаба и размеров листов разных карт. Основной международ. картой считается карта в масштабе 1:1 000 000, или 10 *км* в 1 *см*. По новой международ. номенклатуре, вся поверхность земли разделена на трапеции, ограниченные определен. меридианами и параллелями. Счет меридианов идет от меридиана Гринича, счет параллелей — от экватора.

3) Хозяйственные съемки—выполняются в целях удовлетворения текущей потребности гл. обр. в подробных планах. В настоящее время грандиозные съемочные работы производит Управление землеустройства НКЗ для приведения в порядок землепользования. Большие работы ведут: НКПС, Упр-ие лесами НКЗ (в частности, с применением аэрофотосъемки), Главное горное топливное управление ВСНХ, городские отделы местного хозяйства и другие органы.

Лит.: Бик А. Н., Курс низшей геодезии, 8 изд., М., 1926; Витковский В. В., Практич. геодезия, 2 *изд.*, СПБ, 1911; *его же*, Топография, Л., 1915; Иверонов И. А., Курс высшей геодезии, 2 изд., М., 1926; Иордан В., Руководство высшей геодезии, перев. с нем., М., 1881; Орлов П. М., Курс геодезии, М., 1924; Красовский Ф. Н., Руководство по высшей геодезии, М., 1926; Практика низшей геодезии, 5 изд., под ред. проф. П. М. Орлова, М., 1924; Hartner F., Hand- u. Lehrbuch d. niederen Geodäsie, umgearb. v. E. Dolezal, 11 Aufl., Wien, 1921; Weitbrecht W., Lehrbuch d. Vermessungskunde, Stg., 1910; Pelletan A., Traité de topographie, 2 éd., P., 1911; Habets A., Cours de topographie, 3 éd., P., 1902. **П. Орлов.**

ГЕОЛОГИЯ, наука о земле, изучающая строение земли, историю изменений земной коры, а также историю органич. жизни на земле. Первоначально геологическ. явления

изучались попутно с минералами, и только начиная с конца 18 в. (Вернер в Фрейберге, 1775 г.) Г. обособилась в самостоятельную науку о земле. В начале 19 века В. Смит составил первую геологическую карту Англии, применив условные обозначения, чем положил начало геологической съемке. Кювье и Броньяр впервые изучили ископаемых из окрестностей Парижа и этим положили основание науке о вымерших животных—палеонтологии. В 1830—33 гг. Ч. Ляйель опубликовал «Основы геологии», в к-рой доказал, что огромное большинство геологических явлений можно понять и объяснить, изучая современные вулканы, моря, реки и другие геологич. факторы. Этот метод быстро завоевал общее признание, и в результате его из года в год накапливалось значительное количество наблюдений, которые и легли в основу современной Г. В 1858 году Сорби ввел для изучения горных пород микроскоп. Бишоф (1830—40 гг.) и затем Добре ввели в Г. опытный метод для изучения застывания изверженных пород. Т. о., в середине 19 века Г. уже обладала основными методами изучения и разбилась на свои основные отделы.

1. Г. физическая, или динамическая, изучает влияния атмосферы и воды, вулканы и их извержения, землетрясения, образование гор, разрушение, снос и отложения пород, жизнедеятельность организмов, вековые колебания континентов, пояса разломов земной коры и т. д. В результате изучения получается стройная картина жизни земли, и деятельность отдельных элементов оказывается связанной между собой в геологич. цикл: а) образование горных пород на дне водн. бассейнов из материала, принесенного с материков (литогенезис); б) образование складчатых гор путем сдвигов горных пород из горизонтального положения (орогенезис) и в) разрушение образовавшихся гор деятельностью атмосферы и воды и снос разрушенного материала в низины и моря (глиптогенезис), к-рый вновь служит материалом для образования осадочн. пород.

2. Петрография изучает специально горные породы как со стороны минералогич. (и, следовательно, химического) состава, так и в смысле условий их образования, последующих изменений и разрушения. Кларку, Вашингтону и Вернадскому принадлежит заслуга систематизации огромного материала химич. исследования земной коры и определения среднего хим. состава ее, что имеет большое значение для понимания химич. явлений в земной коре. По выводам Вашингтона, главнейшие химические элементы распространены в земной коре в следующих процентных количествах:

Кислород	46,23	Фтор	0,077
Кремний	27,77	Хлор	0,055
Алюминий	8,14	Сера	0,052
Железо	5,12	Барий	0,048
Кальций	3,63	Хром	0,037
Натрий	2,85	Цирконий	0,028
Калий	2,60	Углерод	0,027
Магний	2,09	Ванадий	0,021
Титан	0,629	Никель	0,019
Фосфор	0,130	Стронций	0,018
Водород	0,127	Литий	0,003
Марганец	0,096	Медь	0,002

Кроме них, в земной коре содержатся еще (в убывающем порядке): церий, бериллий, кобальт, бор, цинк, свинец, мышьяк, кадмий, олово, ртуть, сурьма, молибден, серебро, вольфрам, висмут, селен, золото, бром, теллур, платина.

3. Палеонтология и палеоботаника, изучающие животные и растительные остатки в осадочных породах, дают возможность разделения и параллелизации слоев земли на основании заключенных в них животных или растительных остатков.

4. Стратиграфия изучает условия залегания и чередования пород, т. е. внутреннее строение земной коры.

5. Историческая Г. (геогнозия) изучает геологические явления и их памятники в последовательности и взаимной связи и классифицирует их на основании данных палеонтологическ. и петрографич. стратиграфии. Классификация во времени: эра→→период→эпоха→век, и по отложениям слоев: группа→система→отдел→ярус (этаж)→комплекс (группа слоев)→слой. Таким образом, самой мелкой единицей является слой, образование которого принимают за единицу, предполагая, что заключенные в нем органические остатки принадлежали существам, жившим в одно время.

Архейская группа (эра) слагается кристаллич. сланцами и изверженными породами, характеризуется значительными горообразованиями, вулканич. извержениями и отсутствием остатков животных и растений, о существовании к-рых возможно предполагать по нахождению в архейских отложениях мрамора и графита. Верхние части отложений нек-рыми исследователями выделяются в особую группу—археозойскую—с первыми (трудно определимыми) признаками остатков животных.

Палеозойская группа. 1) Кембрийский период: разнообразная морская фауна — губки, трилобиты, кораллы, черви, беззамковые плеченогие, двустворчатые моллюски, пластинчато-жаберные головоногие, первые брюхоногие моллюски и граптолиты; горообразования и признаки оледенения. 2) Силурийский период: а) нижний силур—развитие морских лилий и древних кораллов; первые морские ежи и замочные плеченогие; расцвет цистоидей и ортоцератитов. б) Верхний силур—появляются рыбы (панцырные и селахии) и первые наземные членистоногие (скорпионы); значительная вулканическ. деятельность, горообразования, трансгрессия моря. 3) Девонский период (нижний, средний и верхний девон)—расцвет панцырных рыб; в верхнем девоне—трансгрессия моря. 4) Каменноугольный период (нижний и верхний карбон): вымирание панцырн. рыб, регрессия трилобитов; значительное развитие древовидных растений (плауны, хвощи, папоротникообразные); первые наземные позвоночные (стегоцефалы и пресмыкающиеся), насекомые и пауки; отложение мощных залежей камен. углей. 5) Пермский период: значительное развитие аммонтов и ганоидных рыб, вымирание трилобитов, расцвет наземных пресмыкающихся; мощные отложения солей (каменная соль и калийные соли), медных руд (медистые песчаники);

признаки оледенения в странах, окружающих Индийский океан; значительное горообразование и вулканические извержения.

Мезозойская группа (эра). 1) Триасовый период: значительное развитие пресмыкающихся (черепахи, крокодилы); в верхнем триасе—первые длиннохвостые раки, жуки, костистые рыбы и появление мелких млекопитающих. 2) Юрский период: нижняя (Лейяс), средняя (Доггер) и верхняя (Мальм) юра—летающие ящеры, развитие динозавров, появление настоящих земноводных (лягушки), птиц, бабочек, крабов. 3) Меловой период—нижне- и верхнемеловая эпохи: преобладание костистых рыб, мелкие млекопитающие (сумчатые и однопроходные); вымирание в конце периода некоторых пресмыкающихся (ихтиозавров, динозавров, птерозавров), появление современных крокодилов; в верхнемеловую эпоху—значит. трансгрессия моря.

Кайнозойская группа (эра). 1) Третичный период (палеоген и неоген): мощное развитие млекопитающих, расцвет нумулитов; в неогене—появление человекообразных обезьян; постепенное формирование современных материков; значительное горообразование и лавовые извержения. 2) Четвертичный период (плейстоцен и ледниковый период): постепенное развитие современных животных и растений; появление человека. Оледенение огромных площадей и межледниковые эпохи.

Прикладное значение Г. огромно. Все дорожное строительство со всеми его искусственными выемками, насыпями, переходами через реки, болота, проходками тоннелей находится в зависимости от геологич. строения местности, характера слагающих пород и деятельности основных геологических явлений, к-рым будут подвергаться эти сооружения. Пренебрежение данными Г. нередко приводило в негодность дорого стоящие сооружения или непомерно удорожало их эксплоатацию. Вопросы мелиорации и водоснабжения м. б. правильно разрешены только на основе предварительной геологической разведки. Современный характер окопной войны, делает пользование данными Г. обязательным, т. к., только зная геологическ. строение местности, можно наперед намечать места и расположение окопов, их глубину, подземные убежища для войск и хранилищ снарядов, наиболее удобные места для аэродромов, решать вопросы водоснабжения армий и т. д. Опыт войны 1914—18 гг. окончательно ввел Г. в число военных наук.

Совершенно исключительную роль играет Г. в горном деле. Поиски, разведки и эксплоатации полезных ископаемых возможны только на основе Г. Поэтому составление геологических карт является основой учета полезных ископаемых страны и считается государственным делом. В СССР геологическую съемку для составления карт ведет Геологический комитет и его отделения.

Лит.: Мушкетов И. В., Физическая геология, 3 издание, т. 1, 2, Л., 1924—26; Ог Э., Геология, пер. с франц., т. 1, М., 1924; Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Введение в геологию, П., 1923; Обручев В. А., Полевая геология, т. 1, 2, М.—Л., 1927—28; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и в сельском хозяйстве, 2 изд., Л., 1927; Штини И. и Мушкетов Д., Техническая геология, Л.—М., 1925; Нейман М., История земли, пер. с нем., т. 1, 2, СПБ, 1902; Яковлев Н. Н., Учебник палеонтологии, 3 изд., Л.—М., 1925; Павлова М. В., Палеозоология, ч. I, М.—Л., 1927; Борисяк А., Курс историч. геологии, П., 1922; Михайловский Г., Историч. геология, СПБ, 1913; Архангельский А. Д., Обзор геологического строения Европейск. России, т. 1, Л., 1926; Обручев В. А., Геологический обзор Сибири, М., 1927; Suess E., Das Antlitz der Erde, B. 1—3, 2 u. 3 Aufl., W.—Lpz., 1901—12; Dana J., Manual of Geology, L., 1895; Geikie A., Text-book of Geology, 4 edition, London, 1924; Lapparent A., Traité de géologie, 5 édition, Paris, 1905; Lyell C., Principles of Geology, 12 ed., London, 1876; Wegener A., Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, 3 Auflage, Braunschweig, 1922.

П. Тополь ницкий.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МЕСТО, совокупность точек, удовлетворяющих некоторому геометрическому условию; напр., окружность есть Г. м. точек плоскости, равноотстоящих от одной точки (центра); Г. м. точек пространства, расстояния которых от двух точек равны, есть плоскость, перпендикулярная к середине отрезка, соединяющего эти точки. Аналитическ. выражение условия, которым геометрическое место определяется, приводит к уравнению этого Г. м.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ СРЕДНЕЕ двух положительных чисел a и b есть число x, удовлетворяющее уравнению $a:x=x:b$, откуда $x=\sqrt{ab}$. Г. с. n положительных чисел $a_1, a_2, \ldots, a_n$ определяется как $\sqrt[n]{a_1 a_2 \ldots a_n}$. Имеет место теорема: Г. с. меньше или равно среднему арифметическому:

$$\sqrt[n]{a_1 a_2 \ldots a_n} \leq \frac{a_1+a_2+\ldots+a_n}{n}.$$

ГЕОМЕТРИЯ, наука о пространстве и о расположенных в нем фигурах и телах. При своем возникновении Г. имела прикладной характер и ставила себе целью измерение и вычисление расстояний, углов, площадей, объемов и т. п. В настоящее время элементарная Г. дает возможность производить такие вычисления для простейших фигур и тел (многогранников, тел вращения), аналитическая и дифференциальная Г.—для более сложных криволинейных образов. Но эти приемы представляют собою результат сложной эволюции. В первую эпоху своего развития на Востоке (Китай, Вавилония, Египет) Г. строилась чисто интуитивно. Это привело к глубоко ошибочным результатам, вследствие чего сделалось необходимым применить к геометрич. исследованию более тонкие логические методы. Это получило осуществление в Греции. При господствовавшей в Греции тенденции к умозрительной науке Г. представила благоприятную почву для тонкой дедукции. У Евклида (3 век до нашей эры) Г. превратилась в выдержанную логическую систему, в этом смысле имеющую самостоятельное значение и свои особенные пути. Свойства пространства и расположенных в нем образов были аксиоматизированы, т. е. выбраны были основные положения (аксиомы, или постулаты); все остальные (теоремы) выводились из этих аксиом путем формальной логики с помощью конструкций (проведения вспомогательных линий). Такой метод дедукции, или синтетический, в значительной мере сохранился за Г. и по настоящее время. В основе т. н. элементар-

ной Г. и теперь лежат «Начала» Евклида. Это сочинение до 19 в. в неизмененном виде служило даже учебником элементарной Г. Оно было переработано Лежандром, «Начала» которого до сих пор служат типом основного руководства по Г. Хотя в «Началах» Евклида и преобладает логическая обработка Г., но Евклид пользуется и геометрическ. интуицией для рассуждений арифметич. характера (VII кн. «Начал»), а вскоре после него Архимед углубил геометрическ. методы, широко применив их к измерению (метрика), к разысканию ц. т. геометрических тел, к механике, особенно к гидростатике и даже к физике (катоптрика). Г. Евклида и Архимеда, в общем, вполне хватало для разрешения практических задач того времени, и открытие конич. сечений, сделанное, повидимому, Менехмом, было скорее результатом любознательности, чем практич. необходимости. Теория конич. сечений, позже послужившая базой небесной механики, очень занимала древних геометров, и Аполлоний имел уже возможность составить целый трактат, посвященный этим замечательным кривым. Сочинение Аполлония, по существу, содержит уже методы аналитич. Г. Таким образом, современная элементарная Г., со включением коническ. сечений и отдельных более сложных кривых (циссоида, конхоида, спирали и др.),—это тот геометрич. материал, который перешел к нам от классическ. древности. В средние века внимание геометров было сосредоточено на переработке «Начал» Евклида в смысле уточнения его логич. рассуждений.

С 17 в., с первыми шагами в создании механики, к Г. были предъявлены новые запросы. И у Ферма и у Декарта руководящие идеи *аналитической геометрии* (см.) возникли на почве исследований теоретического характера. Но задачи, поставленные Ньютоном, привели к такому развитию аналитической Г., которое сделало ее основным орудием механики. На долгий период синтетическая Г. уступила место аналитической или, по крайней мере, выдвинула ее на первый план. Но одновременно уже зарождались идеи, к-рые в разных направлениях раздвигали рамки синтетической Г. Это шло непосредственно от запросов техники. Леонардо да-Винчи, повидимому, первый поставил задачу о точных методах изображения архитектурных сооружений; изобразительные искусства нуждались в теории перспективы; построение машин требовало умения точно их проектировать в целом и в частях. Французский архитектор и инж. Дезарг (Desargues, 1593—1662 г.) дал прочные основания для решения этих задач. Выпущенное им в 1636 г. сочинение о центральной проекции легло в основу двух родственных между собой дисциплин—*начертательной геометрии* (см.) и проективной геометрии, возродивших синтетические методы классической Г. В течение 17 и 18 вв. эти дисциплины развивались медленно, но в 19 в. они получили очень широкое развитие. Три имени играют здесь решающую роль: Монж, Гаусс и Понсле. Идеи Дезарга, развитые Карно, претворились у Монжа в цельную дисциплину—в теорию графического изображения пространственных объектов на плоскости; начертательная Г. Монжа остается по настоящее время основой изобразительной Г., основным методом проектирования в архитектуре и технике. Но и первый систематич. трактат по *дифференциальной геометрии* (см.) принадлежит Монжу; по его схеме и до сих пор строятся элементарные курсы дифференциальной Г. в высших школах—и это с большим запозданием, т. к. Гауссом дано дифференциальной геометрии новое направление, получившее в настоящее время преобладающее значение. Впрочем, проекционные методы Дезарга и Монжа, возникшие, как и элементарная Г., на почве чисто практическ. задач, также получили теоретич. разработку. Понсле, Штейнер и Штаут построили систему синтетической Г., устранив из нее все вопросы метрики (т. е. все, что относится к измерению и получает выражение в арифметич. форме—в числах); они создали, т. о., проективную Г., или Г. положения, оперирующую только рядами точек, прямых и плоскостей в их коинциденции (расположении точек на прямых, прямых—на плоскостях, и т. п.) и пересечении. Т. о., сложились четыре основные ветви современной Г.: 1) элементарная синтетическая Г., т. е. Г. Евклида, 2) ее непосредственное развитие—высшая синтетическая Г., т. е. проективная геометрия с примыкающими к ней дисциплинами (начертательной Г. и теорией перспективы), 3) алгебраическая Г., т. е. аналитическая геометрия, оперирующая средствами алгебры, и 4) дифференциальная Г., т. е. аналитическая Г., оперирующая средствами исчисления бесконечно малых. Все эти геометрич. дисциплины сделались совершенно необходимым орудием современного естествознания и техники. Первые две ветви Г.—синтетич. Г. в ее различных формах—всегда оперируют непосредственно геометрическими образами путем геометрич. построений, т. е. путем соединения различных образов в более сложные фигуры. Другие ветви Г.—аналитическая Г. в различных ее формах—ведут исследование методами алгебры и анализа бесконечно малых, т. е. путем производства алгебраических и инфинитезимальных операций. Но эти операции делаются над числами, и для производства при их помощи геометрич. исследований необходимо геометрич. образы выразить в числах, т. е. в координатах. Каждая система исследования имеет свои преимущества, но и свои большие неудобства. Вследствие этого в последние годы построены новые дисциплины, составляющие синтез обоих методов: они производят те же алгебраические и инфинитезимальные операции непосредственно над геометрическ. объектами. В векторном анализе (см. *Векторное исчисление*) этими объектами служат направленные прямолинейные отрезки—векторы, а в тензорном анализе (см. *Тензорное исчисление*)—более сложные геометрическ. объекты.

В 19 в. расширение математич. методов потребовало углубленного изучения их основ. В связи с этим возникли и теоретич. вопросы, связанные с логич. обоснованием Г. Относящиеся сюда исследования привели, с одной стороны, можно сказать, к совершенной

системе синтетическ. геометрии, а с другой стороны—к новым воззрениям на сущность и значение геометрических аксиом. Толчком к этому послужило сделанное Лобачевским открытие неевклидовой Г. (1826 г.). Среди аксиом Евклида особое внимание математиков привлекала аксиома о параллельных линиях (ее можно формулировать так: через данную точку к данной прямой на плоскости можно провести одну, и только одну, прямую, ее не встречающую). Это обусловливалось тем, что аксиома о параллельных казалась менее очевидной, чем остальные. Было предпринято много безуспешных попыток доказать ее, основываясь на остальных аксиомах. Между тем, если откинуть из планиметрии аксиому о параллельных линиях и все те теоремы, доказательство которых на этой аксиоме основано, и взять вместо нее другую (например: к данной прямой через одну точку можно в определяемой ими плоскости провести больше одной прямой, не пересекающей данной), то получится все же совершенно стройная система Г., во многом существенно отличающаяся от евклидовой. Примером такого отличия может служить теорема о сумме углов тр-ка: в Г. Евклида эта сумма равна 2d, в Г. Лобачевского она меньше 2d. Существование наряду с евклидовой Г. логически стройной неевклидовой Г. показало, что евклидова аксиома о параллельных является независимой аксиомой, т. е. не м. б. логически выведена из других аксиом евклидовой Г., и поэтому попытки ее доказательства неизбежно обречены на неудачу. Позднее были построены и многообразные др. геометрические системы. Т. о., система аксиом, определяющих евклидову Г., не является единственно возможной. Выводы, вытекающие отсюда относительно происхождения и значения аксиом, принадлежат уже к области философии и гл. обр. теории познания. Изучение аксиом, лежащих в основе той или другой Г., их непротиворечивости и независимости называется аксиоматикой, или основаниями Г. Эта часть геометрии создана и развилась за последние 50 лет. Особого внимания заслуживают свойства пространства, выражен. аксиомами, не связанными с измерением. Эти свойства и аксиомы являются общими для евклидовой и неевклидовой Г. Примером может служить аксиома: через каждые 2 точки проходит единственная прямая. Эти аксиомы и лежат в основе Г., не зависящей от измерения—проективной Г. Таким образом Г. играет в современной науке чрезвычайно важную роль как с точки зрения практических ее приложений, так и с точки зрения теоретических идей, которые она с собою принесла.

Лит.: Основным сочинением по элементарной синтетической Г. является книга Rouché E. et Comberousse Ch., Traité de géométrie, 7 éd., Paris, 1901; основные теоретич. сочинения: Гильберт Д., Основания геометрии, пер. с нем., П., 1923; Каган В. Ф., Основания геометрии, т. 1, 2, Одесса, 1905; Бонола Р., Неевклидова геометрия, Критико-истор. исследов. ее развития, пер. с итал., СПБ, 1910; Klein F., Vorlesungen über nichteuklidische Geometrie, B., 1928. **Ю. Романская.**

ГЕОТЕРМИЯ, геотермика, учение о $t°$ земной коры. Непосредственному наблюдению доступны незначительные глубины (самая глубокая буровая скважина достигла глубины 2 331 *м*). Тепловой режим земной коры слагается из тепла, приносимого солнечными лучами (инсоляция), и тепла, излучаемого землей (радиация), при чем последнее играет в поверхностных частях земной коры (выше «пояса постоянной температуры) крайне незначительную роль ($^1/_{200}$ от инсоляции). Колебания температуры воздуха весьма неглубоко проникают в почву. По наблюдениям Клоссовского, амплитуды колебаний температуры с увеличением глубины следующие (Ю.-З. Украины):

Глубина в *м*	Амплитуда колебаний
0,5	21, 9°
1,5	14,28°
3,0	8,12°
19,2	0,01°

Из этих данных можно заключить, что в средних широтах суточные колебания $t°$ становятся незаметными на глубине 1,5 *м*, а годовые—на 19,2 *м* (в среднем 20—25 *м*). В экваториальных областях с незначительными годовыми колебаниями $t°$ глубина, на которой эти колебания исчезают, еще более незначительна (4—6 *м*). Эта глубина, на которой не отражаются годовые колебания, имеющая $t°$ немного выше средней годовой $t°$ данного места, носит название «пояса, или слоя, постоянной темп-ры». В полярных областях со средней годовой $t°$ 0° и ниже царит «вечная мерзлота». Колодезь в городе Якутске глубиной 116,5 *м* не прошел еще всей замерзшей толщи, и породы на этой глубине имели $t°$—3°; по вычислениям, вечная мерзлота оканчивалась там только на глубине 183—200 *м*. Ниже пояса постоянной $t°$ повсеместно наблюдается постоянное увеличение температуры по мере углубления (наблюдения в скважинах, в рудниках). Тщательн. измерение по многим скважинам показало, что в среднем, при углублении на каждые 30—33 *м*, $t°$ повышается на 1°. Число *м* углубления, соответствующее повышению температуры на 1°, носит название геотермической ступени (или геотермич. градуса); прирост темп-ры при углублении на 1 или 100 *м* называется геотермическим градиентом. Линии, соединяющие пункты земной коры с одинаковой $t°$, называются геоизотермами (изогеотермы или хтонизотермы). Установлено, что величина геотермической ступени в различных пунктах земной коры колеблется в ту или другую сторону от средней ее величины. Причинами этих колебаний являются следующие местные явления: 1) Химические реакции окисления сульфидов и каменноугольн. залежей значительно уменьшают геотермич. ступень; так, на руднике Комсток (Невада) геотермич. ступень равна 17 *м*, в каменноугольных копях Осега (Чехия)—5,2 *м*. В копях антрацитовых и каменноугольных геотермич. ступень больше, чем в буро-угольных, где химич. реакции интенсивнее. Знание геотермич. ступени позволяет рассчитывать максимальную глубину, при которой возможны горные работы. В районах нефтяных месторождений величина геотермической ступени значительно понижена: Апшеронский полуостров (СССР) 28,4 *м*, Пехельброн (Эльзас) 13,9—21,0 *м*,

Ечиго (Япония) 20,0 *м*, Санта-Мария (Калифорния) 23,0 *м*. 2) Вулканические явления значительно уменьшают геотермическую ступень; это уменьшение зависит от близости к вулканическому очагу и от характера послевулканических явлений. Приводим величины геотермических ступеней в вулканических областях:

Характер послевулканических явлений	Геотермич. ступень в *м*
Сухие фумаролы	0,005
Кислые »	0,01
Фумаролы, выделяющие сероводород	0,01—0,1
» » углекислоту и борную кислоту	10—15

В районе извержения миоценового возраста геотермич. ступень равна только 20—25 *м*— настолько медленно происходит остывание горных пород. В прилагаемой таблице приведены наблюдения по двум скважинам в Германии: Шперенбергской на глубине от 220 до 1 269 *м* и Шладебахской—от 1 266 до 1 716 *м*, так что оба наблюдения дополняют друг друга.

Результаты геотермических наблюдений в скважинах.

Глубина в *м*	Темп-ра в °С	Геотермич. градиент в °С	Геотермич. ступень в *м*
1. Шперенбергская скважина			
220	21,58	—	—
283	23,47	0,030	33
345	26,43	0,048	21
408	26,88	0,007	140
471	29,08	0,035	29
534	30,92	0,029	34
597	33,12	0,035	29
660	35,83	0,043	27
1 064	46,55	0,011	88
1 269	48,10	0,012	80
2. Шладебахская скважина			
1 266	45,25	—	—
1 296	46,16	0,027	37
1 416	50,25	0,038	29
1 506	52,88	0,029	34
1 536	53,13	0,008	120
1 596	54,50	0,023	44
1 626	55,00	0,017	60
1 656	55,50	0,017	60
1 686	56,50	0,033	30
1 716	56,63	0,004	230

Изменение $t°$ на дне скважины в Паруховице (Верхн. Силезия) глубиною 2 003 *м* дало 69,3° и величину геотермической ступени в 34,1 *м*. Вычисляя по геотермическ. ступени $t°$ глубинных частей земной коры, получаем на глубине в 120 *км* $t°$ 1 200°, в 300 *км*— 2 000°, т. е. $t°$, при к-рой расплавляются все изверженные породы. 3) Циркуляция подземных вод различного происхождения и $t°$ также имеют значение. Горячие источники повышают $t°$ пород; воды, спускающиеся с поверхности земли (по водопроницаемым породам или сбросовым трещинам), понижают их $t°$. 4) Величина геотермической ступени находится в большой зависимости от теплопроводности пород. Ниже указана теплопроводность различных пород и для сравнения дана теплопроводность воздуха.

Воздух	0,00005
Каменный уголь	0,0003—0,0004
Кварцевый песок (мелкий, сухой)	0,0003—0,0013
Гранит	0,0004—0,0097
Пемза	0,0006
Глинистый сланец	0,0019—0,0030
Обсидиан	0,0019
Мел	0,0022
Кремень	0,0024
Песчаник	0,0024—0,0307
Андезит	0,0031
Базальт	0,0032—0,0067
Мрамор	0,0012—0,0050
Порфир	0,0083
Кальцит	0,0090—0,0050
Каменная соль	0,0113—0,0137
Магнетит	0,0200—0,0300

Чем больше теплопроводность пород, тем больше геотермич. градиент и меньше геотермич. ступень. Породы, пропитанные водой, обладают большей теплопроводностью, чем сухие. Равным образом теплопроводность по слоистости и слапцеватости больше, чем в направлении, перпендикулярном им. Поэтому геотермическая ступень в круто падающих породах больше, чем в залегающих горизонтально. Эта особенность не была учтена при расчете $t°$ в Симплонском тоннеле, и вместо ожидаемой $t°$ в 42° она оказалась в 55°. При расчете $t°$-ных условий при проходке тоннелей необходимо учитывать все особенности рельефа, геологическ. строения и характера пород. При проектировании 23-верстного тоннеля через Архотский перевал профессор Левинсон-Лессинг определил максимальную $t°$ в 36,6°. Вообще это одна из самых трудных задач, решаемых геологией. Измерение $t°$ в горных выработках производят с точностью до $\pm$ 0,2° в специально пробуренных скважинах (перпендикулярно к стене обнажения), в к-рые спускают максимальный термометр, заключенный в железную герметически закрывающуюся трубку.

Лит.: Ячевский Л. А., О термич. режиме поверхности земли в связи с геологич. процессами, СПБ, 1905; Клоссовский А. В., Темп-ра почвы на Ю.-З. России, Одесса, 1888; Ячевский Л. А., Материалы по геотермике, СПБ, 1912; Левинсон-Лессинг Ф. Ю. и др., Геологич. исследования в области перевальной ж. д. через Главн. Кавказский хребет, СПБ, 1914; Cassini de Thury J. D., Sur la température des souterrains de l'Observatoire royale, «Mém. de l'Acad. de Paris», P., 1786, p. 511; Königsberger J. und Mühlberg M., Über Messungen d. geotherm. Tiefenstufen, «Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie», Stg., 1911, B. 31, p. 107; Duncker E., Über die Wärme im Innern d. Erde u. ihre möglichst fehlerfreie Ermittelung, Stg., 1896; Schardt H., Geotherm. Verhältnisse d. Simplonsgebirges in d. Zone d. Grossen Tunnels, Zürich, 1914. **П. Тополъницкий.**

ГЕОФИЗИКА, физика земного шара, часть прикладной физики, занимающаяся применением физических методов и законов к изучению формы земли и происходящих в ней процессов.

Первым отделом Г. является отдел, тесно связанный с *геодезией* (см.) и изучающий форму земного шара, к-рая в первом приближении является эллипсоидом вращения и м. б. исследована или путем градусных измерений, позволяющих определить сплющенность земного шара и абсолютные его размеры, или по наблюдениям над качанием маятника. В настоящее время сплющенность земного шара принимается равной $^1/_{297}$. Изучение тяжести на поверхности земли приводит к заключению, что внутренние части земли д. б. более плотными, чем ее наружные части, а исследование землетрясений показывает, что земля имеет слоистое строение. Наиболее резко выражены границы слоев на глубинах около 1 200 *км* и 2 900 *км*, при чем наружные слои имеют

плотность от 2,7 до 4—5, средние слои от 5 до 9, и внутреннее ядро от 9 до 11. Ряд соображений приводит к заключению, что внутренние части должны состоять из металлов, глав. образом из железа. Исследование изменения темп-ры с глубиной заставляет признать, что внутренние части земли весьма сильно нагреты, однако, это нагревание не доводит до плавления внутренние части земного шара целиком, и расплавленными являются только небольшие очаги, отделенные нерасплавленными породами. Теплота земли, как можно теперь полагать, зависит от радиоактивных процессов в коре.

Поверхность земли не является абсолютно ровной, какой она была бы, если бы состояла из жидких частей, имеющих разную плотность и расположенных слоями. Земля покрыта возвышениями—горами, образование которых объясняется различными причинами (сжатие земли благодаря охлаждению, действие центробежной силы на массы континентов, радиоактивность внешних слоев земли, действие приливов и отливов и прочее). В настоящий момент вопрос о горообразовании весьма деятельно обсуждается в геологической и геофизической литературе.

Чрезвычайно важное значение для выяснения вопросов о горообразовании и о внутреннем строении земли имеет отдел геофизики, изучающий распределение силы тяжести на земной поверхности—*гравиметрия* (см.). Гравиметрич. наблюдения показывают, что земля находится в состоянии т. н. изостатического равновесия (см. *Изостазия*). Это значит, что земная кора не представляет собой твердого целого, напоминающего свод. Она состоит из отдельных кусков, которые как бы плавают на внутреннем более пластическ. слое. Боковым давлением эти куски поддерживают друг друга, но у них остается способность к движениям по вертикали. Если в каком-либо месте земная поверхность начинает испытывать дополнительную нагрузку, наприм., благодаря изменению климата будет возрастать ледниковый покров, то здесь земная кора будет прогибаться, а если данный ее кусок не особенно велик, то он будет опускаться целиком, пока не восстановится равновесие. И обратно: если нагрузка уменьшается, напр., благодаря уничтожению горного массива от выветривания и размывания, то будет происходить поднимание. Т. к. причины, вызывающие нарушения изостатич. равновесия, действуют непрерывно, то непрерывно происходят и нарушения в равновесии прилегающих друг к другу кусков земной коры, и, следовательно, непрерывно должно происходить взаимное смещение пород. Такие смещения слоев земли могут происходить или медленно (вековые смещения) или внезапно и быстро, сопровождаясь нарушением целости земной коры. Эти последние смещения являются одним из самых частых видов землетрясений. В огромном большинстве случаев землетрясения зависят от смещения горных пород, и только изредка они сводятся к другим причинам, среди которых имеют значение и вулканические извержения. Из сказанного следует, что землетрясения должны происходить весьма часто, и точные наблюдения подтверждают это. Изучение землетрясений доказывает, что на земле существуют особые области коры с уменьшенной устойчивостью, и только малая часть землетрясений возникает вне этих областей.

Наряду с гравиметрией учение о землетрясениях—*сейсмология* (см.) является важнейшим источником наших сведений о внутреннем строении земного шара. Вместе с тем гравиметрич. и сейсмич. методы, наряду с магнитными и электрическими, находят большое применение в геологич. разведке, в частности для изысканий полезных ископаемых. У нас в СССР эти методы с успехом были применены для ряда практич. работ и в настоящее время разрабатываются во многих научных учреждениях.

Следующим отделом Г., имеющим огромное значение в науке, является учение о земном магнетизме. Исследования, произведенные точными методами, показывают, что землю можно себе представить, в среднем, как однородно намагниченный шар. Направление намагничивания образует с осью вращения земли угол в 11°. Те же явления намагничивания можно представить себе, если предположить, что внутри земли находится малых размеров магнит, линия полюсов которого совпадает с направлением намагничивания земли. Как показывают наблюдения, направление оси намагничивания с течением времени изменяет свое положение, и степень намагничивания, по крайней мере в последние десятилетия, уменьшается. Кроме этих вариаций земного магнетизма, зависящих от вековых действующих причин, имеются еще изменения двоякого рода. Одни из них зависят от внешних причин, воздействующих на поверхность земли. Сюда относится действие солнца, при чем доказана связь между количеством солнечных пятен и магнитн. возмущениями, которые сказываются в изменении направления и величины магнитной силы на поверхности земли. Спектроскопические исследования солнца показывают возможность образования огромных магнитных полей в окружности солнечных пятен; эти поля и создают магнитные возмущения, наблюдаемые на поверхности земли и носящие название магнитных бурь. Изменения второго рода представляют собою наблюдаемые в некоторых местах постоянные отклонения от нормы в направлении и величине магнитной силы. Это—так наз. местные магнитные аномалии, к-рые зависят от изменений в строении земной коры и от присутствия намагниченных полем земли магнитных минералов. Такое нарушение правильного распределения земного магнетизма встречается сравнительно часто на поверхности земли, при чем как величина, так и направление силы магнетизма могут резко отклоняться. Самой большой из этих аномалий является магнитная аномалия в Курской губ.; с нею связана и значительная аномалия в силе тяжести. В некоторых местах наблюдается уменьшение магнитной силы. Эти места, являющиеся отрицательными аномалиями, также зависят от присутствия горных пород. Но в этом последнем случае породы немагнитны.

Следующим отделом геофизики является учение об атмосферном и земном электричествах, при чем установлено, что этот отдел в значительной степени связан с учением о земном магнетизме.

Нек-рые авторы ограничивают Г. только указанными отделами, однако, большинство ученых включает в область Г. и учение о жидкой и газообразной оболочках земного шара. Чрезвычайно сложные движения воздушных масс изучались многими крупными физиками и механиками (Гельмгольц, Экснер, Вегенер, Бьеркнес и др.), и в настоящее время возникла новая наука—динамическая метеорология (см. *Метеорология*). Изучение движений водной оболочки, представляющей собой моря и океаны, находится в значительной зависимости от изучения движения газовой оболочки, к-рая благодаря трению создает движение прилегающих частей океана, и таким обр. получаются, как можно показать на опыте, океанские течения, изменяющие распределение климата на поверхности земли. Изменения климата, вызываемые течениями, можно проследить, пользуясь картами разных геологических эпох вплоть до глубокой древности земного шара.

К отделам Г. должно отнести атмосферные акустику и оптику, представляющие чрезвычайно интересные в теоретич. и экспериментальном отношении отделы. К атмосферной оптике относятся теории цвета неба, изучение явлений радуги, солнечных и лунных венцов, к-рые представляют собою наиболее трудные и интересные вопросы этого отдела. Многие задачи атмосферной оптики являются до сего времени не вполне разрешенными. К Г. относятся, наконец, исследования катодных лучей, проникающих в земную атмосферу главным образом от солнца и создающих явления полярных сияний и связанных с ними магнитных бурь, как это показали исследования Штермера и Биркеланда. Сюда же относится и изучение открытых Милликеном космических лучей, попадающих на нашу землю из беспредельного звездного пространства.

Лит.: Для начального ознакомления: Maurain Ch., Physique du globe, Paris, 1923; Gutenberg B., Der Aufbau d. Erde, B., 1925; для геологов и инженеров: Sieberg A., Geologische Einführung in die Geophysik, Jena, 1927; подробный курс: Gutenberg B., Lehrbuch d. Geophysik, B., 1926—1928; руководства математического характера: Jeffreys H., The Earth. Cambridge. 1924: Prey C., Mainka C. u. Tams E., Einführung in die Geophysik. Berlin, 1922; по сейсмологии: Голицын Б., Лекции по сейсмометрии, СПБ, 1912 (превосходный курс инструментальной сейсмологии); Sieberg A., Geologische, physikalische und angewandte Erdbebenkunde, Jena, 1923; Bouasse H., Séismes et séismographes, Paris, 1927; Mainka C., Physik der Erdbebenwellen, B., 1923; Montessus de Ballore F., La science séismologique, P., 1907; Montessusde Ballore F., La géologie séismologique, P., 1924; Montessus de Ballore F., La géographie séismologique, P., 1905; гравиметрия: Born A., Isostasie u. Schweremessung, B., 1923; Bowie W., Isostasy, N. Y., 1927; происхождение форм земной поверхности: Berenep A., Возникновение материков и океанов, перевод с немецкого, М.—Л., 1925 (гипотеза смещения материков); Joly J., The Surface-History of the Earth, Oxford, 1925 (радиоактивная гипотеза); земной магнетизм: Крылов А. Н., О земном магнетизме, П., 1922; Mascart E., Traité de magnétisme terrestre, P., 1900 (устаревшее, но еще полезное руководство); Handb. d. Physik, hrsg. v. H. Geiger u. K. Schell, B. 15, B., 1927; Handbuch d. Elektrizität u. d. Magnetismus, hrsg. v. L. Graetz, B. 4, Leipzig., 1920; атмосферное электричество: Mathias E., Traité d'électricité atmosphérique et tellurique, Paris, 1924; Chauveau B., Électricité atmosphérique, P., 1924; атмосфера: Exner F., Dynamische Meteorologie, Wien. 1925; практические методы: Труды особой комиссии по исслед. курск. магнитн. аномалий, М.—Л., 1922—27; «Изв. Института прикладной геофизики», Л., 1925—27; Ambronn R., Methoden d. angewandten Geophysik, Dresden, 1926; Haalck H., Die magnet. Verfahren der. angew. Geophysik, Berlin, 1927; Stumpf K., Analyse period. Vorgänge, B., 1927.

П. Лазарев.

ГЕПТИНКАРБОНОВАЯ КИСЛОТА, химич. строения $CH_3(CH_2)_4C : C \cdot COOH$, и ее эфиры—метиловый и этиловый—в последнее время нашли широкое применение в парфюмерно-мыловаренной промышленности как душистые вещества с запахом зелени фиалки. В продаже они известны под различными наименованиями, например: Folione, Verte de violette, Verviol и т. д. Обычным исходным сырьем для получения Г. к. является энантол. Аналогичное применение находят октинкарбоновая, децинкарбоновая и ундецинкарбоновая кислоты.

Лит.: Cohn G., Die Riechstoffe, Brschw., 1924; Parry Er., Cyclopaedia of Perfumery, v. 1, L., 1925.

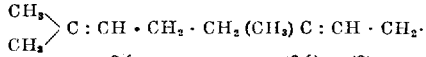
ГЕРАНИЕВОЕ МАСЛО, эфирное, получается из свежих зеленых частей различных видов Pelargonium (P. roseum Willd., P. odoratissimum Willd., P. capitatum Ait., P. graveolens Ait.) отгонкой водяным паром. Виды Pelargonium культивируются в южной Европе, в сев. Африке, на о-ве Реюнион (Индийский океан) и в других местах. В зависимости от происхождения, а также от вида или разновидности растения, различают несколько сортов Г. м. Главные составные части этого масла—спирты: гераниол, цитронеллол и линалоол, общее содержание которых колеблется: для французского (грасского) масла в пределах от 70 до 75%, для испанского—между 66 и 75%, для бурбонского (остров Реюнион)—70—78% и для алжирского—62—75%. Для качества Г. м. (запах розового масла) весьма большое значение имеет соотношение гераниола и цитронеллола. Наилучшими Г. м. считаются французское и испанское масла (соотношение гераниола и цитронеллола 65 : 35), значительно ниже расценивается бурбонское масло (50:50) и еще ниже алжирское (80:20). Кроме этих спиртов, в Г. м. находятся: α-терпинеол, фенилэтиловый спирт, пинен, β-фелландрен и другие. Значительная часть спиртов находится в виде эфиров кислот жирного ряда. Главнейшими центрами производства Г. м. являются о-в Реюнион (в 1926 г. получено ок. 175 000 *кг*) и Алжир (в том же году получено 127 000 *кг*); остальные районы играют второстепенную роль.

Применение Г. м. в парфюмерно-мыловаренной промышленности и при производстве искусственных цветочных масел очень велико. Потребность СССР в настоящее время превышает 20 000 *кг*. Культура растений, дающих Г. м., возможна на Черноморском побережьи Кавказа, где в настоящее время имеются небольшие плантации. Выход, составляющий 0,15—0,2% от веса свежей зелени, дает возможность рассчитывать на получение до 30 *кг* Г. м. с 1 *га*. По качеству кавказское Г. м. приближается к испанскому и французскому.

Лит.: Finnemore H., The Essential Oils, London, 1927; «Berichte von Schimmel», Leipzig, 1925—27.

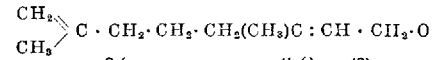
Б. Рутовский.

ГЕРАНИОЛ, $C_{10}H_{18}O$, одноатомный ненасыщен. спирт, находимый в эфирных маслах и представляющий собою смесь изомеров:



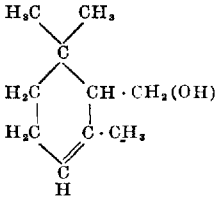
2,6-диметилоктадиен-(2,6)-ол-(8)

и

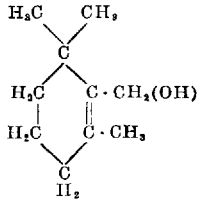


2,6-диметилоктадиен-(1,6)-ол-(8)

Г.—жидкость, обладающая запахом розы, с $t°_{кип.}$ 229—230°; растворяется во всех соотношениях в абсолютном спирте, в 60%-ном спирте растворимость понижается (1 ч. Г. растворяется в 2,5—3,5 ч. спирта), в воде не растворяется; при окислении дает альдегид — цитраль или кетон — метилгептенон, в зависимости от условий реакции. Восстановление кипячением с натрием или каталитическ. гидрирование приводит к цитронеллолу. Гераниол легко переходит в циклические соединения, при чем непосредственное действие минеральных кислот на Г. ведет к образованию терпингидрата и терпенов, тогда как эфиры Г. в аналогичных условиях дают эфиры циклогераниола



α-циклогераниол



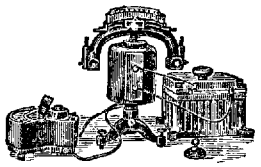
β-циклогераниол

который имеет значение при производстве душистых веществ. Ряд реакций обусловливает взаимные переходы Г. в линалоол и обратно. Гераниол может быть получен восстановлением цитраля. С безводным хлористым кальцием он дает двойное соединение, разлагающееся при действии воды, чем пользуются для получения Г. в чистом виде. Для этой же цели пригодны кислые эфиры фталевой кислоты, натриевые и калиевые соли которых растворимы в воде. Главным источником получения Г. является пальмарозовое эфирное масло, содержащее до 95% Г. В различных количествах Г. встречается в маслах гераниевом, цитронелловом, лемонграссовом, розовом и друг. Г. применяется в больших количествах в парфюмерно-мыловаренном производстве. Потребность в нем СССР исчисляется примерно в 6 000 *кг*. Перспективы получения его из сырья внутреннего производства благоприятны, т. к. на Черноморском побережьи Кавказа имеется возможность получения пальмарозового масла. В парфюмерии большое значение имеет уксусный эфир Г.—геранил-ацетат.

Лит.: Semmler F., Die äther. Öle nach ihren Bestandteilen unter Berücksichtigung d. geschichtl. Entwicklung, B. 1, Lpz., 1906; Parry Er., Cyclopaedia of Perfumery, v. 1, L., 1925. **Б. Рутовский.**

ГЕРАРДА СИСТЕМА, см. *Стены* кирпичные.

ГЕРБЕРТА МАЯТНИК, прибор для определения сравнительной твердости металлов на основании числа качаний маятника. Прибор состоит из дуги, имеющей точку опоры на особом шпинделе, на нижнем конце которого помещается шарик диаметром в 1 *мм* из твердой закаленной стали (см. фиг.). Если прибор приспособлен для проб при высоких $t°$, то стальной шарик заменяется рубиновым. Дуговая часть прибора снабжена 6 винтами, расположенными в вертикальной и в горизонтальной плоскостях, для регулирования положения ц. т., и уровнем, снабженным шкалой, для наблюдения за



отклонениями при качании. Предварительная установка и поверка прибора производятся на особом столе с установкой прибора на стеклянную пластинку (эталон) с условной твердостью, по Герберту, 100. Прибор, установленный на эту пластинку и отклоненный на 10 делений по шкале, должен давать 1 колебание в 10 секунд. Если этого нет, то нужно выверить положение центра тяжести и вновь проверить прибор, пока не будет получено требуемое число качаний, после чего прибор переносится на испытуемую часть. Дав прибору отклонение на 10 делений, производят наблюдение времени качаний. Число секунд, соответствующее одному качанию, помноженное на 10, определяет сравнительную твердость. Преимущество этого прибора по сравнению с другими приборами для испытания твердости заключается в его большой чувствительности. Т. к. шарик этого прибора вдавливается только весом самого прибора (2 *кг*), то образуемый им отпечаток ничтожен (не различается простым глазом), вследствие чего этот прибор позволяет определять поверхностный наклеп, измерять твердость при толщинах материала менее 0,5 *мм* и на ребрах шириной в 1 *мм*, что невозможно на приборах Бринеля, Роквеля и др. Сравнительная твердость по этому прибору не обнаруживает строгой пропорциональности числам твердости по Бринелю. **И. Прокофьев.**

ГЕРМАНИЙ, Ge, химический элемент с ат. в. 72,38, порядковым номером 32, D_{20}^{20} 5,35, $t°_{пл.}$ 958° и тв. (по шкале Моса) 6, 25; находится в 5-м ряду IV группы периодической системы и близок по своим свойствам к кремнию и олову. Г. представляет собою смесь изотопов с атомными массами 70, 72 и 74. Во время составления Менделеевым таблицы элементов Г. еще не был известен, но Менделеев в 1871 г. описал его свойства, исходя из открытого им закона периодичности и назвал его экасилицием. Германий—очень хрупкий металл, образующий при застывании из расплавленного состояния хорошо выраженные длинные октаэдрич. кристаллы серовато-белого цвета, с металлическим блеском. Сероводород действует на Г. только при темп-рах, превышающих 200°. С серой Г. соединяется довольно легко. Под действием воды, крепких щелочей и крепких кислот Г. не изменяется (при $t°$ ниже 90°). Разведенная азотная к-та окисляет Г. с поверхности. 3%-ный раствор перекиси водорода растворяет Г., превращая его в двуокись. С галоидами Г. энергично вступает в реакцию при темп-ре выше 200—250°.

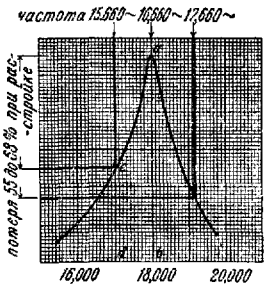
В природе Г. встречается крайне редко, что до последнего времени очень затрудняло его исследование. Г. был открыт в 1886 году Винклером в минерале аргиродите $GeS_2 \cdot 4Ag_2S$ (Саксония); другим минералом, содержащим Г., является канфильдит, $4Ag_2S \cdot (Ge, Sn)S_2$, в к-ром бо́льшая часть Г. заменена оловом. Оба эти минерала очень редки. Кроме того, соединения Г. содержатся в виде очень небольших примесей в некоторых цинковых обманках. В 1922 г. было установлено, что в остатках от переработки на цинк некоторых америк. цинковых руд (по исследованиям Денниса) содержится ок. 0,2% Г. Наконец, в 1924 г. в ю.-з. африкан. владениях Англии был открыт минерал германит, в котором содержится 5,1% Г. Поэтому в последнее время стало возможно изучение свойств Г. и его соединений.

Выделение Г. из содержащих его минералов производится путем осаждения сернистого Г. в присутствии избытка соляной кислоты, последующей обработки осадка азотной кислотой, высушивания и прокаливания для получения GeO_2 и, наконец, выделения металла при накаливании GeO_2 в струе водорода.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, 9 изд., т. 2, М.—Л., 1928. **В. Горшешников.**

ГЕРЦОВА ТВЕРДОСТЬ, см. *Твердость.*

ГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМ, прием радиотелеграфных незатухающих сигналов, к-рые делаются слышимыми в телефон путем образования *биений* (см.) благодаря интерференции приходящих колебаний частоты f_1 с местными колебаниями частоты f_2, доставляемыми слабым местным (отдельным от прочего приемного устройства) генератором незатухающих колебаний—гетеродином. Результирующий ток интерференции д. б. детектирован тем или иным способом для получения в телефоне тока звуковой частоты. Последняя, а след. и частота звука в телефоне, равна $|f_1 - f_2|$. Для слышимости необходимо, чтобы $16 < |f_1 - f_2| < 10\,000$—$20\,000$ колебаний. При $|f_1 - f_2| < 16$ слышим. биения исчезают (установка на «молчок», паузу, нулевое биение). При $|f_1 - f_2|$ очень близкой к 0 можно принимать без искажений также и телефон (см. *Гомодинный прием*). Биения могут образовываться также и между f_1 и гармониками f_2, между f_2 и гармониками f_1 и, наконец, между гармониками f_1 и f_2. При сильных принимаемых сигналах биения иногда сразу пропадают даже и при $|f_1 - f_2| > 16$, т. к. при этом сильные колебания увлекают за собой более слабые, вследствие чего частота насильственно делается равной f_1.



Фиг. 1.

Г. п. усиливает слышимость. Например, для квадратичного детектора, выпрямительный эффект которого пропорционален выражению $\alpha = e\frac{\partial S}{\partial V}$ (e—мгновенное значение действующей на детектор эдс, S—крутизна соответствующей характеристики, т. е. $\frac{\partial I}{\partial V}$; черта над e означает среднее по времени значение), имеем: $e = E_1 \sin \omega_1 t + E_2 \sin \omega_2 t$ (где $\omega_1 = 2\pi f_1$, а $\omega_2 = 2\pi f_2$).

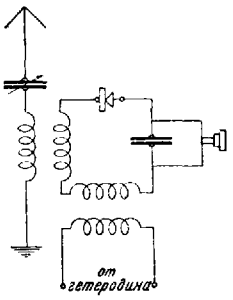
Это дает по интегрировании:

$$\alpha = \frac{\partial S}{2\partial V}\left[E_1^2 + E_2^2 - E_1 \cdot E_2 \cos(\omega_1 + \omega_2)t + E_1 \cdot E_2 \cos(\omega_1 - \omega_2)t\right].$$

Первые два слагаемых в скобках постоянны и потому не действуют на мембрану телефона. Среднее значение для каждого из двух последних слагаемых в ур-ии равно нулю; но член с $\cos(\omega_1 - \omega_2)t$ изменяется так медленно, что в телефоне обнаруживается ток частоты $\omega_1 - \omega_2$; следовательно, детекторное действие определяется только последним слагаемым низкой частоты $\omega_1 - \omega_2$. Т. о., пропорционально силе воздействия гетеродина усиливается и прием. Кроме того, по сравнению с автодином Г. п. имеет то преимущество, что сила Г. п. пропорциональна первой степени амплитуды приходящих сигналов. Однако, приведенные ур-ия для α справедливы только пока e не слишком велико (см. *Детекторы*): существует e_{opt}, при котором прием наисильнейший. Дальнейшие преимущества Г. п. перед автодинным заключаются в следующем: 1) Приемник настраивается точно на ω_1—частоту принимаемой волны. Благодаря этому (при приеме длинных волн) используется максимальное значение (ab—фиг. 1) кривой резонанса при приеме, в то время как при автодинном приеме вследствие необходимости настраивать приемник на частоту ω_2, отличную от ω_1 (для получения биений), приходится вести прием при расстройке, т. е. меньшей ординате cd той же кривой резонанса. 2) Сила местных колебаний регулируется совершенно независимо от установки приемника. 3) Обратная связь приемника может быть установлена совершенно свободно, без опасения погасить местные колебания. Г. п. (вообще прием на биения) позволяет чрезвычайно повышать избирательность путем фильтрации на низкой частоте (применяя контур, настроенный на частоту биений). В супергетеродине применяется многократное (обычно двукратное) гетеродинирование: сперва до частоты биений в интервале радиочастот и затем, уже вторично, до звуковой частоты, чем достигается весьма большая избирательность и свобода от мешающих сигналов. При Г. п. затухающих колебаний громкость также увеличивается, но тон делается хриплым.

Служащий для осуществления Г. п. прибор называется гетеродином и представляет собой местный генератор высокой частоты малой мощности, независимый от остального радиоприемного устройства. Тип и схема генераторов высокой частоты м. б. любые; конструкция гетеродина должна предусматривать возможность изменения частоты его колебаний в широких пределах, что достигается набором катушек различных самоиндукций и постоянных конденсаторов различной емкости. Плавное изменение частоты в малых пределах достигается либо при помощи вращающегося конденсатора (обычно

имеющего верньерное устройство), либо с помощью *вариометра* (см.). Гетеродин должен перекрывать определенный диапазон частот сплошь, без «провалов». Гетеродин в радиотехнической практике применялся первоначально (в 1912 году и ранее) для целей усиления принятых затухающих колебаний. В этих конструкциях генератором высокой частоты выбирался маленький дуговой генератор. В настоящее время для гетеродина применяется исключительно ламповый генератор.

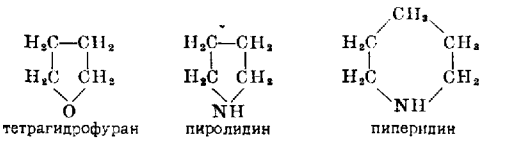


Фиг. 2.

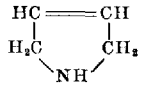
Схема приключения гетеродина к радиоприемнику — почти всегда с индуктивной связью (фиг. 2). Вместо изображенного на фиг. 2 кристаллич. детектора употребляется б. ч. ламповый (с сеточным или анодным выпрямлением) детектор. Между воспринимающим устройством (антенна, рамка) и детекторным контуром, с которым связывается гетеродин, обычно включаются фильтры, промежуточные контуры и т. д.

Лит.: Banneitz F., Taschenbuch der drahtlosen Telegraphie u. Telephonie. Berlin. 1927; Morecroft J. H., Principles of Radio Communication, 2 ed., New York, 1927. **Б. Введенский.**

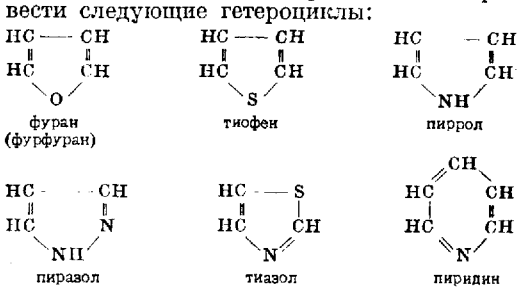
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, обширный класс органич. соединений с циклическ. строением молекул, в состав цикла к-рых входят не только атомы углерода, но и атомы других элементов (гетероатомы). Известны циклич. соединения, в к-рых роль гетероатомов играют фосфор, мышьяк, селен, сурьма, висмут, кремний, некоторые металлы, напр., ртуть, но наиболее существен. значение имеют системы с кислородом, серой и азотом. Среди многочисленных и разнообразных представителей этого класса органич. соединений особенной устойчивостью и прочностью цикла, как и в других циклическ. соединениях, обладают пяти- и шестичленные кольца. Они широко распространены в природе (алкалоиды, хлорофилл, гемин) и имеют весьма важное значение в технике как продукты фармацевтической (антипирин, пирамидон, салипирин) и анилокрасочной промышленности (индиго). Г. с. разделяются на: 1) насыщенные, 2) ненасыщенные, не обладающие ароматич. характером и 3) ненасыщенные, обладающие ароматич. характером. Насыщенные Г. с., напр.:



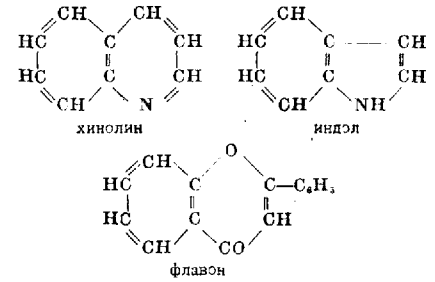
по своим химич. свойствам существенно не отличаются от нециклических соединений. Как степень подвижности атомов водорода, так и свойства гетероатомов, а в замещенных соединениях—характер реакционных групп, вполне аналогичны свойствам этих атомов или групп в алифатических или алициклических соединениях. То же относится к ненасыщенным Г. с., в цикле которых имеется одна или несколько метиленовых групп. Так, например, пиролин



обнаруживает все свойства типичного ненасыщенного соединения: легко присоединяет бром, окисляется щелочным раствором перманганата, и т. д. Если же в ядре Г. с., кроме гетероатома, находятся только метиновые (—CH<) группы, то эти соединения по своему химич. поведению приближаются к бензолу, т. е. обладают ароматическ. характером, выражающимся: 1) в особой подвижности атомов водорода, 2) в ослаблении способности присоединения брома, галоидоводородов и 3) в специфическом изменении реакционных групп, находящихся при ядре (см. *Ароматические соединения*). В качестве примеров простейших Г. с. со свойствами соединений бензольного ряда можно привести следующие гетероциклы:



В группе тиофена сходство с бензолом распространяется не только на химические, но и на физические свойства. Тиофен, как и бензол, представляет собой бесцветное масло, с $t°_{кип.}$ только на 5° выше, чем у бензола; между производными тиофена и соответствующими производными бензола наблюдается только небольшая разница в точках плавления и кипения. В группах пиррола, пиразола, фурана, пиридина, тиазола и в других аналогично построенных циклах также наблюдается сходство с типичными ароматическими соединениями. Многообразие Г. с. возрастает с явлениями изомерии, имеющими место в циклах, а также с возможностью существования многочисленных комбинаций, в к-рых гетероциклы спаяны с кольцами бензола, нафталина и других циклич. систем. К таким соединениям относятся, например, хинолин, индол и флавон:

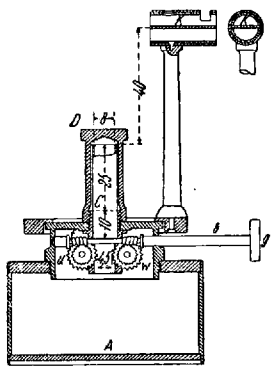


Источником получения некоторых простых Г. с. могут служить продукты сухой перегонки различн. естественных веществ: напр.,

пиридин выделяется из каменноугольного дегтя, пиррол—из продуктов перегонки костей, тиофен—из каменноугольного и сланцевого дегтя, и т. д. Другие приготовляются синтетически и применяются в качестве лекарственных веществ и красителей или являются веществами растительного происхождения. К последним относятся, например, алкалоиды, антоцианы, хлорофилл.

Лит.: Meyer V. und Jakobson P., Lehrbuch der organischen Chemie, 2 Auflage, B. 2, T. III, Berlin, 1923. **С. Медведев.**

ГЕФНЕРА СВЕЧА, единица силы света, принятая в Германии и Австрии, определяется как сила света лампы Гефнера-фон-Альтенека. Наиболее распространенная конструкция лампы Гефнера следующая (см. фиг.; размеры даны в *мм*): латунный резервуар *A* предназначается для уксусноамилового эфира $C_7H_{14}O_2$, применяемого в качестве горючего; в верхн. часть резервуара ввертывается горелка, снабженная трубкой *C* для прохода фитиля, который может между зубчатками *u* и *w* перемещаться в вертикальном направлении; зубчатки приводятся во вращение червячной передачей *fbg*. Во избежание испарения эфира с верхнего конца фитиля, на трубку *C* навинчивается колпачок *D*. Трубка *C*, для предотвращения химического действия на нее уксусноамилового эфира, делается из нейзильбера. Высота пламени в горелке д. б. равна 40 *мм*, при чем для получения в лампе пламени такой длины пользуются передвижением фитиля и специальным приспособлением *K* в виде горизонтальной трубки с визиром; для большей точности в установлении высоты пламени применяют визир Крюсса с ахроматической линзой, проектирующей пламя на экран из матового стекла с делениями. Уксусноамиловый эфир (амилацетат) представляет собой прозрачную, бесцветную, легко подвижную жидкость с сильным специфическим запахом, горящую ровным неярким пламенем слегка красноватого цвета. Для лампы Гефнера следует применять химически чистый эфир; различные примеси могут дать изменение силы света, как установил Либенталь, до 3%. Методы испытания амилацетата и технические для него условия разработаны герм. институтом Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Влажность воздуха, атмосферное давление и содержание CO_2 в воздухе влияют на показания лампы. Влияние этих факторов учитывается следующей формулой:



$$I = 1 + 0{,}0055\,(8{,}8 - e) - 0{,}00011(760 - b) + \\ + 0{,}0072\,(0{,}75 - k),$$

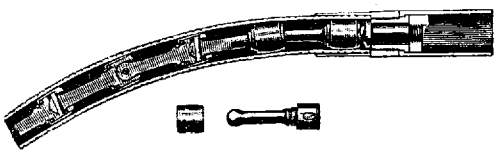
где *I*—сила света лампы в горизонтальном направлении, *e*—число *л* водяных паров, находящихся в 1 $м^3$ воздуха, *b*—давление в *мм* ртутного столба, *k*—число *л* CO_2 в 1 $м^3$ воздуха. В хорошо вентилируемых помещениях поправки на содержание CO_2 столь незначительны, что ими вполне можно пренебречь. Лампа Гефнера подверглась весьма тщательному исследованию, и все факторы, влияющие на показания этого эталона, выявлены весьма обстоятельно. Эти исследования показали, что лампа Гефнера является постоянным, легко воспроизводимым и удобным в обращении эталоном; в то же время последние исследования эталонов силы света в виде ламп накаливания с металлич. нитью обнаружили меньшее их постоянство сравнительно с Г. с. В 1921 г. была установлена международная единица силы света, принятая и в СССР,—свеча международная. Между Г. с. и международной свечей приняты в 1913 г. следующие постоянные соотношения: 1 международная свеча = 1,11 Г. с., 1 Г. с. = 0,9 международной свечи. В 1924 г. соотношение между международной свечей и Г. с. было найдено равным 1,14—1,15. На международном конгрессе в Белладжио в 1927 г. была установлена программа работ для выяснения вопросов, связанных с постоянством эталона силы света.

Лит.: Кузнецов А. А., Электрич. источники света, стр. 18—24, СПБ, 1904; Walsch J. W., Photometry, L., 1926; Uppenborn F., Lehrbuch d. Photometrie, Mch., 1912; Liebenthal E., Prakt. Photometrie, Brschw., 1907. **Я. Шпильрейн, Л. Белкинд.**

ГИБКИЕ ВАЛЫ употребляются для передачи вращательного движения инструменту при механической обработке таких изделий, которые вследствие своей формы, веса или объема затруднительно обрабатывать на стационарных машинах, а равно для приведения в движение вспомогательных аппаратов, напр., тахометров. К Г. в. могут быть прикрепляемы самые различные инструменты, которые можно подводить к труднодоступным рабочим поверхностям и, вследствие незначительного веса гибких валов, легко поддерживать на любой высоте и в любом положении.

По конструкции различают: шарнирные валы, шарнирные цепи и собственно Г. в.

Шарнирные валы употребляют для числа оборотов ниже 500 в мин. и для передачи более или менее значительных усилий, например, для тяжелых работ по выправлению или чистке котлов. Они состоят



Фиг. 1.

из отдельных звеньев, снабженных по обоим концам шаровыми шарнирами. Наибольшее отклонение звена — около 45° (фиг. 1). Шарнирные валы должны быть построены очень солидно.

Цепные валы служат для приведения в движение инструментов, аппаратов и тахометров и состоят из многих отдельных звеньев, защищенных металлическим рукавом (см. *Цепи*).

Г. в. в собственном смысле особенно выгодны для большого числа оборотов. Они

состоят из сердцевины, предохранительного рукава и патронов—соединительного и ручного. Сердцевина делается из стальных проволок, изогнутых спирально так. обр., чтобы



Фиг. 2.

между витками не оставалось никаких промежутков (фиг. 2). При выборе Г. в. необходимо для каждого случая установить направление вращения во избежание раскрутки сердцевины. Есть, однако, способы завива, пригодные для обоих направлений, но при этом соответственно уменьшается коэффициент полезного действия Г. в.

Передаваемый вращательный момент M_d для каждой отдельной проволоки диаметра d приблизительно соответствует тому моменту, к-рый способна была бы передать та же проволока в раскрученном виде. Для определения этих величин служат следующие ф-лы:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_d \cdot 16}{K_d \cdot \pi}} \; см,$$

$$M_d = \frac{71\,620\,N}{n} \; кгсм,$$

где N обозначает передаваемую работу в Р, n — число оборотов в минуту, K_d — допустимое напряжение—равно от 300 до 1 400 $кг/см^2$, в зависимости от способа нагрузки и материала проволок (по данным К. Баха и Hütte).

Для определения всего диаметра сердцевины $d_{общ.}$ нужно умножить d на общее число проволок; так как, однако, число проволок в большинстве случаев неизвестно, то рекомендуется определять $d_{общ.}$ сразу для всего диаметра сердцевины и для надежности значение, полученное из приведенной выше ф-лы, увеличить на 20—30 %.

Для коэффициента полезного действия Г. в. существенное значение имеет безупречное качество проволочной стали.

Употребительная длина валов: 1,5; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0 *м*. Валы для передачи до $^1/_3$ Р обыкновенно имеют 1,5 или 1,8 *м*; для передачи же более $^1/_3$ Р берут 1,8 или 2,0 *м*. Наибольшие диаметры применяемых Г. в.— 100 *мм*, наибольшее число оборотов — 3 500.

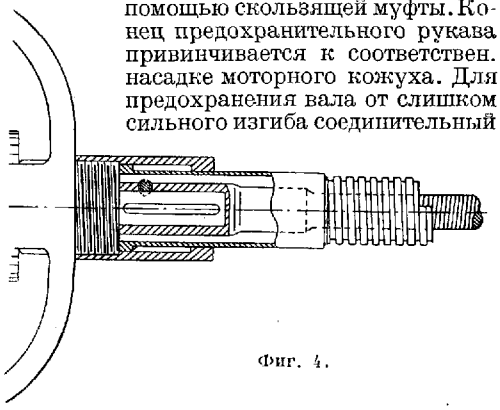
Наименьший радиус кривизны изогнутого Г. в. в состоянии покоя равен 6—7 $d_{общ.}$, но во время работы нельзя допускать радиус кривизны ниже 12—15 $d_{общ.}$ (в зависимости от качеств предохранительного рукава). При искривлении значительно увеличивается напряжение, которому подвергается вал, и соответственно уменьшается кпд.

Предохранительный рукав делается из металла и служит для защиты и направления сердцевины (фиг. 3). В некоторых случаях (например, в медицинских аппаратах, в сырых помещениях) рукав снабжается дополнительно кожаной или тканной оболочкой. Между предохранит. рукавом и сердцевиной для лучшей защиты и направления часто вставляется плоская спираль; между предохранит. рукавом и проволочной сердцевиной всегда должно находиться смазоч. вещество.



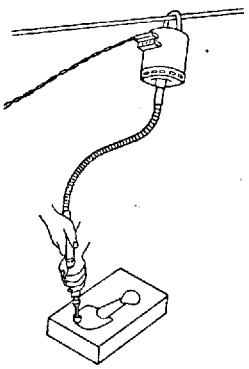
Фиг. 3.

Патрон для укрепления вала к мотору д. б. солидной конструкции, в виду возникающих весьма значительных напряжений на растяжение и изгиб. Сердцевина снабжается толстой соединительной цапфой, которая д. б. припаяна к ней мягким припоем; все другие способы соединения не достигают цели, а твердый припой или сварка неприменимы потому, что при нагревании упругость закаленной стали сердцевины значительно ослабевает. Цапфа соединяется с моторным валом при помощи клина, винта или муфты. На фиг. 4 показано соединение помощью скользящей муфты. Конец предохранительного рукава привинчивается к соответствен. насадке моторного кожуха. Для предохранения вала от слишком сильного изгиба соединительный



Фиг. 4.

патрон часто снабжается еще особой втулкой (в особенности при подвесных моторах) (фиг. 5). Ручной патрон служит для соединения с инструментом. Здесь конец сердцевины также имеет прочную цапфу, к-рая, в виду быстрого вращения и затруднительности смазки, снабжается шариковым подшипником; при очень тонких валах, как, например, в зубоврачебных бормашинах, применимы скользящ. подшипники. Внешн. конец ручного патрона обыкновенно снабжен коническ. отверстием. В валах малого диаметра цапфа также может иметь коническую форму для надевания бора или же топкую нарезку с зажимной муфтой.



Фиг. 5.

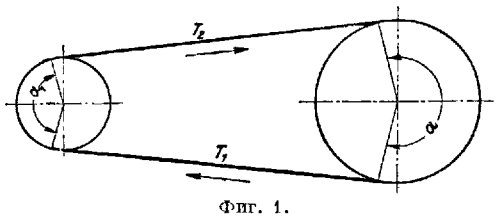
Г. в. обыкновенно приводятся в движение непосредственно электромоторами, хотя иногда и при помощи ременной передачи. В этих случаях применяются электромоторы, снабженные поворотн. выключателем на самом моторе или тяговым выключателем при висячих моторах; при маленьких валах выключатель может находиться у ручн. патрона. При этом различают три способа присоединения: 1) Г. в. насаживается непосредственно на вал мотора (моторы на тележках или подвесные); 2) Г. в. насаживается на свободный конец контрпривода; 3) Г. в. приводится в движение при посредстве ступенчатого

Виды инструментов и различные случаи применения гибких валов.

Инструменты	Применение	Примечание
а) Свободно выступающая оправка б) Шайба с рукояткой		
1. Точильные круги всех видов—плоские, конические, цилиндрические	Очистка кантов, негладко отформованных поверхностей на металле, камне, снятие заусенцев и зачистка сваренных мест	Предохранительный кожух из кованого железа; при (б) возможны тяжелые работы на стыках рельсов и больших отливках
2. Полировальные и лощильные круги из материи, кожи и т. п., деревянные гладилки, покрытые наждаком или материей	Зачистка и полировка кантов, закруглений и плоскостей на дереве, металле, камне, коже	
3. Щетки разных видов (круглые, конические, цилиндрич.) из проволоки или щетины	Зачистка жестяных изделий, сосудов, труб из металла, камня, матование вощеного дерева	(б) с металлич. щетками применяется для удаления ржавчины, отложений и пр.
4. Сверла	Сверление отверстий малых диаметров (6—10 *мм*) в дереве и металле	(б) не употребляется; в гнездо могут вставляться и другие инструменты
5. Оправка для отвертки	Завинчивание и отвинчивание мелких винтов, ниппелей и пр.	
6. Оправка для напильников и рашпилей всякого рода (дисковых, остроконечных, круглых, конических, шаровых и пр.)	Опиловка форм, закруглений и углублений в дереве и мягком металле	
в) С угловой передачей и перебором скоростей (червяки и шестерни)		
1. Точильные диски (круги или сегменты)	Плоские шлифы на металле (литье, печные плиты), дереве, камне (мраморные плиты, терраццо)	
2. Круги под наждачное полотно, а также гибкие шайбы	Плоская полировка мебели, мрамора, жести, поверхности экипажей, стен и пр.	
3. Угловые сверла с рукояткой или натяжным винтом и внутренним конусом	Сверление дыр большого диаметра (до 28 *мм*) в узких местах, нарезка и выправка труб	Передача скоростей до 1 : 15
4. Отвертки и ключи	Завинчивание и отвинчивание разных винтов с прорезью или с 4- и 6-гранными головками и гаек	
г) Прочие конструкции		
1. Ударные щетки для чистки труб и плоских поверхностей	Чистка котлов, кипятильных труб до 100 *мм* диам. (в свету)	Специальные конструкции для длинных труб
2. Накатки, гладилки	Полировка шпаклеванных и лакированных поверхностей прямолинейными движениями	

шкива для изменения скоростей. К первым двум типам относятся и такие конструкции, в к-рых Г. в. присоединяется к свободному концу валов других машин, как, напр., ручных сверлилок, пил, полировальных, фрезерных и пр. станков. Различные виды инструментов и случаи их применения при Г. в. см. табл.

ГИБКИЕ ПЕРЕДАЧИ, передачи вращения от одного вала к другому помощью гибкой ленты, огибающей с некоторым натяжением шкивы на обоих валах (фиг. 1). В зависимости от рода гибкой ленты Г. п. разделяются на: ременные передачи, передачи проволочными и непроволочными канатами, а также цепные передачи. Первые три формы представляют передачу силою трения, возникающего между лентой и рабочей поверхностью шкивов. Лента обычно надевается с известным натяжением; иногда применяются различные натяжные приспособления, прижимающие ленту к шкиву.



Фиг. 1.

В состоянии покоя натяжение обоих концов ленты одинаково, при движении же натяжение T_1 ведущего конца больше натяжения

T_2 ведомого конца на величину силы трения между лентой и шкивом; зависимость, связывающая силы T_1 и T_2, выражается формулой: $T_1 = T_2 e^{\mu\alpha}$, где e—основание натуральных логарифмов, μ—коэфф-т трения и α—угол обхвата ленты. Эта зависимость получена в предположении, что собственный вес ленты не оказывает влияния на передачу. В действительности, в ленте, лежащей на шкиве, во время движения развивается центробежная сила, стремящаяся отжать ленту от шкива и этим уменьшить силу трения. При учете веса ленты, натяжения ее концов определяются по ф-лам:

$$T_1 = P\frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha}-1} + q\frac{v^2}{g}, \quad (1)$$

$$T_2 = P\frac{1}{e^{\mu\alpha}-1} + q\frac{v^2}{g}, \quad (2)$$

где q—вес погонной единицы ленты, v—скорость ее, g—ускорение силы тяжести, P—окружное усилие.

Величина окружного усилия равна

$$P = \left(T_1 - q\frac{v^2}{g}\right)\frac{e^{\mu\alpha}-1}{e^{\mu\alpha}}. \quad (3)$$

Из этой формулы видно, что для получения большей величины P, при том же значении T_1, выгодно увеличивать коэфф-т трения μ и угол обхвата α. Угол α зависит от расстояния между валами и от диаметров шкивов. Поэтому передаточное число, равное отношению диаметров, не следует делать большим. Чтобы получить в работе необходимые натяжения T_1 и T_2, лента должна иметь натяжение в покое T_0, равное

$$T_0 = \frac{P(e^{\mu\alpha}+1)}{2(e^{\mu\alpha}-1)} + q\frac{v^2}{g}. \quad (4)$$

Натяжение ленты вызывает давление в шейках валов R, равное сумме T_1+T_2 и уменьшенное на величину центробежной силы:

$$R = T_1 + T_2 - 2q\frac{v^2}{g} = P\frac{e^{\mu\alpha}+1}{e^{\mu\alpha}-1}. \quad (5)$$

Работа, передаваемая лентой, равна:

$$75N = P\cdot v, \quad (6)$$

откуда

$$\frac{PD}{2} = \frac{71\,620\cdot N}{n}, \quad (7)$$

где N—число Hp, D—диаметр, а n—число оборотов в мин. ведомого шкива. Из (6) видно, что при том же P выгодно увеличивать скорость движения ленты v. Однако, такое увеличение возможно лишь до известного предела, т. к., благодаря возрастанию центробежной силы, в ленте возникают большие напряжения. При наиболее выгодной скорости напряжение от центробежной силы равно приблизительно трети полного напряжения ленты в работе. Во всякой передаче гибкой связью неизбежна потеря некоторой части работы, а именно: 1) относительная потеря от трения в опорах валов

$$Z_1 = \frac{\mu R\cdot\frac{\rho_1}{r_1} + \mu R\cdot\frac{\rho_2}{r_2}}{P},$$

где ρ_1 и ρ_2—радиусы шеек, а r_1 и r_2—радиусы шкивов; 2) относительная потеря вследствие изменения в скорости, возникающая благодаря упругим свойствам ленты, т. е. изменению упругих деформаций под влиянием меняющихся натяжений T_1 и T_2, что влечет за собой разницу скоростей v_2 ведомого конца и v_1 ведущего, вычисляется по ф-ле:

$$Z_2 = \frac{v_1-v_2}{v_1} = \frac{T_1-T_2}{EF} = \frac{P}{EF},$$

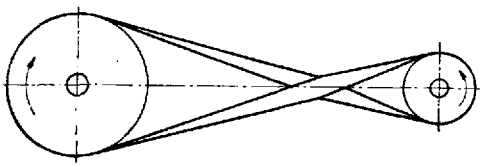
где F—поперечное сечение ремня и E—модуль упругости его; 3) потеря от перегибания ремня: при набегании на шкив лента обвивает его, на что затрачивается работа $0 = \frac{EI\omega}{2r}$; работа движущей силы в секунду равняется Pv, следовательно, относительная потеря для двух шкивов вычисляется так:

$$Z_3 = \frac{EI}{2Pv}\left(\frac{\omega_1}{r_1} + \frac{\omega_2}{r_2}\right),$$

где I—момент инерции сечения ленты, а ω_1 и ω_2—угловые скорости вращения валов; 4) остальные потери—от сопротивления воздуха движению ленты и вращению шкива, от электризации ленты, жесткости ее и т. д. Учет этих потерь очень труден, так как в каждом отдельном случае числовое значение кпд будет зависеть от целого ряда причин, как форма спиц шкива, скорость ленты, форма сечения ленты и т. д. Обычно эти потери принимаются равными $\sim 1\%$.

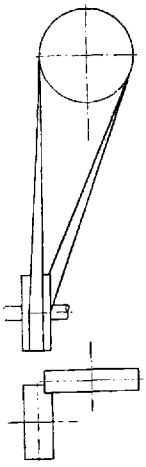
Ременная передача. В этой передаче в качестве гибкой ленты служит ремень (см. *Ремни приводные*). Чаще всего встречаются ремни кожаные, разделяющиеся по форме своего сечения на плоские, круглые и трапецоидальные. Реже употребляются ремни из верблюжьей шерсти, хлопчато-бумажные, шелковые и т. д. Достоинством последних ремней является меньшая чувствительность к изменениям темп-ры и влажности воздуха в рабочем помещении, но срок службы их меньше. Ременные передачи применяются в разнообразных случаях передачи работы, от очень малых до очень больших мощностей. Передача ремнями м. б. выполнена при произвольном расположении валов в пространстве. Если желательно иметь экономную и спокойную передачу, то расстояние между валами должно быть не особенно велико; при параллельном расположении валов крайним пределом является 15 *м*. Ведущий конец ремня, при горизонтальной или наклонной установке, располагают внизу, так как ведущий, более натянутый конец провисает немного, а верхний провисает больше, почему угол обхвата увеличивается. При установке ременной передачи обязательно выполняется требование, чтобы набегающий на шкив конец имел направление в средней плоскости шкива, а сбегающий отклонялся от нее в сторону не свыше чем на 25°. При выполнении этих условий можно установить передачу между двумя скрещивающимися валами без направляющих роликов. Наиболее распространенные формы передач: открытая (фиг. 1), при к-рой вращение обоих валов направлено в одну сторону, и перекрестная (фиг. 2), при к-рой валы вращаются в разные стороны. В последнем случае каждый конец ремня должен по пути повернуться на 180°. При малых расстояниях между валами возможно трение кромок ремня друг о друга, вызывающее относительно быстрый износ ремня, что особенно заметно на ремнях плетеных. Угол обхвата при перекрестной передаче

значительно увеличивается. Полуперекрестная передача (фиг. 3) применяется для валов, скрещивающихся под углом

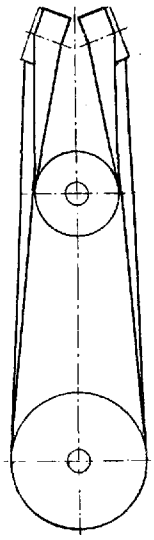


Фиг. 2.

(обычно 90°). Для установки такой передачи без направляющих роликов необходимо, чтобы расстояние между валами было не менее двойного диаметра большого шкива, иначе угол отклонения сходящего ремня получится значительным. Благодаря перекручиванию ремня и неравномерному вытягиванию его по ширине срок службы его при полуперекрестной передаче понижается. На фиг. 4 показана передача между двумя параллельными валами, но при условии, что шкивы сдвинуты друг относительно друга. Соединение производится при помощи двух направляющих роликов, посаженных наклонно, что дает возможность вращения в обе стороны.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

Расчетременной передачи начинается с ленты. Благодаря ряду причин (неравномерная структура ленты, нецентричное растяжение ее, изгиб ленты на выпуклом шкиве и т. п.), работающий ремень не может быть рассчитан только на основании теоретическ. зависимостей. Приходится вводить данные опыта, подтверждаемые наблюдениями над громадным количеством уже работающих установок. Обычно заданными величинами являются мощность на ведомом валу и число его оборотов. Задаваясь диаметрами шкивов так, чтобы передаточное число не было выше 4—5, а наименьший диаметр $D \geqslant 40$ *см* (в случае трансмиссионной передачи), во избежание больших напряжений в ленте от изгиба, находят окружное усилие P по формуле (7). Далее, по формуле $P=bk$, где b—ширина ремня и k—допустимое напряжение, находят b. Скорости для ремня можно брать приблизительно следующие:

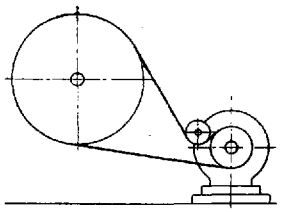
	N	v
При передаче от двигателя к главному валу	10—25	6—7,5 *м/сек*
При передаче от двигателя к главному валу	25—50	7,5—15 »
При передаче от двигателя к главному валу	50 и выше	15—25 »
При передаче к второстепенному валу		<15 »
При передаче к станкам .	0,5—3	15—6 »

Толщиною ремня δ задаются, и после этого определяется суммарное напряжение по формуле:

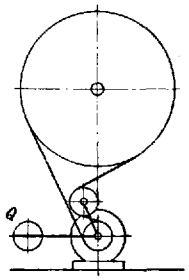
$$K_3 = \frac{T_1}{F} + \frac{E \cdot \delta}{D} = K_1 + K_2,$$

где K_1—напряжение от растяжения силой $T_1 = T_2 \cdot e^{\mu\alpha} = \frac{Pm}{m-1}$ (здесь $m = e^{\mu\alpha}$), K_2—напряжение от изгиба ленты на шкиве. Суммарное напряжение K_3 не д. б. выше допустимого предела. Значения для K_3 в *кг* на *п. см* (по Геркенсу) приведены ниже в таблице.

Для кожи сопротивление разрыву колеблется от 260 до 460 *кг/см²*, для тканных ремней 300—500 *кг/см²*. В случае, если скорости ремня выше 8—10 *м/сек*, нужно учесть центробежную силу ремня и пользоваться



Фиг. 5.



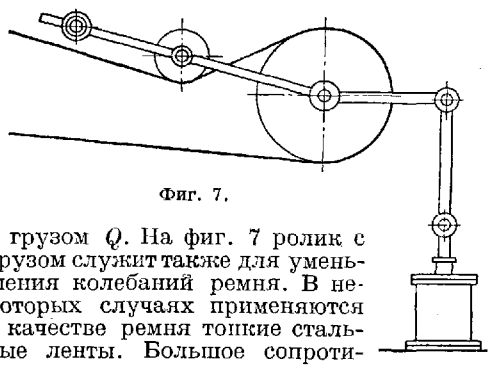
Фиг. 6.

для значения T_1 ф-лой (1). Потери в ременной передаче вычисляются по вышеприведенным формулам, практически же при предварительных подсчетах кпд передачи η можно

Допустимые напряжения в *кг* на *п. см* для ординарных и двойных ремней.

Скорость в *м/сек* / Диам. шкива в *см*	3		5		10		20		30		40		50	
	орд.	дв.	орд.	дв.	орд.	дв.	орд.	дв.	орд.	дв.	орд.	дв.	орд.	дв.
10	2	—	2,5	—	3	—	3,5	—	3,5	—	3,5	—	3	—
20	3	—	4	—	5	—	6	—	6,5	—	6,5	—	6,5	—
30	4	5	5	6	6	7	7,5	9	8,5	10	9	10	9	10
40	5	6,5	6	8	7	9	9	11	10	12	10,5	12,5	11	12,5
50	6	8	7	9,5	8	11	10	13	11	13,5	11,5	14	12	14
60	7	9,5	8	11	9	12	11	15	12,5	16	13	16,5	13,5	17
75	8	11	9	12,5	10	14	12	17,5	13	18,5	13,5	19,5	14	20
100	9	13	10	15	11	17	13	21	14	22	14,5	23	15	24
150	10	15	11	17	12	19	13,5	23	14,5	26	15	27	15,5	28
200	11	17	12	19	13	21	14	25	15	28	15,5	29	16	30

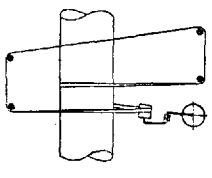
принять равным 0,94—0,98, в зависимости от качества опор, от условий смазки их, от сечения спиц и обода, и т. д. Натяжные ролики вводятся в ременную передачу для увеличения угла обхвата при больших передаточных числах и малом расстоянии между валами (фиг. 5); следствием их введения является возможность уменьшить начальное натяжение ленты. Устройство натяжных роликов бывает весьма разнообразно. На фиг. 5 ролик нажимает собственным весом. На фиг. 6 ролик сидит на ломаном рычаге



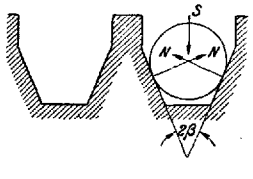
Фиг. 7.

с грузом Q. На фиг. 7 ролик с грузом служит также для уменьшения колебаний ремня. В некоторых случаях применяются в качестве ремня тонкие стальные ленты. Большое сопротивление разрывающему усилию позволяет передавать значительные мощности при малом сечении ленты и при больших скоростях. Обычно пользуются углеродистой сталью с временным сопротивлением на разрыв $K \sim 12\,000$—$15\,000$ *кг/см*^{2}. Толщина ленты может быть от 0,2 до 1 *мм* при ширине 12—250 *мм*. Коэффициент трения ленты о чугунный шкив $\mu \sim 0{,}15$—$0{,}18$; для его увеличения обод шкива покрывается пробковой обшивкой. Скорости в ленточных передачах доходят до 40 *м/ск*, при чем потеря в скорости совершенно ничтожна. Возможность пользоваться высокими скоростями позволяет допускать меньшее натяжение концов ленты, благодаря чему уменьшается трение в опорах. Концы ленты скрепляются особым замком. На фиг. 8 показано американское устройство ленточной передачи в прядильном ватере для передачи вращения веретенам. Одна лента вращает 4 веретена, придавая им до 10 000 об/м. Угол обхвата получается $\sim 90°$, тем не менее установка работает вполне хорошо. Во избежание толчков концы ленты соединяются специальной сшивкой.

Канатная передача представляет собою удобное средство для раздачи и распределения работы, развиваемой главным



Фиг. 8.

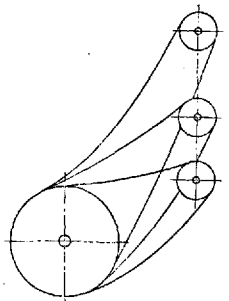


Фиг. 9.

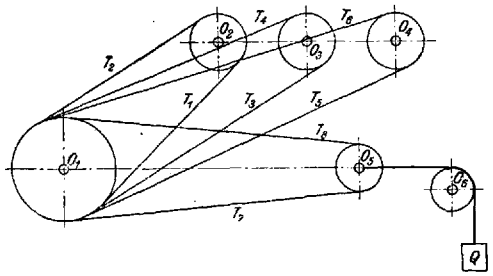
двигателем, по отдельным этажам фабрики и м. б. выполнена для произвольно большой мощности. Передаточные канаты изготовляются из пеньки и хлопка и обычно бывают круглыми, сплетенными из трех прядей, но встречаются и треугольные, четырехугольные и др. сечений. Круглый канат, ложась под действием силы S в ручей шкива (фиг.9), вызывает на щеках его трение, равное

$$P = 2N\mu = \frac{S\mu}{\sin\beta + \mu\cos\beta}.$$

Благодаря силе трения и является возможность передать вращение и работу с ведущего на ведомый вал. Концы каната заплетаются на длине 2—3 *м* или соединяются различными патентованными замками. Последние, набегая на шкив, производят удар; кроме того, замок является концентрированной массой и вызывает дополнительное натяжение в канате под влиянием центробежной силы. Канатная передача бывает двух систем: параллельная, когда ставится несколько канатов, сращенных каждый в кольцо и работающих параллельно (фиг. 10), и последовательная, когда канат представляет одно замкнутое кольцо, при чем один и тот же канат охватывает все ручьи как на ведущем, так и на ведомом шкивах (фиг. 11). В первой системе весьма трудно достигнуть одинакового натяжения параллельно работающих канатов, а следовательно, и одинаковой нагрузки на них. Расчет параллельной передачи не отличается от



Фиг. 10.



Фиг. 11.

расчета ременной. Натяжение концов находится по ф-лам (1) и (2), но для коэффициента трения, вследствие защемления каната в ручье, принимается величина μ_1, определяемая по формуле:

$$\mu_1 = \frac{\mu}{\sin\beta + \mu\cos\beta},$$

где μ имеет значения от 0,16 до 0,18; обычно $\mu_1 \cong 0{,}32$. Предварительно канат рассчитывается по формуле:

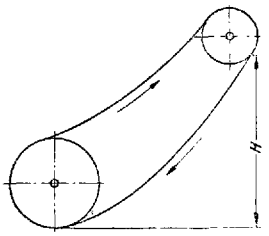
$$P = 0{,}62FK_1 = 0{,}62\,\frac{\pi d^2}{4}K_1,$$

где d—диаметр каната. Коэффициент 0,62 вводится потому, что живое сечение материала F_0 меньше площади круга $F = \frac{\pi d^2}{4}$, и, в среднем, принимается $F_0 = 0{,}62F$. Значения для K_1 берутся следующие: $K_1 = 4{,}5$ *кг/см*^{2} при $D/d \leqslant 30$, и $K_1 = 6{,}5$—8 *кг/см*^{2} при $D/d \geqslant 50$. Определив диаметр

каната, находят вес его и по формулам (1) и (2) вычисляют точные значения T_1 и T_2. Наиболее выгодные скорости для канатов 15—20 *м/сек*. Практически применяются канаты диам. в 4—5,5 *см*. Т. к. канатная передача располагается наклонно, то приходится принять во внимание собственный вес каната, дающий дополнительное натяжение (фиг. 12). С этой поправкой ф-ла (1) принимает вид:

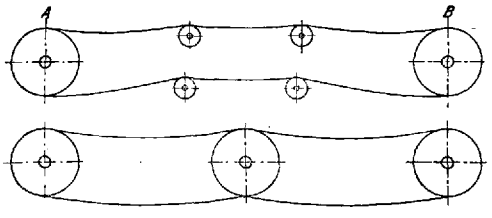
$$T_1 = \frac{P \cdot m}{m-1} + q\frac{v^2}{g} + Hq.$$

В последовательных передачах канат натягивается специальным оттяжным приспособлением (фиг. 11), благодаря чему ведомые концы его работают с одинаковым натяжением. Как видно из фиг. 11, ведущий конец T_1 ведомого шкива O_2, обогнув ведущий шкив, переходит в T_4, т. е. ведомый конец шкива O_3, и т. д. Для определения натяжений имеются уравнения: $T_1-T_2=T_1-T_4$; $T_3-T_4=T_3-T_6$; $T_5-T_6=T_5-T_8$; $T_4-T_8=T_4-T_2$; $T_2=T_4=T_6=T_8=\frac{Q}{2}$. Следовательно, зная груз Q, находят все натяжения. Для предварительных расчетов потери в канатной передаче принимаются в среднем 10—8% и кпд η в 0,90—0,92. Обода шкивов для канатной передачи снабжаются ручьями (фиг. 9).



Фиг. 12.

Передача проволочными канатами применяется почти исключительно при параллельных валах, расположен. на большом расстоянии. Проволочный канат сплетается из стальной проволоки с ⌀ приблизительно в 1—2 *мм*. Натяжение, необходимое для получения трения между канатом и ободом шкива, вызывается собственным весом каната. Поэтому рекомендуется проволочную передачу устанавливать горизонтально или под небольшим углом. Возможны две системы передач (фиг. 13): в одной канат огибает два шкива и поддерживается холостыми роликами, а в другой расстояние AB



Фиг. 13.

разбивается на отдельные участки. Верхний конец всегда работает как ведомый, т. к. вследствие больших пролетов канат сильно провисает. Провес при пролете в 100 *м* принимается: $f_1=1{,}5$ *м* для ведущего и $f_2=3$ *м* для ведомого. Благодаря твердости проволочного каната его не защемляют в ручье, а кладут на дно его. Для увеличения трения дно ручья делают деревянным или кожаным; коэффициент трения μ тогда получается от 0,3 до 0,38. Проволочная передача рассчитывается обычным путем, как и ременная. Скорости принимаются не ниже 25 *м/сек*. При горизонтальном расположении принимают кривую провеса за параболу и определяют его стрелку прогиба из соотношения: $f=\frac{ql^2}{8S}$, где S—усилие, растягивающее канат в наинизшем сечении, а l—пролет между осями. При заданном f определяется усилие S и натяжение от провеса $K=\frac{S}{F}$, при чем $F=z\frac{\pi\delta^2}{4}$, где z—число проволок и δ—их ⌀. Проволочные передачи удобны для работ на открытом воздухе, так как на них не влияет изменение влажности. Но с развитием электропередач проволочные передачи постепенно выходят из употребления.

Цепные передачи употребляются в тех случаях, когда необходимо передать точное число оборотов. Передача производится цепью, захватывающей зубцы колес, сидящих на соединяемых валах; поэтому ведомый конец не нагружается вовсе. Благодаря этому давление на опоры равно натяжению ведущего конца, т. е. окружному усилию P. Цепная передача завоевала себе прочное место в автомобилях, велосипедах, чесальных и других машинах. Расчет цепи производится на растягивающее усилие $T_1=P$, определяемое обычным путем. При налегании цепи на колесо (или звездочку) ее звенья поворачиваются на штифтах; при значительном усилии и частом поворачивании возможно снашивание штифтов. Это ведет к нек-рому увеличению шага цепи и нарушению правильности передачи. Поэтому для роликовых цепей не рекомендуются большие окружные скорости; обычно принимают $v=3$ *м/сек*. Потерей в цепной передаче, помимо трения в опорах, является работа трения при упомянутом повороте звеньев. Если обозначить диаметр стержня, на котором пластинки цепи поворачиваются, через d, средний диам. колес через D и коэфф. трения через μ, то добавочная нагрузка p к силе P выразится для одного колеса соотношением:

$$p=\frac{\mu Pd}{D}.$$

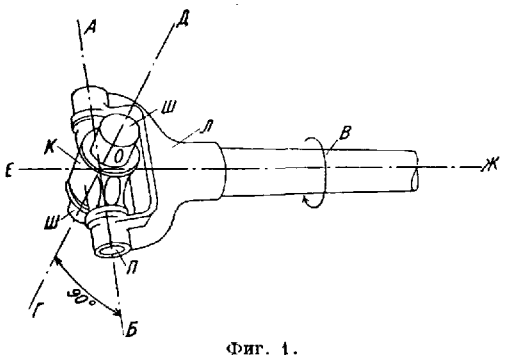
Так как диаметр d зависит от условий прочности, то можно сказать, что потеря в цепной передаче будет тем меньше, чем больше диаметр колес. Пластинки для цепи рассчитываются на растяжение по ведущему усилию T_1. Зубцы колес рассчитываются так же, как для зубчатых колес, с той только разницей, что усилие считается приложенным не к вершине зуба, а к середине. Цепи в работе производят резкий шум, поэтому при больших скоростях применяются специальные бесшумные цепи. См. *Цепные передачи*.

Лит.: Бобарыков И. И., Детали машин, ч. I и II, М.—Л., 1926—27; Берлов М. Н., Детали машин, выпуск 6, СПБ, 1911; его же, Детали машин, Сокращенное руководство, М., 1927; Сидоров А., Курс деталей машин, ч. I и II, М.—Л., 1926—27; Bach K., Die Maschinen-Elemente, B. 1, 2, Lpz., 1922—24; Laudien K., Die Maschinen-Elemente, 4 Aufl., Lpz., 1925; Rötscher F., Die Maschinen-Elemente, B. 2, B., 1928. **И. Бобарыков.**

ГИБКИЕ СОЕДИНЕНИЯ валов служат для передачи вращения между пересекающимися валами; допускают относительные угловые перемещения между осями валов.

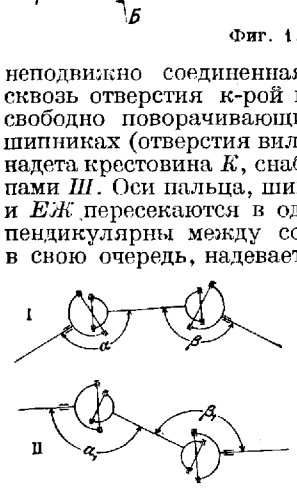
Техника пользуется ими для разных целей, в соответствии с чем существует множество конструкций Г. с. Наиболее распространенными являются следующие:

1) Крестовидный, или Гука, шарнир (кинематическ. обоснование—см. *Гука шарнир*). На конце вала *В* (фиг. 1) укреплена

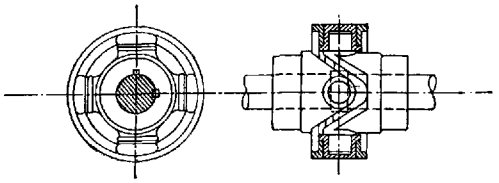


Фиг. 1.

неподвижно соединенная с ним вилка *Л*, сквозь отверстия к-рой проходит палец *П*, свободно поворачивающийся в своих подшипниках (отверстия вилки). На палец туго надета крестовина *К*, снабженная двумя шипами *Ш*. Оси пальца, шипов и вала *АБ*, *ГД* и *ЕЖ* пересекаются в одной точке *О* и перпендикулярны между собой. На шипы *Ш*, в свою очередь, надевается вилка, идентичная вилке *Л*, скрепленная с валом, воспринимающим движение; эта вилка свободно сидит на шипах. Т. о., вилка *Л* совместно со своим валом *В* может поворачиваться вокруг оси *АБ*, в то время как другая вилка (не изображенная на фигуре) и воспринимающий движение вал поворачиваются вокруг оси *ГД*. Таким образом оси валов приобретают свободу относительного передвижения друг к другу. Геометрически эта свобода полная, практически же она ограничена и не превышает уклона в 45°, так как при большем угле вилки соприкасаются. Во избежание этого и для достижения бо́льших наклонов включают между валами второй крестовидный шарнир. При системе с одним шарниром

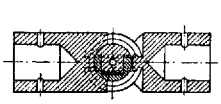


Фиг. 2.

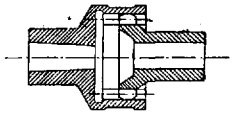


Фиг. 3.

Гука отношение между угловыми скоростями валов колеблется в пределах от $\omega_2 : \omega_1 = \cos\alpha$ до $\omega_2 : \omega_1 = 1 : \cos\alpha$, где α—угол между осями валов, т. е. неравномерность увеличивается с увеличением угла. При включении в систему второго шарнира можно получить равномерную передачу вращения при условии равенства углов α и β (фиг. 2). 2) Кольцеобразный, или Кардана, шарнир (фиг. 3) основан на том же принципе, но конструктивно более усовершенствован. Он отличается малыми размерами, удобной кольцевой формой и большой устойчивостью. 3) Шаровой шарнир (фиг. 4), благодаря особенно компактной конструкции и



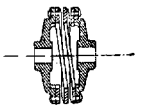
Фиг. 4.



Фиг. 5.

незначительным размерам, нашел широкое распространение. Из шаровых шарниров можно составить так наз. шарнирную цепь (см. *Гибкие валы*).

Перечисленные три типа шарниров применяются в авто- и станкостроении, при чем их конструктивное исполнение чрезвычайно разнообразно в зависимости от условий работы, для которой они предназначены. В автомобиле требуется передача большой скорости и мощности, нужны большая устойчивость и обильная смазка. Поэтому шарниру придают форму закрытой коробки (защита от пыли), которую возможно заполнить маслом. Благодаря центрифугальной силе масло устремляется к шипам и обильно смазывает их. В станках (фрезерн. и сверлильных) шарниры передают незначительные усилия и скорости. Здесь чаще всего применяются шаровые шарниры.



Фиг. 6.

Для прокатных станов нужна лишь небольшая гибкость (малый угол наклона), но одновременное удлинение системы. Применяется шарнир-сустав (фиг. 5). К Г. с. относится также пружинящая муфта (фиг. 6). Уклоны и удлинения невелики, зато возможно большое закручивание. Эта конструкция не изнашивается и не требует смазки; передача угловой скорости равномерна, в отличие от предыдущих конструкций.

Г. с. применяются и для эластичности соединений трубопровода—см. *Трубы*.

Лит.: Зернов Д., Прикладная механика, Л., 1925; Холмогоров И., Детали машин, ч. I, М.—Л., 1926; Справочник металлиста, Ленинград, 1926; Werner F., Kugelgelenke, Berlin, 1925; Fein H., Biegsame Wellen, «Maschinenbau», Berlin, 1928, H. IX.

П. Драйер.

ГИБРИДИЗАЦИЯ ЖИВОТНЫХ, получение потомства от спаривания особей, принадлежащих к разным видам, с целью выращивания гибридов для хозяйственного использования, но не для племенного разведения, так как самцы настоящих гибридов обыкновенно бесплодны. Наибольшее значение имеют гибриды (бастарды, ублюдки) между лошадью и ослом. Гибрид мул происходит от самца-осла и матки-лошади; от самца-лошади и самки-ослицы родится гибрид лошак. Мулы нетребовательны, сильны и выносливы и поэтому распространены в нек-рых более южных странах. Лошаки менее распространены. Гайял (Bos gavaeus) дает с крупным рогатым скотом пло-

довитые женские особи, а мужские плодовиты только при содержании с $^1/_4$ крови гайяла и меньше; эти гибриды очень хорошо откармливаются и отличаются довольно высок. молочностью. Зебу с рогатым скотом дает плодовитое потомство, так же как и хрюкающий бык-як. Бизон с крупным рогатым скотом дает очень сильное и интересное в хозяйственном смысле потомство. Помесь зубра с бизоном отличается необычайной силой. Домашняя овца дает потомство с муфлоном (Ovis musimon), уриалом (O. cycloceros) и дикой персидской овцой (O. orientalis Gmelini). От козла и овцы получаются гибриды, которые пока не имеют хозяйственного значения, хотя эти гибриды разводятся даже между двумя родами, например, в Чили. Пока лишены практич. значения помеси лошади с зеброй, джигетаем и куланом. Среди диких животных гибридизация встречается, напр., у волка с лисицей, глухаря с тетеревом, рябчика с белой куропаткой, льва с тигром и у некоторых других. Г. ж. для получения пользовательных животных еще не изучена так, как это было бы желательно, и несомненно м. б. распространена на многих животных шире, чем практикуется в настоящее время. Особенно большие надежды подает гибридизация домашних животных с родственными видами диких животных, от к-рых возможно и должно получить много ценных качеств. Теоретически Г. ж. представляет интерес потому, что при ней можно изучать унаследование отдельных наследственных задатков, переходящих от отца и матери. В последнее время исследователи заинтересованы получением гибридов между человеком и человекоподобной обезьяной при помощи искусственного оплодотворения. В СССР для этой цели предприняты весьма реальные шаги в виде снаряжения экспедиции для закупки обезьян и устройства питомника для них в Сухуме Государств. эндокринологическим ин-том.

Лит.: Богданов Е. А., Общее животноводство, ч. II, М., 1926. **Е. Лискун.**

ГИБРИДИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ, скрещивание—метод получения гибридов, или помесей. Г. р. связана с половым процессом—слиянием мужской (оплодотворяющей) клетки с женской (оплодотворяемой). Г. р. возможна у всех растений, высших и низших, образующих половые клетки. Практически Г. р. применяется глав. обр. у высших цветковых растений. При искусственной Г. р. необходимо предохранить женскую клетку от оплодотворения какой-либо иной мужской клеткой. Для этого у растений, до раскрывания цветка, удаляют незрелые тычинки—кастрируют цветок. Затем цветок заключают в мешочек из пергамента или тонкой материи и оставляют дня на 2—3 для дозревания яйцеклеток. После этого, сняв предохранительный мешочек, цветок искусственно опыляют, т. е. на рыльце кастрированного цветка наносят пыльцу от растения, с которым производится гибридизация. Пыльцу наносят стерилизованной кисточкой или же пинцетом, захватывая зрелый пыльник и проводя им по рыльцу цветка. При этом большое количество пыльцы задерживается на рыльце. После опыления снова надевают мешочек и снимают его лишь тогда, когда завянет рыльце и вторичное опыление станет невозможным.

Г. р. удается не всегда, у некоторых семейств лишь с большим трудом (например, вьюнковые), другие же семейства (орхидные) дают гибриды легко. Г. р. легко удается между сортами, расами и разновидностями одного вида, труднее—между видами одного рода, еще труднее—между видами различных родов и не удается между видами различных семейств. Орхидеи дают междуродовые гибриды—бигенерические или тетрагенерические, когда для гибридизации соединяются виды двух или даже четырех разных родов. Известно скрещивание гибридов с гибридами и с чистыми видами: современные сорта шпажников представляют результат сложной гибридизации—около 18 видов, розы 10 видов, георгины 5—6 видов, хризантемы 4—6 видов, и т. д. Г. р. часто не удается даже между близкими видами одного рода в семействах, где у других родов гибриды образуются легко; например, в семействе пасленовых: у табаков гибридизация происходит легко, у пасленов—трудно. В природе иногда случайно возникают гибриды между видами далеких родов, тогда как искусственно они получаются с большим трудом (гибриды пшеницы с рожью). Причина этого явления еще окончательно не установлена, и исследователи пытаются объяснить его различным составом ядер клетки.

Значение Г. р. чрезвычайно велико как в теоретическом, так и в практическом отношениях. В теоретическом отношении Г. р. позволяет установить законы наследственности и выяснить значение и роль отдельных элементов клетки в наследственности. В практическом отношении Г. р. дает средство создавать новые формы растений, отличающиеся новыми полезными свойствами и признаками. Путем Г. р. получены урожайные и вместе с тем стойкие к различным заболеваниям сорта многих культурных растений (пшеница, лен, виноград). Систематически проведенная Г. р. часто представляет средство для выяснения чистоты сорта, что имеет важное значение в практике.

Лит.: Мендель Г., Опыты над растительными гибридами, М., 1923; Филипченко Ю. А., Наследственность, 3 изд., М.—Л., 1926; Богданов Е. А., Менделизм, или теория скрещивания, М., 1914; Морган Т., Структурные основы наследственности, перевод с англ., М.—П., 1924; Baur E., Einführung in d. experimentelle Vererbungslehre, 6 Auflage, Berlin, 1922; Johansen W., Elemente der exakten Erblichkeitslehre, 2 Auflage, Jena, 1913; Bateson W., Mendel's Principles of Heredity, Cambridge, 1913. **Л. Бреславец.**

ГИГИЕНА ТРУДА, профилактич. медицинская наука, изучающая человеческий организм как источник энергии и рабочей силы, хозяйственный труд во всех его проявлениях, а также производственные процессы, вырабатываемый продукт, применяемые при этом орудия и сырье и связанную с ними обстановку труда, с целью устранения всех вредных влияний, связанных с различными видами профессиональной деятельности, установления гигиенического режима труда и проведения законодательных мероприятий по охране труда, направленных к максимальному сохранению жизни и здоровья

каждого отдельного работника и оздоровлению всего рабочего класса в целом. Г. т. ставит перед собой весьма обширный круг задач негативного характера, т. е. устранение тех или иных вредных моментов, а, с другой стороны—ряд чисто позитивных задач в смысле наиболее рациональной организации труда, в полном соответствии с биологич., анатомич. и физиологич. особенностями организма человека вообще и отдельных групп работающих—в частности.

Г. т. разбивается на две основные части—общую и специальную (частную). К первой относятся: а) санитарная статистика труда, изучающая влияние различных производственных процессов и условий труда на профессиональные коллективы; б) физиология труда, изучающая влияние труда на весь организм человека в целом и на отдельные его функции в условиях профессиональной работы и разрабатывающая оптимальные нормы и методы физич. и умственной работы, независимо от специфич. вредных влияний; в) профессиональная патология, изучающая результаты вредных влияний труда на организм рабочего, т. е. *профессиональные болезни* (см.); г) промышленная санитария, изучающая рациональные принципы устройства и содержания места работы и, в первую очередь, промышленных предприятий; сюда входит также изучение и разработка мер устранения вредных влияний промышленных процессов на окружающее население (дым, отравление окружающей растительности вредными газами, сточные воды и т. п.). Специальная, или частная, Г. т. изучает детальные особенности отдельных отраслей труда в их конкретной обстановке.

Для конкретного осуществления практич. выводов, вытекающих из научных исследований, Г. т. пользуется еще следующими средствами воздействия: 1) указанием необходимых мероприятий по личной профилактике рабочих и предупреждением влияния на них профессиональных вредностей и опасностей; 2) постановкой соответствующей агитации, пропаганды и санитарного просвещения в своей области; 3) указанием практикам-организаторам, руководителям промышленности и всего народного хозяйства ряда необходимых технических и санитарных мероприятий по оздоровлению труда и производства и 4) проведением своих требований через соответствующее промышленно-санитарное законодательство в области труда.

После Октябрьской революции Г. т. стала быстро развиваться в СССР и как научная дисциплина и как система практич. мероприятий, тесно связанная с работой органов Наркомтруда и Наркомздрава. Целый ряд специальных научных учреждений, значительные кадры крупных специалистов, обширная литература, широкое обсуждение соответствующих проблем на различных медицинских, экономич. и технич. съездах и, наконец, введение преподавания Г. т. в общую систему медицинского образования—таковы основные достижения по этой линии. Наиболее крупными научными учреждениями, работающими в области гигиены и патологии труда, являются: 1) Государственный научный ин-т охраны труда Наркомтруда, Наркомздрава и ВСНХ, основанный в 1925 г. и разделяющийся на ряд лабораторий и отделений в области собственно Г. т., физиологии труда, техники безопасности, санитарной техники, психотехники и др.; 2) Украинский ин-т гигиены и патологии труда Наркомздрава, основанный в 1924 г. и до 1928 г. носивший название Ин-та рабочей медицины; он состоит из ряда отделений по вопросам физиологии и Г. т.; 3) Ин-т по изучению профессиональных заболеваний им. В. А. Обуха в Москве, организованный в 1923 г. и представляющий собою наиболее крупное учреждение этого рода по размаху своей деятельности; он состоит из обширнейших клиник по разным отделам, ряда вспомогательных научных лабораторий и широко развитого санитарно-гигиеническ. отдела, при чем вся работа ин-та тесным образом переплетается с деятельностью московских лечебно-санитарных организаций; 4) Центральный институт профессиональных болезней Наркомздрава РСФСР, реорганизованный в 1928 г. из Клиники социальных и профессиональных болезней, организованной Наркомздравом, Наркомтрудом и Наркомпросом в 1923 году; 5) Центральная лаборатория по изучению профессиональных заболеваний на транспорте Наркомздрава, основанная в 1925 г.; 6) Ленинградский ин-т профессиональных заболеваний, состоящий из клиники и поликлиники и фиксирующий свое внимание исключительно на вопросах профессиональной патологии (основан в 1925 г.); 7) Ленинградский ин-т гигиены труда и техники безопасности Наркомтруда, основанный в 1927 году, назначение к-рого явствует из самого его названия; 8) Северо-Кавказский ин-т охраны труда и профессиональных болезней Наркомтруда, Наркомздрава и ВСНХ, организованный в 1928 году в Ростове-на-Дону; 9) Саратовский ин-т профессиональных заболеваний, фиксирующий свое внимание преимущественно на изучении вопросов с.-х. труда. Кроме того, существует еще целый ряд периферическ. учреждений, имеющих самые различные названия и находящихся в ведомствах Наркомздрава и Наркомтруда. Помимо перечисленных научных учреждений, в Москве имеется Центральный музей охраны труда и социального страхования, развившийся в настоящий момент в мощное, европейского типа учреждение; зародышем его был музей им. Погожевой, созданный проф. Погожевым еще до революции при Московском университете. Музеи и выставки по охране труда, а также и специальные отделы в общих социально-гигиенических музеях и музеях здравоохранения имеются почти в каждом губернском центре, а также и во многих промышленных округах и уездах.

Существуют многочисленные доказательства прямой связи между проведением мероприятий по Г. т. и производительностью труда. Особое значение с этой точки зрения имеют мероприятия, направленные к предупреждению утомления. Но даже и чисто санитарно-технические мероприятия по б. ч. имеют весьма серьезное значение для производства. Так, по наблюдениям кембридж-

ского проф. Мейерса, улучшение освещения на фабриках давало повышение производительности за 1 месяц на 8—27%; изоляция рабочих поднимала ее на 25%; повышение влажности и $t°$ понижало продуктивность труда на 15 и 26%; устройство вентиляции повышало производительность на 12% (по другим данным—даже на 20—30%).

На Родниковской мануфактуре (Иваново-Вознесенской губ.), в красильном отделении красильно-аппретурной ф-ки существовала чрезвычайно неблагоприятная в санитарном отношении обстановка труда (постоян. туман, $t°$ до 60°); при этом имели место многочисленные несчастные случаи и значительный брак в производстве. По настоянию инспекции труда в июне 1923 г. была устроена приточно-вытяжная вентиляция. В результате, в ближайшие же месяцы производительность труда поднялась примерно на 30%. Чтобы исключить влияние каких-либо других условий, могущих влиять на столь значительный подъем производительности, было произведено определение производительности труда и в других отделениях, которое показало колебания в 17% в обе стороны. На стекольном заводе Пролетарий в Харькове, после установки вентиляции (май—июнь 1923 года), производительность труда увеличилась, тогда как обычно в данный период времени, вследствие наступления жаркой погоды, всегда наблюдалось падение продуктивности труда.

Влияние вентиляции на производительность труда на Харьковском заводе Пролетарий.

Объекты учета	До устройства вентиляции	После устройства вентиляции
Невыход на работу:		
Мастеров	32.8%	29,3%
Помощников	25%	20,6%
Производительность:		
Средняя на 1 мастера в день	110 халяв	116 халяв
Общая выработка:		
Ящиков стекла	1 406,26	1 845,50

В 1924 году в Харькове трестом Химуголь была открыта фабрика расфасовки соды. Работа вначале производилась примитивным способом. При ручной рассыпке чрезвычайно часто наблюдались изъязвления на руках рабочих. При этом производительность труда составляла 186 *кг* на 1 чел.; % невыходов равнялся 15—20, и каждому рабочему приходилось переносить по 5,80 *т* тяжестей. В середине 1925 г. начата была механизация производственных процессов. Результаты сказались очень быстро: исчезла необходимость в переноске тяжестей, прекратились изъязвления, сократилось сразу число невыходов по болезни; число рабочих можно было уменьшить на 47%, выработка повысилась на 37%.

Т. о. становится совершенно очевидной безусловная эффективность затрат на мероприятия по Г. т., тем более, что нередко борьба с профессиональными вредными влияниями (пыли и газов) приводит к сбережению значительных количеств ценных продуктов производства или полуфабрикатов.

Лит.: Вигдорчик Н. А., Очерки по проф. гигиене, М.—Л., 1925; Дементьев Е. М., Фабрика, что она дает населению и что она у него берет, 2 изд., М., 1897; Каплун С. И., Вопросы гигиены и охраны труда в Германии и Франции, М., 1925; его же, Основы общей гигиены труда, ч. I—II, М.—Л., 1925—26; Карафф а-Корбут К. В., Лекции по проф. гигиене, П., 1922; Кобер Д. и Хэпсон В., Проф. болезни и гигиена профессии, пер. с англ., ч. I—II, М., 1925 и 1928; Кельш Ф., Общая пром. гигиена и проф. патология, пер. с нем., М.—Л., 1926; Лайе А., Профессиональная гигиена, Варшава, 1888; Лащенков П. Н., Профессиональная гигиена, 3 изд., Томск, 1923; Löwy J., Профессиональн. болезни, вып. 1, пер. с нем., Л.—М., 1925; Lehmann K. B., Краткий учебник рабочей и профессиональной гигиены, пер. с нем., М.—П., 1923; Уваров М. и Лялин Л., Охрана жизни и здоровья работающих, М., 1907; Никитин А. Ф., Труд и социальная гигиена, Л., 1925; Никольский Д. П., Курс проф. гигиены (литогр. лекции), ч. I—III, СПБ, 1907; Святловский В. В., Очерк фабр.-заводск. гигиены, СПБ, 1901; Хлопин Г. В., Трудовой режим и проф. вредности, Л., 1926; Никольский Д. П., Проф. гигиена в ряду общественных наук, «Мед. беседа», Воронеж, 1903, *21*, *22*; его же, Проф. гигиена в связи с техникой, там же, 1900, *18*, *19*; Погожев А. В., Взаимодействие техники и медицины по охране жизни и здоровья рабочих, М., 1901; Каплун С. И., Гигиена труда (предмет ее, краткая история и основн. задачи), «СГ», М.—Л., 1922—23, сб. 1, 2; Труды I и II Всерос. съездов фабр. врачей и предст. фабр.-зав. пром., М., 1910 и 1911; Труды I Всесоюзного съезда по проф. гигиене и технике безопасности в 1924 г., М., 1926; Roth E., Kompendium проф. болезней и введение в проф. гигиену, пер. с нем., вып. 1, 2, М., 1924—25; Brémond F., Précis d'hygiène industrielle, P., 1893; Breton J. L., Les maladies professionelles, P., 1911; Weyll's Handbuch d. Hygiene, B. 7, Lpz., 1913—21; Geigel A., Hirt L. u. Merkel G., Handbuch d. speziellen Pathologie u. Therapie, B. 1, Lpz., 1874; Sommerfeld T., Handb. d. Gewerbekrankheiten, Berlin, 1898; Sommerfeld T., Atlas d. gewerblichen Gesundheitspflege, B. 1—2, B., 1926—27; Hygiène du travail, Encyclopédie d'hygiène, Genf, 1925—26; Paraf G., Hygiène et sécurité du travail industriel, P., 1905; Leclercde Pullygny, Boulin, Courtois-Suffit, Hygiène industrielle, Paris, 1927; Rambousek J., Gewerbehygiene, W., 1909; Syrup F., Handbuch d. Arbeiterschutzes u. d. Betriebssicherheit, B. 2—3, B., 1927; Handbuch d. sozialen Hygiene u. Gesundheitsfürsorge, hrsg. v. A. Gottstein, A. Schlossmann und L. Teleky, B. 2—Gewerbehygiene und Gewerbekrankheiten, Berlin, 1926; Chajes B., Grundriss d. Berufskunde u. Berufshygiene, Detmold, 1919; Halfort A., Entstehung, Verlauf und Behandlung d. Krankheiten d. Künstler u. Gewerbetreibenden, B., 1845; Eulenberg H., Handb. d. Gewerbehygiene auf experim. Grundlage, B., 1876; Atti del 1° Congresso internazionale per le malattie del lavoro, Milano, 1906; Actes du 2-me Congrès international des maladies professionelles, Bruxelles, 1910; Schriften des 3. Internationalen Kongresses für Gewerbekrankheiten, Wien, 1918; Bericht der I Internationalen Tagung der Gewerbeärzte, Berlin, 1922; Vierde international congress voor ongevallengeneeskunden beroepszienten, Amsterdam, 1925.

С. Каплун.

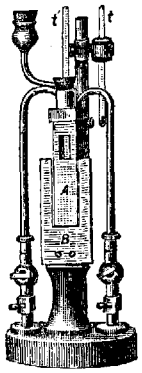
ГИГРОМЕТР, измерительный прибор для определения влажности воздуха. Существуют четыре класса таких приборов: 1) абсолютные Г., 2) Г., применение которых основано на определении точки росы, 3) психрометры и 4) волосяные Г.

1. Абсолютные Г. употребляются сравнительно редко. Они дают возможность непосредственно определить либо весовое количество водяного пара в данном объеме воздуха либо упругость пара. В первом случае исследуемый воздух пропускают сквозь U-образные сосуды, к-рые поглощают влагу: взвешивая сосуды до и после опыта, находят вес оставшейся в них воды. Объем прошедшего сквозь сосуды воздуха, разумеется,

также должен быть определен. Во втором случае, поглощающее влагу вещество вводят в герметически закрытый сосуд, снабженный ртутным манометром. После того как водяной пар, присутствовавший в воздухе, оказывается поглощенным, манометр обнаруживает уменьшение давления газа внутри сосуда. Убыль его равняется как раз парциальному давлению, которое оказывал водяной пар, следовательно, его упругости.

2. В Г. второго рода охлаждают нек-рую металлическую стенку до тех пор, пока на ней не появится роса. Если измерить температуру, при которой замечаются первые следы росы, то нетрудно вычислить влажность окружающего воздуха. В самом деле, при понижении $t°$ стенки постепенно охлаждается прилежащий к ней слой воздуха. Так как содержание пара в нем остается постоянным, то относительная влажность его должна непрерывно возрастать; чем ниже $t°$, тем меньшего количества пара достаточно для насыщения воздуха; при нек-рой $t°$ относительная влажность достигает, наконец, 100%; при дальнейшем охлаждении воздуха, хотя бы на доли градуса, пар начинает конденсироваться в воду, и на стенке прибора выступает роса. Следовательно, при $t°$, соответствующей точке росы, количество пара, содержащегося в исследуемом воздухе, достаточно для насыщения. Взяв из таблиц упругость насыщенного пара при этой $t°$, найдем вместе с тем упругость пара, имеющегося в воздухе. Так определяется абсолютная влажность. Для нахождения относительной влажности надо еще найти в таблицах упругость пара, насыщающего пространство не при точке росы, а при температуре исследуемого воздуха. Частное от деления обоих значений упругости пара даст относительную влажность.

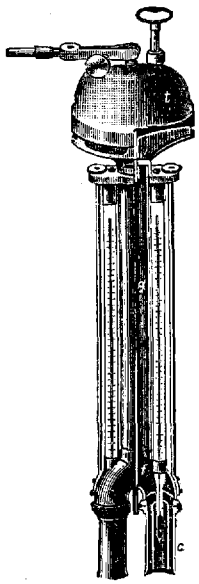
На фиг. 1 представлен внешний вид одного из таких приборов—гигрометра Аллюара.



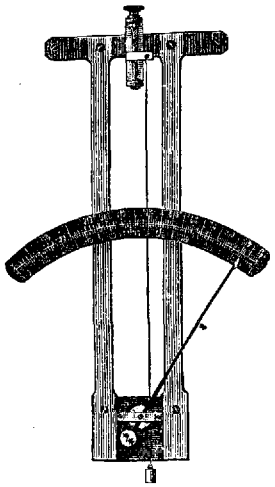
Фиг. 1.

Охлаждение стенки A (позолоченной, полированной) достигается здесь испарением эфира, находящегося внутри коробки A. Чтобы появление росы было лучше заметно, стенку A окружают позолоченной же рамкой B, которая не охлаждается и всегда остается блестящей. По термометру t' определяют температуру эфира, соответствующую точке росы, а по термометру t—температуру исследуемого воздуха.

3. Из всех гигрометрич. приборов в настоящее время чаще всего употребляются психрометры. Наиболее совершенным из них является психрометр Асмана, снабженный аспиратором (фиг. 2). В латунной оправе, присоединенной к трубе g, укреплены два термометра, шарики которых находятся внутри раструбов c. Шарик одного из этих термометров покрыт тонким батистом, который перед наблюдением смачивают водой. Посредством вентилятора t сквозь систему труб e, f и g просасывается с некоторой определенной постоянной скоростью (в этом—достоинство прибора) воздух, который обтекает сухой и влажный термометры и заставляет испаряться воду, пропитывающую батист. Благодаря испарению шарик влажного термометра охлаждается до некоторой темп-ры, к-рая часто бывает значительно ниже $t°$ воздуха; подвижное тепловое равновесие устанавливается тогда, когда количество тепла, расходуемого на испарение, делается равным количеству тепла, получаемого от окружающего воздуха вследствие разности темп-р между ним и



Фиг. 2.


Фиг. 3.

водой. Поэтому темп-ра, до к-рой охлаждается влажный термометр, всецело зависит от влажности воздуха: чем больше влажность, тем медленнее будет испаряться вода, тем меньше тепла будет расходоваться на испарение и тем меньшее охлаждение влажного термометра потребуется для наступления подвижного равновесия. Скорость равновесия зависит от скорости движения воздуха, обтекающего влажный термометр. Вот почему прибор Асмана снабжен аспиратором, дающим возможность работать всегда в одних и тех же условиях. По той же причине приходится признать крайне ненадежными показания других психрометров старой конструкции, наприм., широко распространенного психрометра Августа, в к-ром влажный термометр обтекается совершенно случайными струями воздуха, скорость которых абсолютно неизвестна и может колебаться в широких пределах.

Параллельное измерение влажности психрометром Асмана и абсолютным Г. приводит к следующей эмпирической формуле, по которой определяют влажность по отсчетам показаний сухого и влажного термометров:

$$e = e' - \frac{1}{2}(t - t')\frac{b}{755};$$

здесь e—искомая абсолютная влажность (в *мм* ртутного столба), e'—упругость насыщенного пара при температуре влажного термометра, t'—показание влажного термометра, t—показание сухого термометра, b—барометрическое давление (в *мм*).

4. Волосяные Г. отличаются большой простотой, а потому весьма часто применяются на метеорологическ. станциях. На фиг. 3 изображен один из таких приборов. Один конец хорошо выщелоченного человеческого волоса прикрепляется к металлической раме, а другой перекидывается через блок со стрелкой. Волос обладает свойством поглощать влагу из атмосферы и растягиваться тем больше, чем больше влажность воздуха. При уменьшении влажности волос начинает высыхать и укорачиваться, вследствие чего блок со стрелкой вращается в обратную сторону. Шкалу такого Г. градуируют по абсолютному прибору, с которым его достаточно сравнить раз навсегда. Часто волосяному гигрометру придают вид самопишущего прибора—гигрографа, для чего пучок волос, меняющих длину в зависимости от влажности воздуха, заставляют воздействовать на стрелку прибора, которая регистрирует показания на вращающемся барабане.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, Берлин, т. 3, 1923; Клоссовский А. В., Основы метеорологии, Одесса, 1918. **В. Шулейкин.**

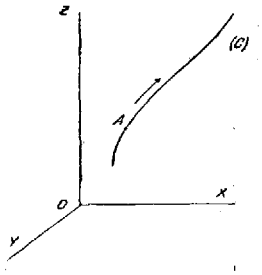
ГИГРОМЕТРИЯ, область геофизики, посвященная изучению *влажности воздуха* (см.). См. *Гигрометр*.

ГИГРОСКОП, прибор, служащий для сравнительной оценки влажности воздуха. См. *Гигрометр*.

ГИДРАВЛИКА, наука, изучающая опытным и теоретическим путем явления равновесия и движения жидкостей. Экспериментирование производится как в условиях естественных водоемов и водостоков, так и в условиях искусственных гидротехнических сооружений. Сверх того, устраивают специальные гидравлические лаборатории с искусственными каналами, водостоками, плотинами, в к-рых производство опытов особенно удобно, так как все условия опыта м. б. заранее предусмотрены. Так как расход воды при опытах может достигать очень больших размеров, то в современных лабораториях устанавливают замкнутую циркуляцию воды, т. е. воду после опытов не отводят в канализационную сеть, а перекачивают и используют вновь; т. о. расходование воды из водопровода сводится к минимуму. Из существующих в СССР гидравлич. лабораторий можно указать на лаборатории: Центрального аэрогидродинамическ. ин-та в Москве с одним из самых больших искусственных каналов в мире; Московской сел.-хоз. академии имени К. А. Тимирязева; Московского ин-та инженеров транспорта; Ленинградского политехническ. ин-та; Ленинградского ин-та инженеров путей сообщения; Донского политехнич. ин-та (в Новочеркасске).

Жидкости разделяются на капельные и газообразные. Идеальной капельной жидкостью называется несжимаемая жидкость, лишенная вязкости; идеальным газом называется газ, лишенный вязкости и вполне точно следующий закону Бойля-Мариотта. Вода и воздух при обыкновенных условиях близки по своим свойствам к идеальным жидкостям. В идеальных жидкостях все внутренние напряжения приводятся к давлениям, направленным нормально к поверхностям. Чтобы учесть свойства реальных жидкостей, Г. вносит полученные эмпирическим путем исправления в результаты, выведенные первоначально для идеальных жидкостей. Т. к. законы гидростатики вообще можно без изменения прилагать к реальным условиям, то наибольшее внимание отводится в Г. вопросам движения жидкостей. Последующие рассуждения относятся к жидкостям однородным, т. е. к таким, плотность ϱ в каждой точке к-рых может зависеть явно лишь от давления p в той же точке, в том случае, когда плотность под влиянием давления может изменяться (упругие жидкости), или же является величиной постоянной, если перемена давления не меняет объема жидкого тела (капельные жидкости).

Движение жидкости называется установившимся (перманентным), если во всякой точке пространства проходящие через нее частицы жидкости все время приобретают одни и те же скорость, плотность и давление, определенные для рассматриваемой точки пространства. Установившееся движение жидкости совершается по линиям тока — неизменным траекториям жидких частиц. Если какая-нибудь частица, находившаяся в момент t в точке A (фиг. 1), описала затем траекторию (C), то все частицы, прошедшие через точку A позже или раньше этой частицы, описывали ту же самую траекторию или линию тока (C). Отнесем движущуюся жидкость к прямоугольной системе осей координат $OXYZ$ (фиг. 1). Обозначим через p давление жидкости, через ϱ—плотность, через u, v, w—компоненты скорости по осям координат, через U—силовую функцию. Количества p, ϱ, u, v, w, U для установившегося движения суть функции координат x, y, z рассматриваемой точки пространства; эти количества связаны между собою некоторым соотношением, представляющим интеграл ур-ий движения жидкости, называемый интегралом Д. Бернулли (см. *Гидродинамика*):



Фиг. 1.

$$\int \frac{dp}{\varrho} = \text{Const} + U - \frac{1}{2}(u^2 + v^2 + w^2). \quad (1)$$

Это соотношение имеет место вдоль любой линии тока; произвольная постоянная определяется по значениям функции в какой-нибудь точке рассматриваемой линии тока. При переходе с одной линии тока на другую значение постоянной вообще может меняться. Если жидкость несжимаемая и действующая сила есть сила тяжести, то ϱ—постоянно, и $U = -gz$, если ось OZ направлена вертикально вверх; в этом случае уравнение (1) принимает вид:

$$\frac{p}{\varrho} = \text{Const} - gz - \frac{1}{2}V^2, \quad (2)$$

где V есть скорость ($V^2 = u^2 + v^2 + w^2$). Если в какой-нибудь точке линии тока измерены

p, z, V (например: p_0, z_0, V_0), то уравнение (2) примет в ней следующий вид:

$$\frac{p_0}{\rho} = \text{Const} - gz_0 - \frac{1}{2}V^2.$$

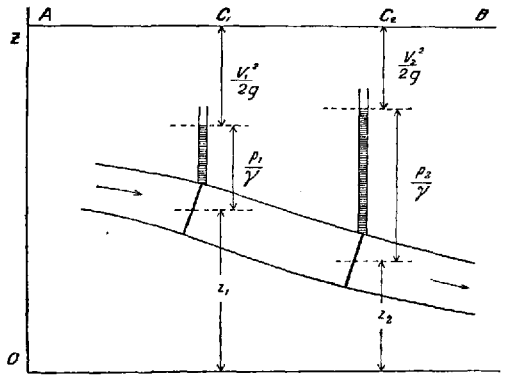
Вычтя это равенство из (2), разделив результат на g и введя вес единицы объема жидкости $\gamma=\rho g$, получим:

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z = \frac{V_0^2}{2g} + \frac{p_0}{\gamma} + z_0. \qquad (3)$$

Это соотношение имеет место вдоль всей рассматриваемой линии тока и представляет в обычно применяемом в Г. виде выражение закона Д. Бернулли. Уравнение (3) может быть представлено в виде:

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = \text{Const}. \qquad (4)$$

Три члена левой части имеют измерение линейной величины. Член z называется высотою относительно горизонта, или нивелирной высотой, член $\frac{p}{\gamma}$ — пьезометрич. высотою, член $\frac{V^2}{2g}$ — высотою соответствующей скорости, или скоростным напором. Ур-ие (4) показывает, что вдоль каждой линии тока сумма трех высот: нивелирной, пьезометрической и скоростной постоянна. Пьезометрическ. высота м. б. легко измеряема с помощью особых приборов—пьезометров. Пьезометр представляет обычно открытую



Фиг. 2.

с обоих концов трубку, прикрепленную одним концом к стенке сосуда, внутри которого течет жидкость. Необходимо, конечно, наблюдать за тем, чтобы установка пьезометров не меняла характера течения жидкости; для этого во всяком случае отверстие в стенке, ведущее в трубку, должно быть мало, и трубка своим концом не должна входить внутрь сосуда (фиг. 2). Плоскость AB, на которой лежат точки C_1, C_2,...—концы отрезков, представляющих суммы трех высот, называется плоскостью напора. Если z измеряется до ц. т. сечения сосуда, то пьезометрическ. высоту надо отмерять от этого центра тяжести. Пьезометрическая высота, сложенная с давлением атмосферы, равна давлению, имеющему место в точке, от которой пьезометрическая высота отмеряется. Очевидно, что в тех местах, где сечение сосуда шире и, следовательно, V—меньше, должно быть больше p, и наоборот.

Ф-ла (3) выведена для случая идеальной жидкости; для реальных жидкостей геометрическое место точек C_1, C_2,... не представляет горизонтальной плоскости: точка C_2 лежит ниже точки C_1 и т. д. Это объясняется тем, что вследствие сопротивлений происходит постепенная потеря напора вдоль течения жидкости. Опыт показывает, что можно положить:

$$\frac{V_0^2}{2g} + \frac{p_0}{\gamma} + z_0 = \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z + \zeta\frac{V^2}{2g}. \qquad (5)$$

Ур-ие (5) есть ур-ие Бернулли для несовершенных жидкостей. Член $\zeta\frac{V^2}{2g}$ называется потерянным напором, а коэфф. ζ— коэффициентом сопротивления; V есть скорость струи в месте, непосредственно следующем за местом, где произошла потеря напора. Наиболее прост тот случай, когда потеря напора происходит от резкого увеличения сечения струи; в этом случае наблюдается резкое изменение скорости, и происходит то же самое явление потери энергии, какое имеет место при ударе тел. В применении к капельным жидкостям определение потери напора от резкого увеличения сечения струи, или, как говорят, от гидравлического удара, составляет содержание теоремы Борда-Карно; именно, можно показать, что эта потеря напора η равна напору, соответствующему потерянной скорости, т. е. $\eta = \frac{(V_1-V)^2}{2g}$, где V_1 — скорость до удара, а V — непосредственно после удара; теоретически выведенная потеря напора исправляется опытным коэфф. α (=1,04—1,2). Таким образом в этом случае формула Бернулли получает вид:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z + \alpha\frac{(V_1-V)^2}{2g}. \qquad (6)$$

Существуют и несколько отличные формулы для η, например, ф-ла Мизеса (Mises):

$$\eta_1 = \frac{V_1^2}{2g}\left[1 + 2\left(\frac{V_1}{V}\right)^3 - 3\left(\frac{V_1}{V}\right)^2\right].$$

Значительное выяснение характера движения реальной жидкости сделано О. Рейнольдсом (Osborne Reynolds). Когда жидкость течет, напр., в цилиндрич. трубе, то движение ее происходит спокойно, параллельными струйками, или, как говорят, бывает ламинарным, если скорость жидкости не превосходит определенного предела, зависящего от диаметра и поверхности трубы, рода и физического состояния текущей жидкости. Если скорость жидкости превзойдет эту предельную, или, как ее назвал Рейнольдс, критическую скорость, то движение делается турбулентным, т. е. внутри жидкости начинают образовываться вихри; эти вихри зарождаются в пограничной поверхности, отделяющей тонкий, примыкающий к стенкам трубы слой, в котором движение остается ламинарным, от внутренней области, в которую уносятся образовавшиеся вихри, и где таким образом имеет место вихревое движение (см. *Вихревая теория*). В тонком слое с ламинарным движением частицы жидкости, непосредственно прилегающие к стенкам трубы, имеют скорость, равную нулю; внутрь трубы скорость увеличивается и на границе области ламинарного движения делается рав-

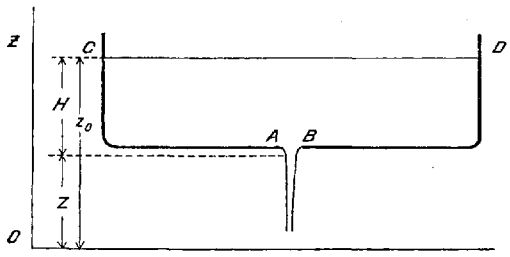
ной критической. Следствием турбулентного движения является пульсация струй, т. е. постоянное колебание скорости в каждой точке около некоторого среднего значения, а также зигзагообразное движение жидких частиц, увлекаемых в то же время в общем движении потока. В уравнениях Навье (Navier) движения вязкой жидкости (см. *Гидродинамика*) член $\frac{du}{dt}$, зависящий от инерции, имеет размерность $\frac{L}{T^2}=\frac{V^2}{L}$, где L—длина, T—время, V—скорость; зависящий от вязкости член

$$\nu\Delta_{2u}=\nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)$$

имеет размерность $\nu\frac{1}{LT}=\nu\frac{V}{L^2}$. Так как оба члена входят слагаемыми в одно и то же уравнение, то размерность их должна быть одинакова, поэтому отношение их должно быть отвлеченным числом R:

$$R=\frac{VL}{\nu}. \qquad (7)$$

Это число называется числом Рейнольдса; здесь V есть характеризующая поток скорость выше критической, L—линейная величина, характеризующая линейный размер потока, ν — коэффициент вязкости жидкости. Для круглой трубы нижний



Фиг. 3.

предел $R\cong 2\,000$. Введение числа Рейнольдса позволило устанавливать механическ. подобие жидких потоков; общий признак подобия такой: если вычисленные для двух потоков по значениям V, L, ν числа Рейнольдса между собой равны, то потоки механически подобны; в частности, два жидких потока в одной и той же среде механически подобны, если VL для них равны между собой. Эти выводы имеют громадное практическое значение, так как позволяют от одного течения, например, выполняемого экспериментально, перейти к любому другому, ему механически подобному. Например, в трубе с диаметром в 30 *см* совершается течение воды со скоростью 80 *см/сек*. Какую скорость надо придать воде в такой же трубе, но с диаметром в 20 *см*, чтобы движение было механически подобным? Так как в обоих случаях ν равны между собою, то д. б. $80\cdot 30=V\cdot 20$; отсюда $V=120$ *см/сек*.

Изложенные выше общие результаты применяются к исследованию истечения жидкости из сосудов через отверстия, сделанные в тонком дне или тонкой стенке сосуда, через отверстия с насадками и через водосливы. Возьмем сосуд, в дне которого сделано отверстие (фиг. 3); площадь CD сосуда настолько велика сравнительно с площадью отверстия, что без особых погрешностей может быть принята бесконечно большой. В сосуд налита жидкость, которая вытекает из отверстия AB; давление на свободную поверхность жидкости сверху сосуда и на струю равно p_0. Требуется найти скорость истечения V_1 жидкости. Применяя теорему Бернулли, получим:

$$\frac{V_0^2}{2g}+\frac{p_0}{\gamma}+z_0=\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_0}{\gamma}+z,$$

где левая часть отнесена к свободной поверхности $z=z_0$ и правая—к сечению струи по выходе из сосуда. Так как на свободной поверхности можно, вследствие большого размера площади CD, положить $V_0=0$, то, полагая $z_0-z=H$, из предыдущей формулы получаем:

$$V_1=\sqrt{2gH}. \qquad (8)$$

Эта формула дана Торичелли в 1643 году; из нее следует, что приобретенная жидкостью скорость равна скорости падения тяжелого тела с высоты H. Если площадь CD конечна и равна ω_0, а площадь сечения струи под AB равна ω, то условие равенства расхода Q дает: $Q=\omega_0 V_0=\omega V$, где V—скорость жидкости под отверстием; при этих условиях, если давление на струю равно p, из уравнения Бернулли получим:

$$V=\sqrt{2gH}\cdot\sqrt{\frac{1+\frac{p_0-p}{\gamma H}}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}=V_1\sqrt{\frac{1+\frac{p_0-p}{\gamma H}}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}. \qquad (9)$$

Условия, из которых выведены эти ф-лы, не соответствуют реальным условиям истечения жидкости. Прежде всего, вследствие вязкости, скорость V истечения реальной жидкости всегда меньше скорости V_1, определяемой по формуле Торичелли, а именно:

$$V=\psi V_1=\psi\sqrt{2gH}, \qquad (10)$$

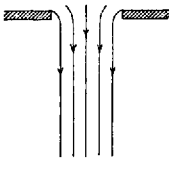
где ψ в среднем равно 0,97. Так. обр. истечение происходит как бы под действием меньшего напора H_1, определяемого условием:

$$V=\psi\sqrt{2gH}=\sqrt{2gH_1};\ H_1=\psi^2 H;$$

отсюда получаем высоту сопротивления

$$H-H_1=H_1\left(\frac{1}{\psi^2}-1\right)=\left(\frac{1}{\psi^2}-1\right)\frac{V^2}{2g}=\zeta\frac{V^2}{2g},$$

где ζ—коэффициент сопротивления, равный в среднем 0,063, ψ—коэффициент скорости. Сверх этого, есть еще другая существенная погрешность в формулах (8) и (9). Жидкость, подходя к отверстию AB, не идет параллельными струйками, и ниже отверстия AB образуется сжатие струи (фиг. 4). Если за площадь сечения струи, для которого вычисляется V, принимать даже наиболее сжатое сечение ее, где можно считать отдельные струйки идущими параллельно между собой, все же скорости этих отдельных струек различны, и давление внутри струи различно, повышаясь от наружных частей ее внутрь. Поэтому предположения, из к-рых мы выше исходили, что давление внутри струи всюду одинаково и расход Q



Фиг. 4.

определяется формулой $Q = \omega V$, неверны. Отношение α площади сечения струи в ее наиболее сжатом месте к площади отверстия называется коэффициентом сжатия, и если, несмотря на неодинаковость скоростей у различн. струек, определять расход Q из формулы Торичелли, придется в связи с данными опыта вместо ω брать $\alpha\omega$, так что

$$Q = \alpha\psi\omega\sqrt{2gH} = \mu\omega\sqrt{2gH}. \qquad (11)$$

Коэфф-т $\mu = \alpha\psi$ называют коэффициентом расхода. Для круглых отверстий в тонкой стенке можно в среднем взять $\alpha = 0{,}64$, а так как $\psi = \sqrt{\frac{1}{1+\zeta}} = \sqrt{\frac{1}{1+0{,}063}} = 0{,}97$, то для таких отверстий $\mu = 0{,}62$. На коэффициент сжатия α влияет форма сосуда; для дна, вдавленного около отверстия внутрь жидкости, α меньше 0,64 и может доходить до 0,5, а для дна, вытянутого вдоль течения жидкости, $\alpha > 0{,}64$ и может быть близким к единице. Для круглых отверстий при различной форме дна Вейсбах дал табл. значений μ на основании опытов; Цейпер объединил эти результаты в эмпирич. ф-ле:

$$\mu = \mu_0(1 + 0{,}30214\cos^3\beta + 0{,}16672\cos^4\beta),$$

где β—угол, составляемый дном сосуда с его осью μ_0—значение μ для $\beta = 90°$.

Если истечение происходит из отверстия в боковой стенке сосуда (фиг. 5), то задача усложняется, так как давление и скорость в различных по высоте частях отверстия AB различны. Разбивая отверстие на бесконечно узкие горизонтальные сечения, применим к каждому такому сечению формулу (11), где ω будет равна $y\,dz$. Получим для элементарного расхода dQ через выделенное сечение выражение: $dQ = \mu y\sqrt{2gz}\,dz$ и для полного расхода

$$Q = \mu\sqrt{2g}\int_h^H y\sqrt{z}\,dz. \qquad (12)$$

Связь между y и z д. б. установлена формою отверстия; коэфф. μ приходится определять из опытов. Однако большей частью пользуются формулою

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gz_0}, \qquad (13)$$

где z_0 — координата центра тяжести отверстия, ω — площадь отверстия, а μ — определяемый из опыта коэффициент расхода. Опытные определения коэффициента производили Понселе, Лебро и Вейсбах. Для прямоугольного отверстия с измерениями: a—высота (вдоль вертикали), b—ширина, h—глубина верхнего края отверстия под уровнем жидкости, по этим опытам:

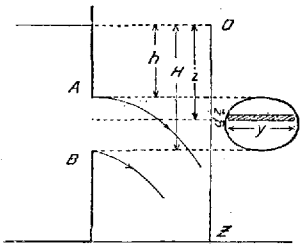
$$Q = \mu ab\sqrt{2gz_0},$$

при чем $z_0 = h + \frac{a}{2}$, а μ указано в следующей таблице:

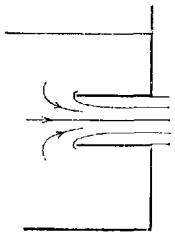
Значение коэффициента расхода μ.

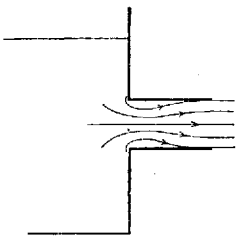
h в м \ a в см	20	10	5	2	1
0,05	0,58	0,60	0,62	0,64	0,68
0,5	0,60	0,62	0,63	0,63	0,65
1,0	0,60	0,62	0,63	0,63	0,63
3,0	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61

Если истечение происходит через отверстие в толстой стенке или через отверстие с насадками, то предыдущие результаты должны быть изменены. Насадками, или мундштуками, называются короткие трубки, приставленные к отверстию, через к-рое выливается жидкость; насадки являются существенными частями инжекторов, водоструйных насосов и др. приборов и аппаратов. Насадкой Вентури называется цилиндрическая трубка, приставленная с наружной стороны к сосуду (фиг. 6) горизонтально или наклонно к горизонту. Жидкость, протекая через насадку Вентури, сначала сжимается, а потом расширяется и заполняет всю трубку; поэтому коэффициент сжатия α в этом случае равен единице; коэфф. расхода μ оказывается равным 0,82. Таким образом насадка Вентури почти на 30% повышает расход, но зато дает до 7% потери живой силы струи и большую потерю напора на преодоление сопротивлений при протекании воды

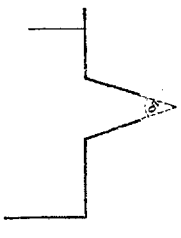


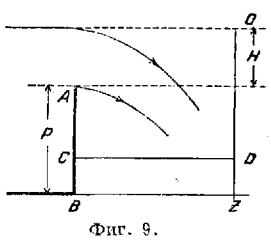
Фиг. 5.


Фиг. 6.


Фиг. 7.

через насадку. Насадка Борда́ представляет, напротив, короткую цилиндрическую трубку, входящую внутрь жидкости (фиг. 7). Если толщина стенок насадки мала, то коэффициент расхода μ близок к 0,54. Коническая насадка, сужающаяся в направлении течения жидкости (фиг. 8), повышает коэфф. расхода μ, незначительно изменяя скорость V, сравнительно


Фиг. 8.



Фиг. 9.

с истечением из отверстия в тонкой стенке; поэтому такие насадки употребляются в брандспойтах. Коэффициент μ зависит от угла схода δ и имеет максимум в 0,946 приблизительно при $\delta = 13{,}5°$.

Особо важное значение имеет истечение воды через *водосливы* (см.), т. е. такие отвер-

стия, у к-рых верхней кромки нет или она не соприкасается с жидкостью (фиг. 9); стенка AB водослива называется порогом. Водосливные отверстия делают б. ч. прямоугольными или по форме трапеции. Если водослив прямоугольный и его ширина равна b, то в формуле (12) надо положить $y = b$, $h = 0$, и мы получим для расхода через водослив выражение:

$$Q = \frac{2}{3}\mu b H\sqrt{2gH}.$$

Эту формулу предпочитают применять, вводя числовой коэфф. $^2/_3$ в μ, в виде:

$$Q = \mu b H\sqrt{2gH}, \qquad (14)$$

при чем коэффициент μ определяется из опытов. Если уровень A порога AB лежит выше уровня CD воды в отводящем канале, то водослив называется совершенным, полным или незатопленным; если же кромка A подтоплена водою отводящего канала, то водослив называется несовершенным, неполным или затопленным. Случаи истечения воды через водосливы весьма разнообразны. Приходится различать истечения через пороги с тонкой стенкой и толстой стенкой; существенное значение имеют: величина напора H, образование между порогом и струей разрежения или сжатия воздуха, подтопление отходящей струи. Все эти случаи приходится изучать большей частью эмпирически и для каждого типа водослива устанавливать коэффициент расхода μ. Весьма обширные исследования водосливов были выполнены Базеном. Для совершенного водослива с острой кромкой и с доступом воздуха под струю Базен дает:

$$\mu = \left[0{,}405 + \frac{0{,}003}{H}\right]\left[1 + 0{,}55\frac{H^2}{(H+P)^2}\right],$$

где P—высота порога, считая от дна; H и P даны в *м*. Весьма часто порог делают широким и кромку A закругленной; такого рода сооружения применяются в водосливных плотинах. Коэффициент расхода μ для таких водосливов выше, чем для водосливов с острой кромкой. В случае необходимости повысить расход воды через водослив, приходится иногда делать их длину больше ширины реки; для этого водосливам, перегораживающим реку, придают форму ломаной или кривой линии.

Изучение движения жидкости в трубах имеет громадное практическое значение. Построение водопроводов, канализационных сетей, нефтепроводов, газопроводов невозможно без знания законов движения жидкостей по трубам. Обычные условия движения воды в водопроводах дают турбулентное движение, но в Г. применяют формулу Бернулли и к движению жидкости по трубам, вводя среднюю скорость в каждом сечении. Сопротивления при движении в трубах бывают двух родов: сопротивление от трения и особые сопротивления, вызываемые изменениями геометрической формы трубопровода. Рассмотрим сначала сопротивление от трения. Пусть по цилиндрич. трубе протекает в установившемся движении жидкость, заполняя всю трубу доверху (фиг. 10). Обозначая среднюю скорость потока через V, давления в сечениях A_0 и A соответственно через p_0 и p, имеем по ф-ле Бернулли:

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{p_0}{\gamma} + z_0 = \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z + \eta,$$

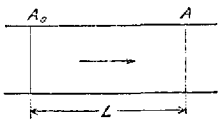
или

$$\eta = \left(\frac{p_0}{\gamma} + z_0\right) - \left(\frac{p}{\gamma} + z\right),$$

где η представляет напор, потерянный на пути L вследствие сопротивлений. Опыты показали, что η не зависит от давления и может быть представлено ф-лой:

$$\eta = \frac{\Pi}{\omega}\cdot\frac{f(V)}{\gamma}L, \qquad (15)$$

где Π—периметр сечения трубопровода, ω—площадь сечения, L—расстояние между рассматриваемыми сечениями и $f(V)$—функция средней скорости V, определение вида которой и составляет основную задачу в изучении трения. Отношение $\frac{\omega}{\Pi}$ называется иногда средним гидравлическим радиусом сечения: для круглой трубы он равен четверти ее диаметра. Потеря напора J на единицу длины трубы равна:



Фиг. 10.

$$J = \frac{\eta}{L} = \frac{\Pi}{\omega}\cdot\frac{f(V)}{\gamma}.$$

Функцию $f(V)$ иногда представляют в виде:

$$f(V) = \zeta_1\frac{V^2}{2g}; \qquad (16)$$

в этом случае задача сводится к определению коэфф. ζ_1. Предложено очень много выражений для функции $f(V)$. Укажем некоторые. Формула Дюпюи имеет вид $f(V) = \lambda\frac{\gamma}{4}\frac{V^2}{2g}$, где $\lambda = 0{,}0302$. Отсюда получаем для круглых труб:

$$\eta = \lambda\cdot\frac{L}{D}\cdot\frac{V^2}{2g},$$

где D—диаметр в *м*, L—в *м*, V—в *м/сек*. Вводя расход Q в *м*^{3}*/сек*, получим: $V = \frac{4Q}{\pi D^2}$ и отсюда $\eta = \beta\frac{Q^2}{D^5}L$, где β приблизительно равно $\frac{1}{400}$. Формула Дарси:

$$f(V) = \gamma\left(a + \frac{b}{D}\right)V^2,$$

где $a = 0{,}0002535$ и $b = 0{,}000006478$ для новых чугунных труб; для старых труб эти коэффициенты д. б. увеличены. Эта формула неоднократно применялась при постройках наших водопроводов. Формула Фламана:

$$f(V) = 0{,}00023\,\gamma\sqrt[4]{\frac{V^7}{D}},$$

где V и D должны быть выражены в *м*. Для капиллярных трубок имеет место закон, установленный опытным путем Пуазейлем (Poiseuille): потеря напора J на единицу длины равна:

$$J = \frac{p_0 - p}{\gamma L} = \frac{32}{g}\cdot\frac{\nu V}{D^2},$$

где ν— коэфф. вязкости. Для воды найдено: ν (в *см*^{2}*/сек*) = 0,0178 при 0°, 0,0133 при 10°, 0,0100 при 20° и 0,0056 при 50°. Этот закон м. б. получен и теоретическим путем.

Особые сопротивления имеют место при входе жидкости в трубу, при резком изменении сечения трубы в местах ее изгиба, при ответвлениях. Во всех этих случаях

принимается, что потеря напора η выражается формулою $\eta=\zeta_2\frac{V^2}{2g}$, где ζ_2 для каждого типового случая имеет свое значение. Таким образом совокупность всех потерь напора при движении по трубопроводу м. б. представлена в виде:

$$\eta=\sum\zeta\frac{V^2}{2g}, \qquad (17)$$

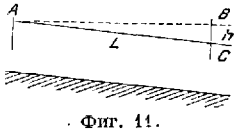
где все коэфф-ты ζ д. б. отнесены соответственно к скоростям, получающимся непосредственно после испытанного жидкостью сопротивления. Эти результаты применяются при расчете водопроводов (см. *Водоснабжение*). В нефтепроводах специальную задачу представляет подача тяжелых сортов нефти, перекачка к-рых требует бо́льших давлений; сверх того, при охлаждении эти сорта нефти настолько густеют, что движение их по трубам может остановиться.

Стенки трубопровода должны быть настолько толстыми, чтобы выдерживать не только нормальное внутреннее давление, под к-рым вода течет в водопроводных трубах, но и резкое увеличение давления, называем. гидравлическим ударом. Гидравлич. удар в водопроводной трубе получается в том случае, когда вследствие быстрого запирания кранов или задвижек происходит резкая остановка движения колонны воды в трубе. При этом около задвижки давление значительно повышается; вследствие упругости воды и стенок трубы, которые расширяются в местах повышенного давления, это состояние воды и трубы передается вдоль трубы по закону колебательных движений. Подробное исследование вопроса о гидравлическ. ударе как теоретическое, так и опытное, вполне выяснившее все его стороны, было выполнено проф. Н. Е. Жуковским [1]. Оказалось, что гидравлическ. удар распространяется вдоль водопроводной трубы с постоянной скоростью, величина которой для одной и той же трубы не зависит заметно от силы удара; эта скорость зависит от вещества трубы и от отношения толщины ее стенок к диаметру трубы. Величина гидравлического удара пропорциональна потерянной при ударе скорости течения воды и скорости распространения ударной волны в трубе. Опасное возрастание ударного давления происходит при переходе ударной волны с труб большого диаметра на трубы меньшего диаметра; достигнув конца тупиков, сила ударного давления удваивается. Простейшим способом ограждения водопровода от гидравлических ударов является приспособление для медленного закрытия кранов, при чем продолжительность закрытия должна быть пропорциональна длинам труб. Точно так же защищают от гидравлического удара воздушные колпаки надлежащих размеров, поставленные при кранах и задвижках; однако, сохранение воздуха в колпаках является затруднительным.

Движение воды (см.) в каналах и реках чрезвычайно сложно; не только скорости различны в различных местах каждого живого сечения, но даже в одном и том же месте одного и того же живого сечения скорость все время меняется по величине и направлению, колеблясь около некоторого среднего значения. Поэтому для практических целей обыкновенно вводят среднюю скорость V потока, определяя ее из условия, чтобы расход Q в единицу времени (секунду) был равен средней скорости, умноженной на площадь живого сечения:

$$Q=V\cdot\omega. \qquad (18)$$

Если соединить между собою точки живого сечения, в которых скорости одинаковы, то получаются линии, называемые изотахами. При спокойном состоянии воздуха наибольшая скорость при симметричности живого сечения находится около середины потока на расстоянии около $^1/_5$ глубины ниже свободной поверхности, если поток достаточно глубок; в потоках небольшой глубины она ближе к свободной поверхности. Средняя скорость находится на расстоянии 0,6 глубины от свободной поверхности. Наименьшая скорость V имеет место у дна и берегов (см. *Гидрометрия*). Необходимо, однако, заметить, что всякие неровности и неправильности дна и берегов и искривления русла существенным образом изменяют распределение скоростей; точно так же существенное влияние на распределение скоростей имеет ветер. Если средняя скорость вдоль некоторого участка водостока постоянна, то говорят, что на этом участке имеет место равномерное установившееся движение. Существуют формулы, позволяющие определять среднюю скорость потока V по среднему гидравлич. радиусу $R=\frac{\omega}{\Pi}$ и по уклону i. Рассмотрим небольшой участок канала или реки (фиг. 11) длиною $AC=L$, вдоль которого уровень воды равномерно понижается на величину h. Тогда, обозначая угол наклона свободной поверхности воды к горизонту через i, получим вследствие малости угла:



Фиг. 11.

$$i=\frac{h}{L}; \qquad (19)$$

очевидно, что, при той же степени точности, за длину L можно принять расстояние AB. Отношение h/L называется относительным падением, или уклоном. Уклоны обыкновенно очень малы: для среднего плеса Волги $i=0{,}000044$; для Днепра в области порогов $i=0{,}000086$; для ирригационных каналов i берется от 0,0002 до 0,0005.

Приведем некоторые формулы для определения средней скорости V. Формула Шези (Chésy, 1775 г.):

$$V=c\sqrt{Ri},$$

где c—постоянный коэффициент; по Тадини, можно положить $c=50$. Однако, более точные наблюдения показали, что c нельзя считать постоянным; отсюда возникли другие формулы. Формула Гангилье и Куттера (Ganguillet et Kutter):

$$V=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{Ri},$$

здесь n—коэфф. шероховатости, изменяющийся от 0,01 (для каналов с очень

гладкими стенками) до 0,04 (для естественных водостоков с заросшими земляными стенками). Ф-ла Форхгеймера (Forchheimer):

$$V = \frac{1}{n} R^{0,7} \cdot i^{0,5},$$

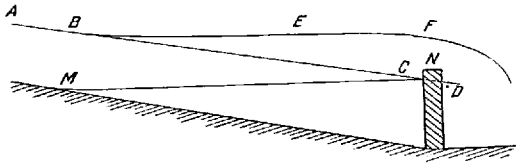
где n—указанный выше коэффициент шероховатости. Ф-ла Базена:

$$V = \frac{87}{1 + \frac{\beta}{\sqrt{R}}} \sqrt{Ri},$$

где β — коэфф-т шероховатости, изменяющийся от 0,06 (для гладких стенок) до 1,75 (для очень шероховатых). Существуют и другие формулы, в к-рые не входит коэфф. шероховатости, но в к-рых зато учитываются глубина и ширина канала; таковы, напр., ф-лы Зидека (Siedek), Линдбое (Lindboe), Германека (Hermanek). Из ф-лы для расхода

$$Q = V\omega = c\omega\sqrt{Ri} \qquad (20)$$

следует, что, желая для данного расхода иметь наименьшее поперечное сечение канала, необходимо выбрать такую форму живого сечения, чтобы R было наибольшим. Это будет достигнуто, если профиль канала будет полукруглым, что часто и осуществляется в железобетонных каналах; профилю земляных каналов обычно придают форму трапеции с наклоном стенок, определяемым связностью грунта. Формулы (19) и (20) применяются при расчете *каналов* (см.).

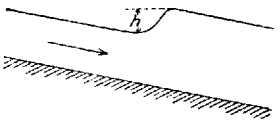


Фиг. 12.

Рассмотрим теперь случай установившегося неравномерного течения, когда средняя скорость V меняется при переходе от одного живого сечения к другому. Такой случай может, например, иметь место, когда вода в своем течении имеет в каком-нибудь живом сечении преграду, через которую она переливается (фиг. 12). Тогда равномерное течение нарушается, и вместо свободной поверхности $ABCD$ получается поверхность $ABEF$; т. обр., начиная с точки B, лежащей вверх по течению, происходит подъем свободной поверхности, и образуется так наз. п о д п о р, или п о д п р у д а. Линия BEF называется п о д п р у д н о й к р и в о й, а расстояние FB—д л и н о ю или г и д р о д и н а м и ч е с к о й а м п л и т у д о й подпруды. Если бы течения не было, то вода стояла бы на уровне MN, при чем вверх от точки M затопления уже не было бы. Линия MN называется г и д р о с т а т и ч е с к о й а м п л и т у д о й подпруды. Амплитуда гидродинамическая больше амплитуды гидростатической; это необходимо иметь в виду для определения площади затопления при постройке плотин. При малой глубине и большой скорости течения может образоваться п о р о г, или п р ы ж о к, воды, когда происходит резкое повышение уровня с соответствующим понижением скорости (фиг. 13). Обозначая скорость до порога через V и после порога через V_1, приблизительную высоту порога h можно вычислить по формуле:

$$h = \frac{1}{2g}(V^2 - V_1^2);$$

чтобы порог образовался, необходимо, чтобы глубина до порога была меньше $\frac{V^2}{g}$. Прыжок воды может получиться, когда вода вливается в канал или из более узкого канала или из сосуда, или когда она вливается в канал, переливаясь через водослив. В случае широкого и неглубокого прямоугольного канала можно для неустановившегося движения составить дифференциальное ур-ие кривой продольного профиля. Направляя ось OY вертикально вверх и отсчитывая элементы длины ds вдоль дна канала, будем иметь ур-ие:



Фиг. 13.

$$\frac{dy}{ds} = i\frac{y^3 - H_0^3}{y^3 - H_1^3},$$

где H_0, H_1—нек-рые постоянные; в зависимости от значений i, H_0 и H_1 интеграл этого уравнения даст или подпрудную кривую, или прыжок, или некоторые другие формы свободной поверхности воды.

Лит.: [2]) Жуковский Н. Е., О гидравлич. ударе, «Записки Академии наук по физико-математич. отделению», т. 9, 5, СПБ, 1900; Максименко Ф. Е., Курс гидравлики, М., 1921; Астров А. И., Гидравлика, М., 1911; Самусь А. М., Технич. гидравлика, М.—Л., 1926; Пинегин Н. Н., Гидравлика, Одесса, 1925; Forchheimer P., Hydraulik, Leipzig, 1914; Pöschl T., Lehrbuch der Hydraulik, Berlin, 1924; Flamant A., Mécanique appliquée. Hydraulique. 3 éd., Paris, 1909; Boussinesq J., Essai sur la théorie des eaux courantes, P., 1876; сокращ. изложение этого обширного труда см. Бобылев Д., Очерк теории водяных течений, выработ. Буссинеском, СПБ, 1898. **А. Некрасов.**

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ПРОБА повышенным давлением применяется в качестве способа периодического испытания на прочность паровых котлов и приборов, работающих под давлением пара и газов. Гидравлическая проба котлов является одним из актов правительственного технического освидетельствования паровых котлов. Цель такого освидетельствования заключается в приведении в известность состояния котельного помещения и котла во всех его частях, а также в установлении: а) отвечает ли состояние котла требованиям прочности и данному разрешению на его работу, б) имеются ли при котле все необходимые приборы и приспособления и находятся ли они в удовлетворительном состоянии. Техническ. освидетельствование парового котла заключается: а) в наружном осмотре, б) во внутреннем осмотре и в) в гидравлическ. испытании, соединенном с внутренним осмотром. Очередные освидетельствования котла должны производиться в следующие сроки: наружный осмотр—один раз в год; внутренний осмотр—один раз в три года; Г. п. котлов, соединенная с внутренним осмотром,—один раз в шесть лет. Внеочередные, или досрочные, испытания производятся в следующих случаях: 1) перед пуском в ход котла, находившегося в бездействии в течение двух и более лет; 2) если котел был снят с места; 3) если при

ремонте котла была вынута труба или другая часть котла, имеющая наружный диаметр более 103 *мм*, или было сменено более 15% всего числа связей, или была сделана замена хотя бы части листа, или было переклепано не менее пяти рядом стоящих заклепок; 4) после каждого ремонта котла, при котором была применена какая-либо сварка или заварка, и 5) если котел подвергся перегреву в своих огневых частях, огню во время пожара или затоплению.

Наружный осмотр котла производится без остановки его действия, при чем агентом надзора д. б. обращено особенное внимание на то, в каком состоянии находятся котельное помещение, обмуровка и топка котла, а также паропроводы внутри котельной; правильно ли работают питательные и водоуказательные приборы, манометр, предохранительные клапаны, приборы для разобщения котла от паропровода и сцепные приборы, и какие приспособления применяются для чистки котла. При внутреннем осмотре должно преимущественно обращать внимание на состояние стенок, заклепок и связей как внутри, так и снаружи котла, а равно паровых, дымогарных и кипятильных труб, распорных болтов и других частей котла; на присутствие и физич. свойства накипи, состояние питательных труб внутри котла, состояние соединительных труб между котлами и водоуказателями и состояние дымоходов как внутри, так и снаружи котла.

Перед внутренним осмотром и гидравлич. испытанием котел д. б. остановлен, охлажден и тщательно очищен от накипи, грязи, сажи и золы. Если осмотр котла не может быть произведен без обнажения его, то кладка, или одежда, его д. б. устранена полностью или частью, по усмотрению производящего пробу лица. Вся арматура котла д. б. тщательно очищена, краны и клапаны притерты, а фланцы, крышки, люки и пр. плотно поставлены, чтобы через них не было течи во время пробы. Если котел соединен с другими работающими котлами общими трубопроводами, то, во избежание проникания в котел пара или горячей воды, д. б. поставлены глухие фланцы, вполне отделяющие осматриваемый котел как от паропровода, так и от водопровода и спускной линии. При отоплении доменными и другими газами котел должен быть надежно разобщен и от общего газопровода. При осмотре внутри котла и в дымоходах употребление керосиновых ламп или иных ламп с легковоспламеняющимся материалом не допускается; употребляемые же для этого ручные электрические лампы и провода к ним должны находиться под напряжением не свыше 20 V. После осмотра котла, если в нем не замечено недостатков, препятствующих производству гидравлической пробы, его наполняют водой и закрывают все краны и отверстия, за исключением воздушного крана, через который удаляется воздух из котла при подкачивании воды особым насосом для испытания котлов; когда весь воздух удален и из этого крана появляется вода, его также закрывают. Котел, предназначенный к работе на рабочее давление не более 5 *atm*, испытывается давлением воды вдвое бо́льшим, чем максимальное давление, при котором котел будет работать, но во всяком случае не менее 3 *atm*; если же котел предназначен к работе на давление более 5 *atm*, то испытание производится давлением воды, равным наибольшему допускаемому для котла рабочему давлению, увеличенному на 5 *atm*. При рабочем давлении в 20 *atm* и выше увеличение делается на 25%. Давление воды в котле при испытании определяется по выверенному контрольному манометру, доставляемому свидетельствующим лицом; насос для гидравлического испытания должен доставляться владельцем котла. Вместе с котлом подвергается пробе и вся арматура его. Пробное давление поддерживается не более 5 минут, после чего оно постепенно убавляется до величины рабочего давления, которое и поддерживается во все время, необходимое для подробного осмотра котла.

Котел признается выдержавшим испытание, если: а) в котле не оказывается признаков разрыва, б) не замечается течи, при чем выход воды через швы и заклепки в виде мелкой пыли или капель (так наз. «слезок»), а также выход воды из кранов и других частей арматуры, не препятствующий поддержанию в котле требуемого испытанием гидравлического давления, течью не считается, и в) если не замечается деформаций, остающихся по окончании испытания. Если же при испытании окажется, что котел находится в состоянии, угрожающем опасностью, то он не допускается к работе впредь до приведения его в исправное состояние и новой гидравлич. пробы.

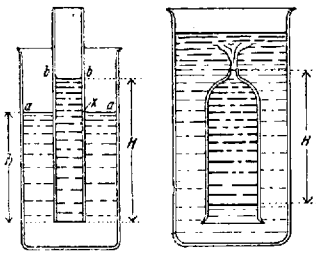
Пробы, как и все осмотры котлов, производятся: постоянных и подвижных котлов—Инспекцией Наркомтруда; на судах и иных пловучих сооружениях, кроме котлов военно-морского ведомства и принадлежащих Объединенному гос. полит. управлению,—инженерами Регистра СССР; паровозных и вагонных котлов—инженерами НКПС. Для проб и осмотров котлов изданы следующие правила: 1) Правила устройства, установки, содержания и освидетельствования постоянных и подвижных паровых котлов, утвержденные Наркомтрудом 14 сентября 1923 г.; 2) Правила о паровых котлах на судах, снарядах и иных пловучих сооружениях, опубликованные НКПС 25 октября 1921 года, и 3) Правила о паровозных и вагонных паровых котлах ж. д.—приказ НКПС от 20 января 1921 года. **Н. Семибратов.**

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ движения пламени и легких газов. Основателем гидравлической теории движения пламени в печах является М. В. Ломоносов, высказавший еще в 1742 году в диссертации «О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном» кристально ясную мысль о движении воздуха в рудниках и дымовых трубах. Его теория выдавливания теплого дыма тяжелым холодным наружным воздухом получила общее признание, но в дальнейшем при объяснении движения газа в печах вошло в употребление слово тяга. Между тем тяги в печах и дымовых трубах нет,—есть выдавливание теплого воздуха и дыма тяжелым воздухом, как верно

указал М. В. Ломоносов, ни разу не употребивший слова «тяга». Немалым тормозом в правильном понимании законов движения пламени явилось неточное изложение в руководствах по физике закона Паскаля, где в учении о гидростатич. давлении не учитывается роль атмосферы; вопрос о гидростатическ. давлении газов легче воздуха также не был поднят, и у наших современников явилось представление, что гидростатич. давления в газах даже не существует. Только твердо установив наличие и величину гидростатическ. давления, В. Е. Грум-Гржимайло удалось объяснить многие явления, наблюдаемые в печах, дать метод научного проектирования печей, сушил, газопроводов и пр. Математич. обоснование гидравлич. теории дал проф. И. Г. Есьман. Экспериментальной проверкой ее основ занимается ныне лаборатория проф. М. В. Кирпичева. Проектированием печей на основах этой теории занято Бюро металлургических и теплотехнических конструкций, где работа ведется под непосредственным руководством В. Е. Грум-Гржимайло.

Основные положения гидравлической теории. Аксиома. Движение пламени в печах подчиняется законам движения легкой жидкости в тяжелой (пламя и наружный воздух).

1) Теорема. В замкнутой полости, заполненной легким газом, давление у поверхности нижнего зеркала равно давлению атмосферы. В остальной полости давление выше атмосферного. Газ испытывает обращенное гидростатическое давление, измеряемое высотой столба газа, умноженной на разность весов кубич. единицы наружного воздуха и теплого легкого газа. Фиг. 1 представляет опыт с легкой жидкостью—керосином и тяжелой—водой. Уровень керосина bb в открытом снизу ламповом стекле стоит выше, чем уровень воды aa. В точке x получается гидростатическое давление, измеряемое высотой керосина $H - h$. Фиг. 2 представляет пробирку с керосином, погруженную в воду. У верхнего отверстия керосин будет испытывать гидростатическое давление



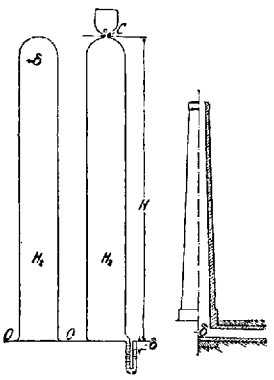
Фиг. 1. Фиг. 2.

$$\delta = H(B_{в.} - B_{к.}),$$

где $B_{в.}$ и $B_{к.}$ уд. в. или веса куб. ед. воды и керосина, H—расстояние от нижн. зеркала керосина до пункта, где измеряется гидростатич. давление. Вес 1 $м^3$ наружного воздуха равен $\frac{1{,}293}{1+\alpha t}$ $кг$, где t—температура наружного воздуха, α—коэфф расширения воздуха $= 1/273$. Если обозначить через λ вес 1 $м^3$ газа при 0°, то вес 1 $м^3$ теплого легкого газа при температуре t будет $\frac{\lambda}{1+\alpha t}$, а гидростатическое давление

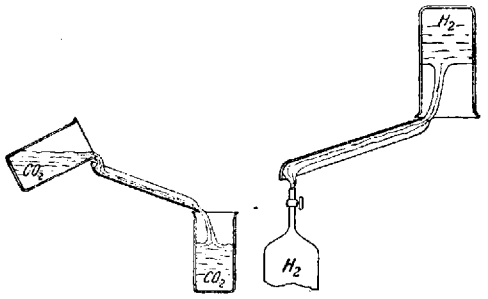
$$\delta = H\left(\frac{1{,}293}{1+\alpha t} - \frac{\lambda}{1+\alpha t}\right) кг/м^2$$ или $мм$ вод. ст.

Следствие. Если вверху полости, заполненной легким газом, будет атмосферное давление (напр., у дымовой трубы), то у нижнего зеркала легкого газа будет соответствующее гидростат. давлению разрежение. На (фиг. 3) показан сосуд, который заполнен водородом и открыт снизу; наверху его имеет место положительное давление ($+\delta$). На фиг. 4 представлен сосуд, имеющий волосное отверстие c, сообщающее его с атмосферой, но плотно прикрытое снизу; манометр показывает внизу разрежение ($-\delta$). На фиг. 5 изображена дымовая труба, имеющая разрежение у основания ($-\delta$).



Фиг. 3. Фиг. 4. Фиг. 5.

2) Теорема. Всякое движение жидкости или газа есть результат расхода напора. Скорость движения жидкости или газа определяется по ф-ле $v = \sqrt{2gh}$. Поэтому движение струи теплого легкого газа или пламени есть результат расхода напора, или высоты столба



Фиг. 6. Фиг. 7.

этого газа h; скорость этого движения определяется той же ф-лой. Напр., при гидростатическом давлении газа, равном δ $мм$ вод. столба, напор в $м$ выразится так:

$$h = \delta : \left(\frac{\lambda}{1+\alpha t}\right),$$

а скорость истечения

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g\frac{\delta(1+\alpha t)}{\lambda}}.$$

3) Теорема. Пламенный поток есть обращенная река. Фиг. 6 и 7 представляют опыты переливания газа тяжелее воздуха (углекислоты) и легче воздуха (водорода). Последний представляет обращенную реку.

4) Теорема. Глубина обращенного газослива пламени определяется по формуле И. Г. Есьмана:

$$h_t = A\sqrt[3]{\frac{Q_t^2}{B^2 t}},$$

где Q_t—расход газа в $м/сек$ при темп-ре t, B—ширина газослива в $м$, t—темп-ра газа, A—коэфф-т, определяемый из приведенной ниже табл. (где h_t—высота, а E—длина газослива, в данном случае свода печи, в $м$).

Значения коэффициента A при разных высоте и длине газослива.

h_t	E	A	h_t	E	A
0,30	0,5	3,20	0,60	0,5	2,75
	1,0	3,41		1,0	3,20
	2,0	3,52		2,0	3,45
	5,0	3,62		5,0	3,59
	∞	3,67		∞	3,69
0,40	0,5	3,07	0,70	0,5	2,71
	1,0	3,34		1,0	3,06
	2,0	3,51		2,0	3,36
	5,0	3,61		5,0	3,56
	∞	3,69		∞	3,69
0,50	0,5	2,25	1,00	0,5	2,43
	1,0	3,27		1,0	2,95
	2,0	3,48		2,0	3,28
	5,0	3,59		5,0	3,52
	∞	3,69		∞	3,70

Фиг. 8 представляет водослив; картина для легкого газа получится, если обратить рисунок верхней стороной вниз.

Следствие. Для скорости легкого газа имеем формулу:

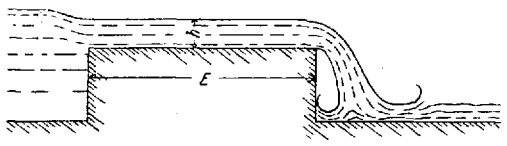
$$v = \sqrt{\frac{ht}{A^2}}\ м/сек.$$

Скорость газослива так велика, что чисто газосливные печи применяются редко. Обычно печи работают с подпруженным газосливом (фиг. 9).

5) Теорема. Обращенные фонтаны раскаленного пламени рассчитываются (напр., в мартеновской печи) по формуле (фиг. 10):

$$H = 0{,}7 \cdot \frac{v^2 \cdot \sin^2\alpha}{2g} \cdot \frac{273 + t_н}{t_\partial - t_н},$$

(v—скорость струи в $м/сек$, α—уклон струи к горизонту, g—ускорение силы тяжести,



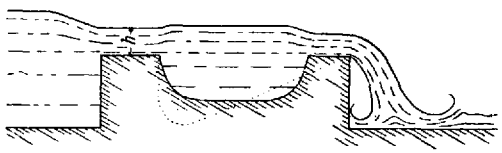
Фиг. 8.

$t_н$—температура неподвижной среды, t_∂—температура движущейся струи фонтана). При $\alpha = 90°$ ($\sin\alpha = 1$) получим:

$$H = 0{,}7 \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{273 + t_н}{t_\partial - t_н}.$$

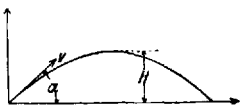
6) Правило деления газовых потоков. Стынущий горячий поток делится равномерно на нисходящие струи; нагревающийся холодный поток делится равномерно на восходящие струи.

Правила конструкции пламенных печей. 1) В интересах равномерности нагревания рабочего пространства печи, в к-ром пламя



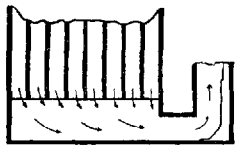
Фиг. 9.

стынет, печь должна работать с обращенной тягой. Воздухонагреватель должен работать при восстающем движении нагреваемого воздуха. 2) Если раскаленный поток делится на несколько нисходящих ветвей и проходит через камеры или пролеты различной $t°$, то через наиболее холодные камеры или пролеты пойдет максимальн. количество пламени до тех пор, пока все камеры или пролеты не получат одной $t°$ и не начнут работать совершенно равномерно. Так. обр., при нисходящем движении пламени или при работе обращенной тягой наблюдается явление самоуравнивания темп-ры во всех полостях и пролетах печи. 3) При нагревании рабочего пространства большой высоты печными газами обращенной тягой верхние горизонты рабочего пространства поглощают теплоту горячих печных газов и в связи с этим приобретают темп-ру более высокую, чем нижние, поглощающие теплоту уже остывших печн. газов. В тех случаях, когда требуется совершенно одинаковая температура вверху и внизу рабочего пространства, надо возбудить в нем, кроме движения печных газов вниз, еще дополнительную циркуляцию печных газов. Этого достигают, располагая пламенные пролеты на поду печи и направляя газы вверх. Поднимаясь кверху, горячее пламя увлекает за собой остывшие на поду струи печных газов и дает толчок циркуляции внутри рабочего пространства: от пламенных пролетов—кверху, а среди насадки нагреваемых предметов—книзу; эта циркуляция выравнивает $t°$ у пода и свода. Дымовые пролеты берутся с уровня пода. 4) В интересах правильности протекания реакции горения и ее полноты, сожигательные камеры д. б. устроены в виде мешка горячих газов. Подсводовое пространство является идеальной сожигательной камерой; поэтому рекомендуется делать печи с высоким сводом. 5) Свод понурый сосредоточивает температуру печи в ее передней головной части; свод восстающий поднимает темп-ру ее заднего хвостового конца. 6) Сожигательная камера, открытая сверху, при отоплении снизу, с точки зрения Г. т., нецелесообразна. Например, в коуперовских аппаратах, направляя пламя нефтяных, газовых и пылевых форсунок в сожигательной камере инвертно, мы можем иметь сожигательную камеру, открытую сверху. 7) Устанавливая форсунку в сожигательной камере тангенциально, мы получаем смерч, засасывающий лежащие в центре камеры газы снизу, при направлении смерча сверху вниз, и сверху—при направлении смерча снизу вверх. 8) Отработавшие печные газы должны сниматься в дымовую трубу с уровня пода печи. Под д. б. правильно канализирован; должно избегать мешка холодных газов на поду. Плавильные печи имеют уровень ванны всегда ниже дымовых пролетов; т. о., ванна лежит в мешке холодных газов, и в этом отношении все плавильные печи представляют несообразность. Нагревание ванны достигается приданием большой скорости пламени в пролетах и направлением их фонтанов вниз на уровень ванны (теорема 5). 9) Чтобы нагревание слитков в методических печах шло быстро, недостаточно располагать слитки на трубах и

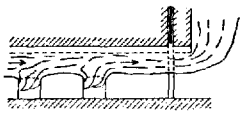


Фиг. 10.

под ними устраивать донный поток холодных печных газов; в печах, где нет шлака, полезно, кроме того, снимать остывшие газы с пода многими вертикальными каналами. 10) Если донный поток имеет малое сечение или сопротивление движению дыма по обыкновенному поду затруднено, то возможен прорыв в дымовой боров горячих печных газов из-под свода, минуя нагреваемый на поду материал. 11) При непрерывном поступлении в печь партий холодного металла взамен выдаваемого горячего, полезно разделить под на автономные части, снабдив каждую своими дымовыми пролетами, расположенными между подами. 12) Если желательно иметь в передней части рабочего пространства печи высокую темп-ру, а в задней только подогревать материал, то рабочее пространство полезно разделить занавеской или перевальной стенкой на две части. 13) Для хорошей работы печи необходимо, чтобы пламя лизало под, что возможно только в том случае, если на поду давление равно атмосферному или выше атмосферного. При давлении на поду ниже атмосферного под заслонку печи будет засасываться наружный воздух, и на поду не будет пламени. 14) Садочные окна, прикрытые заслонками, дают ореол печных газов у верхнего края окна. Для уменьшения вреда от неплотного прилегания заслонок к окнам давление в печи нужно держать равным атмосферному. 15) Так. образ., механизм работы печи представляется в следующем виде. Топка накачивает топочные газы в рабочее пространство, дымовая труба удаляет печные газы из рабочего пространства, где имеет место атмосферное давление. Для того чтобы топка была способна накачать нужное количество печных газов, необходимо, чтобы потери на сопротивление в слое топлива и образование скоростей в пролетах покрывались напором, создаваемым разностью уровней пода печи и колосников. При вялой работе печей полезно понизить уровень колосниковой решетки, т. е. увеличить напор, нагнетательную способность топки, а следовательно, и расход топлива и количество газов, обогревающих печь. 16) Высота дымовой трубы д. б. только достаточной, чтобы удалять горячий дым через регенераторы, рекуператоры и борова. Никакого влияния на работу печи дымовая труба не оказывает, за исключением печей с окислительной атмосферой и отрицательным давлением в рабочем пространстве. 17) Ступенчатая колосниковая решетка топки может работать равномерно только в том случае, если уклон ее больше 45°. Тогда сопротивление более толстого слоя каменного угля на нижних линейках (полках) решетки компенсирует отрицательное давление нижних горизонтов решетки. Гидростатич. давление в шуровочных окнах этой топки д. б. или около атмосферного или ниже атмосферного, соответственно расстоянию от шуровочного окна до пода печи. Исходя из этого положения, рассчитывают напряжение колосниковой решетки и скорость в огневых пролетах самодувной печи. 18) Все окна печи должны быть расположены на одной высоте—иначе одно окно будет служить дымовой трубой для расположенного ниже окна. 19) Окна выгодно делать по возможности меньше и ниже. 20) Дымовые борова рассчитывают, как газосливы, площадка которых равна бесконечности. Так же рассчитывают и газопроводы. Чтобы обеспечить равномерную работу рекуператоров или решетки регенераторов, полезно делать высоту пролета дымохода ниже высоты дымовой камеры, т. е. подпрудить обращенную реку (фиг. 11). 21) Слияние отдельных струй дымовых газов должно производиться под острыми углами по пути друг к другу. Правильное слияние достигается и в том случае, если струи встречаются под прямыми углами,



Фиг. 11.

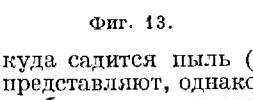


Фиг. 12.

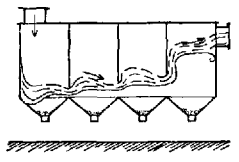
по боковые струи открываются в общий боров при помощи газосливов, зеркало к-рых совпадает с подом общего борова, а свод—с зеркалом в борове газовой реки (фиг. 12).

Правила устройства безопасных газопроводов. 1) Если из общего доменного газопровода газ распределяется по различным устройствам на различных высотах, то при остановке дутья в доменную печь или остановке газогенератора возможно засасывание воздуха в нижнюю горелку и получение взрывчатой смеси в общем газопроводе. Чем ближе к домне и выше над уровнем пода будет сделано ответвление, тем безопаснее устройство. 2) При проектировании газопроводов надо следить, чтобы при выдавливании холодного воздуха теплым газом в газопроводах не оставались мешки с холодным воздухом, к-рые являются причиной взрывов в газопроводах и, особенно часто, в подземных газовых боровах. 3) При пуске доменного и генераторного газа в газопроводы, выдавливание холодного воздуха теплым газом сверху вниз и теплого газа холодным воздухом снизу вверх может быть допущено как безопасное. Недопустимо выдавливание в обратном направлении.

Правила очистки газа от пыли. 1) Для осадки пыли надо увеличивать сечение газопровода и отводить газ сверху; тогда на дне газопровода искусственно получается мешок холодных газов,



Фиг. 13.



Фиг. 14.

куда садится пыль (см. фиг. 13); эти газы представляют, однако, при пуске газопровода, большую опасность в отношении взрыва. Для предупреждения последнего должны быть устроены в борове специальные приспособления для выдавливания остатков воздуха теплым газом сверху вниз. 2) Прекрасным способом сухой очистки газа от пыли является ряд газосливов с тонкой струйкой—это принцип образования дюн

(фиг. 14). 3) Тех же результатов можно достигнуть устройством ряда вертикальных щелей, наподобие щитов для защиты ж.-д. пути от снежных заносов. 4) Газоочистители с тангенциальным подводом газа—подобие смерча—неудобны, так как они возбуждают циркуляцию внутренних слоев газа, и пыль в них плохо осаждается.

Правила устройства сушил многократного насыщения. 1) Увлажненный остывший воздух отводится с пода сушила. 2) Многократность насыщения воздуха в сушилах устанавливается естественной циркуляцией, возбуждаемой расположенными у стен сушила радиаторами: подогретый ими воздух поднимается кверху, увлажненный же и остывший среди предметов, подвергаемых сушке, опускается вниз. 3) Разность температуры вверху и внизу сушила является функцией сопротивлений по пути движения циркулирующего воздуха и может быть доведена до нескольких градусов правильной штабелевкой сушимых предметов. 4) Взамен высасываемого влажного воздуха в сушило поступает равный объем сухого наружного воздуха, подогреваемого радиаторами и смешивающегося с влажным воздухом, выполняющим сушила. Поэтому в сушилах многократного насыщения сушка производится всегда воздухом значительной влажности. 5) Влажность воздуха может быть доведена при желании до 100%, в зависимости от требований технологии сушки. Для этого надо только уменьшить количество удаляемого отработавшего воздуха.

Гидравлически правильная конструкция паровых котлов. Движение печных газов, как стынущих газов, д. б. направлено сверху вниз; поэтому паровой котел должен иметь только один оборот печных газов—сверху вниз. Вода в трубках котла должна иметь направление снизу вверх, по пути движения пара, что не трудно осуществить при помощи мощной трубы для обратной воды. Эта труба должна иметь двойные стенки, чтобы $t°$ ее стенок была одинакова с $t°$ в кипятильных трубках и чтобы поднимающийся кверху по ее внутренней поверхности пар не мешал движению воды вниз. Согласно Г. т., омывание всех кипятильных трубок и центральной трубы обратной воды совершенно одинаково, поэтому расширение всех стенок трубок происходит тоже одинаково, что допускает применение трубок произвольной длины (до 15 *м*) без всякого риска для их изгиба и течи.

Лит.: Грум-Гржимайло В. Е., Пламенные печи, ч. I—V, Москва, 1925. **В. Грум-Гржимайло.**

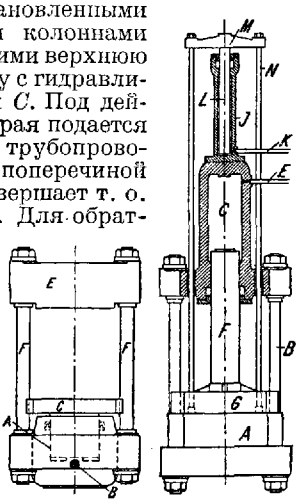
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ, см. *Двигатели гидравлические.*

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ, машины, в которых носителем энергии является капельная жидкость, преимущественно вода. Их можно разделить на: 1) гидравлич. двигатели—машины, в к-рых энергия жидкости преобразуется в механическую энергию движения твердых тел (и затем часто в электрическую), и 2) машины, в к-рых энергия твердых тел передается жидкости в целях перемещения последней на расстояние, или по высоте, или под бо́льшее давление, например, насосы или водоподъемные механизмы. К первой категории можно отнести мелкие машины-двигатели, преимущественно поршневые, непосредственно присоединенные к машинам-орудиям.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ, машины, при помощи которых механическая работа (в данном случае для прессования) передается обрабатываемому предмету через жидкость, заключенную в трубопроводе и находящуюся под давлением. Действие Г. п. основано на законе Паскаля.

Устройство Г. п. простейшего типа показано схематически на фиг. 1. Впускаемая в цилиндр A по трубе B вода или другая жидкость под давлением p *кг/см*^{2} заставляет подниматься вверх плунжер, соединенный с поперечиной C, к-рая прижимает обрабатываемый предмет к верхней неподвижной раме E. Эта рама, в большинстве случаев чугунная, покоится на 4 стальных колоннах F, установленных на нижней раме, в к-рой помещается гидравлический цилиндр. Обратный ход, т. е. опускание плунжера с поперечиной, происходит под действием их собственного веса в то время, когда вода выходит из цилиндра. Сила Г. п. в m определяется по формуле $Q=\frac{\pi D^2}{4000}p$, где D — диаметр плунжера.

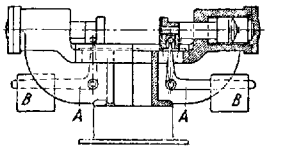
Второй тип Г. п., у которого рабочий ход поперечины совершается сверху вниз, показан на фиг. 2. Здесь A представляет нижнюю раму с установленными на ней четырьмя колоннами B, поддерживающими верхнюю неподвижную раму с гидравлическим цилиндром C. Под действием воды, которая подается в этот цилиндр по трубопроводу E, плунжер F с поперечиной G опускается и совершает т. о. свой рабочий ход. Для обратного хода (вверх) этой поперечины имеется подъемный цилиндр J. Впуская в него по трубе K воду, заставляют подниматься плунжер L, соединенный при помощи поперечины M и тяг N с рабочей поперечиной G. При таком устройстве необходимо, чтобы вода подавалась в подъемный цилиндр под постоянным давлением или напором, что достигается лучше всего путем присоединения гидравлического аккумулятора (см. *Аккумуляторы гидравлические*) к водопроводной сети. Это давление можно поддерживать в подъемном цилиндре постоянно или давать и прекращать его одновременно с прекращением и началом давления в рабочем цилиндре C. Для каждого крупного пресса требуется отдельный аккумулятор, что же касается мелких прессов, то один аккумулятор может обслуживать несколько прессов. Пользоваться же двумя или несколькими небольшими аккумуляторами для обслуживания



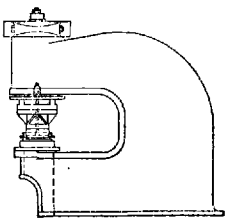
Фиг. 1.

Фиг. 2.

одного пресса нельзя, так как до сих пор не удается включать в сеть два аккумулятора один за другим. Вместо гидравлическ. подъемного приспособления для обратного хода применяются также и механизмы, при помощи которых обратный ход плунжера и поперечины происходит под действием грузов, как, напр., в случае горизонтального двойного пресса, показанного



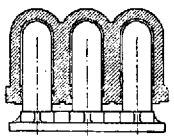
Фиг. 3.



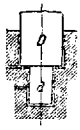
Фиг. 4.

на фиг. 3. Здесь для каждого из плунжеров имеется по такому рычажному механизму A с грузом B. Когда прессы предназначаются для обработки стальных или железных листов, которые не умещаются между колоннами, то прессу придают форму, показанную на фиг. 4.

Величина давления жидкости, p *кг/см*^{2}, вообще колеблется в очень широких пределах, примерно от 6 до 500 *atm*. Для прессов средних размеров обычно применяются давления от 100 до 250 *atm*. Т. к. в большинстве случаев на одном и том же прессе приходится обрабатывать предметы различной величины, то желательно иметь такое устройство, к-рое позволяло бы соответственно изменять силу пресса. Сила пресса, как было указано выше, зависит от величины площади поршня и от давления жидкости, в виду чего изменение означенной силы м. б. достигнуто путем соответствующего изменения одного из этих двух факторов. Для изменения (в случае надобности) рабочей площади плунжера устраиваются прессы с несколькими плунжерами, напр., с тремя (фиг. 5). Заставляя работать один средний плунжер, или оба крайних, или же все три плунжера одновременно, можно производить работу с различной силой пресса. С этой же целью пользуются плунжерами различных диаметров D и d, расположенными один за другим по одной оси (фиг. 6). В данном случае можно иметь по желанию три различных давления пресса, заставляя работать один малый плунжер, поперечное сечение к-рого $=\frac{\pi}{4}d^2$, или одну кольцевую площадь большого плунжера, $=\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)$, или же одновременно и то и другое.

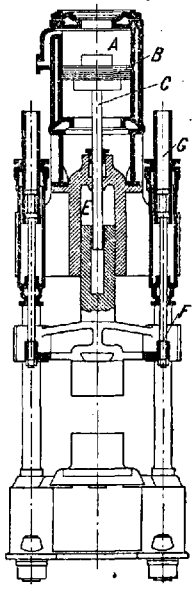


Фиг. 5.



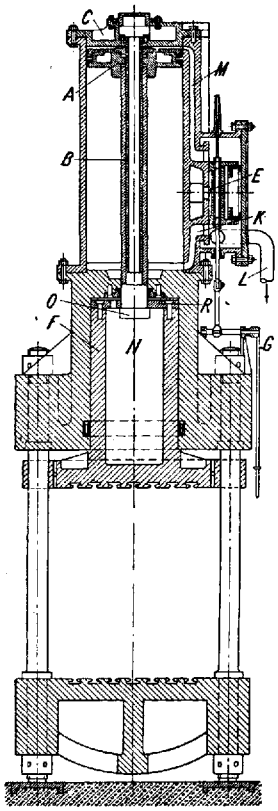
Фиг. 6.

Изменение второго фактора, т. е. величины давления воды, оказывается более сложным. Если в водопроводной сети имеется аккумулятор и эта сеть обслуживает один лишь пресс, то изменение величины давления воды может быть достигнуто путем соответственного увеличения или уменьшения нагрузки аккумулятора, что отнимает известное время и вообще неудобно. В виду этого в большинстве случаев предпочитают поддерживать постоянное давление в сети и применять прессы с несколькими плунжерами или же пользоваться прессами с мультипликатором. Последний представляет собою паровой цилиндр, шток поршня которого служит в то же время плунжером гидравлического цилиндра. Т. к. диаметр поршня парового цилиндра D берется в несколько раз больше диаметра плунжера гидравлич. цилиндра d, то давление в последнем p, по сравнению с давлением P в паровом цилиндре, будет во столько раз больше, во сколько площадь поршня парового цилиндра больше площади плунжера, т. е. $p : P = D^2 : d^2$. Мультипликаторы могут быть расположены различно: рядом с гидравлич. цилиндром, под таковым или над ним, как, например, в конструкции, показанной на фиг. 7. Здесь A представляет паровой цилиндр мультипликатора, B—поршень, C—шток последнего, служащий в то же время плунжером гидравлического цилиндра, E—гидравлический цилиндр пресса, F—поперечина и G—гидравлические подъемные цилиндры. Применение мультипликатора представляет следующие выгоды: а) отпадает надобность в установке аккумулятора и насосов для высокого давления, б) возможно пускать в цилиндр небольшое количество пара и заставлять его расширяться, благодаря чему будет расходоваться лишь та работа, к-рая требуется в данном случае. Иногда в большой цилиндр мультипликатора вместо пара вводят воду под небольшим давлением (из водопровода), но при этом отпадает возможность регулировать силу, а следовательно, и работу пресса, так как вода неспособна расширяться подобно пару. Существует несколько конструкций таких гидравлических мультипликаторов, при которых достигается все же значительная экономия в расходе силы. Одна из таких конструкций и представлена на фиг. 8. Поршень мультипликатора A имеет полый шток B, внутри которого помещается трубка, которая соединяется с полостью C в верхней крышке мультипликатора. При указанном на чертеже положении золотника E верхняя и нижняя часть мультипликатора соединены между собою, отчего поршень последнего находится в равновесии и стоит неподвижно. При таком положении вода из водопровода входит в полость C, проходит по трубке внутри штока B, затем через устроенный в нижнем конце последнего клапан (не показанный на чертеже) давит на плунжер F пресса, заставляя его опускаться до тех пор, пока поперечина или установленный на последней пуансон не дойдет



Фиг. 7.

до прессуемого предмета. Тогда при помощи системы рычагов G передвигают золотник E вниз настолько, чтобы между каналами L и K образовалось сообщение, отчего вода из-под поршня начнет выходить по каналу K и трубе L, в то время как вода под давлением водопроводной сети будет поступать по каналу M поверх поршня A и тем самым заставит его опускаться. Шток поршня будет при этом входить во внутрь цилиндра N, при чем упомянутый выше клапан закроется, благодаря чему внутри цилиндра N давление будет, по сравнению с давлением водопроводной сети, во столько раз больше, во сколько раз площадь поршня больше площади штока. По окончании прессования отводят золотник в его высшее положение, вода из верхн. части мультипликатора начинает вытекать, а вода, притекающая под поршень, будет толкать его вверх. Когда, при таком поступательном движении поршня, нижний конец O штока упрется в верхнюю часть R плунжера, то клапан штока открывается, и вода, находящаяся в гидравлическом цилиндре над плунжером, начнет вытекать по трубе внутри штока в полость C, по мере того как плунжер будет увлекаться вверх штоком поршня мультипликатора. При таком устройстве лишь прессование происходит под усиленным давлением, остальные же передвижения поперечины совершаются под значительно меньшим давлением, благодаря чему достигается экономия в затрачиваемой силе. Г. п. без мультипликатора строят для давлений примерно до 1 000 m. В наиболее быстроходных Г. п. скорости достигают для прессования 10—20 *см/ск*, для холостого хода 20—25 *см/ск* и для обратного хода 25—30 *см/ск*. Быстроходные парогидравлические прессы (с мультипликатором) делают от 80 до 120 ходов в минуту, при чем скорость холостого хода в них составляет 1 *м/ск*.

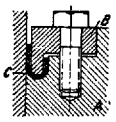


Фиг. 8.

Гидравлические цилиндры делаются преимущественно из литой стали. Цилиндры для давлений, не превышающих 125 *atm*, могут быть и чугунные; если же толщина стенок получается по расчету свыше 150 *мм*, то рекомендуется делать цилиндр стальной. Что касается расчета толщины стенок, то хотя и существует несколько формул (Ламе, Бах), но надежнее пользоваться практич. данными, выработанными наиболее известными заводами, напр., Армстронга. Плунжеры делаются из стали или мелкозернистого твердого чугуна. Поперечины небольших размеров могут быть чугунные; крупные, особенно подверженные толчкам, должны быть стальные. Герметичность между гидравлическим цилиндром и плунжером достигается при помощи сальников с набивкой из пеньковых плетенок, пропитанных салом, или кожаных колец. Для давлений, превышающих 100 *atm*, часто применяют устройство, показанное на фиг. 9, где C представляет кожаное кольцо, прикрепленное к плунжеру A при помощи накладки B.

Так как воду приходится проводить под давлением до 500 *atm*, то следует обращать самое серьезное внимание на трубопровод. Скорость воды в трубах приходится допускать весьма значительную, так как при очень больших давлениях стремятся уменьшать диаметр труб, чтобы увеличить их прочность. Эта скорость доходит в отдельных случаях до 50 *м/ск* (в короткой части трубопровода, которая подвержена наивысшему давлению).

Вопрос о конструкции распределительных вентилей представляет довольно значительные затруднения. Применяемые часто металлические клапаны вследствие значительной скорости воды и большого давления последней быстро разъедаются и требуют частого ремонта; столь же непрочны и вентили, выполненные в виде кранов, т. к. при употреблении нечистой воды они быстро изнашиваются. Лучше работают цилиндрические скальчатые вентили с набивкой из кожаных колец и поршневые с кожаными манжетами. В этом отношении также сказывается преимущество применения паровых мультипликаторов, снабженных парораспределительным устройством и не требующих распределительных органов для воды. Перед вентилями устраиваются сетки для задержания сора. К воде, циркулирующей внутри пресса, рекомендуется добавлять немного мыльной воды.



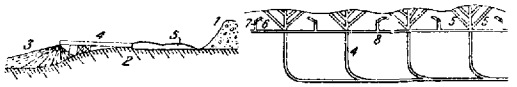
Фиг. 9.

Применение прессов в металлической промышленности. Стальные слитки, отковываемые для судостроения, для изготовления орудий и для многих отраслей крупного машиностроения, с каждым годом получают все бóльшие и бóльшие размеры (до 60 m и свыше). Действие парового молота, если последний недостаточно тяжел по сравнению с поковкой, распространяется, как известно, лишь на небольшую глубину последней. Гидравлический же пресс, работающий не ударами, оказывает свое действие на металл в течение всего времени прессования, отчего это действие распространяется по всей массе металла. Для получения тех же результатов при помощи паровых молотов последним приходилось бы придавать неосуществимые на практике размеры. Кроме того, такие прессы менее громоздки и не требуют столь массивных фундаментов, как паровые молоты, не говоря уже о том, что благодаря плавной работе пресса значительно увеличивается срок службы штам-

пов и других приспособлений. Этим объясняется широкое распространение Г. п., особенно для крупных поковок и для изготовления толстостенных полых предметов из стали или железа. Новейшие крупные Г. п. устраивают в большинстве случаев с мультипликатором, при чем ковочные прессы строят для давлений до 14 000 *т*. Г. п. с мультипликаторами, или, как их иногда называют, парогидравлические прессы, устанавливают преимущественно в крупных кузницах, располагающих достаточным количеством пара и использующих отходящий пар. Собственно Г. п. (без мультипликаторов) применяются гл. обр. на небольших з-дах, при чем насосы для них могут приводиться от электромоторов и трансмиссий. Подсчет кпд гидравлич. и парогидравлическ. прессов и сравнение их с соответствующим коэффициентом парового молота показывают, что термический коэффициент парового молота и Г. п. без мультипликатора приблизительно одинаковы, в то время как кпд соответствующего парогидравлического пресса вдвое выше. Помимо непосредственной обработки металла, Г. п. находят широкое применение в *формовочных машинах* (см.) для надевания бандажей на колеса, для надевания под давлением шкивов, барабанов на валы и т. п. работ. Прессы с паровым или с электрическим нагревом прессовальных плит находят широкое применение в фанерном производстве, а также при изготовлении многих текстильных изделий (трикотажа, шелковых товаров, готового белья и др.). Особенного внимания заслуживают новейшие типы быстроходных гидравлическ. прессов, силою от 5 до 2 000 *т*, применяемых для прессования фарфора, целлюлозы, картона, роговой массы и т. п., а также для вулканизации резиновых пластин. Подъемные цилиндры в таких прессах работают от гидравлич. аккумулятора, обслуживающего несколько прессов. Благодаря такому устройству отпадает надобность в механизмах для управления подъемными цилиндрами. Рабочее же давление регулируется при помощи особых золотников или вентилей. Г. п. специальной конструкции начали применять за последнее время для прессования сердечников копировальных карандашей. Особенно широкое применение Г. п. находят в производстве питательн. веществ, гл. обр. для добывания растительного масла из различн. семян и плодов (льна, подсолнечника, хлопчатника, мака, маслин, орехов и др.), а также рыбьего жира. Практика показала, что добытые т. о. масла оказываются более чистыми и лучше на вкус, чем полученные химич. путем. Затем следует упомянуть еще о прессах для выжимания сока из винограда и плодов, применяемых в большом количестве за границей для виноделия, а также о прессах для добывания масла какао, о прессах для фильтрования жидкостей и прессах для изготовления макарон.

Лит.: Гавриленко А. П., Механическая технология металлов, ч. III, 5 изд., М., 1925; Жез Л., Ковка и прокатка, ч. I, II, Л., 1928; Hütte производственный, М.—Л., 1927; Schweissguth P. H., Schmieden und Pressen, Berlin, 1923; Schweissguth P. H., Freiformschmiede, T. II, Berlin, 1923; «Z. d. VDI», 1927, *28*, *45*; Machinery's Encyclopedia, v. 4, New York, 1917. **В. Пальм.**

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ россыпей, добыча полезного ископаемого вместе с вмещающей его породой силой струи воды, выходящей под большим давлением из насадки водобоя (брызгала, монитора) и направленной на забой. Размытые водяной струей пески и самотеком или при помощи струи из того же водобоя направляются на шлюзы—прямоугольного сечения желоба, назначение которых, с одной стороны, отделить полезное ископаемое от пустой породы, а с другой—удалить переработанные пески (хвосты) в отвал. На фиг. 1 представлен разрез, а на фиг. 2—план идеальной схемы Г. р. Здесь *1*—залежь полезного ископаемого, почти всегда представляющая наносные отложения, *2*—подстилающие залежь, большей частью, твердокаменные породы, служившие ложем



Фиг. 1.

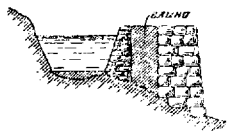
Фиг. 2.

древней долины, *3*—отвал, образовавшийся в результате отложения смытых песков, *4*—шлюз, *5*—почвенные канавы, *6*—водобой, *7* и *8*—подводящие воду трубы. Рассматриваемый способ, изобретенный в Калифорнии в 1852 г. Маттисоном, применим в подходящих топографич. и климатич. условиях для разработки всякого рода обломочных месторождений, но главнейшее свое приложение он нашел при разработке золотых россыпей сначала в Калифорнии, а потом и в других местах земного шара (например, Сибирь, Н. Зеландия, Аляска). Для применения типичного способа Г. р. необходимо, чтобы, помимо россыпи, обладающей достаточными запасами золотоносных песков, были налицо: достаточное количество воды (расход воды по объему во много раз превышает объем добываемых песков), достаточный напор у водобоев (обычно > 40 *м*) и достаточный уклон речной долины для отвода продуктов промывки самотеком. При отсутствии последнего условия приходится прибегать к установке т. н. гидравлического элеватора, что при данном количестве воды уменьшает производительность установки примерно в три раза, или к проводке тоннеля для отвода воды и хвостов.

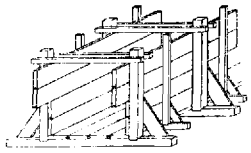
Снабжение водой является основным вопросом при организации Г. р.: это составляет главную статью расхода. Теоретич. количество воды Q (в $м^3$) при проектировании Г. р. определяется по ф-ле: $Q=\alpha Fh$, где F—горизонтальная проекция (в $м^2$) поверхности, с к-рой собирается вода, h—высота (в *м*) столба выпадающих осадков в год, α—коэфф-т потерь вследствие испарения и просачивания (для Европы $\alpha=0{,}33$, для В. Сибири, по данным Ячевского, не более 0,20). В странах с продолжительным зимним или сухим периодом времени предпочитают периодически действующие Г. р. В непрерывно действующих Г. р. приходится или соразмерять производительность с минимумом количества воды в системе или устраивать *водохранилище* (см.).

Подача воды от пруда или от места приема из реки к месту потребления осуществляется

помощью канав, сплотков, или желобов, и трубопроводов (см. ниже). Канавы являются наиболее дешевым способом, и потому они применяются всегда, когда для этого имеются подходящие условия. Обычно канавы проводятся на пологом, более удобном склоне долины; им придают трапецоидальное сечение с откосами боковых стенок, отвечающими углу естественного откоса грунта. При твердом, но трещиноватом грунте дно канавы утрамбовывают глиной; на крутых склонах наружный борт канавы устраивают в виде двойной стенки, сложенной из камня на глине с центральным ядром из утрамбованной глины (фиг. 3). При скалистом или болотистом грунте, при пересечении боковых долин вместо канав устраивают сплотки—деревянные желоба прямоугольного сечения, составленные обычно из досок, соединенных в паз, отдельными звеньями по 4 *м* длиной, при чем иногда стыки перекрываются узкими планками. Конструкция сплотков



Фиг. 3.



Фиг. 4.

приведена на фиг. 4. При переброске воды с одного склона неглубокой боковой долины на другой сплотки помещаются на козлах. Вместо сплотков иногда укладывают металлические желоба.

При расчете открытых водопроводов необходимо знать: расход воды Q, скорость течения в канаве (желобах) V, поперечное сечение потока F (последнее определяется из ур-ия $F=\frac{Q}{V}$ или же из ур-ия $F=pR$, где p—мокрый периметр, а R—гидравлич. радиус) и угол α наклона канавы ($\sin\alpha=\frac{H}{L}$, где H—общее падение канавы, а L—ее длина). Расчетное количество воды Q должно отвечать расходу на месте потребления и потерям в водопроводе, которые Лонгридж, основываясь на данных американ. практики, определяет в 25% от расхода на месте потребления. Большие скорости вызывают значительные потери в напоре, но зато позволяют уменьшить сечение водопровода. Практика указывает следующие применявшиеся скорости воды в разного рода водопроводах: в канавах—от 0,6 до 1,3 *м/сек*, в сплотках—от 0,8 до 2,4 *м/сек*, в желобах—до 3,6 *м/сек*.

Для расчета уклона Лонгридж рекомендует пользоваться следующей ф-лой:

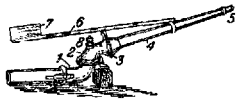
$$H=0{,}306\left(\frac{V}{K}\right)^2\cdot\frac{1}{R}\ м \text{ на } 1\ км,$$

где V, R и H даны в *м*, а K—коэффициент, зависящий от характера стенок водопровода; так, для канав с ровным галечным дном и правильными закруглениями коэффициент $K=0{,}5$, для деревянных сплотков из строганных досок $K=0{,}8$, для прямых и гладких желобов $K=1{,}0$. В Калифорнии приняты уклоны канав в 1,8—4,0 *м* на 1 *км*, сплотков в 5,0—7,1 *м* на 1 *км*.

В некоторых случаях приходится переходить от открытых водопроводов к закрытому—трубопроводу, а именно: при переброске воды через глубокие боковые долины или с одного склона главной долины на другой, при пересечении невысоких холмов и при подводе воды от напорного ларя к потребляющим приборам. Трубы при Г. р. применяются металлические, железобетонные и деревянные. Диаметры труб достигают больших величин: металлических—до 1,1 *м*, деревянных и железобетонных—до 1,65 *м*. Представление о размерах водопроводов при Г. р. могут дать следующие примеры. Водопровод, устроенный предприятием Yukon Gold Mining C° для снабжения водой Г. р. и гидростанции, имеет общее протяжение свыше 100 *км*, из которых на сплотки приходится 24 *км*, на канавы—59 *км* и на трубы—19 *км*. Вода доставляется с напором в 150 *м* в количестве до 21,2 $м^3$ в мин. Размеры канавы: ширина у дна 2,7 *м*; слой воды—около 1 *м*, уклон—1 *м* на 1 *км*; размеры сплотков: шириной 1,8 *м*, выс. 1,2 *м*, уклон 2,6 *м* на 1 *км*; трубы уложены стальные и деревянные, диам. от 1,0 до 1,35 *м*. В месте пересечения р. Клондайка устроен грандиозный сифон из стальных труб в 1,1 *м* диам., проложенных по специальному железному мосту. Общая стоимость гидравлич. установок (с электрическ. станцией)—ок. 7 млн. р.

Обычно в тех случаях, когда открытый водопровод переходит в закрытый, а также перед питательным водопроводом, устанавливается напорный ларь с недоходящими до дна перегородками для улавливания плывущих с водой разных предметов. Устье трубы д. б. на 0,5—1,0 *м* ниже уровня воды в ларе. Напорный ларь снабжается водоспуском, через который спускают воду, когда останавливается действие приборов.

Помощью питательного водопровода, состоящего из магистральной питательной линии и распределительных труб, вода подается к водобоям. Водобой состоит из следующих частей (фиг. 5):



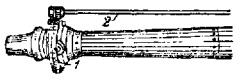
Фиг. 5.

1 — колено, прикрепляемое болтами к фундаментной балке, которая укладывается на почве выработки и заваливается крупными камнями, *2* — шлем, сочленение которого с коленом допускает поворот в горизонтальной плоскости шлема и всей вышележащей части; фланец шлема снабжен закраинами, к-рые охватывают фланец колена, а уплотнение стыка достигается резиновыми или кожаными прокладками, помещаемыми в кольцевые выемки; *3*—яблоко, служащее для перемещения кольцевой части водобоя в вертикальной плоскости на угол до 45°; *4*—конус, закапчивающийся насадкой *5* для направления струи; *6*—рычаг с противовесом *7*, служащий для управления водобоем. В больших водобоях устраиваются шариковые подшипники и для надежности (при больших напорах) сочленение шлема с коленом снабжается центральным болтом *8*. Конус водобоя снабжается внутри направляющими (фиг. 6), назначение к-рых—остановить вращение струи. При

мощных установках и больших напорах для изменения направления струи применяется дефлектор (фиг. 7), к-рый помещается между конусом и насадкой, свободно вращается на



Фиг. 6.



Фиг. 7.

шарнире Кардана *1* и управляется рычагом *2*: когда вытекающая струя отклоняется дефлектором, она в силу реакции толкает водобой в противоположном направлении; рычаг легко приводится в движение и делает возможным точное управление водобоем. Скорость истечения воды из насадки определяется ф-лой:

$$V = k' \cdot k\sqrt{2gH},$$

где H—полный напор, представляющий разность горизонтов насадки и уровня воды в напорном ларе; k—кпд водопровода, равный ок. 0,80; k'—кпд водобоя, равный по Гарраду 0,94, а по Лонгриджу 0,80—0,85.

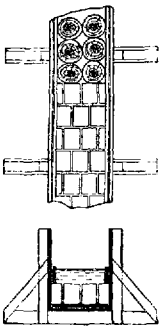
При работе одним водобоем обычно сначала делают вруб у плотика россыпи и затем смывают вышележащий материал; после этого струей из водобоя, а в некоторых случаях так называемой проходной водой из ручья или речки, протекающей в долине, помогают смытой массе материала продвигаться по канавам, углубленным в плотике от забоя до головной части шлюзов. Затем происходит тщательная зачистка плотика от смываемого материала, часто обогащенного драгоценным металлом. Крупные валуны или разбуриваются или удаляются с помощью дерриков.

Для беспрерывной работы необходимо иметь два забоя, из которых один находится в разработке, а в другом происходит зачистка почвы и перестановка водобоев. Для непрерывной работы по размыву требуются два одновременно работающие водобоя в каждом забое, из к-рых один является вспомогательным для подачи смытого материала в шлюз. Водобои д. б. расположены на таком расстоянии от забоя, чтобы, с одной стороны получался удовлетворительн. эффект от действия струи, а с другой, была гарантирована безопасность людей и аппаратов от обвалов породы. Обычно водобои работают при напорах в 60—120 *м*, в нек-рых установках—до 180 *м*. Соответствующая последней цифре дальность полета струи равна ~200 *м*, а высота 50 *м*. Для получения лучшего результата струя направляется к забою под острым углом.

Из канав смытый материал поступает на ш л ю з ы. Главное назначение шлюзов, помимо окончательного разрыхления (протирки) материала и удаления переработанных продуктов в отвал,—улавливание частиц золота и других драгоценных металлов, для чего шлюзы снабжаются особыми приспособлениями—трафаретами. Обычные размеры шлюзов: длина 200—2 000 *м*, ширина 0,6—1,8 *м*, глубина 0,6—1,0 *м*. Шлюзы делаются из дерева, редко—из железа; деревянные конструкции имеют двойные боковые стенки, а в случае ординарных стенок последние обиваются железом для предохранения от износа крупными камнями. Для безостановочной работы иногда устраивают двойные шлюзы: пока на одном шлюзе происходит съемка золота, другой шлюз работает. Двойные шлюзы устраиваются также при разработке оловосодержащих наносных отложений. При проектировании трасы шлюзов надо, по возможности, избегать закруглений. Скорость плывущей по шлюзам мути д. б. достаточной для того, чтобы транспортировался наиболее крупн. обломочный материал; однако эта скорость не д. б. слишком большой, чтобы не сносилось со шлюзов золото. Чем мельче в россыпи золото, тем меньше д. б. скорость потока на шлюзах, и наоборот. Для определения соотношения между скоростью потока и величиной проносимого обломочного материала можно руководиться следующими эмпирич. числами:

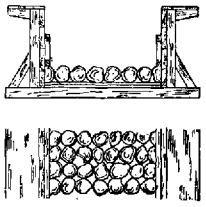
Характер материала по крупности	Скорость в *м/мин*
Ил	4,5
Мелкий песок	9,0
Мелкая галька	18,0
Галька до 25 *мм* в поперечнике	36,0
» » 50 » » »	60,0
Валуны в 80—100 » » »	100,0
» » 150—200 » » »	120,0

Для нормально действующих Г. р. шлюзы устраивают с уклоном в 0,04—0,05. При невозможности получить необходимый уклон устраивают гидравлический элеватор или используют проходную воду; иногда же путем проходки тоннеля находят выход в соседнюю ниже лежащую долину.

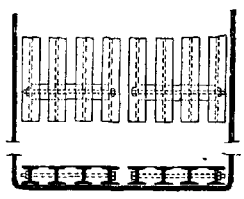


Фиг. 8.

Золотоулавливающие приспособления шлюзов при Г. р. — трафареты—представляют собою деревянные бруски круглой или прямоугольной формы, уложенные с зазорами (фиг. 8), или небольшие одинаковых размеров валуны (фиг. 9), или же рельсы, уложенные вдоль, а иногда поперек шлюзов (фиг. 10). Все эти приспособления далеко не совершенны. Поэтому для лучшего улавливания золота устраивают по длине шлюза через некоторые промежутки п о д ш л ю з к и, на которых струей меньшей скорости и



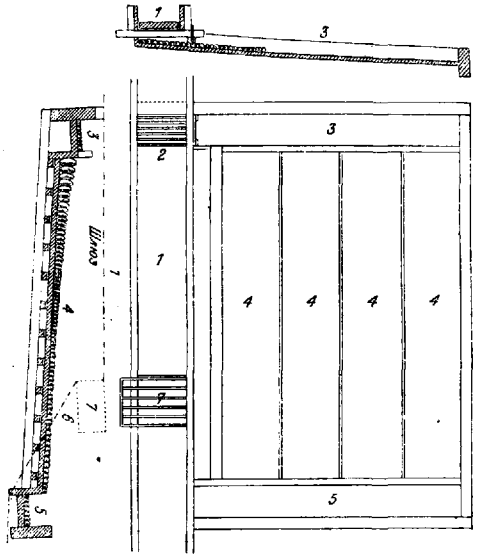
Фиг. 9.



Фиг. 10.

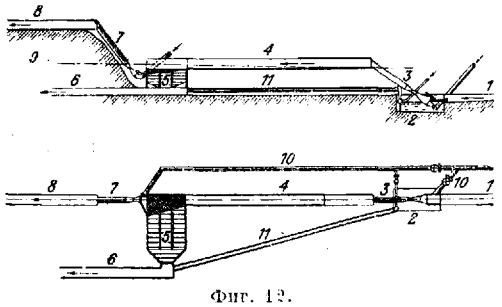
бо́льшей ширины промывается мелкий материал. Конструкция подшлюзка изображена на фиг. 11. На главном шлюзе *1* дно в определенном месте заменяется колосниками *2*, через которые проваливаются песок, мелкая галька и часть воды. Провалившийся материал поступает в расположенный

под прямым углом к главному шлюзу жолоб—американку *3*. Через отверстия в боковой стенке американки материал направляется на шлюзы обычного типа *4* (где улавливается бóльшая часть золота) и поступает в сборный жолоб—американку *5*, откуда снова возвращается в главный шлюз. С этой целью главный шлюз устраивается с уступом *6* или же ему придается тотчас за колосниками большой уклон. Часто при уступах для удаления со шлюзов крупных камней кладутся с уклоном колосники 7. На Г. р. North Bloomfield Mining C° (Калифорния) при длине главного шлюза ок. 500 *м* подшлюзки устроены на расстоянии 18, 27, 54 и



Фиг. 11.

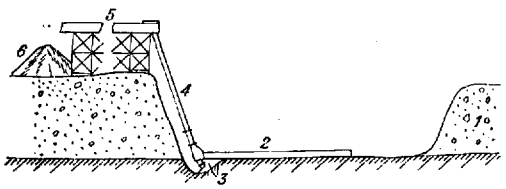
240 *м* от начала шлюза. На Ленских промыслах (река Ныгри) в конце шлюза (25,6 *м* длины) имелся 1 подшлюзок, длиною 10,6 *м*, шир. 5,8 *м*, при уклоне 1:12,5. При промывке на главном шлюзе и на подшлюзках применяется ртуть; заливка ртути особенно необходима при преобладании мелкого золота. Сполос шлюзов и съемка золота производятся по возможности редко (иногда лишь



Фиг. 12.

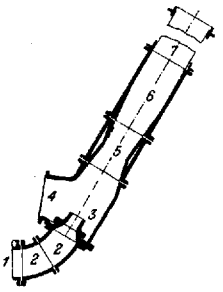
два раза в операционный период). По данным калифорнийских разработок, на первых 60 *м* шлюза оседало около 80 % всего уловленного на шлюзах золота, общая же добыча составляла 60—85% золота, содержащегося в месторождении; остаток уходил главным образом в хвосты.

Гидравлические элеваторы служат для подъема воды, песка и гальки на некоторую высоту; они применяются при недостаточном уклоне плотика и при залегании россыпи ниже поверхности окружающей



Фиг. 13.

местности. На фиг. 12 представлен схематический план и разрез установки при недостаточном уклоне плотика: здесь *1*—почвенная канава; *2*—зумпф; *3*—головной гидравлич. элеватор (инжектор), подающий материал из зумпфа в головную часть шлюза *4*, расположенного на козлах; *5*—подшлюзок, на который направляется мелкий материал (песок), уносимый текущей водой по канаве *6*; *7*—хвостовой гидравлич. элеватор (инжектор), подающий крупный обломочный материал (гальку) через шлюз *8* в отвал *9*; наконец, *10*—трубы, подающие воду под напором к элеваторам, а *11*—труба, подводящая добавочную воду к канаве подшлюзка. Описанная установка действовала в нижнем течении р. Ныгри Олекминского золотопромышленного района. На фиг. 13 представлена схема установки для второго случая: здесь *1*—золотоносный материал, *2*—плюз на плотике россыпи, *3*—зумпф, *4*—элеватор, *5*—шлюз на поверхности окружающей местности и *6*—отвал. На фиг. 14 изображена конструкция элеватора: *1*—фланец водонапорной трубы, *2*—изогнутая соединительная труба, *3*—насадка, *4* — приемное отверстие, *5* — горловина (цельная, а иногда и составная отливка) из специальных сортов стали, *6*—внешняя коническая часть и *7*—отводящая труба. Чтобы предотвратить попадание в элеватор крупных камней, могущих остановить его работу, перед зумпфом устраивается задерживающая их решетка. Угол наклона элеватора 35—45°; высота подъема обычно равна 6—7,5 *м*, но в некоторых случаях доходит даже до 27 *м*. Считается, что от 50 до 66% всей воды под напором расходуется на работу самого элеватора и только остальное количество—на полезную работу водобоев. Высота подъема элеватора составляет 10—20% напора воды в насадке. Более высокий подъем м. б. осуществлен путем ступенчатой установки; в этом случае около 33% всей расходуемой на подъем воды идет на нижний элеватор и около 67%—на верхний. Вес твердого материала, поднимаемого элеватором, составляет не более 5% (обычно 2—3%) веса поднятой массы. Низкий кпд гидравлич. элеваторов вызвал попытки за-



Фиг. 14.

менить их механич. элеваторами, работающими на энергии, получаемой от гидроэлектрич. станций. Однако, механич. элеваторы не получили распространения главн. обр. в силу малой их подвижности, плохой работы центробежных насосов и усложнения процесса. Гидравлическ. элеваторы дают возможность сильно укоротить шлюзы (до нескольких десятков *м*) в виду сильного перетирающего и разрыхляющего действия засасывающей и ударяющей струи воды из насадки, что сводит функцию шлюзов только к улавливанию золота и перепосу материала в отвал.

Задалживание людей при Г. р. нормального типа невелико; при каждом работающем водобое задалживается один человек; кроме того, задалживаются рабочие при перестановке водобоя и труб, проведении почвенных канав, наращивании шлюзов, разбивке и уборке крупных камней. Наличие гидравлического элеватора увеличивает задалживание людей: обычно 1—2 рабочих постоянно задалживаются при зумпфе элеватора, и, кроме того, почти всегда необходима установка небольшого водобоя в конце шлюзов для разравнивания отвала. На предприятии Pioneer Mining C° задолжено при водобоях в разрезе 2 чел., при водобое на отвале—1 чел., при элеваторе—2 чел., на уборке камней—2 чел. с двумя лошадьми и на разных работах—1 чел.; всего—8 чел.

Производительность Г. р., требующих крупных первоначальных затрат, особенно велика при благоприятн. водных условиях. Для крупнейших гидравлических разработок зафиксированы следующие размеры годовой производительности, которой они достигли в разные годы своей работы:

Предприятия	Производительность в $м^3$
Yukon Gold Mining C°	до 2 500 000
North Bloomfield Mining C°	» 2 200 000
La Grange Mine C°	» 520 000
North Columbia Gold Mining C°	» 450 000

Факторы, определяющие производительность, таковы: полезная работа единицы израсходованной воды под данным напором; количество воды, расходуемое в сутки, и продолжительность годовой операции. Под выражением полезная работа понимается число $м^3$ породы, которое может быть смыто и перенесено по шлюзам в течение 24 ч. при расходовании определенного количества воды в минуту. В С. Ш. А. работа на Г. р. измеряется так наз. рудничным дюймом (miner's inch), т. е. количеством воды, вытекающим в минуту из прибора через стандартное отверстие в 1 дм.^{2} (6,5 $см^2$) под напором в 6,5 дм. (16,5 *см*), что составляет 43,3 *л/мин.* Лонгридж определяет отношение между объемом размытого грунта и объемом израсходованной воды в 1 : 34,1. В действительности величина полезной работы одного $м^3$ израсходованной воды варьирует в широких пределах (табл. 1).

Табл. 1.—Полезная работа воды при различных условиях.

Наименование предприятия	Наличие гидравл. элеватора	Уклон местности	Величина напора в *м*	Высота размываемого забоя в *м*	На $м^3$ грунта приходится $м^3$ воды
Bonanza Creek, Досон, Аляска	нет	0,084	—	6,0	16
» » » »	»	0,084	—	10,5	12
» » » »	»	0,084	—	22.5	10
Yukon Gold Mining C°, Аляска	»	—	~ 150	от 3 до 45	13
North Bloomfield Mining C°, Калифорния, 1876 г.	»	—	—	60	19
» » » » 1877 г.	»	—	—	80	21
La Grange Mine C°, Калифорния, 1908 г.	»	—	180	45	11
Glacier Creek, Ном, Аляска	есть	0,042	~ 70	6	130
Basin Creek, » »	»	0,056	70	6	80
Ophir Creek, Каунсил, Аляска	»	0,070	70	2.4	54
North Columbia Gold Mining C°, Брит. Колумбия	нет	0,028	42	18	197
» » » » » »	»	0,028	36	5	266

Поэтому при проектировании Г. р. необходимо руководиться данными предприятий, работавших в аналогичных условиях с проектируемыми.

Стоимость добычи и промывки 1 $м^3$ золотосодержащего материала россыпей колебалась, как и полезная работа, в очень широких пределах—от 8 до 65 к., а при особо неблагоприятных условиях до 1 р. 50 к. В табл. 2 приводятся данные о стоимости добычи и промывки 1 $м^3$ материала (без амортизации) в некоторых крупнейших американских установках.

Табл. 2.—Стоимость добычи и промывки 1 $м^3$ материала.

Наименование предприятия	Годы	Годовая производительность в $м^3$	Стоимость добычи и промывки $м^3$ в коп.
La Grange Mine C°	1908	—	8,2
North Bloomfield Mining C°	1876	2 220 000	8,5
Yukon Gold Mining C°	1913	2 185 000	25.2
North Columbia Gold Mining C°	1910—13	215 000	30,2
» » » »	1910—13	135 000	50,1
Wild Goose Mining C°, Аляска	1910	114 000	106.0

Распределение расходов на 1 $м^3$ по отдельным статьям приведено в табл. 3.

В России первые Г. р. были организованы пнж. Шостаком в нижнем течении р. Ныгри в Ленско-Олекминском золотопромышленном районе в 80-х гг. прошл. в. Разработки происходили в трудных условиях с применением гидравлич. элеватора, при небольшой годовой производительности и высокой стоимости добычи. Позднее, в 1916 году, в той же долине р. Ныгри (среднее течение) вновь были поставлены Г. р., также давшие

Табл. 3.—Расходы на 1 м³ материала в %.

Статьи расхода \ Предприятия	North Bloomfield	La Grange	North Columbia
Рабочая сила	42,8	60,0	66,4
Вода	23,4	13,3	9,9
Материалы	15,2	16,7	15,3
Взрывчатые материалы	10,8		
Поддержание канав	—	—	1,7
Разные	7,8	10,0	6,7
Итого	100,0	100,0	100,0

неудачные результаты. Действовали Г. р. и в Енисейской тайге, в Забайкалии и на Дальнем Востоке. Довольно много маломощных Г. р. функционировало на Алтае. Однако, этот дешевый и в некоторых случаях единственно применимый способ до 1914 года не получил широкого распространения в России, главным образом по причине недостатка капитала в русской золотопромышленности. Ныне, в связи с общим восстановлением золотопромышленности СССР и реконструкцией приискового хозяйства на основе применения рациональных механизированных способов добычи золота, восстановлены и действуют почти все Г. р., работавшие до 1914 года.

Лит.: Шостак М. А., Гидравлич. разработка золотоносных пород в применении к сибирским приискам, «ГК», 1891, т. 2, *4—6*; Реутовский В., Гидравлическ. способ разработки золотых россыпей, «Вестник золотопромышленности», Томск, 1893—94, *1—21*; Барбот де-Марни Е. Н., Аляска и ее золотопромышленность, П., 1915; Прокопьев Е. П., Одна из модификаций гидравлического способа разработки россыпей, «Вестник Горной академии», М., 1923, т. 1, вып. 2; Чечотт Г. О., Гидравлич. разработка, Технич. календарь для золото- и платинопромышленников на 1913 г., ч. II, стр. 53—169, СПБ, 1913; Longridge C., Hydraulic Mining, L., 1910; Garrard J., Hydraulic Tin Mining in Swaziland, «Trans. Inst. Min. a. Met.», N. Y., 1917, v. 26; Janin C., Placer Mining Methods and Operating Casts, «U. S. Bureau of Mines, Bull.», Wsh., 1916, *121*; Hughes A. D., Hydraulic Mining at Atlin, «Min. and Scient. Press», San-Francisco, 1915, Apr. 24; Peele R., Min. Engineers' Handbook, 2 ed., v. 1, p. 898, N. Y., 1927 (обширн. лит. на англ. языке). **Е. Прокопьев.**

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСТВОРЫ, строительные растворы, употребляемые в строительной технике для образования монолитов каменной и бетонной кладки из естественных или искусственных каменных материалов. Строительные растворы бывают воздушные и гидравлические. Гидравлические растворы состоят из смеси гидравлического *вяжущего вещества* (см.), песка и воды; смесь же только вяжущего вещества с водой носит название теста. В виду того, что гидравлическое тесто обладает избыточной механическ. прочностью, а также при твердении в больших массивах может давать трещины усыхания как очень жирный состав, то к нему в качестве инертного отощающего вещества добавляют песок, который устраняет возможность появления трещин усыхания и значительно понижает стоимость раствора; в то же время раствор дает достаточную механическую прочность. Так как пески по своему гранулометрическому составу различны, то и количество вяжущего вещества для достижения той или иной механич. прочности меняется. Наибольшая прочность раствора при наименьшей его стоимости будет достигнута тогда, когда раствор содержит столько вяжущего вещества, что им заполнены все пустоты между зернами песка и имеется еще нек-рый избыток для обволакивания зерен. Отношение d объема теста к объему пустот дает масштаб плотности раствора. В зависимости от рода сооружения выбирается соответственная величина d. При заготовлении раствора для больших массивов бетона d выбирают не меньше 1,1, а в тонких железобетон. плитах d доходит до 1,25. Обозначим: S—общий объем песка, h_s—отношение объема пустот в песке к общему его объему S, z—объем теста вяжущего вещества; тогда

$$d = \frac{z}{h_s S}.$$

Если объем пустот в вяжущем веществе обозначим через h_z, то из одной объемной единицы вяжущего вещества и w объемн. единиц воды получим объем плотн. теста раствора

$$z = 1 - h_z + w.$$

При удельном весе вяжущего вещества p и объемном весе q получим:

$$1 - h_z = \frac{q}{p} = v, \text{ след., } z = v + w.$$

Т. о., для плотного раствора допускается объемных единиц песка:

$$S = \frac{z}{dh_s} = \frac{v+w}{dh_s}.$$

Из одной объемной единицы вяжущего вещества, w объемн. единиц воды и S объемн. единиц песка получим следующее количество объемных единиц плотного раствора:

$$m = z + (1 - h_s) S.$$

Т. о., для единицы объема раствора необходимо: $\frac{1}{m}$ объемных частей вяжущего вещества, $\frac{w}{m}$ воды, $\frac{S}{m}$ песка. Выход раствора a есть отношение полученного объема раствора к сумме затраченных объемов вяжущего вещества и песка, т. е.

$$a = \frac{m}{1+S}.$$

Напр., если вяжущее вещество—цемент с $p=3{,}13$ и $q=1{,}4$, то, выбирая $d=1{,}15$ и для воды опытную величину $w = 0{,}40 + 0{,}08S$, получим:

$$S = \frac{0{,}85}{1{,}15 h_s - 0{,}08}.$$

На основании этих ф-л можно рассчитать пропорции составных частей раствора для песков различной плотности. В табл. 1 приведены данные для песков, имеющих плотность h_s от 0,45 до 0,20.

Табл. 1.—Объемы элементов гидравлических растворов в зависимости от плотности песка h_s.

Плотность песка h_s	Объемные единицы: цемент	песок S	вода w	раствор m	На 1 м³ готового раствора требуется: цемента $\frac{1}{m}$ м³	цемента $\frac{1400}{m}$ кг	воды $\frac{w}{m}$ м³	песка $\frac{S}{m}$ м³	Выход раствора a
0,45	1	1,95	0,55	2,07	0,485	680	0,267	0,945	0,70
0,40	1	2,23	0,58	2,37	0,423	590	0,245	0,945	0,73
0,35	1	2,63	0,61	2,78	0,360	503	0,219	0,950	0,77
0,30	1	3,21	0,66	3,36	0,298	417	0,196	0,955	0,80
0,25	1	4,12	0,73	4,26	0,235	328	0,171	0,965	0,83
0,20	1	5,67	0,85	5,83	0,171	240	0,145	0,970	0,88

Объем пустот в песке и гравии м. б. определен следующ. образом: берут какой-нибудь сосуд определенного объема, наприм., в 1 *л*, наполняют его испытуемым песком или гравием и взвешивают, затем материал высыпают в запасный сосуд, а в литр наливают $^1/_3$ *л* воды и осторожно всыпают в воду из запасного сосуда весь песок, доливают литр с песком до верха (вровень с краями) водой и взвешивают. Разность между последним весом и первым, деленная на 10, т. е. отнесенная к 100 *см*^{3}, и даст объемный процент пустот в испытуемом песке.

Вяжущие вещества, которые применяются для гидравлических растворов, представляют собою:

1. Гидравлическая известь—продукт, получаемый умеренным обжигом, не доводимым до спекания, мергелистых известняков, не доломитизированных или доломитизированных, обладающий свойством при смачивании его водой полностью или частью рассыпаться в порошок (гаситься) и твердеть в воде; изготовляется в виде кусков негашеной извести (кипелка) или в виде тонкого порошка гашеной извести (пушонка). В зависимости от содержания глинистых примесей гидравлическая известь называется слабой или сильной. Негашеная гидравлическая известь, будучи достаточно смочена водой, должна гаситься. Срок твердения, определяемый лабораторным путем, для слабо гидравлической извести должен быть не более 7 дней. Раствор состава—по весу 1 часть гидравлической извести и 5 частей нормального песка—должен обладать механическими свойствами не ниже указанных в табл. 2.

Табл. 2.—Механические свойства гидравлической извести состава 1:5.

Условия твердения (число дней)		Временное сопротивление (в *кг/см*^{2})	
в воздухе	в воде	на растяжение	на сжатие
Слабая гидравлическая известь			
21	7	2	6
21	35	3	10
28	—	10	30
66	—	15	45
Сильная гидравлическая известь			
7	7	5	12
7	59	8	20
28	—	15	45
66	—	20	60

2. Роман-цемент—продукт, получаемый механическим измельчением в тонкий порошок предварительно обожженных при $t°$, не доводящей материал до спекания, естественных глинистых или магнезиальных мергелей или же искусствен. смесей магнезиальных известняков или доломитов с глинистыми материалами; продукт этот после обжига при смачивании водой не гасится, но тесто из роман-цемента твердеет в воде. Раствор роман-цемента с песком в пропорции по весу 1 : 5 должен через 28 дней после затворения с водой удовлетворять след. механич. условиям: по нормам 1925 г., образцы роман-цемента, хранившиеся на воздухе, должны иметь временное сопротивление на растяжение 6 *кг/см*^{2}, на сжатие—48 *кг/см*^{2}; образцы, хранившиеся в воде, должны дать врем. сопротивление на растяжение 4 *кг/см*^{2}, на сжатие—32 *кг/см*^{2}.

3. Портланд-цемент—продукт тончайшего перемола клинкера, получаемого равномерным и сильным обжигом до спекания тщательно дозированных искусственных смесей материалов, содержащих углекислую известь и глину, или естественных материалов (глинистых известняков—мергелей) надлежащего состава; при применении искусственных смесей глина может быть заменена полностью или частично доменным шлаком надлежащего состава. Количество посторонних веществ, прибавляемых к продукту после обжига для урегулирования его свойств, не должно превышать 3% по весу. Отношение % содержания по весу окиси кальция (CaO) к сумме % содержания по весу кремнезема, глинозема и окиси железа ($SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$), т. е. значение величины основного или гидравлического модуля

$$\frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

в готовом продукте должно заключаться в пределах от 1,7 до 2,4. Портланд-цемент, в котором отношение % содержания по весу кремнезема (SiO_2) к сумме % содержания по весу полуторных окислов ($Al_2O_3+Fe_2O_3$), называемое кремнеземным модулем, превышает 3,5,—называется кремнеземистым. Количество ангидрида серной к-ты (SO_3) в готовом продукте после прибавления регулирующих примесей не должно превышать 2,5%, а количество MgO—3%. Чистый портланд-цемент должен дать врем. сопротивление на растяжение через 7 дн. не менее 25 *кг/см*^{2}, через 28 дн.—35 *кг/см*^{2}. Раствор портланд-цемента с нормальным песком в пропорции 1:3 по весу должен дать врем. сопротивление на растяжение через 7 дней не менее 10 *кг/см*^{2}, через 28 дн.—14 *кг/см*^{2}, а временное сопротивление на сжатие через 28 дней—не менее 140 *кг/см*^{2}.

4. Глиноземистый, или бокситовый, цемент—продукт тонкого перемола вещества, получаемого сильным обжигом до сплавления или спекания смесей материалов, богатых глиноземом (бокситы) с известью или известняком. Этот цемент характеризуется быстрым возрастанием механич. сопротивления изготовленных на нем растворов, при чем времен. сопротивление на сжатие и растяжение д. б. не ниже, чем у портланд-цемента.

5. Известково-шлаковые цементы—продукты совместного перемола или теснейшего смешения порошкообразной гашеной извести с предварительно измолотыми в тонкий порошок гранулированными основными доменными шлаками; весовое содержание гашеной извести в готовом продукте—от 10 до 30%.

6. Известково-пуццолановые цементы—продукты совместного перемола или теснейшего смешения порошкообразной гашеной извести с предварительно измолотыми в тонкий порошок естественными

гидравлическими добавками; весовое содержание гашеной извести в готовом продукте—от 10 до 30%.

7. Шлако-портланд-цементы — продукты, получаемые путем тщательного механического смешения заводским путем портланд-цемента с тонко измельченным основным гранулированным доменным шлаком надлежащего состава; весовое содержание шлака—от 30 до 70% всей смеси. Состав основного доменного шлака, получаемого при плавке чугуна на минеральном топливе, должен удовлетворять требованию, чтобы весовое отношение основных окислов (CaO + + MgO) к кислотным ($SiO_2+Al_2O_3$) было во всяком случае более 1. Количество SO_3 в готовом продукте не должно превышать 3%, MgO—4%. Раствор шлако-портланд-цемента с нормальным песком в пропорции 1 : 3 по весу должен дать времен. сопротивление на растяжение через 7 дней не менее 10 *кг/см²*, через 28 дней—14 *кг/см²*, а временное сопротивление на сжатие через 28 дней—не менее 140 *кг/см²*.

8. Пуццолановые портланд-цементы—продукты, получаемые путем тщательного механическ. смешения заводским путем портланд-цемента с тонко измельченными гидравлическими добавками. Весовой % содержания портланд-цемента в продукте определяется в зависимости от состава и свойств добавок. Раствор пуццоланового портланд-цемента с нормальным песком в пропорции 1 : 3 по весу должен дать времен. сопротивление на растяжение через 7 дней не менее 10 *кг/см²*, через 28 дней—14 *кг/см²*, а временное сопротивление на сжатие через 28 дней—не менее 140 *кг/см²*.

Гидравлические добавки в порошкообразном состоянии, затворенные с водой, неспособны самостоятельно отвердевать, но в смеси с известью образуют тесто, способное отвердевать в воде; те же добавки применяются и в смеси с портланд-цементом. Гидравлическ. добавки разделяются на: естественные, встречающиеся в готовом виде и не требующие для своего применения никакой обработки, кроме отсеивания и измельчения, и искусственные, получающиеся после термической и механической обработки естественных материалов.

К естественным гидравлическим добавкам относятся: 1) пуццоланы, встречающиеся в природе в виде измельченных порошкообразных пород; это—рыхлые вулканич. туфы, например, римская и неаполитанская пуццолана, санторинская земля; 2) трасы, встречающиеся в виде б. или м. твердых пород, требующих для своего употребления механич. измельчения; это—твердые вулканич. туфы, например, андернахский трас, карадагский трас, находящийся на горе Кара-Даге в Крыму; 3) кремнеземистые осадочные породы рыхлого сложения: диатомовая (инфузорная) земля, кизельгур, трепел.

К искусственным гидравлическим добавкам относятся: 1) гранулированные основные доменные шлаки — обладают слабыми гидравлическ. свойствами и могут отвердевать самостоятельно, но в виду того, что пуццоланич. свойства в них выражены очень резко, относятся к гидравлич. добавкам; 2) глинистые материалы, надлежащим образом обожженные и измельченные в тонкий порошок, также называемые *цемянками* (см.)—обожженная глина, битый кирпич; 3) гезы или аналогичные им природные богатые кремнеземом материалы, предварительно подвергнутые обжигу и затем измельченные.

Основной процесс, придающий Г. р. устойчивость и обусловливающий их долговечность, есть процесс карбонизации, т. е. превращения $Ca(OH)_2$ в $CaCO_3$. Главными составными частями гидравлич. цементов, применяемых для Г. р., являются: кремнезем SiO_2, глинозем Al_2O_3 и известь CaO; поэтому Г. р. могут дать устойчивые в природных водах системы лишь в том случае, если значительная часть извести успеет превратиться в $CaCO_3$ прежде, чем произойдет выщелачивание извести как свободной $Ca(OH)_2$, так и связанной в виде силикатов и алюминатов. При затворении обыкновенного портланд-цемента ограниченным количеством воды протекают следующие реакции:

$$3\,CaO\cdot SiO_2+4{,}5\,H_2O=CaO\cdot SiO_2.2{,}5\,H_2O+2\,Ca(OH)_2;$$
$$2\,CaO\cdot SiO_2+3{,}5\,H_2O=CaO\cdot SiO_2.2{,}5\,H_2O+Ca(OH)_2;$$
$$3\,CaO\cdot Al_2O_3+Ca(OH)_2+11\,H_2O=4\,CaO\cdot Al_2O_3.12\,H_2O.$$

В результате этих реакций образовываются студни $Ca(OH)_2$, $CaO\cdot SiO_2.2{,}5\,H_2O$ и $4\,CaO\cdot Al_2O_3.12\,H_2O$, перекристаллизовывающиеся со временем и превращающие тестообразный раствор в прочное камневидное тело. Эта прочность главным образом зависит от кристаллизации $Ca(OH)_2$. При действии неограниченных масс воды на отвердевший раствор с течением времени происходят дальнейшие реакции, а именно:

$$CaO\cdot SiO_2.2{,}5\,H_2O+nH_2O=Ca(OH)_2+SiO_2+mH_2O;$$
$$4\,CaO\cdot Al_2O_3.12\,H_2O+nH_2O=$$
$$=4\,Ca(OH)_2+Al_2O_3.3\,H_2O+m_1H_2O.$$

Т. к. кристаллы $Ca(OH)_2$ переходят в раствор, то в результате образуются коллоидальные рыхлые массы кремнезема, глинозема и водного раствора гидрата извести, т. е. происходит полное разрушение затвердевшего раствора. Развитие и течение этих процессов обусловливается тем, что силикаты и алюминаты извести, образующиеся в первые периоды действия воды на цемент, нерастворимы и устойчивы только тогда, когда окружающая их вода содержит в растворе определенное количество гидрата извести. Если вода содержит меньшее количество извести, то она разлагает вышеупомянутые силикаты и алюминаты и вымывает из них известь до тех пор, пока концентрация последней в растворе не достигнет определенной величины. Предельная концентрация гидрата извести в водном растворе, при которой затвердевшие части гидравлического раствора могут сохраняться в твердом кристаллическом состоянии без разложения, следующие:

Для $Ca(OH)_2$	1,30 *г*	CaO	в *л*	раствора
» $4\,CaO\cdot Al_2O_3.12\,H_2O$.	1,98 *г*	»	в »	»
» $CaO\cdot SiO_2.1{,}5\,H_2O$.	0,05 *г*	»	в »	»

Т. к. воды морей, рек и озер никогда не содержат в растворе такого количества гидрата извести, то обыкновенные растворы из портланд-цемента в этих водах должны неизбежно выщелачиваться и со временем

окончательно разрушиться. Но благодаря содержащейся в природных водах и воздухе CO_2 образуется на поверхности раствора нерастворимая корка $CaCO_3$, к-рая постепенно распространяется вглубь и создает наружную стойкость раствора. Это обстоятельство замедляет выщелачивание извести, но при действии природных вод на массу раствора разрушение все же будет продолжаться. В пресных или мало соленых водах разрушение раствора происходит более медленно, а в морских или минерализованных водах этот процесс значительно ускоряется благодаря присутствию сернокислых и магнезиальных солей, образующих с алюминатом извести $4\,CaO\cdot Al_2O_3.12\,H_2O$ сульфоалюминат извести $3\,CaO\cdot Al_2O_3\cdot 3\,CaSO_4.30\,H_2O$ при большом увеличении объема, что вызывает растрескивание раствора, облегчает доступ воды в массу его и выщелачивание; магнезиальные же соли вступают во взаимодействие с $Ca(OH)_2$ и дают растворимый $CaCl_2$ по ур-ию:

$$MgCl_2+Ca(OH)_2=CaCl_2+Mg(OH)_2.$$

Для устранения выщелачивания извести и предупреждения разрушения раствора при твердении под водой к цементам необходимо добавлять в известной пропорции нек-рые добавки, содержащие активный кремнезем, связывающий свободную известь $Ca(OH)_2$, растворимость которой в присутствии таких добавок падает до 0,05 *г* CaO на *л*, т. е. уменьшается почти в 30 раз. Вследствие этого процесс карбонизации успеет распространиться на всю массу раствора прежде, чем произойдет сколько-нибудь заметное выщелачивание водой. Такими являются пуццолании. добавки, которые делают раствор портланд-цемента устойчивым также и в морских или минерализованных водах, так как в присутствии добавок алюминат извести $4\,CaO\cdot Al_2O_3.12\,H_2O$, могущий под влиянием сернокислых солей морской воды перейти в опасный сульфоалюминат извести $3\,CaO\cdot Al_2O_3\cdot 3\,CaSO_4.30\,H_2O$, не может существовать в присутствии активного кремнезема вследствие малой возможной концентрации извести (не более 0,05 *г* на *л*). Так. обр., для получения стойкого Г. р. необходимо к обыкновенным цементам прибавлять добавки, содержащие активный кремнезем.

Наиболее изученные в настоящее время гидравлические добавки содержат:

Римская пуццолана	—ок.	30%	активн. кремнезема
Неаполитанская	»	20%	» »
Карадагский трас	»	30%	» »

Глиноземистый (бокситовый) цемент также дает Г. р., почти совершенно не разрушающиеся в пресных, морских или минерализованных водах. Это свойство объясняется тем, что отвердевшая масса глиноземистого цемента, представляющая смесь $Al_2O_3\cdot 2\,CaO.7\,H_2O$ и $Al_2O_3.nH_2O$, не содержит растворимого гидрата извести. Концентрация же извести, отвечающая равновесию при гидролитической диссоциации алюмината извести $Al_2O_3\cdot 2\,CaO.7\,HO_2$ незначительна (всего 0,16 *г* CaO на *л*); поэтому процесс карбонизации совершится ранее, чем произойдет заметное выщелачивание. Действие минерализован. вод также не вызывает разрушения при твердении раствора из глиноземистого цемента, т. к. в данном случае образование сульфоалюмината извести не сопровождается опасным увеличением объема. Т. о., наиболее устойчивыми Г. р. являются растворы на пуццолановом или глиноземистом (бокситовом) цементе.

Песок для Г. р. применяется предпочтительно кварцевый или из других твердых изверженных пород, речной или из сухих россыпей. Перед употреблением песок д. б. просеян и очищен от илистых, глинистых, органических и других вредных примесей. Содержание глины в песке не должно превышать 5% объема песка. При большом количестве примесей требуется промывка. Примесь серного колчедана, гипса и вообще сернокислых солей в песке не допускается. По крупности зерен наилучшим будет песок, представляющий равномерную смесь крупнозернистых частиц (от 5 до 2 *мм*) и мелкозернистых (от 2 до 0,25 *мм*). Вода для затворения раствора д. б. пресная и чистая. В приморских работах допускается применение морской воды. Болотная и торфяниковая вода не допускается. Составление раствора с песком в требуемой пропорции производится насухо; после получения равномерной смеси добавляют воду и раствор снова тщательно и быстро перемешивают. Весь приготовленный раствор д. б. употреблен в дело по возможности до начала схватывания. Для всех вышеуказанных цементов начало схватывания должно быть не ранее 20 минут, а конец—не позднее 12 часов.

Наибольшее применение в строительном деле имеют растворы на портланд-цементе с песком. Впредь до введения весовых соотношений пропорция составных частей раствора считается по их объему и при той плотности портланд-цемента, которая получается при пересыпке его в мерный ящик без последующего утряхивания; в таком состоянии объемный вес портланд-цемента м.б. принимаем в 1 400 *кг/м*³. При производстве каменной кладки искусственных сооружений употребляется цементный раствор следующего состава: а) для бутовой и бетонной кладки фундаментов опор инженерных сооружений ниже горизонта высоких вод, для каменных и бетонных сводов, для прокладных рядов—1 ч. цемента, 3 ч. песка; б) для бутовой и бетонной кладки выше горизонта высоких вод—1 ч. цемента, 4 части песка; в) для кладки облицовки опор и устоев, карнизов, смазки сводов—1 часть цемента, $2^1/_2$ ч. песка; г) для кладки подферменных камней—1 часть цемента, 1 часть песка; д) при железобетонных работах в ответственных сооружениях:

для составления бетона марки 1	1 : $1^1/_2$
» » » » 2	1 : 2
» » » » 3	1 : $2^1/_2$

в прочих сооружениях:

для составления бетона марки 4	1 : 3
» » » » 5	1 : 4

е) для кирпичной и каменной кладок при гражданских сооружениях—от 1 : 4 до 1 : 6; ж) в гражданских сооружениях иногда применяется сложный (смешанный) раствор состава 1 ч. цемента, 2 ч. извести и от 5 до 11 частей песка, при чем цемент и песок перемешиваются в сухом виде, а известь

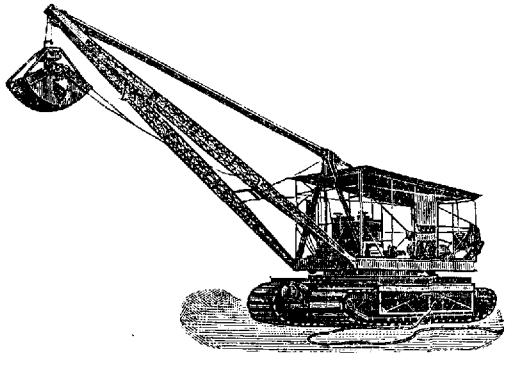
добавляется в виде теста или молока; з) для облицовки бетонных полов, для водонепроницаемой штукатурки, для заливки анкерных болтов, для заливки швов—1 : 1. Роман-цемент имеет ограниченное применение—только в гражданских сооружениях. Состав от 1 : 1 до 1 : 5. Глиноземистый цемент применяется в тех случаях, где требуется очень быстрое получение большой прочности (военные сооружения), а также для работ в морских или минерализованных водах. Для гидротехническ. сооружений наиболее подходящими являются пуццолановые и глиноземистые цементы. Для получения водонепроницаемых растворов в гражданских постройках применяют затворение цементного раствора на черезитовом молоке.

При употреблении Г. р. следует принимать особые предосторожности в случае зноя или, наоборот, низкой $t°$ воздуха. При наступлении заморозков с $t°$ ниже −5°, а также при наступлении длительной морозной погоды с $t°$ ниже 0° работа может производиться только в тепляках с температурой не ниже+6°. Смешиваемые материалы необходимо прогревать.

Лит.: Велихов П., Механич. свойства строит. матер., вып. 3—Цементные растворы, М., 1904; Дементьев К., Технология строит. матер., 2 изд., Киев, 1911; Эвальд В. В., Строит. материалы, 2 изд., Л., 1926; Житкевич Н. А., Бетон и бетонные работы, СПБ, 1912; Дружинин С. И., Гидравлич. добавки и пуццолановые портланд-цементы, «Труды НТК НКПС», М., 1927, вып. 71—Пуццолановые цементы; Байков А. П., Гидравлич. цементы и гидравлич. добавки, их состав, твердение и разрушение в природн. условиях, там же; Мерти Л. А. и Юнг В. Н., Пуццолан. и кремнеземистый портланд-цемент гос. Мальцовских заводов, там же; Федорович О. М., Каменные работы, М., 1915 (2 сокр. изд., Москва, 1923); Велихов П. А., Новая классификация строительных растворов, «СП», 1923, *1*; Белелюбский Н. А., Гидравлич. вещества как добавки к извести и портланд-цементу, там же, 1924, *5*; его же, Действие морской воды и сернокислых вод на гидравлич. раствор, там же, 1923, *2*; Сборник техническ. условий на материалы и изделия из них, изготовляемые для нужд НКПС, М., 1926; Cunna, Die Bestimmung rationel. Mörtelmischungen, Köln, 1912; Kleinlogel A., Einflüsse auf Beton, B., 1924; Graf O., Der Aufbau des Mörtels und des Betons, B., 1927; «B. u. E.», ab 1902; «Zement», Charlottenburg, ab 1911; «GC»; «Beton armé», Paris, ab 1898.

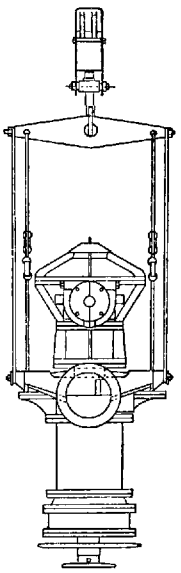
Н. Герливанов.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ ТОРФА, гидроторф, механизированный способ добычи торфа, изобретенный в 1914 г.



Фиг. 1.

инженерами Р. Э. Классоном и В. Д. Кирпичниковым. Сущность его заключается в том, что торфяная залежь размывается водяной струей высокого давления (13—17 *atm*) и превращается в однородную жидкость—гидромассу с содержанием воды около 95—96%. Для получения водяной струи употребляют электрические насосы высокого давления и переносные брандспойты. Содержащиеся обыкновенно в торфяной залежи в значительном количестве пни и древесные остатки свободно всплывают в гидромассе и затем легко удаляются особыми механическими захватами—грейферами, подвешенными на специальных пеньевых подъемных кранах, передвигающихся на гусеницах вдоль карьера (фиг. 1). Гидромасса засасывается из карьера торфососом, проходит через растиратель, где подвергается дополнительной переработке, и по легким железным трубам диаметром в 440 *мм* поступает в особые бассейны-аккумуляторы (см. *Аккумуляторы торфяные*). Торфосос (фиг. 2) подвешен на стальных канатах к особому крану, стоящему на берегу карьера и передвигающемуся на гусеницах вдоль карьера (прежняя конструкция) или на скатах—в поперечном направлении (новейшая конструкция). Кроме торфососа, на кране расположены: растиратель, лебедка для подъема торфососа, механизмы передвижения крана, массопровод (состоящий из труб, гибких железных рукавов, железоуловителей и телескопич. соединений), электромоторы и трансформаторы. Иногда торфососный кран снабжается боковым малым краном с крюком или грейфером для вытаскивания пней. Из аккумуляторов, в к-рых обычно работают 2 или 3 торфососн. крана, гидромасса перекачивается особыми торф. насосами с головкой в магистральный массопровод диам. 750, 675 и 570 *мм* и подается на поля сушки, часто значительно удаленные от места добычи. В случае большой длины массопроводов (более 3 *км*) транзитная перекачка гидромассы осуществляется особыми реле-насосами без головки. Сушка гидроторфа производится на хорошо осушенных и выравненных, полированных площадях. Полировка производится или вручную—торфяницами, с помощью мотыг, или специальными автомобильными почвенными фрезерами (сист. Ланца). Гидромасса из магистрального массопровода, лежащего вдоль полей сушки и снабженного через каждые 90 *м* крестовинами с задвижками, попадает в легкие картовые массопроводы и распределяется по полю, разливаясь слоем в 18—22 *см*. Картовые трубы, диам. 570 и 440 *мм*, длиной 1,5 и 2 *м*, по мере заливания карт, легко откатываются и переносятся на соседние карты несколькими рабочими. Разлитая гидромасса разравнивается деревянными гребками. Добавленная при добыче вода уходит в течение нескольких дней в землю, гидромасса густеет, режется



Фиг. 2.

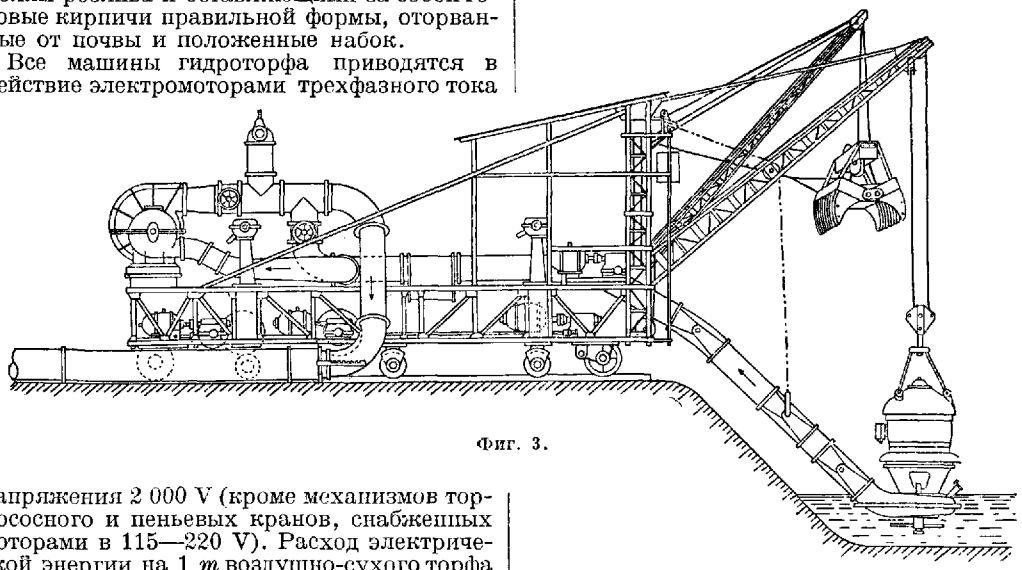
и формуется в кирпичи и в дальнейшем сохнет гл. обр. под действием солнца и ветра, подвергаясь обычным при воздушной сушке операциям—укладыванию в пятки, семерки, малые и большие клетки, полурамки и лентки. Все операции сушки занимают при хорошей погоде около 30 дней. Для одного торфососного крана с сезонной производительностью в 25 тыс. *т* воздушно-сухого торфа, при обороте полей розлива 1,25 раза, требуется полей сушки около 180 *га* брутто.

Формовка в кирпичи производится обычно вручную торфяницами, к-рые особыми железными цапками (мотыгами на длинных деревянных ручках) нарубают из пластичной торфяной массы кирпичи того или иного размера. В 1927 году был испытан новый способ формовки кирпичей—особыми тракторными гусеницами, продвигающимися по полям розлива и оставляющими за собой готовые кирпичи правильной формы, оторванные от почвы и положенные набок.

Все машины гидроторфа приводятся в действие электромоторами трехфазного тока напряжения 2 000 V (кроме механизмов торфососного и пеньевых кранов, снабженных моторами в 115—220 V). Расход электрической энергии на 1 *т* воздушно-сухого торфа равен около 15,5—18,5 kWh.

До 1925 г. в СССР все установки гидроторфа работали по старому стандарту, при котором торфососные краны, установленные на скатах или гусеницах, продвигались вдоль узкого карьера шириной в 14—15 *м*, а затем возвращались назад, и снова начинался размыв залежи, засасывание и перекачка торфа. При каждом торфососном кране работал для выемки пней один пеньевой паровой или электрический кран. Водяная насосная станция высокого давления устанавливалась неподвижно и обслуживала два крана. Розлив происходил по трубам диаметра 440 *мм* по картам длиною не более 0,5 *км*. Сезонная производительность одной установки по старому стандарту достигала 20 тыс. *т* (1,2 млн. пудов). В 1925 г. был испытан и в последующие годы получил распространение так наз. новый стандарт гидроторфа. Торфососный кран был поставлен на скаты и получил попятное от карьера движение, что значительно уменьшило простои на перевозки и передвижки. Каждый торфосос обслуживается двумя пеньевыми кранами, поддерживающими чистоту карьера и удаляющими мелкие пни из-под торфососа, что значительно увеличивает его производительность. Насосная станция высокого давления—передвижная, на особой тележке. Глубина полей розлива увеличена до 1 *км* и больше; стоимость магистрали таким образом уменьшилась. Производительность одной установки в 1927 г. доведена до 220 тыс. $м^3$ залежи, или 25—30 тыс. *т* воздушно-сухого торфа.

Таким обр., Г. с. д. т. достигнута полная механизация экскавации, переработки и транспорта торфа, независимо от количества имеющихся в болоте пней. Гидроторф м. б. интенсифицирован до высшего предела, т. к. работа ведется в три смены без праздников, и очень централизован, потому что машины располагаются вблизи друг от друга. Этот способ разработки освобождает торфяное производство от тяжелого физич. труда и



Фиг. 3.

делает его независимым от торфяников, составляющих сравнительно немногочисленный кадр специалистов. Однако организация гидравлическ. способа возможна только при наличии на болоте электрической энергии, воды для розлива и достаточных площадей для сушки. Применение гидроторфа целесообразно только для крупных хозяйств, с добычей свыше 50 тыс. *т* торфа в сезон.

В настоящее время гидроторф применяется на всех крупнейших торфяных электрич. станциях: имени В. И. Ленина (Шатурская), имени Классона («Электропередача»), Балахнинской (Н.-Новгород), Ляпинской (Ярославль) и «Красный октябрь» (Ленинград), а также на Дальнинских разработках 3-го Госуд. хл.-бум. треста (Московская губ.). Намечено использование гидроторфа для Иваново-Вознесенской станции, Тверской («Оршинский Мох») и др. Добыча торфа гидравлическ. способом развивается довольно быстрым темпом: в 1920 году работала всего лишь одна установка; в 1927 году в работе было уже 36 установок; в 1928 году предположена работа 57 установок и добыча до 1 млн. *т* воздушно-сухого торфа. В сезоне 1927 г. были испытаны новые конструкции

машин по так называемому сверхстандарту (фиг. 3) в 60—65 тыс. *т* воздушн.-сух. торфа.

Под сверхстандартом понимают установку машин повышенной производительности. Установка состоит из: 1) берегового крана на скатах, с обратным и поперечным движением, с мощным торфососом и растирателем, при чем для вытаскивания пней имеется еще небольшой кран с грейфером; 2) торфососа с вертикальным мотором в 180 HP; 3) растирателя с мотором в 275 HP; 4) двух пеньевых кранов; 5) двух передвижных насосных станций, производительностью 400 *м³/ч* при 20—25 *atm* каждая; 6) торфяного насоса на аккумуляторе с вертикальным мотором в 300 HP, производительностью 2 000 *м³/ч* при противодавлении в 16 *м*; 7) транзитного горизонтального торфяного насоса-реле, с мотором в 300 HP, производительностью 2 000 *м³/ч* при противодавлении в 14 *м*. При снабжении указанной установки транспортером системы Хезенера для механической формовки и уборки торфа достигается значительное снижение капитальных затрат и стоимости эксплоатации на единицу выработанного продукта. В табл. приведены сравнительные цифры

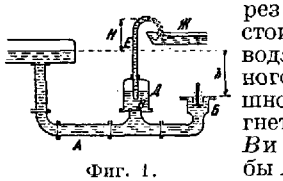
Служебный персонал для установок гидроторфа.

Рабочий персонал	Новый стандарт	Сверхстандарт	Сверхстандарт с механ. формовкой	Сверхстанд. с механ. формов. и трансп. Хезенера
Карьерщики	12	6	6	6
Разливальщики . .	15	13	13	13
Торфяницы	200	200	160	130
Мотористы	11	7	9	11
Вспомогат. персонал	18	15	14	13
Постоянный	10	9	8	8
Всего	266	250	210	181
Сокращение в % . .	—	6	21	32

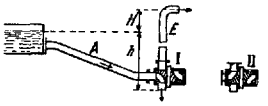
потребного служебного персонала для обслуживания всей установки по новому стандарту и сверхстандарту.

Лит.: Гидроторф, изд. Инсторфа, кн. 1, Москва, 1923, кн. 2, М., 1927; Словарь-справочник по торфяному делу, изд. НТУ ВСНХ, М., 1928; «Торфяное дело», М., с 1924. **Л. Ремизов.**

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ТАРАН, водоподъемная машина, использующая образующийся внутри нее гидравлический удар (см. *Гидравлика*) для подъема части протекающей через Г. т. воды. Г. т. состоит (фиг. 1): из подводящей трубы *А*, ударного клапана *Б*, воздушного колпака *Д* с нагнетательным клапаном *В* и нагнетательной трубы *Е*. Для действия Г. т. необходимо, чтобы вода в трубе *А* протекала самотеком, т. е. находилась под нек-рым напором *h*. При открытии клапана *Б*, вес которого д. б. несколько больше гидростатич. давления, соответствующего положению клапана, вода в Г. т. приходит в движение, давление ее на клапан *Б* возрастает, и он быстро запирается. Получающийся при этом удар воды поднимает давление в Г. т., открывает клапан *В* и нагнетает часть воды по трубе *Е* в резервуар *Ж* на высоту $H + h$. Постепенно скорость воды в Г. т. понижается, и клапан *Б* снова открывается, затем скорость возрастает, клапан *Б* закрывается вновь, происходит новый удар воды, и описанный процесс повторяется. Воздушный колпак *Д* смягчает удары и делает струю в трубе *Е* непрерывной. Повышение давления вследствие удара воды зависит от скорости течения, диаметра подводящей трубы, толщины стенок и их материала. Кпд η Г. т., по эмпирич. ф-ле Эйтельвейна, равен $\eta = 1{,}12 - 0{,}2\sqrt{\frac{H}{h}}$. Для $\frac{H}{h} = 1$, $\eta = 0{,}92$, а для $\frac{H}{h} = 20$, $\eta = 0{,}226$.


Фиг. 1.

Из всего количества поступающей в Г. т. воды Q *м³/сек*, часть q_1 выливается через клапан *Б*, другая же q_2, поднимается в резервуар *Ж*. Подача воды $q_2 = \frac{\eta \cdot q_1 \cdot h}{H}$ *м³/сек*. Диаметр подводящей трубы (в *мм*) $d = 300\sqrt{60Q}$, где Q — расход в *м³/сек*; диаметр нагнетательной трубы $d_1 \cong {}^1/_2 d$. Диаметры подводящей трубы обычно колеблются между 20 и 75 *мм*, при подаче воды от 3 до 150 *л/м*. Длина подводящей трубы $l = H + 0{,}3 \cdot \frac{H}{h}$, где l, H и h — в *м*, при чем избегают делать трубу короче $5h$; в крайнем случае, ей придают изогнутую или змеевидную форму, увеличивая при этом диаметр. Вода должна поступать в Г. т. чистая, в виду чего иногда приходится устраивать отстойник.


Фиг. 2.

При напоре, меньшем 0,5 *м*, таранов обычно не устанавливают; при напоре, большем 15 *м*, ударные клапаны довольно быстро изнашиваются.

Существует довольно много систем Г. т. Иногда ставят два ударных клапана; иногда производит работу вода одного источника, а нагнетается другая вода или какая-нибудь жидкость; в таких случаях рабочая вода отделяется от нагнетаемой упругими диафрагмами или поршнями. Если нагнетательный и отбойный клапаны заменить турбинным колесом, вращаемым поступающей в прибор водой, то получается т. н. гидропульсор (фиг. 2), сходный по принципу действия с Г. т.: вода из подводящей трубы *А* при положении I выливается наружу, а при положении II нагнетается в трубу *Е*. Так как пульсация воды происходит здесь не очень интенсивно, то обычно воздушного клапана не устанавливают.

Г. т. как приборы простые, не требующие ухода и работающие автоматически, чаще всего применяют в небольших хозяйствах и предприятиях, где имеется источник чистой воды с достаточным расходом и уклоном.

Лит.: Самусь А., Техническая гидравлика, 3 изд., М.—Л., 1926. **А. Эссен.**

ГИДРАЗИН, диамид, $NH_2 \cdot NH_2$ (молек. вес 32,048), вещество, получаемое из аммиака при замене одного атома H группой NH_2. Впервые Г. получен в 1887 г., обработкой диазоуксуснокислого калия $\begin{matrix} N \\ \| \\ N \end{matrix}\!\!>\!CH \cdot COOK$

разбавленной серной к-той. Г.—бесцветная, сильно дымящая на воздухе жидкость с уд. весом 1,011, $t°_{пл.}$ 1,4° и $t°_{кип.}$ 113,5°. Г. легко растворим в воде и спирте; имеет щелочную реакцию. В отличие от аммиака Г. является сильным восстановителем: восстанавливает аммиачные растворы окисей серебра и меди; иод переводится Г. в иодистоводородн. к-ту:

$$NH_2 \cdot NH_2 + 2\,J_2 = N_2 + 4\,HJ.$$

Эта реакция служит основанием для титрометрического определения гидразина. Присоединяя одну или две молекулы одноосновной кислоты, Г. образует прочные соли, обладающие также сильной восстановительной способностью: они выделяют из раствора солей золото и серебро в виде металла, переводят окись меди в закись. Хлористоводородный Г. $N_2H_4(HCl)_2$ кристаллизуется в блестящих октаэдрах, плавящихся при 198° и при возгонке дающих белые иглы $N_2H_4 \cdot HCl$ и выделяющих HCl. Сернокислый Г. $N_2H_4 \cdot H_2SO_4$ кристаллизуется в виде табличек или длинных призм с $t°_{пл.}$ 254°. 100 частей воды при 22° растворяют 3,055 частей сульфата.

При обработке солей Г. едкими щелочами образуется гидрат Г. состава $N_2H_4 \cdot H_2O$—гигроскопическая, дымящая на воздухе жидкость, кипящая без разложения при 118,5°, при давлении в 739 *мм*. Гидрат растворяется в воде и спирте, но в эфире и хлороформе нерастворим. Пары гидрата разъедают стекло, пробку и резину. Азотистая к-та или ее эфиры переводят Г. (водный раствор) в азотистоводородную к-ту:

$$NH_2 \cdot NH_2 + HNO_2 = N_3H + 2\,H_2O.$$

Г. обычно получается перегонкой гидрата Г. с едким калием или баритом.

Г. применяется для приготовления солей азотистоводородной к-ты (азидов), для различных восстановительных процессов, для синтеза азинов и пиразолонов, в аналитич. химии—для определения меди.

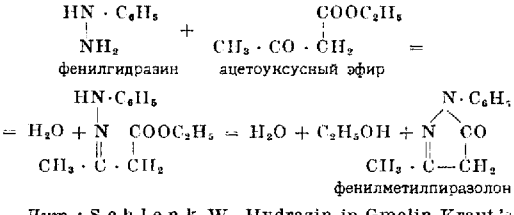
При замещении атомов водорода в Г. органич. радикалами получаются разнообразные органич. производные Г.; все они являются сильными восстановителями и, присоединяя одну частицу одноосновной кислоты, дают соли. Эти соли получаются действием цинка и уксусной к-ты, хлористого олова и соляной к-ты или сернистой к-ты на диазобензолсульфоновые соли:

$$C_6H_5 \cdot N : N \cdot SO_3K + H_2 = C_6H_5 \cdot NH \cdot NH \cdot SO_3K;$$
$$C_6H_5 \cdot NH \cdot NH \cdot SO_3K + HCl + H_2O =$$
$$= C_6H_5 \cdot NH\ NH_2 \cdot HCl + KHSO_4.$$

Важнейшее органич. производное Г.—фенилгидразин $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2$—впервые получен Э. Фишером в 1877 г. Он образует моноклинич. таблички с $t°_{пл.}$ 23°, $t°_{кип.}$ 241°, уд. в. 1,097; легко растворим в горячей и трудно—в холодной воде, растворим также в спирте и эфире, перегоняется с водяным паром. С к-тами соляной и серной Г. дает солянокислый и сернокислый фенилгидразин $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2 \cdot HCl$ и $(C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2)_2H_2SO_4$; с альдегидами и кетонами фенилгидразин образует фенилгидразоны, с углеводами—фенилгидразоны и озазоны, служащие для выделения и определения разл. видов сахаров (см. *Моносы*). Фелингова жидкость переводит фенилгидразин на холоду в бензол и анилин, при нагревании же получаются бензол, фенол и азот. Этим путем, измеряя выделенное количество азота, можно определять его количественно. С галоидными алкилами получаются двузамещенные Г.:

$$C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2 + CH_3 \cdot Br = C_6H_5 \cdot NCH_3 \cdot NH_2 \cdot HBr.$$

Для получения фенилгидразина смешивают осторожно, избегая нагревания, охлажденный до 0° раствор нейтрального сульфита натрия с раствором соли диазония, приготовленным из 100 ч. анилина, 240 ч. соляной кислоты, 400 ч. воды и 75 ч. $NaNO_2$, растворенного в 150 ч. воды (раствор сульфита готовится из расчета: 2 мол. Na_2SO_3 на 1 мол. $C_6H_5 \cdot NH_2$). Затем, для растворения выделившегося желтого диазобензолсульфокислого натрия, смесь нагревают до 40° и прибавляют 100 ч. цинковой пыли. Наконец, к раствору постепенно ($t°$ не должна превышать 90°) приливают 140 ч. крепкой соляной кислоты, раствор кипятят, фильтруют и к горячему фильтрату приливают $^1/_2$ объема дымящей соляной кислоты; выпавшие при охлаждении кристаллы солянокислого фенилгидразина отделяют на центрифуге и перекристаллизовывают из горячей воды. Для получения свободного фенилгидразина хлористоводородную соль разлагают 30%-ным NaOH и фенилгидразин извлекают бензолом, бензол отгоняют и остаток перегоняют в вакууме. Фенилгидразин применяется для синтеза производных индола и пиразолона. В технике из него готовят фенилметилпиразолон—промежуточный продукт при синтезе антипирина и разнообразных красителей:



Лит.: Schlenk W., Hydrazin, in Gmelin-Kraut's Handbuch der anorgan. Chemie, B. 1, Abt. 1, p. 190, Heidelberg, 1907; Wieland H., Die Hydrazine, Stg., 1913; Schmidt J., Die Anwendung d. Hydrazine in der analyt. Chemie, Stg., 1907; Cohn G., Die Pyrazolfarbstoffe, Stg., 1910. **А. Моносзон.**

ГИДРАЗОЛОН, см. *Пиразолоновые красители.*

ГИДРАЗОН-ПИРАЗОЛОНОВЫЕ КРАСИТЕЛИ, см. *Красящие вещества синтетические.*

ГИДРАЗОНЫ, органические соединения, в составе молекулы которых находится группа $=N \cdot NH_2$, т. е. остаток *гидразина* (см.). Г. могут быть получены при действии гидразина на альдегиды и кетоны, например:

$$CH_3 \cdot CHO + H_2N \cdot NH_2 \rightarrow CH_3 \cdot CH : N \cdot NH_2 + H_2O$$

уксусный альдегид — гидразин

или

$$CH_3 \cdot CO \cdot CH_3 + H_2N \cdot NH_2 \rightarrow CH_3 \cdot C(=N \cdot NH_2) \cdot CH_3 + H_2O.$$

ацетон

Наиболее известны и наибольшее практическое значение имеют Г., в которых один из водородов группы $>N \cdot NH_2$ заменен радикалом фенилом C_6H_5, т. е. фенилгидразоны. Они получаются при действии

фенилгидразина (обычно в присутствии уксусной к-ты) на альдегиды и кетоны, напр.:

$$CH_3 \cdot CHO + NH_2 \cdot NHC_6H_5 \rightarrow$$
фенилгидразин
$$\rightarrow H_2O + CH_3 \cdot CH : N \cdot NHC_6H_5.$$
фенилэтангидразон

При кипячении в присутствии кислот фенилгидразоны подвергаются гидролизу с образованием фенилгидразина и альдегида:

$$CH_3 \cdot CH : N \cdot NHC_6H_5 + H_2O = CH_3 \cdot CHO + C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2.$$

Вследствие того, что Г. по большей части хорошо кристаллизуются и при гидролизе из них снова могут быть легко получены альдегиды и кетоны, реакции образования Г. и дальнейшего их разложения применяются для характеристики и выделения из смесей альдегидов и кетонов. Еще более важное значение имеют Г. и образующиеся из них при дальнейшем действии фенилгидразина двойные Г., называемые *озазонами* (см.), которыми пользуются для характеристики и выделения моносахаридов.

Образование Г. и озазонов при действии на альдозы и кетозы метилфенилгидразина $CH_3 \diagdown N \cdot NH_2$ $C_6H_5 \diagup$ может служить для отделения альдоз от кетоз, т. к. в этом случае из альдоз получаются Г., обладающие притом хорошей растворимостью, а кетозы дают озазоны. Г. и их производные имеют также значение в синтезе красителей. Так, из фенил- и сульфофенилгидразонов, действием β-кетокарбоновых эфиров, получаются при отщеплении $C_2H_5 \cdot OH$ пиразолоны, служащие для приготовления азокрасителей.

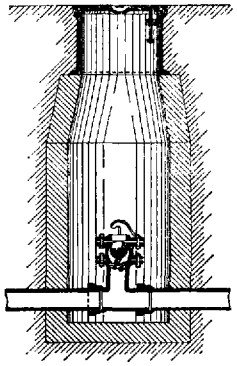
Лит.: Чичибабин А. Е., Основные начала органич. химии, М.—Л., 1925; Гаттерман Л., Практическ. работы по органич. химии, Л., 1926; Ворожцов Н. Н., Основы синтеза красителей, М.—Л., 1925; Георгиевич Г. и Граммужен Е., Химия красящих веществ, М., 1922. **В. Горшешников.**

ГИДРАЗОСОЕДИНЕНИЯ, продукты умеренного восстановления *азосоединений* (см.), имеющие строение $R \cdot NH \cdot NH \cdot R_1$, где R и R_1—органич. и ароматич. радикалы. Технич. значение Г. имеют в силу своей способности к семидиновой и бензидиновой перегруппировке (см. *Красителей промежуточные продукты*). Получаются Г. при восстановлении нитросоединений в щелочной среде, гл. образом цинковой пылью. Г. представляют собою бесцветные соединения (лейкосоединения азосоединений), легко окисляющиеся в соответствующие азосоединения даже при действии кислорода воздуха.

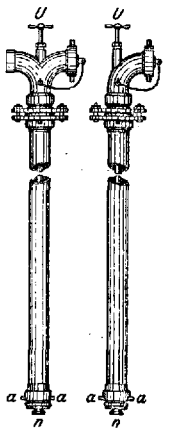
ГИДРАНТ, прибор для получения воды из водопроводной сети при тушении пожаров, для поливки улиц, промывки сети, а также для выпуска воздуха из сети, если вантузов нет или их недостаточно.

Г. домовые, или внутренние, устанавливают на лестничных клетках, кухне, чердаке и прочих местах общего пользования, куда проводятся отдельные ветви водопроводной сети; Г. представляют собой обыкновенные пожарные краны с запорным вентилем и приспособлением для присоединения пожарных рукавов. Г. уличные, или наружные, разделяются на подземные и надземные. Во избежание замерзания наружные Г. устанавливают так, чтобы запорный вентиль лежал ниже уровня промерзания грунта; в корпусе Г. для той же цели имеется приспособление для спуска воды. Подземные гидранты ставят либо прямо над уличной водопроводной трубой, либо на ответвлении водопроводной сети в стороне от проезжей части улицы, под тротуаром. В надземных Г. органы управления и присоединения прибора помещаются в верхней части расположенной над поверхностью земли чугунной колонки, высотою от 800 до 1 500 *мм*. Надземные Г. устанавливаются в стороне от проезжей части дороги, обычно на границе между мостовой и тротуаром.

Г. ленинградского водопровода состоит из чугунной цилиндрической коробки с шаровидным расширением внутри, прикрепленной непосредственно к фланцу тройника уличной водопроводной трубы (фиг. 1); внутри коробки находится покрытый каучуком деревянный шар, который давлением воды прижимается к отверстию в крышке коробки и плотно закрывает его. На крышке коробки имеются 2 цилиндрических прилива с вырезами, в которые закладываются выступы *a* гайки переносной пожарной колонки (фиг. 2); поворотом колонки можно достичь плотного прилегания ее к крышке коробки. После установки колонки на место вращением рукоятки *U* нажимают на шар концом *n* стержня, проходящего внутри колонки; шар опускается, и через открывшееся отверстие в крышке коробки вода из сети попадает в колонку. Колонка имеет вверху 2 патрубка (реже 1) для присоединения пожарного рукава. Поверхность



Фиг. 1.

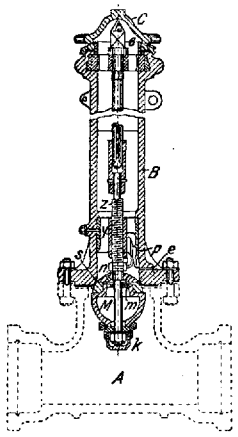


Фиг. 2.

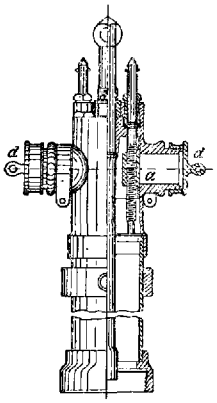
шара, закрывающего выходное отверстие трубы, быстро изнашивается, и гидрант начинает пропускать воду.

Г. московского водопровода, к-рый легко открыть даже при большом давлении в сети, имеет следующее устройство. На тройнике *A* уличной трубы укреплен чугунный стояк *B* со съемной крышкой *C* (фиг. 3). Нижняя часть стояка снабжена прокладкой *s*, к которой прижимается полый шар *M*, служащий затвором. Под шаром внизу имеется головка *k*, закрывающая отверстие в стенке шара. Головка *k* укреплена на стержне, упирающемся при опускании выступом *n* в кольцо *m* со щелями. При пожаре крышку *C* стояка снимают и на резьбу стояка навинчивают надземную колонку (фиг. 4), внутри к-рой находится стержень, надевающийся при этом на головку стер-

жня *в* стояка. При вращении стержня винт *z*, вращающийся на резьбе в неподвижной гайке *y*, будет опускаться, головка *k* отодвинется от шара, и вода пройдет внутрь через щели кольца *m* в стояк и в колонку.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

При дальнейшем опускании винта выступ *n* упрется в шар и повлечет его за собой вниз, при чем опускание шара значительно облегчается давлением на него сверху воды, проходящей через *m* в стояк. Для выпуска воды из стояка при закрывании Г. в стояке имеется отверстие *e*, которое при опускании винта *z* закрывается связанною с ним задвижкою *p*, а при поднимании винта (при закрывании Г.) задвижка также поднимается, и вода из стояка уходит через отверстие *e*. Два патрубка *d*, к которым привинчиваются пожарные рукава, закрываются каждый особой задвижкой *a*. См. *Пожарное дело*.

Лит.: Гениев Н. Н., Городские водопроводы, 2 изд., М.—Л., 1928; Бринкгауз П., Городская водопроводная сеть труб, пер. с нем., Москва, 1928. См. также лит. *Водоснабжение*. **Д. Цейтлин.**

ГИДРАТАЦИЯ, химич. реакция присоединения воды, при чем, в отличие от *гидролиза* (см.), присоединяющая воду молекула не претерпевает разложения. Относительно образования гидратов минеральных соединений см. *Гидраты*.

В молекулах органич. соединений элементы воды присоединяются по месту кратных связей; реакция Г. требует здесь содействия катализаторов.

Г. этиленовых углеводородов дает спирты (в присутствии разбавленной серной к-ты) и альдоли. Напр., Г. изобутилена дает триметилкарбинол:

$$(CH_3)_2C{:}CH_2 + H_2O = (CH_3)_2{\cdot}C(OH){\cdot}CH_3;$$

реакции этого рода находят технич. применение—получение спиртов из нефтяных газов. Г. кротонового альдегида под влиянием разбавленной соляной к-ты дает альдоль—*β*-оксимасляный альдегид:

$$CH_3{\cdot}CH{:}CH{\cdot}COH + H_2O = CH_3{\cdot}CH(OH){\cdot}CH_2{\cdot}COH.$$

Все эти реакции протекают на холоду.

В результате Г. ацетиленовых углеводородов под действием разбавленной серной кислоты получаются альдегиды и кетоны:

$$RC{\vdots}CH + H_2O = R{\cdot}CH_2{\cdot}COH$$

и

$$RC{\vdots}CR' + H_2O = R{\cdot}CH_2{\cdot}CO{\cdot}R'.$$

Особенно важна Г. этих соединений под влиянием солей ртути как катализаторов (Кучеров). Ацетилен дает уксусный альдегид:

$$CH{\vdots}CH + H_2O = CH_3{\cdot}COH.$$

Г. ацетилена идет при 300° в присутствии твердых катализаторов: ZnO, NiO, FeO.

При действии разбавленной азотной кислоты на пинен получается терпин (1,8-ментандиол):

$$C_{10}H_{16} + 2\,H_2O = C_{10}H_{20}O_2.$$

Гидратация нитрилов ведет к образованию амидов.

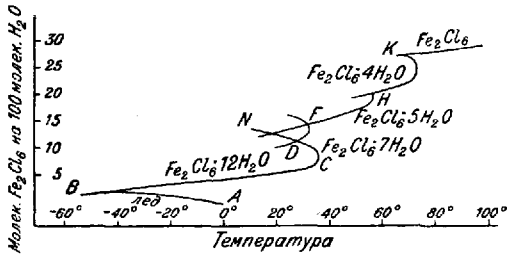
Реакции Г. распространены в природе и применяются в технике. Помимо приготовления различных химических продуктов, ими пользуются при сушении (так, фосфорный ангидрид и хлористый кальций, жадно соединяясь с водой, могут отнимать воду у других веществ, менее прочно ее удерживающих); в строительном деле реакции Г. обусловливают схватывание цемента, применение гипса и пр. **А. Баландин.**

ГИДРАТЫ, соединения с водой. Этот термин применялся раньше только для обозначения таких соединений, в которых присоединяющаяся вода коренным образом изменяет характер вещества. Так, напр., присоединяя воду к окислам металлов натрия или кальция (Na_2O и CaO), получаем Г. окисей, NaOH и $Ca(OH)_2$, обладающие сильными основными, или щелочными свойствами. При соединении воды с окислами неметаллических элементов, напр., с фосфорным ангидридом P_2O_5 или трехокисью серы SO_3, получаются кислые гидраты—кислоты фосфорная H_3PO_4 и серная H_2SO_4. Эти реакции идут быстро и сопровождаются выделением значительного количества тепла (так, при образовании H_2SO_4 из SO_3 и H_2O выделяется 21 Cal, при гидратации CaO—18 Cal). В настоящее время название Г. применяется преимущественно для обозначения таких соединений воды с другими веществами, в которых связь воды с остальными частями слабее, чем это имеет место в обычных химич. соединениях, и из которых вследствие этого вода м. б. удалена сравнительно легко: повышением $t°$, изменением давления, концентрации и т. д. К таким соединениям относятся прежде всего кристаллич. Г., или кристаллогидраты, где одна или несколько молекул вещества соединяются с одной, двумя или бо́льшим числом молекул воды. Вода в таких Г. называется кристаллизационной, так как ее наличие в известном стехиометрич. отношении определяет геометрич. форму и связанные с ней свойства кристалла. Так, безводный сульфат меди $CuSO_4$ — бесцветное соединение, кристаллизующееся в призматическ. иголочках ромбич. системы, а пятиводн. Г. $CuSO.5\,H_2O$ образует крупные синие кристаллы триклинич. системы; при нагревании до 100° он теряет 4 молекулы воды, а при 240°—последнюю, переходя в безводный сульфат, при чем кристаллы его распадаются.

Кристаллогидраты обладают определенной упругостью пара. Если упругость пара кристаллогидратов больше, чем упругость пара воды в воздухе при данной темп-ре, то они при хранении на воздухе теряют свою

кристаллизацион. воду—выветриваются. К таким кристаллогидратам принадлежит, напр., глауберова соль $Na_2SO_4.10\,H_2O$, теряющая при долгом хранении всю свою воду. Если же ее хранить в закрытом сосуде, выветривание продолжается лишь до тех пор, пока упругость паров воды в замкнутом пространстве над солью не станет равной упругости пара глауберовой соли.

Хлорное железо $FeCl_3$, или Fe_2Cl_6, образует с водой ряд твердых Г., содержащих 12, 7, 5 и 4 молекулы воды на 1 молекулу Fe_2Cl_6. Их $t°_{пл.}$ лежат соответственно при 37°, 32,5°, 56° и 73,5°. Состав получающегося Г. зависит от $t°$ и от количественного соотношения Fe_2Cl_6 и воды. Рузбум (Roozeboom) исследовал равновесие между этими веществами; его работы явились первым приложением правила фаз в химии. Если, с одной стороны, изменять темп-ру, а с другой—содержание Fe_2Cl_6 в воде, то, при известных условиях, хлорное железо начнет выпадать из раствора в виде Г. того или иного состава. Эти соотношения прекрасно выражаются кривой (см. фиг.), где на абсциссах отложены



$t°$, а на ординатах—концентрации, выраженные в виде числа молекул Fe_2Cl_6 на 100 молекул воды. Точка A выражает равновесие между водой и льдом (при 0°). При прибавлении безводн. Fe_2Cl_6 точка замерзания начнет опускаться, и выкристаллизовывается только лед. Повышая содержание соли, можно понизить $t°$ замерзания до −55° (точка B). В этом состоянии раствор является насыщенным по отношению к двенадцативодному гидрату, и при дальнейшем прибавлении соли начнет выпадать Г. состава $Fe_2Cl_6.12\,H_2O$, а $t°$ замерзания повышается. В точке C насыщенный раствор имеет такой же состав, как и выпадающее тело, или, иначе говоря, при соответств. температуре (37°) из раствора выпадает вещество, одинаковое с ним по составу. Это и есть $t°_{заст.}$ или $t°_{пл.}$ двенадцативодного Г. При дальнейшем повышении содержания соли $t°_{пл.}$ снова падает до «точки перехода» D, при к-рой начинается образование нового, семиводного Г. Отрезок DN изображает область т. н. метастабильного равновесия. Начиная с точки перехода F, выпадает пятиводный Г., с точки H—четырехводный, с точки K—безводный хлорид железа. Нужно сказать, что самое существование четырех- и семиводного Г. было открыто после того как Рузбум заметил появление соответствующих перегибов на своей кривой.

Выяснению химической природы Г. содействовала координационная теория Вернера, согласно которой Г. являются частным случаем молекулярных соединений, т. е. веществ, состоящих из связанных между собою молекул более простых химич. соединений. Кроме молекул воды, также и молекулы аммиака, соляной к-ты, пиридина и других веществ могут входить в состав более сложных, комплексных соединений, в которых они связаны химич. силами иного порядка, чем в обычных соединениях—так наз. побочными или дополнительными валентностями (см. *Валентность*), или единицами сродства.

В последнее время вопрос о природе Г. был рассмотрен Косселем с точки зрения электростатической теории строения химич. соединений. Эта теория не только объясняет притяжение молекул воды к обладающим большим зарядом и малым объемом атомам (точнее—к ионам) преимущественно тяжелых элементов, но в некоторых случаях позволяет вычислить количество молекул H_2O, входящих в состав Г. Рентгенографическое изучение кристаллических гидратов показало, что молекулы H_2O входят как целое в структуру кристаллов и занимают определенные места в кристаллической решетке (см. *Кристаллы*).

Многие химич. соединения, дающие с водой б. или м. прочные кристаллич. Г., находятся в гидратированном состоянии и в водных растворах. Существование таких Г. в водном растворе впервые предположил и обосновал Д. И. Менделеев. Изучая зависимость физич. свойств (гл. обр. плотности) растворов серной к-ты от концентрации, он нашел на соответствующих кривых ряд переломов, к-рые, по его мнению, указывали на существование определенных химических соединений серной кислоты с водой: $H_2SO_4.H_2O$; $H_2SO_4.2\,H_2O$; $H_2SO_4.4\,H_2O$; $H_2SO_4.6\,H_2O$; $H_2SO_4.25\,H_2O$; $H_2SO_4.100\,H_2O$. Для хлористого кальция были получены указания на существование соединений $CaCl_2$ с 2, 4 и 6 молекулами воды. Позднейшие исследования Пикеринга и Джонса показали, что число действительно существующих в водном растворе Г. значительно меньше указанного Менделеевым. Джонс положил основание новой гидратной теории, согласно которой в водных растворах существуют (в противоположность взгляду Менделеева) непрерывные ряды Г. переменного состава, непрочных, легко распадающихся и переходящих друг в друга. Повышение температуры и концентрации растворенного вещества способствует распадению гидратов.

Гидратации могут подвергаться как молекулы, так и отдельные ионы растворенного вещества. Главным доказательством правильности взглядов Джонса является наличие аномально большого понижения $t°$ замерзания концентрированных растворов, к-рое Джонс объяснил не увеличением числа частиц растворенного тела, что для больших концентраций невероятно, а уменьшением числа частиц свободного растворителя, после того как часть его связалась с ионами растворенного вещества, превратив их в гидрат. Аналогичные аномалии были замечены и для повышения $t°_{кип.}$ концентрированных растворов. Другая группа доказательств основана на изучении спектров поглощения рас-

творов окрашенных солей. При разбавлении полосы абсорбции суживаются, так как гидратация ионов увеличивается, инерция их растет, и световая энергия с большим трудом может привести их в колебания, обусловливающие поглощение света. Различие $t°$-ных коэфф-тов электропроводности при разных концентрациях и для различных солей также является, по Джонсу, доказательством существования Г. С ростом $t°$ электропроводность растворов растет вследствие уменьшения вязкости среды, мешающей передвижению ионов. Если ионы гидратированы, к этому прибавляется еще и влияние происходящей при повышении $t°$ дегидратации ионов, уменьшающей их диаметр и увеличивающей их подвижность. Действительно, $t°$-ный коэфф. электропроводности больше в слабых растворах (где гидратация больше) и особенно для тех солей, для к-рых и другие методы дают указания о более высокой гидратации ($SrCl_2$, $AlCl_3$).

Степень гидратации каждого иона в отдельности, т. е. количество соединенных с ним молекул воды, определяется двумя методами. Первый из них основывается на том, что при передвижении ионов от одного электрода к другому с ними должна переноситься гидратная вода, что влечет за собой изменение концентрации какого-либо «нейтрального» вещества, находящегося в растворе у одного из электродов. Этот метод, впервые указанный Нернстом, не привел, однако, к количественным результатам, т. к. оказалось весьма трудным найти действительно нейтральное вещество, которое при передвижении ионов оставалось бы у одного из электродов и не увлекалось бы ими, как и гидратная вода.

Другой метод для определения гидратации ионов основан на вычислении размера диаметра и объема гидратированного иона из его подвижности. Вычитая из объема гидратированного иона собственный объем иона, пытались определить толщину гидратной оболочки и отсюда, зная размеры молекулы H_2O,—число этих молекул, соединенных с ионом. Однако, этот расчет возможен лишь после введения гипотетич. допущений, лишающих полученные числа абсолютного значения. Это видно из сравнения чисел, полученных Ризенфельдом и Рейнгольдом, а также Реми (см. табл.).

Число молекул воды, соединенных с ионом.

Автор	H	K	Ag	$^1/_2$Cd, Cu	Na	Li	OH	$^1/_2SO_4$	J	Cl	NO_3	ClO_3
Ризенфельд и Рейнгольд .	0	20	35	55	70	150	10	20	20	20	25	35
Реми	0	16	—	—	66	120	1	—	—	16	19	—

В обоих случаях степень гидратации H-иона условно принималась равной нулю. Абсолютное число молекул воды, соединенных с каждым H-ионом, неизвестно, но обыкновенно считалось, что H-ион гидратирован меньше всех других ионов, так как он обладает наибольшей подвижностью. Однако, Бьеррум, исходя из увеличения активности ионов при высоких концентрациях, вычислил для степени гидратации H-ионов значение 8, т. е. большее, чем для других ионов (Cl—2, K—0). К. Фаянс подошел к вопросу о гидратации энергетически, т. е. попытался найти количество энергии, выделяющееся при гидратации ионов, вычитая из теплоты растворения так называемую энергию решетки (необходимую для преодоления электростатических сил, связывающих ионы соли в кристалл). Он нашел, что энергия гидратации возрастает в общем по мере роста степени гидратации ионов, о которой можно получить некоторое представление по данным Реми и других: Cl—88 Cal, F—129, Cs—72, K—82, Na—98 и т. д. Только для H-иона получилось неожиданно высокое значение: 260 Cal. Фаянс связал это с исключительно малым объемом H-иона (протона) и, следовательно, малым расстоянием, на котором действует притяжение между ионом и молекулой воды. Исходя из этих представлений, он считает, что каждый H-ион соединен с одной молекулой воды; формула гидратированного H-иона: H_3O. Т. о., степень (или число) гидратации H-иона очень мала, а энергия гидратации очень велика.

В последние годы возник вопрос, можно ли вообще трактовать ионные Г. как химич. соединения определенного состава. Как показал Борн, электрич. силовое поле ионов должно ориентировать молекулы воды, являющиеся *диполями* (см.), так, что они обращаются своими положительными концами (H) к отрицательным ионам, и наоборот. Поэтому между ионами и диполями воды должно существовать электростатич. притяжение, к-рое создает вокруг ионов «атмосферу» из молекул воды, увлекаемых ионом при его движении в электрическ. поле. Т. о., нельзя говорить о связи определенного числа молекул воды с ионом. Он оказывает притягивающее действие на все молекулы H_2O в данном растворе, которое, правда, быстро ослабевает по мере удаления от данного иона. Гидратация в водном растворе является частным случаем более общего явления—сольватации растворенного вещества в любом растворителе.

Криогидраты нельзя считать гидратами в точном смысле этого слова, так как они представляют собою не соединение, а смесь льда с определенным гидратом, выпадающую при определенной температуре из раствора, который насыщен данным гидратом.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, т. 1, стр. 36—44, М.—Л., 1927; Джонс Г., Основы физич. химии, пер. с англ., 4 изд., СПБ, 1911; Изгарышев Н. А., Современная теория растворов. М., 1924; Вальден П., «Ж», часть химическая, 1909, т. 41, стр. 58; Walden P., Das Leitvermögen d. Lösungen, Handbuch d. allgem. Chemie unter Mitwirkung vieler Fachleute, hrsg. v. Ostwald W. und Drucker C., B. 4, p. 185, 193, 301, 308, Lpz., 1924; Nernst W., Theoret. Chemie vom Standpunkte d. Avogadroschen Regel und d. Thermodynamik, 11—15 Aufl., p. 447, 708, Stg., 1926; Roosebooom B., «Ztschr. f. physik. Chemie», Lpz., 1892, B. 101, p. 477; Bjerrum N., «Ztschr. f. anorg. u. allgem. Ch.», Lpz., 1920, B. 109, p. 275; Remy H., Die elektrolytische Wasserüberführung und ihre Bedeutung f. d. Theorie wässeriger Lösungen, «Forschritte d. Chemie, Physik und physik. Chemie», B., 1927; Fajans K., «Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft», Braunschweig, 1919, Jg. 21, p. 539. **А. Рабинович.**

ГИДРИДЫ, соединения водорода с другими элементами. Несмотря на классич. одновалентность водорода, соединения его отличаются большим многообразием. Объясняется это, с одной стороны, *амфотерным* (см.) характером водорода, т. е. свойством давать, в зависимости от характера партнера, то положительные (H^+), то отрицательные (H^-) ионы, а с другой—способностью водорода входить и в гомеополярную связь. Наконец, малые размеры атома водорода позволяют ему проникать в кристаллические решетки металлов (напр., платины, палладия) с образованием систем, повидимому, промежуточных между растворами и химическими соединениями. В соответствии с этим Г. можно разделить на три группы: летучие, солеобразные и металлоподобные.

Классификация гидридов.

Солеобразные гидриды	Металлоподобные гидриды											Летучие гидриды					
																	He
Li											Be	B	C	N	O	F	Ne
Na											Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Yt	Zr	Nb	Mo	Ma	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	J	X
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po		Em
	Ra	Ac	Th	—	U												

* Редкие земли.

Водородные соединения элементов четвертой, пятой, шестой и седьмой групп и бора образуют группу летучих Г. Вещества эти (например: CH_4, SiH_4, SnH_4, NH_3, PH_3, H_2O, H_2S, HF, HCl, HJ, B_2H_6) при обыкновенной температуре обычно газообразны, а в твердом состоянии обнаруживают наличие молекулярных решеток. Состав простейших типов определяется нормальн. валентностью. Прочность этих соединений увеличивается от углерода к фтору, а в одной и той же вертикальной группе падает с возрастанием атомного веса. Например, метан, CH_4, более устойчив, чем SiH_4, SnH_4, PbH_4. Ни в твердом, ни в жидком состоянии эти соединения не проводят электрического тока.

Совершенно иные свойства обнаруживают соединения водорода с щелочными и щелочноземельными металлами (например, NaH, CaH_2), получаемые непосредственно нагреванием соответствующего металла с водородом. Вещества эти обладают ярко выраженным солеобразным характером, при чем водород играет роль аниона. Кристаллы их бесцветны и прозрачны и построены из ионов—образуют ионные решетки. От большинства других солей эти вещества отличаются неустойчивостью по отношению к химич. агентам. Они являются сильными восстановителями. Вода разлагает их по схеме:

$$CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2.$$

Гидрид кальция имеет техническое значение в качестве источника получения водорода.

Особенность металлоподобных Г. состоит в том, что поглощение водорода металлом идет непрерывно, при чем образуется всегда единственная твердая фаза, т. е. раствор. Металлическ. характер при этом сохраняется (электропроводность металла при поглощении водорода почти не меняется). Кристаллич. решетка металла обычно слегка раздвигается, но тип ее сохраняется (за исключением никеля). Так как атомы металла в узлах решетки не меняют своего расположения по отношению друг к другу, то водороду в металле надо приписать некоторую подвижность, благодаря чему разность концентраций его выравнивается. Относительно состояния водорода в металлоподобных Г. взгляды расходятся. Ряд фактов, в частности, химич. и электрохимическая активность водорода, растворенного в металлах (см. *Катализ*, *Гидрирование*), и зависимость поглощаем. количества от давления указывают на атомное состояние, однако, в случае палладия Кену удалось сделать вероятным и наличие положительных ионов водорода.

Лит.: Paneth F. u. Rabinowitsch E., «B», 1925, B. 58, p. 1138; Hüttig S., «Z. ang. Ch.», 1926, *1*, p. 67; Handb. d. Physik, hrsg. v. H. Geiger u. K. Scheel, B. 24, p. 517, B., 1927. **И. Казарновский.**

ГИДРИРОВАНИЕ, гидрогенизация, присоединение водорода к простым и сложным химич. телам. Только немногие из элементов обладают свойством непосредственно реагировать с газообразным водородом. Подавляющее же большинство сложных химических тел, из к-рых наибольший интерес с точки зрения Г. представляют органич. соединения, могут связывать водород только в присутствии катализаторов. Т. о., под Г. чаще всего понимают каталитич. связывание водорода органич. соединениями. Вместе с Г. целесообразно рассматривать также и каталитич. восстановление (дезоксидацию), так как оба процесса в одинаковой степени связаны с явлениями активирования и практически достигаются тождественными методами.

Явления Г. относятся к области гетерогенного катализа, и решение вопроса о механизме Г. неразрывно связано с выяснением общих каталитич. проблем (см. *Катализ*). В истории катализа крупную роль сыграла т. н. теория промежуточных соединений. Применительно к Г. эта теория наиболее полно развита французским химиком Сабатье. Он считает, что на поверхности катализирующего металла при взаимодействии с водородом образуются малоустойчивые, но поддающиеся стехиометрич. учету соединения, которые способны отдавать свой водород ненасыщенным или содержащим кислород веществам в активной (по всей вероятности, атомной) форме. Так. обр. каталитич. активность, по Сабатье, зависит от двух важных моментов: от способности

данного металла образовывать с водородом гидриды и от степени устойчивости последних, т. е. от большей или меньшей степени легкости отдачи ими *атомного водорода* (см.). Так, например, Г. этилена может быть выражено уравнениями:

$$2\,Ni + H_2 = Ni_2H_2;$$
$$Ni_2H_2 + C_2H_4 = C_2H_6 + 2\,Ni.$$

Действительно, некоторые металлы, являющиеся катализаторами в процессах Г. (напр. палладий), обладают свойством в мелкораздробленном состоянии поглощать водород. Однако, вопрос о том, образуются ли при этом химические соединения или системы типа твердых растворов, до сих пор нельзя считать вполне выясненным.

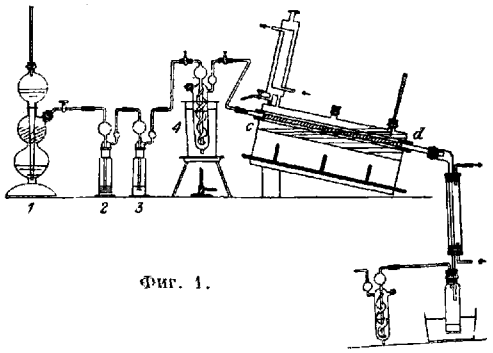
Рентгеноскопич. исследования металлов, заряженных водородом, и измерения теплот адсорбции не дали вполне однозначных результатов [1]. Тем не менее, в некоторых случаях химич. путем удалось доказать, с большей или меньшей степенью достоверности, образование гидридоподобных металлич. соединений. Так, напр., Шленк [2] из водорода и никеля получил соединение, отвечающее ф-ле NiH_2 и обладающее гидрирующим действием. В связи с углублением и расширением областей катализа, доступных детальному изучению, выявилось много новых моментов, частью физич., частью же химич. порядка, показавших, что гидрогенизационные явления протекают значительно сложнее, чем это представляется теорией промежуточных соединений в той форме, в к-рой она была дана Сабатье. Большое значение для Г. имеют явления адсорбции и связанная с последними ориентировка адсорбированных молекул, их деформация и др. явления, имеющие место в поверхностном слое.

Вместе со старой теорией промежуточных соединений потерпела крушение и чисто физическая теория Г., согласно к-рой каталитич. активность мелкораздробленных металлов вызывается исключительно физическими факторами—сильным сжатием поглощенных реагирующих веществ и происходящими при этом местными разогреваниями.

Первые наблюдения в области каталитич. восстановления были сделаны в начале 19 в. Деви и практически использованы Деберейнером (водородное огниво) над соединением кислорода и водорода под влиянием платины. В 1838 г. Кульман нашел, что при нагревании азотной к-ты или ее паров вместе с водородом в присутствии платиновой черни происходит образование аммиака. Каталитич. свойства платины были далее использованы Кореньиндером для соединения иода и водорода и Дебусом для восстановления синильной к-ты в метиламин. Зайцев с успехом применил порошкообразный палладий для восстановления нитробензола в анилин. В 1874 г. де-Вильде провел Г. ацетилена в этилен и далее—в этан. Широкое применение Г. начинается с 1897 года, после того как Сабатье и Сандеран разработали метод гидрирования органическ. соединений в парообразном состоянии в присутствии мелкораздробленных металлов, главным образом, никеля. Дальнейшее развитие гидрогенизационного катализа связано с именами Фокина, Ипатьева, Вильштеттера, Пааля, Скита и Шретера.

В зависимости от того, в каком аггрегатном состоянии применяется гидрируемое вещество—в виде пара (газа) или жидкости (раствора), различают два метода Г.

1) Г. в парообразном состоянии. Этот метод состоит в том, что через слой катализатора, которым могут служить металлы: никель, кобальт, железо, медь и платина, пропускают пары гидрируемого вещества вместе с водородами. Наибольшей активностью обладает никель; затем следуют по порядку: кобальт, платина, железо и медь. Однако, на практике почти всегда пользуются никелем и в редких случаях—медью (напр., для восстановления нитросоединений). Иногда Г. происходит уже при обыкновенной темп-ре; чаще же всего оптимальная $t°$ лежит между 150 и 200°. Схема расположения частей лабораторной аппаратуры показана на фиг. 1. Водород, получаемый при



Фиг. 1.

помощи аппарата Киппа *1*, проходит через промывные трубки *2*, *3*, сосуд с гидрируемым веществом *4* и затем в трубку *cd* с катализатором.

Для выполнения Г. большое значение имеет способ приготовления никелевого катализатора. Он обычно получается восстановлением в токе водорода окиси, гидроокиси или основного карбоната никеля. Активность катализатора в значительной степени зависит от $t°$ восстановления: чем она ниже, тем активность больше. Так, напр., никель, восстановленный из окиси при $t°$ выше 350°, уже непригоден для Г. ароматическ. соединений, а выше 450°—почти лишен заметного каталитич. действия. Вместе с каталитическ. активностью растет также свойство катализатора вызывать побочные реакции (распад, перегруппировки, отщепление воды). Так, напр., фенол при Г. в присутствии никеля, восстановленного при 250°, превращается в циклогексан (бо́льшая часть), циклогексен и циклогексанол; при Г. же никелем, приготовленным при 310°, циклогексан почти вовсе не образуется. Присоединение водорода к различным ненасыщенным группам происходит с различной скоростью, и потому, выбирая ту или иную темп-ру восстановления окиси никеля, т. е. получая катализатор различной степени активности, можно достигнуть частичного Г. Для увеличения активн. поверхности катализатора никель иногда отлагают на различных веществах (носителях). Для этой цели применяют: пемзу, кизельгур, глину, различные сорта гидросиликатов алюминия и магния, животный

или костяной уголь, липовый, сахарный уголь, а также сульфат бария, окись алюминия и т. п. индифферентные вещества, выдерживающие высокую $t°$. Хлор, бром, иод, фосфор, мышьяк, сера и сернистые соединения вызывают даже в минимальных количествах сильное падение активности катализатора. Отсутствие сернистых соединений особенно важно при Г. веществ ароматического ряда. Поэтому водород, применяемый при операциях Г., предварительно подвергают самой тщательной очистке.

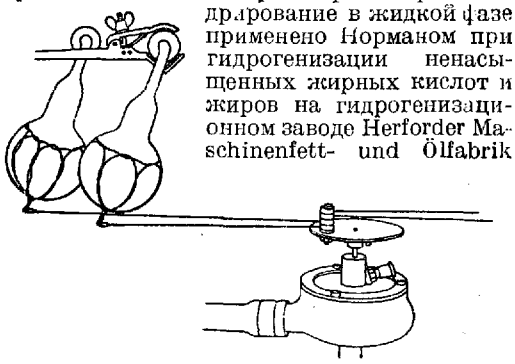
Темп-ру Г., в зависимости от гидрируемого вещества, необходимо держать в определенных, иногда очень узких, пределах. При низких темп-рах скорость Г. мала, при высоких—она достаточно велика, но с повышением $t°$ иногда происходит обращение процесса — наступает дегидрирование, т. е. водород отщепляется, и образуется снова ненасыщенное соединение. Если гидрируемое вещество способно присоединять несколько пар водородных атомов, то подбором соответствующей $t°$ можно достигнуть различных последовательных ступеней Г. Так, при Г. антрацена при 180° получается пергидроантрацен и додекагидроантрацен, при 200°—октогидроантрацен, при 260°—тетрагидроантрацен.

Область применения метода Сабатье весьма велика. Особенно легко гидрируются вещества, содержащие этиленовые двойные связи. Алифатическ. альдегиды и кетоны при 160° превращаются в алкоголи; при несколько высшей температуре получаются углеводороды. При каталитическом восстановлении ацетальдегида в этиловый спирт в технике берут большой избыток водорода (приблизительно в 30 раз больше, чем требует теория) для более равномерного распределения теплоты реакции. Примеси уксусной к-ты понижают активность катализатора; небольшие примеси кислорода, наоборот, выгодны, т. к. при полном отсутствии кислорода образуется около 15% этилового эфира. Ароматич. альдегиды и кетоны превращаются в углеводороды; напр., из ацетофенона образуется этилбензол, из бензола—дифенилэтан. Из алифатич. азотистых соединений (нитросоединений, алкилнитритов, оксимов, азинов, анилов, нитрилов) при 180—220° получаются первичные, вторичные и третичные амины. Восстановление в присутствии никеля ароматич. нитросоединений не дает удовлетворительных результатов. Поэтому в таких случаях пользуются медным катализатором, к-рый получают восстановлением в токе водорода гидрата окиси меди при 180—200°. Для этой же цели были предложены также золото и серебро (Г. П. 263396), закись и закись-окись железа (Г. П. 273322). Одним из наиболее важных применений метода Сабатье является гидрирование ароматических соединений. Бензол при 180—190° количественно переходит в циклогексан, толуол—в метилциклогексан. Гомологи бензола при повышенных температурах гидрируются с отщеплением наиболее длинных боковых цепей; фенол при 180—190° превращается в смесь циклогексанола и циклогексанона, наряду с небольшими количествами циклогексана. При повторном пропускании этой смеси вместе с водородом над никелем при 140—150° получают чистый циклогексанол, находящий широкое применение в технике. Ароматич. амины, наряду с нормальными продуктами Г., частично отщепляют аммиак и превращаются во вторичные амины. Гетероциклические соединения при Г. легко разлагаются, а потому рекомендуется приготовлять их гидропродукты иными способами.



Фиг. 2.

2) Г. в состоянии раствора. Метод Сабатье непригоден, если тело, подлежащее гидрированию, при переходе в парообразное состояние разлагается. Этот недостаток устраняется методами проведения процесса в состоянии раствора. Впервые гидрирование в жидкой фазе применено Норманом при гидрогенизации ненасыщенных жирных кислот и жиров на гидрогенизационном заводе Herforder Maschinenfett- und Ölfabrik

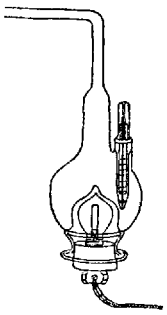


Фиг. 3.

(Г. П. 149029). В 1906 г. Ипатьевым был найден новый способ Г.—при повышенных давлениях. Около этого же времени Пааль и Скита разработали методику Г. посредством коллоидального палладия или платины. Первое Г. жидких органических веществ при помощи платиновой (или палладиевой) черни было осуществлено Фокиным и впоследствии детально разработано Вильштеттером. Способы Г. в состоянии раствора имеют ряд преимуществ перед способом Сабатье, так как, кроме возможности точного учета расходуемого водорода, они позволяют вести Г. при низких темп-рах; этим устраняются вредные побочные явления в виде перегруппировок, отщепления воды и разложения образующихся продуктов.

Одним из существенных условий Г. в жидкой фазе является возможно полное перемешивание гидрируемого вещества, катализатора и водорода. В лабораториях для этой цели применяют сосуды специальной формы (фиг. 2 и 3), которые или помещают на болтушку или встряхивают при помощи особых приспособлений. Для гидрирования при нагревании применяют сосуды, в нижней части которых вставлена электрическая лампочка, служащая источником тепла (фиг. 4). В технике тесное соприкосновение реагирующих веществ с катализатором достигается применением эмульсий или просто энергичным перемешиванием; в качестве катализатора применяется почти исключительно никель (его окиси и соли). Гидрирование приходится вести при несколько повышенных температурах (100—170°) и давлениях (3—15 *atm*).

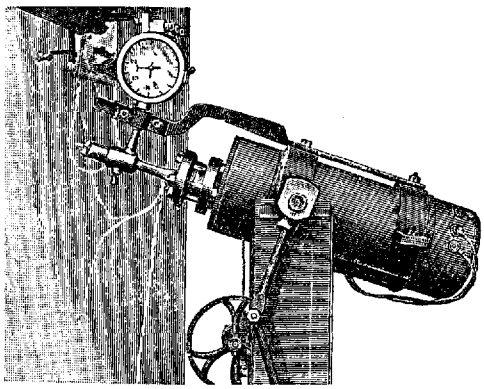
Способ Ипатьева состоит в том, что вещество, подлежащее Г., нагревают в автоклаве (катализаторы—железо, медь или, лучше, никель или его окись), в который нагнетают водород под давлением свыше 100 *atm*. Автоклав, так назыв. бомба Ипатьева, сделан из мягкой стали и способен выдерживать давления около 600 *atm* при 600°. Он находится в электрическ. реостатной печи, соединенной с приводом для встряхивания (фиг. 5). Ход Г. контролируется показаниями манометра. По Ипатьеву, окислы никеля обладают бо́льшей каталитическ. активностью, чем свободный металл. Обладают ли при этом окислы специфич.



Фиг. 4.

свойствами или только изменяют физическ. структуру катализатора, увеличивая его активную поверхность,—вопрос, несмотря на многочисленные попытки, до сих пор нерешенный. Область применения способа Ипатьева та же, что и способа Сабатье.

В методе Фокина-Вильштеттера в качестве катализатора применяется платиновая или палладиевая чернь. Она приготовляется восстановлением формальдегидом щелочных растворов хлористых солей платины или палладия. По Вильштеттеру, каталитическими свойствами обладают только те металлы, которые заключают в себе небольшое количество кислорода [ ]. В процессе Г. платиновая чернь теряет кислород, и потому активность катализатора постепенно падает, и, наконец, поглощение водорода совсем прекращается. При повторной обработке катализатора кислородом или воздухом его



Фиг. 5.

активность достигает первоначальной величины. Чем труднее гидрируется вещество, тем чаще приходится прибегать к периодич. зарядкам кислородом. Вместо платиновой или палладиевой черни эти металлы можно осаждать на индифферентных носителях: карбонате кальция, сульфате бария, животном или костяном угле или мелко размолотой пемзе. Многие вещества действуют, как каталитические яды. Особенно следует остерегаться ртути, сероводорода, сероуглерода, сернистых и мышьяковистых соединений и синильной к-ты. Присутствие хлороводорода также сильно понижает активность катализатора. В качестве растворителей применяются: вода, спирт, ацетон, эфир, этилацетат и ледяная уксусная к-та. Природа растворителя имеет весьма большое значение для скорости Г. При Г. ароматических соединений рекомендуется пользоваться ледяной уксусной кислотой. Область применения этого способа почти неограничена.

Способ Пааль-Скита основан на применении коллоидальных растворов платины и палладия. Для получения устойчивых золей этих металлов пользуются защитными коллоидами. В качестве таковых Пааль предложил продукты щелочного гидролиза яичного альбумина—т. н. лизальбиновую и протальбиновую кислоты; Скита предложил гуммиарабик. Для приготовления катализатора по Паалю раствор протальбиновокислого натрия, соды и хлористого палладия (или платины) восстанавливают гидразином или водородом. После диализа, выпарки в вакууме и сушки в эксикаторе получают черные пластинки, которые образуют с водой растворы коллоидального металла. По Скита, коллоидальные растворы приготовляют нагреванием хлористого палладия с водным раствором гуммиарабика. После охлаждения в раствор пропускают водород, благодаря чему получается темный коллоидальный раствор палладия. Небольшое количество этого раствора служит «затравкой» при получении палладиевых золей: к раствору хлористого палладия приливают затравку и обрабатывают водородом, при чем образуется металлический палладий в виде устойчивого золя.

По способу Пааля Г. необходимо вести в щелочных или нейтральных растворах, т. к. в кислых средах соли протальбиновой или лизальбиновой к-т разрушаются, и свободные к-ты выпадают в виде осадка. Способ же Скита пригоден для Г. и в кислых (уксуснокислых) растворах. Кельбер рекомендует в качестве защитного коллоида продукты гидролитич. распада глутина. Г. этими способами б. ч. ведут при обыкновенной $t°$, редко—при повышенной; иногда применяют и повышенное давление.

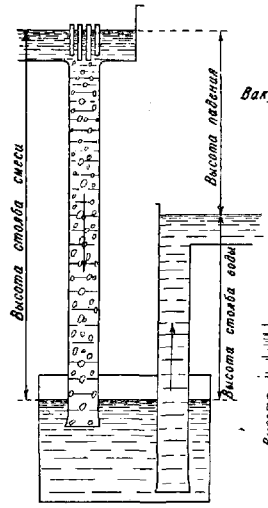
В технике Г. пользуются для приготовления твердых жиров из жидких растительных масел (см. *Гидрогенизация жиров*) и для получения разнообразных гидрированных органич. соединений; некоторые из этих соединений нашли в последнее время широкое применение в качестве растворителей (декалин, тетралин, гексалинацетат), осветительных масел и топлива для моторов. Сжижение угля, т. е. превращение его в жидкие углеводороды (процесс Бергиуса), является одной из важнейших технически осуществленных гидрогенизационных операций. Гидрирование окиси углерода проводится в технике в широком масштабе с целью получения синтетического метилового спирта — метанола. Г. окиси углерода привело к получению смесей разнообразных химич. соединений, пригодных для моторного топлива (см. *Синтол*), и к разработке способов получения искусственной нефти. Гидрирование ацетальдегида одно время проводилось в техническ. масштабе

на Elektrizitätswerken Lonza в Базеле с целью получения этилового спирта, но в настоящее время оставлено вследствие повышения цен на уголь и нерентабельности.

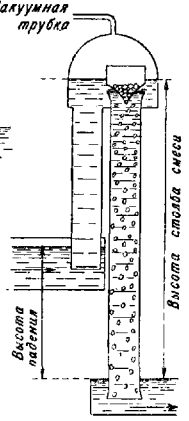
Лит.: [1]) Jamado M., «Philos. Mag.», London, 1924, v. 45, p. 241; Foresti, «Gazz. chim. ital.», Roma, 1923, v. 53, p. 487; [2]) Schlenk W. und Weichselfelder T., «B», 1923, B. 56, p. 2230; [3]) Willstätter R., «B», 1918, B. 51, p. 767, 1921, B. 54, p. 113, 1923, B. 56, p. 1388; Waldschmidt-Leitz E., «B», 1927, B. 58, p. 563; Sabatier P., Die Katalyse in d. organ. Chemie, 2 Aufl., Lpz., 1927; Houben J., Die Methoden der organ. Chemie, B. 2, Lpz., 1925.

С. Медведев.

ГИДРОАВТОМАТ, гидравлич. приспособление для использования водяного напора в целях автоматич. получения сжатого или разреженного воздуха, а также для подъема воды. Схема действия Г. для получения сжатого воздуха показана на фиг. 1. Вода из верхнего бьефа падает вниз по вертикальной трубе, в верхней части которой помещен специальный воздухосос; воздух увлекается водой вниз в виде мелких пузырьков, которые по мере опускания подвергаются все большему давлению находящегося над ними столба воды. У основания трубы находится сепаратор, размеры к-рого позволяют смеси воды с воздухом настолько замедлить течение, что пузырьки воздуха в сепараторе отделяются; освобожденная от воздуха вода через вторую трубу медленно поднимается в нижний бьеф. Сжатие воздуха протекает изотермически, так как пузырьки воздуха, нагреваясь от работы сжатия, охлаждаются водой, через к-рую они проходят;

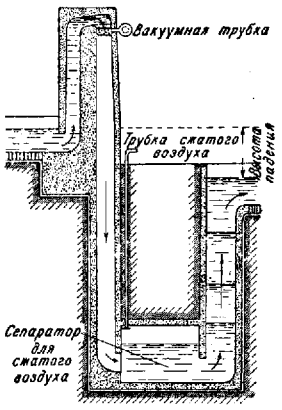


Фиг. 1.



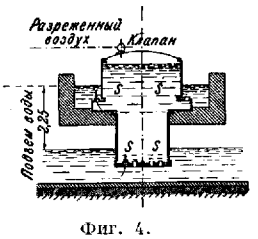
Фиг. 2.

сжатый таким образом воздух содержит небольшое количество влаги. Степень сжатия воздуха соответствует высоте столба воды между уровнями ее в сепараторе и в верхнем бьефе. Кпд такого компрессора удалось довести до 75%; если бы тот же водяной напор был использован для установки турбины с воздушным насосом, общий кпд установки при изотермическом сжатии воздуха не превосходил бы 35%. Действие установки для получения разреженного воздуха основано на том же принципе. Вода из верхнего бьефа переходит в нижний по трубам сифонной системы, наверху которой помещен воздухосос (фиг. 2). Вода, увлекая воздух, производит в колене сифона разрежение, степень которого зависит от длины короткого колена сифона. Г. для сжатия и разрежения воздуха м. б. скомбинированы в один аггрегат, как показано на фиг. 3. Такая установка имеет то преимущество, что кпд и надежность работы ее не зависят от колебания уровней воды в верхнем и нижнем бьефах, между тем как в отдельной установке для разрежения воздуха кпд быстро уменьшается при поднятии уровня воды в нижнем бьефе, так как внизу трубы всасываемый воздух сжимается до степени, соответствующей сумме давлений атмосферы и столба воды от нижнего конца длинного колена до уровня нижнего бьефа. Кроме того, в случае сильных колебаний уровня нижнего бьефа, воздухосос необходимо регулировать; комбинированная же установка в этом не нуждается. Наконец, комбинированная установка имеет то преимущество, что позволяет получать различные степени сжатия (в широких пределах) без уменьшения кпд, между тем как в отдельном компрессоре для получения высокого кпд необходимо соблюдать определенное соотношение между высотой столба чистой воды и высотой столба смеси воды и воздуха.



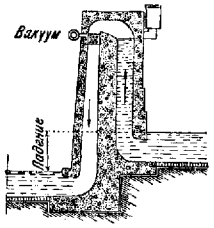
Фиг. 3.

Приспособления для сжатия воздуха м. б. установлены как при наличии естественного водяного потока, так и путем создания искусственного напора при помощи, например, центробежного насоса, заставляющего воду циркулировать между двумя резервуарами, соответствующими верхнему и нижнему бьефам, при чем можно пользоваться все время одной и той же массой воды. Такая установка особенно выгодна в рудниках, где имеются готовые шахты, дающие необходимую высоту для осуществления напора достаточной величины. Так как кпд центробежного насоса равняется ~ 80%, то кпд всей установки получится в 50—60%, т. е. выше кпд механич. компрессора. Установленные на одном из рудников сев. Англии два Г. имеют высоту напора в 55 *м* при производительности компрессоров в 12 $м^3$ воздуха в мин. (при атмосферном давлении); давление сжатого воздуха 6 $кг/см^2$. В Уэльсе (Великобритания) в настоящ. время устанавливается Г. с высотой напора в 30 *м*, производительностью в 23 $м^3$ в минуту (при атм. давлении) и давлением сжатого воздуха в 5,5 $кг/см^2$.

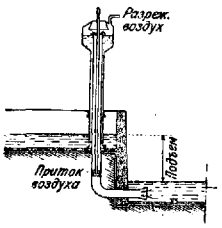


Фиг. 4.

Г. применяются также для подъема воды посредством сжатого или разреженного воздуха. В первом случае сжатый воздух из сепаратора Г. по трубке проходит в нижнюю

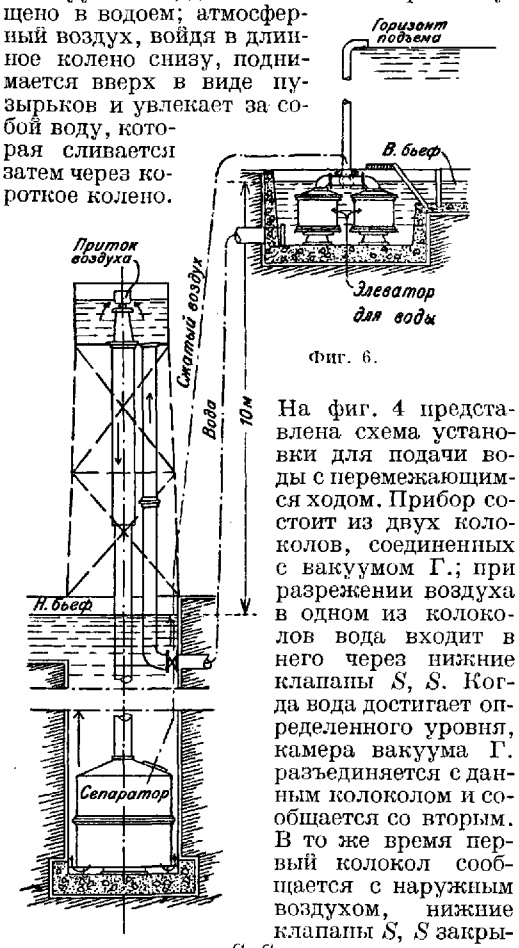


Фиг. 5 а.



Фиг. 5 б.

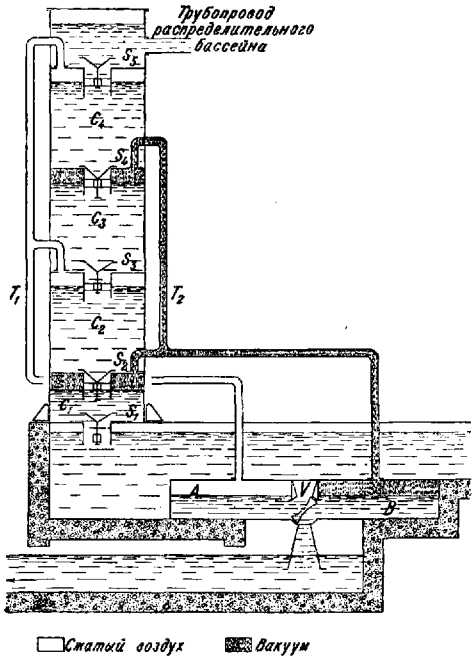
часть водопроводной трубы, опущенной в водоем; сжатый воздух, поднимаясь по водопроводной трубе вверх в виде пузырьков, увлекает за собой воду. Во втором случае колокол наверху сифонной системы соединен с вакуумом Г.; длинное колено сифона опущено в водоем; атмосферный воздух, войдя в длинное колено снизу, поднимается вверх в виде пузырьков и увлекает за собой воду, которая сливается затем через короткое колено.



Фиг. 6.

На фиг. 4 представлена схема установки для подачи воды с перемежающимся ходом. Прибор состоит из двух колоколов, соединенных с вакуумом Г.; при разрежении воздуха в одном из колоколов вода входит в него через нижние клапаны S, S. Когда вода достигает определенного уровня, камера вакуума Г. разъединяется с данным колоколом и сообщается со вторым. В то же время первый колокол сообщается с наружным воздухом, нижние клапаны S, S закрываются, а верхние S, S открываются, и вода из колокола стекает в приемник. Прибор с перемежающимся ходом может работать как при помощи разреженного, так и при помощи сжатого воздуха. Его кпд ок. 60%.

В последнее время был сконструирован усовершенствованный Г., представляющий комбинацию соединенных в последовательном порядке компрессора и воздухососа и предназначенный для подъема 200 *л/сек* воды на высоту 10 *м*. Аппараты этого типа нашли широкое применение для оросительных работ в Британской Индии. На фиг. 5 а и 5 б представлена типичная установка Г., осуществленная в Пенджабе (Индия): небольшое падение воды использовано для получения разреженного воздуха (фиг. 5 а), который применяется для подъема воды (фиг. 5 б). Аналогичные установки весьма распространены в Индии, при чем расход воды колеблется от 100 до 10 000 *л/сек*. На фиг. 6 показана другая типичная установка Г. на разработках оловянных руд в Нигерии. В этой установке гидравлический компрессор скомбинирован с элеватором для подъема воды. Руда находится в наносных слоях вдоль течения реки, и выкопанный песок увлекается водой по желобам. Раньше обыкновенным гидравлич. способом можно было эксплоатировать лишь слои руды, лежащие ниже самого высокого уровня желоба. Г. дал возможность путем подъема воды использовать ее для эксплоатации выше лежащих слоев.



Фиг. 7.

Другой тип Г. был установлен в Италии для питания целой сети оросительных каналов, при чем было использовано падение в 5 *м* для подъема 200 *л/сек* воды на 7 *м* выше верхнего бьефа. Схема этого Г. представлена на фиг. 7. Вода из верхнего бьефа поступает по очереди в один из двух резервуаров A и B через щит V. Когда вода поступает в резервуар A и сжимает в нем воздух, то одновременно из резервуара B вода сливается в нижний бьеф, создавая в резервуаре разрежение. Давление в резервуаре A и депрессия в резервуаре B пропорциональны разностям уровней в резервуаре и соответственно в верхнем или в нижнем бьефах.

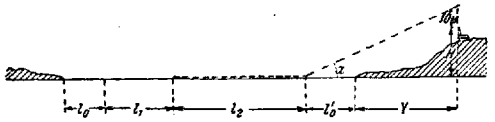
Камеры C_1, C_2, C_3, C_4 расположены одна над другой и сообщаются между собой клапанами S_1, S_2, S_3, S_4; верхняя камера соединена клапаном S_5 с распределительным бассейном. Резервуар A соединен трубкою T_1 с камерами C_2 и C_4, а резервуар B—трубкой T_2 с камерами C_1 и C_3. В положении, изображенном на фиг., в камерах C_2 и C_4 вода испытывает давление сжатого воздуха, в камерах же C_1 и C_3 имеется депрессия. Сжатие и депрессия действуют в одном и том же направлении: закрывают клапаны S_2 и S_4 и открывают клапаны S_1, S_3 и S_5; вода из верхнего бьефа поднимается в C_1, из C_2—в C_3 и из C_4—в распределительный бассейн. Когда резервуар A наполнится водой, а B опорожнится, щит V поворачивается, соединяет с верхним бьефом резервуар B и разъединяет резервуар A; клапаны S_1, S_3 и S_5 закрываются, а S_2 и S_4 открываются, и вода из C_1 и C_3 поднимается в выше лежащие камеры. Щит V, как и клапаны, открывается и закрывается автоматически. Теоретически число камер можно увеличить произвольно и таким обр. поднять воду на любую высоту; но с увеличением числа камер уменьшаются давление и депрессия воздуха в каждой камере, и приток воды уменьшается. Т. о. высота подъема обратно пропорциональна расходу воды. Кпд этого типа Г. равен 50%.

Лит.: «GC», 1925, p. 443, 444, 1928, p. 335—337.

ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ см. *Звук* в технике.

ГИДРОАЭРОДРОМ, часть береговой полосы с оборудованием для хранения и ремонта гидросамолетов вместе с участком водной поверхности моря, озера или реки, достаточно обширным для взлета, посадки и якорной стоянки их. В зависимости от расположения Г. бывают морскими, озерными и речными. По своему назначению различаются Г. военные и гражданские, при чем первые подразделяются на основные, передовые, тыловые и временные, в зависимости от тактическ. их использования, а вторые, в зависимости от размеров оборудования, на государственные аэропорты, опорные, или ремонтные, промежуточные и посадочные площадки. Кроме береговых стационарных гидроаэродромов, применяются подвижные пловучие Г., устраиваемые на специальных баржах или кораблях (см. *Авианосец*); первые применяются на речных и озерных бассейнах, когда берегового оборудования построить нельзя или когда требуется работа авиации с флотилиями; вторые применяются для работы авиации с морскими флотами и для выполнения операций вне радиуса действия гидросамолетов, базирующихся на береговых Г.

При выборе места для постройки Г. должно быть принято во внимание следующее. 1) Водный бассейн д. б. достаточного размера для одновременного вылета базирующейся на него части и по возможности удален от оживленных фарватеров и от места стоянки судов флота. Он должен иметь глубину не меньше 1,5 *м* при наименьшей воде и быть свободным от рифов, банок, отмелей и камней, при чем желательно, чтобы морское дно плавно поднималось к берегу. Конфигурация береговой полосы должна защищать его от крупной волны, идущей с моря при господствующих ветрах, почему предпочтительнее располагать гидроаэродром в глубине бухт, заливов, в дельтах рек, на озерах или в гаванях, огражденных молами и волнорезами. Рельеф береговой полосы должен защищать его от действия господствующих ветров. Необходим удобный фарватер для прохода к берегу пловучих средств и грузовых барж, расположенный вне рабочей его поверхности. Защищенность бассейна и береговых сооружений от артиллерийского огня с моря и от воздушных атак желательна, а для основных Г. обязательна, так же как и маскировочные сооружения. 2) Планировка берега должна допускать удобное размещение ангаров, маневренных площадок, спусков, подъемных приспособлений, пристаней, мастерских, складов и жилых помещений в районе, где нет больших возвышенностей и высоких сооружений (заводские трубы, элеваторы, радиомачты), затрудняющих подход к водной поверхности с воздуха и мешающих взлетам при береговых ветрах. Если Г. предназначается для гидросамолетов-амфибий (см. *Гидроаэроплан*), то к ангарам должна примыкать ровная площадка



Фиг. 1.

для взлетов и посадок; это же требование д. б. выполнено, если Г. является одним из этапов линии воздушных сообщений.

Размеры водного бассейна определяются из следующих соображений (фиг. 1). Длина пути для взлета $L_1 = l_0 + v_1 t_1 + v_2 t_2 + l'_0$ складывается из следующих величин: разбега при взлете $l_1 = v_1 t_1$, полета на скорости v_2, расстояния $l_2 = v_2 t_2$ и полета при нормальном угле подъема для прохода в 10 *м* над береговым препятствием высотою H. Величину l_0, равную расстоянию от спуска или берега до начала разбега, принимаем в 25 *м*, а l'_0 определяем из чертежа:

$$l'_0 = \frac{H + 10}{\operatorname{tg}\alpha} - Y,$$

где α — угол подъема, зависящий от аэродинамич. свойств данного самолета, Y—расстояние от береговой полосы до препятствия а H—высота наиболее высокого препятствия на данном направлении. Тогда в *м*

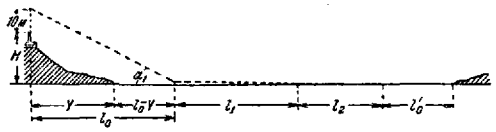
$$L_1 = 25 + v_1 t_1 + v_2 t_2 + \frac{H+10}{\operatorname{tg}\alpha} - Y.$$

Время разбега t_1 колеблется в пределах 18—40 секунд, t_2—в пределах 15—30 секунд, а v_1 и v_2—скорости, присущие данному самолету. Длина бассейна, необходимая для посадки (фиг. 2), в *м*

$$L_2 = l_0 + l_1 + l_2 + l'_0 - Y = \\ = \frac{H+10}{\operatorname{tg}\alpha_1} - Y + v_1 t_1 + v_2 t_2 + 30,$$

где H—высота препятствия, Y—расстояние от препятствия до береговой полосы, α_1—угол планирования, зависящий от аэродинамических свойств данного самолета (6—7°), v_1 и v_2—скорости (минималь-

ная и пробега) данного самолета; t_1—время, необходимое для потери скорости (5—10 секунд), t_2—время пробега, колеблющееся от 12 до 20 секунд. Из полученных величин L_1 и L_2 выбирают бо́льшую и принимают ее за диаметр лётного круга, необходимого для работы самолетов при всех направлениях ветра. Расчеты ведутся для того типа самолетов, который имеет наибольший разбег и наименьший наклон траектории при взлете и посадке. Если бухта



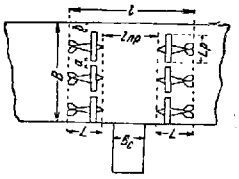
Фиг. 2.

или рейд не допускают по своей конфигурации размещения полного лётного круга, то его разбивают на части, выбирая место для береговых построек так, чтобы возле них было достаточное пространство для совершения взлетов и посадок при господствующих ветрах, и перенося место взлетов при других направлениях ветра на другую часть водной поверхности, но возможно ближе к спускам.

Оборудование водной поверхности состоит из центрального буйка, который отмечает центр рабочей части аэродрома, и линии буйков или двух шлюпок, ориентирующихся в направлении ветра и разделяющих рабочую площадь на взлетную и посадочную зоны. Направление взлетов и посадок гидросамолетов указывается специальной флюгаркой или флажком на одном из буйков или шлюпке. При проектировании оборудования необходимо стремиться к минимальному количеству буйков и вешек на воде, так как каждый из них представляет собой препятствие, столкновение с которым грозит самолету аварией. Вне рабочей поверхности, в наиболее защищенной от волны и ветра части бассейна, под берегом, выбирают места для якорных стоянок самолетов, где и устанавливают буйки или бочки для причаливания их. Бочки устанавливают на мертвых якорях достаточного веса, чтобы удержать самолет в бурную погоду, когда к ветровому его сопротивлению прибавляется еще и подъемная сила крыльев, стремящихся оторвать якорь от грунта. Для надежности и быстроты причаливания бочки располагают в определенной системе и связывают между собою подводными или плавающими (манильскими) тросами, образующими замкнутые фигуры, чем самолеты обеспечиваются от столкновения с соседними при неудавшемся причаливании. При помощи системы тросов, протянутых от бочек к берегу, самолеты возможно без посторонней помощи подводить от бочек к берегу и обратно, а также разворачивать в любом направлении при отчаливании.

Береговое оборудование Г. состоит из ангаров, маневренных площадок и приспособлений для подъема самолетов с воды и спуска их на воду. Размеры ангаров определяются из основных размеров самолетов, их числа и пропускной способности данного оборудования (см. *Ангар*). При проектировании ангаров для гидросамолетов необходимо помнить, что габаритная высота самолета дается обычно без учета высоты тележки; высота эта колеблется в пределах 0,4—0,6 *м* в зависимости от конструкции тележек, назначения их и размеров колес. При расчете ангарных ферм необходимо учитывать возможность прикрепления к ним талей для временного подвешивания самолетов; тали необходимы для установки их на киль-блоки при ремонте и при установке моторов на гидросамолеты. Для удобства ремонта и осмотра днищ гидросамолетов должно быть предусмотрено устройство в определенном месте ангарного пола специальных, закрываемых крышками, люков соответствующих размеров, в к-рых находятся рабочие при производстве ремонта. Если люки не могут быть устроены, то высота ангара должна быть такова, чтобы допускать подъем самолета над полом на 1 *м*.

Маневренные площадки служат для передвижения гидросамолетов на их тележках из ангаров на спуски, а также для установки на них гидросамолетов при пробе и прогревании моторов перед спуском на воду. Возвышение маневренной площадки над наивысшим уровнем моря должно быть не меньше 0,5 *м*. Конструкция площадок выбирается в зависимости от возвышения грунта над уровнем моря, его свойств и может быть свайной, на столбах, или прямо на утрамбованном грунте с деревянным дощатым или бетонным настилом. Землян (утрамбованные или песчаные) площадки нежелательны, так как пыль, поднимающаяся при пробе моторов, способствует быстрому их изнашиванию, а грязь в осенние периоды затрудняет маневрирование самолетов. От количества гидросамолетов, подлежащих одновременному вылету с Г., зависят размеры маневренных площадок, так как на них должно происходить одновременно прогревание нескольких моторов. Размеры маневренных площадок определяются по основным размерам гидросамолетов и их числу. Обозначив через L длину гидросамолета, L_p—его размах, n—число гидросамолетов на площадке и n_1—число гидросамолетов, одновременно выходящих на спуск, получаем (фиг. 3): длина береговой линии



Фиг. 3.

$$l=l_{np}+2L=n_1L_p+(n_1+1)b+2L,$$

где b=(1,5 до 4) *м* в зависимости от величины L_p, увеличиваясь с увеличением последней. Ширина площадки от среза набережной до линии ангаров будет:

$$B=\frac{n}{2}L_p+\frac{n}{2}a=\frac{n}{2}(L_p+a),$$

где a=(1 до 3) *м* в зависимости от L_p, увеличиваясь с увеличением последней. Для схемы фиг. 4, при тех же обозначениях, будет:

$$l=l_{np}+2l_1;\ l_1=\frac{n}{2}L_p+\frac{n-2}{2}b;$$

$$l_{np}=n_1L_p+(n+1)a.$$

Тогда

$$l=n_1L_p+(n+1)a+nL_p+(n-2)b,$$

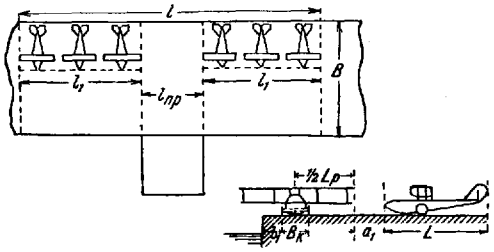
где a и b имеют те же значения, что и для предыдущего случая. Ширина площадки $B=L+L_p+b$. Минимальный размер B, при ширине B_k хода колес тележки, получается:

$$B_{min}=L+\tfrac{1}{2}L_p+\tfrac{1}{2}B_k+a_1+b_1,$$

где $a_1=$ (1 до 1,5) $м$, а $b_1=$ (1,5 до 2) $м$.

Приспособления для подъема и спуска гидросамолетов следующие: 1) спуски, 2) элеваторы и 3) подъемные краны.

1) Самым распространенным приспособлением является спуск—наклонная плоскость, по которой самолеты на их тележках



Фиг. 4.

скатывают в воду или обратно. Наклон спуска не д. б. больше 1:10, особенно при ручной тяге; наиболее часто встречается наклон 1:14. Уменьшение наклона сильно отражается на длине спуска, и иногда бывает выгоднее увеличить его до 1:8, применив механическую тягу. Глубина погружения конца спуска при самом низком уровне моря должна быть от 0,75 до 1,5 $м$ в зависимости от осадки гидросамолетов, но не меньше двойной осадки при полной нагрузке. Ширина спуска зависит от количества и размеров самолетов, пользующихся им одновременно, и определяется по следующей формуле:

$$B_c=n_1L_p+(n_1-1)a_1$$

и

$$B_{c(min)}=(n_1-1)(L_p+a_1)+B_k+2a_1,$$

где все обозначения те же, что были выше. Длина спуска определяется для каждого частного случая из приведенных выше данных. Конструкции спусков выполняются из железобетона, дерева, камня или комбинированные из этих материалов; материалы выбираются в зависимости от размеров спуска, высоты набережной, свойств грунта и климатических условий. Для временного оборудования, а также там, где грунт не позволяет без огромных затрат возвести капитальное сооружение, применяют пловучий спуск, состоящий из бревенчатой рамы с дощатой обшивкой, один конец которой шарнирно закреплен к срезу набережной или временного настила, а другой спущен на воду и затоплен грузами; грузами могут служить ящики с камнями (ряжи), бетонные массивы или чугунные мертвые якоря. Такие спуски могут служить продолжительное время только в защищенном от волны месте рейда; настил их в погруженной части делают с промежутками между досками для пропуска через них воды при волнении. Доски обшивки спусков всегда располагают поперек движения гидросамолетов, чтобы их полозки не могли попасть в щели между досками. Бетонные настилы постоянных спусков не следует выглаживать, так как в мокром виде они становятся скользкими и затрудняют работу людей. Нижнюю часть бетонного настила покрывают досками, чтобы предохранить подводную часть самолета от ударов о бетон при подходах к спуску. Все деревянные части спуска, подвергающиеся переменному намоканию и высыханию, смолят или же пропитывают креозотным составом для предохранения от гниения. В случае очень высокой набережной, когда спуски выходят слишком дорогими, устраивают наклонный рельсовый путь на столбах или сваях, по которому ходит тележка, поднимающая самолет до маневренной площадки, где он устанавливается на свою тележку. Расчет прочности спусков и площадок ведется на максимальный вес самолета (с полным грузом + вес его тележки).

Все гидросамолеты для выхода и передвижения по берегу снабжаются специальными колесными тележками или съемными колесами на вкладных осях. В зависимости от типа самолетов, их размеров и веса тележки бывают двух-, трех- или четырехколесные; прочность их должна быть такова, чтобы выдерживать длительную стоянку самолетов без остаточных деформаций. Форма верхних частей тележек должна точно соответствовать обводам днищ, лодок или поплавков. Конструкции тележек весьма разнообразны и зависят от эксплоатационных требований, предъявляемых к данному оборудованию, и элементов спуска. Различают два типа тележек: плавающие—когда тележка обладает положительной пловучестью и подводится под самолет на воде путем погружения, и тонущие—не обладающие пловучестью и погружаемые в воду на спуске с последующей установкой на них самолета. При ограниченной ангарной площади делают поворотные и допускающие боковое движение тележки (боковые тележки). Размеры колес и их ободов определяются из величины допускаемого давления на настил спусков и площадок; при бетонном настиле колеса должны иметь деревянные ободы или пневматики. Применение рельсовых путей и поворотных кругов на спусках и площадках для военных Г. допускается в ограниченном размере и лишь в тех случаях, когда по местным условиям избежать их нельзя; для гражданских Г. они м. б. широко использованы. Все рельсовые пути д. б. утоплены в настилы заподлицо, чтобы не мешать движению на аэродроме.

Оборудование спуска механической тягой осуществляется при помощи лебедок, располагаемых либо в специальных колодцах на маневренных площадках либо в стороне от спусков с применением блоков для изменения направления тяги. Если спуски расположены против ангаров, то тяговой трос пропускают через них по полу на съемных роликовых колодках или в специальных колодцах с крышками, а лебедки помещают за ангарами. Для ускорения выпуска самолетов может быть применен кольцевой тяговой трос, проложенный по полу ангара и

маневренной площадки в колодце и приводимый в движение лебедкой. Самолеты снабжаются буксирными тросами с зажимными муфтами, присоединяя которые к движущемуся тросу производят необходимые перемещения самолетов. Имея буксирные тросы достаточной длины и капифас-блоки, прикрепляемые к полу в нужных местах, можно быстро подать самолеты на спуск и в любое место маневренной площадки при помощи тяги одного только кольцевого троса.

2) Элеваторы, или подъемные площадки, представляют собой горизонтальные площадки на кронштейнах, движущиеся вертикально вверх и вниз по срезу стенки набережной при помощи какой-либо механич. тяги; применяются при очень высоком расположении маневренных площадок и больших глубинах моря у берегов; встречаются редко и преимуществ не имеют.

3) Подъемные краны применяются нормальных типов, постоянные, поворотные и подвижные. Устанавливаемые у среза набережной, они берут самолеты непосредственно с воды и ставят их на тележки на маневренной площадке после подъема. Размеры кранов колеблются в значительных пределах, в зависимости от размеров самолетов. При проектировании их должна быть учтена ветровая нагрузка от поднимаемого самолета, создающая опрокидывающий момент значительной величины, благодаря большой парусной поверхности его. Скорости подъема задаются порядка 6—10 *м* в минуту, скорость перемещения кранов 25—30 *м* в минуту. Подача энергии для крановых электромоторов осуществляется воздушными проводами и м. б. рекомендована только для стационарных кранов; для подвижных удобнее применять дизель-динамо, устанавливаемое на самом кране. Наиболее удобным для Г. является применение подвижных кранов, поднимающих гидросамолеты с любого места у набережной.

Сигнальное оборудование Г. устраивается так же, как и на сухопутных аэродромах. Вспомогательное оборудование состоит из катеров, оказывающих помощь гидросамолетам при авариях и буксирующих их к ангарам при вынужденных посадках. Для сообщения с берегом самолетов, стоящих на якорях, применяют гребные шлюпки. Подача к самолетам горючего на воде производится при помощи плотов, на которые грузят баки с бензином.

Лит.: Ижевский М., Аэродромные сооружения. Воздушный справочник, т. 4, стр. 185—309, М., 1927; Вегенер А. Н., Аэродромы, «Труды ЦАГИ», вып. 9, М., 1924; Хрящи В., Андреев Е., Тулупов Н., Аэродромы сухопутные и морской авиации, Москва, 1925. **Н. Тулупов.**

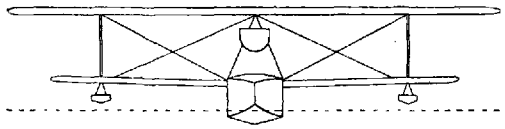
ГИДРОАЭРОПЛАН, гидросамолет, *аэроплан* (см.), для посадки и взлета которого может служить водная поверхность. Для этой цели, вместо колесного шасси сухопутного аэроплана, у Г. имеется поплавковое шасси, или сам корпус аэроплана представляет собою лодку, дающую пловучесть всему Г. В соответствии с этим Г. разделяются на поплавковые и лодочные; последние иногда называются летающими лодками или гидролодками.

Поплавковые Г. большею частью представляют собою по своим конструктивным формам обычные сухопутные аэропланы, у к-рых, вместо колесного шасси, установлены поплавки. Некоторые сухопутные аэропланы имеют приспособления, при помощи которых их можно превращать в Г. одной сменой шасси (например, Юнкерс). Вследствие того, что поплавкам приходится при посадке воспринимать более жесткие удары, чем колесному шасси, поплавковое шасси обычно бывает более сложно, чем соответственное колесное. Различают два типа поплавковых Г.: с двумя и с тремя поплавками. Последний тип является более ранним и в настоящее время применяется сравнительно редко (Г. системы Файри). В этом случае, кроме двух передних поплавков, которые устанавливаются примерно там же, где и колеса, имеется еще хвостовый поплавок, соответствующий костылю сухопутного аэроплана. В обычных же поплавках Г. имеются только два поплавка спереди, достаточной длины, чтобы придать Г. остойчивость в продольном направлении. Причина, почему трехпоплавковые Г. в настоящее время почти не применяются, заключается в их плохих мореходных качествах в большую волну и в меньшей поворотливости. В Г. с двумя поплавками вся пловучесть и остойчивость во всех направлениях создаются только этими двумя поплавками. Обычно поплавковыми конструируют Г. легкого типа, тогда как Г. тяжелого типа большею частью делают лодочными. Особняком стоят однопоплавковые Г., которые имеют лишь специальное назначение (см. ниже).

Лодочные Г. по схеме расположения отдельных элементов несколько отличаются от аэропланов обычного типа. Вследствие того, что сам корпус гидролодки служит также и посадочным приспособлением, винтомоторную группу нельзя уже устанавливать в носовой части, так как винт в этом случае будет задевать за воду при взлете и посадке. Таким образом, корпус гидролодки и винтомоторную группу приходится разделять и последнюю ставить изолированно, на специальной моторной установке. Т. к. весь полезный груз должен находиться в лодке, т. е. довольно далеко от мотора, то ц. т. всего Г. лежит ниже оси мотора и винта; вследствие этого получается очень неприятное, специфически присущее гидролодкам, явление децентрации винта и возникновение добавочного момента при включении мотора в полете. Этот добавочный момент приходится учитывать при расчете статич. устойчивости Г. (см. *Устойчивость*). В случае бипланов моторы устанавливаются между планами, в монопланах же они устанавливаются или непосредственно на крыльях или над крыльями, на соответствующих моторных установках. Винты в гидролодках бывают как толкающие, так и тянущие.

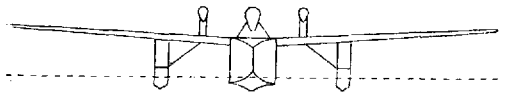
Т. к. лодка не может обеспечить необходимой гидроаэроплану боковой остойчивости, вследствие сравнительной своей узости, то эта остойчивость достигается добавочными поплавками, в зависимости от типа и расположения которых схемы гидролодок можно разделить на следующие четыре типа:

1) Летающие лодки с боковыми подкрыльными поплавками, находящимися близко к концам нижн. крыльев. Водоизмещение этих поплавков, по сравнению с грузов. водоизмещением всего Г., незначительное.



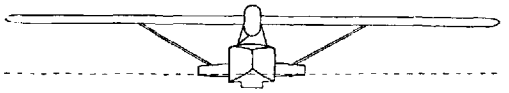
Фиг. 1.

Назначение их—только создавать боковую остойчивость. При горизонтальном положении крыльев поплавки почти не погружаются в воду (фиг. 1). 2) Гидролодки с двумя несущими боковыми поплавками, не только обеспечивающими боковую остойчивость Г., но также и воспринимающими часть веса Г. при плавании (фиг. 2). Водоизмещение поплавков составляет довольно значительный % от грузового водоизмещения всего Г. Они крепятся



Фиг. 2.

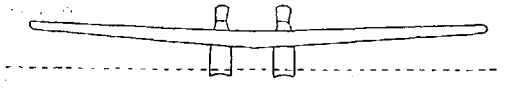
под крыльями, на довольно близком от лодки расстоянии и при плавании погружены в воду (например, тип Рорбах). 3) Гидролодки с боковыми плавниками (жабрами), связанными с корпусом лодки (фиг. 3). При плавании они частично погружены в воду и обеспечивают боковую остойчивость, в воздухе же дают некоторую добавочную подъемную силу (напр.,



Фиг. 3.

Дорнье-Валь). 4) Г. многолодочного типа, имеющие несколько расположенных в ряд лодок или поплавков (фиг. 4). Последний тип является до некоторой степени переходным от лодок к поплавкам.

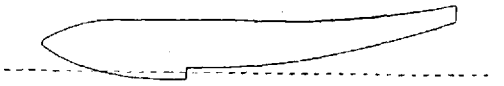
Хвостовое оперение Г. лодочного типа укрепляется на развитой хвостовой части лодки и расположено немного над верхней палубой; последнее делается для возвышения над уровнем воды, для того чтобы оперение не забрызгивалось водой при взлете,



Фиг. 4.

а также и для того, чтобы оно находилось в полете в потоке винта и благодаря этому немного компенсировало получающийся от децентрации винта момент. Очень часто, для удобства маневрирования на воде, в хвостовой части гидролодки имеется водяной руль, связанный с управлением руля поворота. На некоторых гидролодках, вместо развитой хвостовой части, ставится хвостовая ферма, на которой и укрепляется хвостовое оперение; лодки в этом случае имеют меньшую чем обычно длину (Савойя, тип 55).

Внешние формы лодок и поплавков обусловливаются как гидродинамическ. и гидростатич., так и аэродинамич. их свойствами. Все эти свойства в той или иной мере влияют на взлет Г., который обычно бывает значительно длиннее, чем у однотипного сухопутного аэроплана. В отличие от взлета сухопутного аэроплана, у которого он зависит гл. обр. от аэродинамич. свойств аппарата, у Г. взлет в значительной мере зависит также от его гидродинамич. свойств, именно—от гидродинамическ. сопротивления плавательного приспособления и прилипания к нему воды. Уменьшение того и другого достигается приданием лодке или поплавку соответствующей формы обводов и применением



Фиг. 5.

т. н. редана (фиг. 5), т. е. уступа в днище лодки или поплавка. В зависимости от типа Г. применяется один или несколько реданов (обычно не более двух). Назначение редана состоит в том, чтобы при известной скорости движения Г. по воде уменьшалась смачиваемая поверхность и, благодаря этому, ослаблялось прилипание воды к днищу; одновременно уменьшается также и лобовое сопротивление как от уменьшения поверхности трения, так и от гидропланирующего эффекта днища. При взлете лодка или поплавки первоначально испытывают сопротивление воды, как и всякое погруженное в жидкость тело; с увеличением скорости это сопротивление все увеличивается, и, наконец, при определенной (критической) скорости, лодка, как говорят, выходит на редан, т. е. скользит, под влиянием гидропланирующего эффекта по поверхности воды, касаясь ее лишь своей частью впереди редана, задняя же часть, за реданом, не погружена в воду. В этот момент сопротивление резко уменьшается, и вскоре за тем наступает отрыв лодки от воды. Т. о. при начале разбега хвост лодки или поплавка опущен, по мере же выхода на редан хвост поднимается. До момента выхода лодки на редан, под самым уступом получается пониженное давление, вследствие чего вода и присасывается к днищу за реданом, замедляя выход лодки на редан. Поэтому у некоторых Г. над уступом делают вытяжные отверстия—трубы, через которые воздух поступает к редану и уравнивает давления.

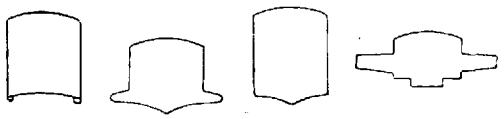
От той или иной формы обводов лодки или поплавка зависит образование волн, а следовательно, и сопротивление лодки на воде. Главное влияние на волнообразование оказывают носовые обводы. Форма днищ влияет как на лобовое сопротивление, так и на величину удара при посадке. Г., в отличие от сухопутного аэроплана, не имеет амортизирующих приспособлений на шасси, и поэтому лодка и поплавки воспринимают на себя все удары как при взлете, так и при посадке. Взлет Г. в большую волну представляет для летчика большие трудности, осо-

бенно в мертвую зыбь, т. е. при отсутствии ветра, так как Г., не развив еще достаточной для взлета скорости, может с большой силой удариться о волну и потерпеть аварию. Точно так же при посадке на волну могут получиться большие давления ударного порядка, в особенности в случае «барса», когда самолет, ударившись о воду, отскакивает и теряет горизонтальную скорость. Для уменьшения силы ударов при посадке и взлете днищам Г. придают особые формы.

Для исследования влияния формы днищ и обводов лодок и поплавков на их гидродинамич. характеристики производят испытания моделей в опытных бассейнах. Бассейн представляет собою длинный канал, по бокам которого движется по рельсам тележка с электрической тягой. На воду ставится испытываемая модель, которая и буксируется тележкой по каналу. При этом определяются лобовое сопротивление, подъемная сила от гидропланирующего эффекта, угол естественного дифферента и скорость буксировки. По этим гидродинамич. характеристикам—или, как их еще иногда называют, «протаскам»—можно рассчитать все необходимые гидродинамическ. элементы Г. Опытные каналы имеются во многих государствах: в Италии—в Римской лаборатории, в Германии—в Гамбурге, в Англии—в Национальной физич. лаборатории, в СССР—в Ленинграде и в Центральном аэро-гидродинамическом ин-те (ЦАГИ) в Москве. Обычно канал имеет около 200 *м* длины, ок. 3—6 *м* ширины и 3—5 *м* глубины; скорость движения тележки—до 25 *м/сек*. Наиболее интересные опыты над моделями гидросамолетов производились в Англии и Германии. Гидроканал играет для испытания Г. ту же роль, что и аэродинамическая труба для сухопутного аэроплана, однако как сама методика, так и теория движения тел, подобных гидролодкам, до настоящего времени еще недостаточно разработаны. Кроме количественных измерений, в гидроканале производят также и качественные испытания (например, изучение волнообразования за гидролодками). Помимо опытов с моделями гидролодок и поплавков в канале, производятся также испытания и Г. в натуре.

В результате произведенных исследований и накопившегося опытного материала над эксплоатацией Г. установились примерно следующие четыре типа форм днищ для гидролодок: 1) плоское днище—дает очень хороший гидропланирующий эффект и быстрый взлет, но при посадке получаются значительные нагрузки; представителями гидролодок с плоскими днищами являются Г. итальянск. фирмы Савойя (фиг. 6); 2) англ. тип—килеватая форма с боковыми наростами-кабрами (фиг. 7); 3) килеватая форма, с усиленной вогнутостью с краев; этот тип днищ применяет Рорбах (фиг. 8); 4) уступчатые днища гидролодок Дорнье (фиг. 9). Каждый из указанных типов имеет свои преимущества и недостатки; можно только сказать, что килеватая форма, при меньшей нагрузке на днище и лучшей остойчивости при плавании, дает более длинный взлет гидроаэроплану, чем плоскодонная форма.

Количество реданов зависит гл. образом от величины Г.: на малых Г. делается обычно один редан, на больших Г., с лодками сравнительно большой длины,—два редана. Главный редан располагается всегда поблизости от центра тяжести Г., немного позади. Второй редан служит для лучшего отрывания хвоста от воды и располагается примерно на одной трети расстояния от главного редана до хвоста, ближе к главному редану.



Фиг. 6. Фиг. 7. Фиг. 8. Фиг. 9.

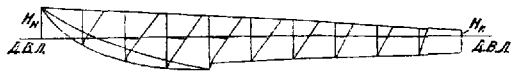
Для уменьшения лобового аэродинамич. сопротивления лодки и поплавки делают примерно такой же формы, как и фюзеляжи сухопутных аэропланов, т. е. суживающимися к хвосту. Для возможности удобной посадки, с соответствующим углом атаки крыльев, как и в фюзеляжах, нижний обрез гидролодки наклонен в хвостовой части под некоторым углом к верхней палубе, которую часто делают почти прямолинейной. При посадке Г. первоначально касается воды или вторым реданом или краем основного редана, в случае наличия одного редана.

Гидродинамический расчет Г., т. е. расчет взлета гидроаэроплана, производится на основании протасок соответствующей лодки или поплавка в канале методами динамики аэроплана.

Гидростатич. расчет Г. заключается как в определении соответствующего водоизмещения лодки или поплавков, так и в нахождении остойчивости. Таким обр., гидростатическ. расчет состоит в определении плавучести и остойчивости лодки или поплавка. Полным водоизмещением лодки или поплавка называется вес воды, вытесняемой полным объемом лодки или поплавка, а грузовым водоизмещением—вес вытесняемой воды при плавании полно нагружен. Г. Линия пересечения поверхности воды с лодкой или поплавком называется действующей ватерлинией (Д. В. Л.), при чем ватерлиния при плавании груженого Г. в состоянии покоя называется грузовой ватерлинией (Г. В. Л.). Разность между высотой носа и кормы лодки или поплавка над ватерлинией называется дифферентом; иногда дифферентом называют угол между ватерлинией и строительной горизонталью, т. е. какой-либо фиксированной на лодке или поплавке прямой линией. Т. о., различают дифферент на нос и дифферент на корму.

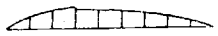
Определение водоизмещения для какой-либо ватерлинии производят след. образом. Разбив лодку или поплавок на ряд отсеков равноотстоящими друг от друга поперечными сечениями, строят по точкам для каждого поперечного сечения кривую площади этого сечения при различных его погружениях. Определение площадей проще всего делать планиметром. Кривые площадей поперечных сечений в функции от погружения (предполагается, что лодка или поплавок

не имеет крена), построенные при соответствующих поперечных сечениях, называются масштабом Бонжана (фиг. 10). Чтобы определить водоизмещение лодки или



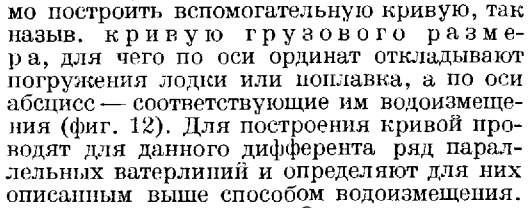
Фиг. 10.

поплавка по какую-нибудь ватерлинию, на теоретическ. чертеже бокового вида лодки или поплавка проводят эту ватерлинию; из точек пересечения этой ватерлинии с поперечными сечениями опускают перпендикуляры на кривые «масштаба Бонжана» (кривые площадей поперечных сечений в функции от погружения) и, откладывая их в качестве ординат, строят кривую—так называемую строевую по шпангоутам (фиг. 11); ординаты этой кривой ограничивают площади сечений, погружения которых соответствуют данной ватерлинии. Площадь строевой по шпангоутам будет представлять в известном масштабе водоизмещение лодки или поплавка по данную ватерлинию.



Фиг. 11.

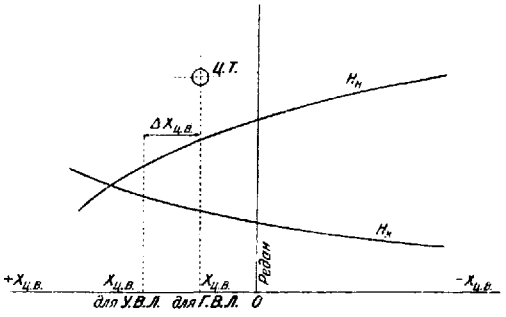
Для определения грузовой ватерлинии, соответствующей данному весу Г., необходимо построить вспомогательную кривую, так назыв. кривую грузового размера, для чего по оси ординат откладывают погружения лодки или поплавка, а по оси абсцисс — соответствующие им водоизмещения (фиг. 12). Для построения кривой проводят для данного дифферента ряд параллельных ватерлиний и определяют для них описанным выше способом водоизмещения. Отложив по оси ординат погружения, а по оси абсцисс—водоизмещения, соответствующие проведенным ватерлиниям, соединяют полученные точки плавной кривой и получают кривую, называемую «грузовым размером». Грузовые размеры для 3—4 дифферентов строят с интервалом между ними около 3°, с таким расчетом, чтобы естественный дифферент (угол между строительной горизонталью и Г. В. Л.), обычно известный из протасок модели в канале, находился между крайними дифферентами на нос и корму, для к-рых построены грузовые размеры; по последним определяются действующие ватерлинии, соответствующие взятым дифферентам. Погружение лодки на редане по грузовому размеру определяется ординатой, соответствующей абсциссе, равной грузовому водоизмещению Г. Зная дифферент и погружение на редане, можно провести и действующую ватерлинию. Для каждой из действующих ватерлиний строят строевую по шпангоутам. Абсцисса ц. т. площади строевой по шпангоутам будет абсциссой для соответствующей действующей ватерлинии так назыв. центра величины (ц. в.), т. е. центра тяжести погруженного объема. Определив для всех действующих ватерлиний абсциссы ц. в. по формуле



Фиг. 12.

$$x_{ц.в.} = \frac{\Sigma M_v}{\Sigma v}, \qquad (1)$$

где ΣM_v—сумма моментов объемов, а Σv—сумма погруженных объемов, можно построить диаграмму дифферентов (фиг. 13), в которой по оси абсцисс отложены расстояния центра величины от начала координат, а по оси ординат—длины носовых и кормовых перпендикуляров $H_н$ и $H_к$, опущенных из точек пересечения строительной горизонтали



Фиг. 13.

с форштевнем и ахтерштевнем на действующие ватерлинии. Дифферент Г. В. Л. (т. е. $H_н$ и $H_к$) определится абсциссой центра тяжести Г., так как центр тяжести и ц. в. на стоянке должны находиться на одной вертикали. Определив дифферент Г. В. Л., можно нанести на теоретич. чертеж бокового вида лодки и Г. В. Л. Расстояние k—ц. в. ниже Г. В. Л.—определяется по следующей ф-ле:

$$k = \frac{A}{\xi}, \qquad (2)$$

где A—площадь кривой грузового размера, соответствующая грузовому водоизмещению, а ξ—абсцисса кривой грузового размера, равная грузовому водоизмещению. Ф-лы (1) и (2) будут являться координатами ц. в. при грузовой ватерлинии. По подобным же формулам можно определить координаты ц. в. и для любой действующей ватерлинии.

При включении моторов, в первый момент разбега Г. на лодку или поплавки будет действовать нек-рый момент от тяги винтов, и при определении остойчивости Г. приходится находить т. н. упорную ватерлинию, т. е. ватерлинию, к-рая будет существовать у груженого Г., когда имеется также тяга винтов. Если обозначить через T_0 суммарную тягу винтов на месте и через b—плечо тяги винтов относительно ц. в., то момент тяги относительно ц. в. выразится так:

$$M = T_0 \cdot b. \qquad (3)$$

Перемещение ц. в., уравновешивающее момент тяги, будет $\Delta x_{ц.в.} = \frac{M}{D}$, где D—грузовое водоизмещение. По диаграмме дифферентов и $\Delta x_{ц.в.}$ можно найти величины $H_н$ и $H_к$ для упорной ватерлинии.

Остойчивость Г. рассматривается: а) поперечная и б) продольная.

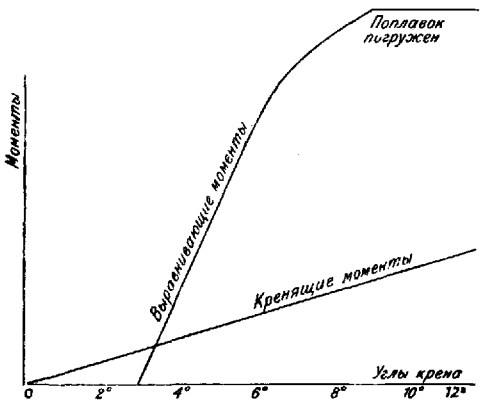
Вместе с этим различают поперечный и продольный метацентры. В расчете остойчивости важную роль играют метацентрич. радиусы ϱ_0 и R_0; из них ϱ_0 есть расстояние от ц. в. до поперечного метацентра, а R_0—расстояние от ц. в. до продольного метацентра. Они определяются след. образом: если I_x—момент инерции площади Г. В. Л. относительно продольной оси, проходящей через ц. т. площади Г. В. Л., а v—объемное водоизмещение по Г. В. Л., то $\varrho_0 = \frac{I_x}{v}$, где I_x определяется по формуле $I_x = \frac{2}{3}\int_{н.}^{к.} y^3\,dx$, а y — полуордината Г. В. Л. Если обозначим, далее, через I_λ момент инерции площади Г. В. Л. относительно поперечной оси, проходящей через ц. т. площади Г. В. Л., через I_y—момент инерции площади Г. В. Л. около поперечной оси, проходящей через начало координат, через k—расстояние между осями λ и y, то будем иметь:

$$R_0 = \frac{I_\lambda}{v};\quad I_\lambda = I_y - k^2 S;\quad I_y = 2\int_{н.}^{к.} x^2 y\,dx;$$

$$S = 2\int_{н.}^{к.} y\,dx;\quad k = \frac{\int_{н.}^{к.} x y\,dx}{\int_{н.}^{к.} y\,dx},$$

где x—абсц. площади, а S—площадь Г.В.Л.; $н.$ и $к.$—нач. буквы слов нос, корма.

а) Поперечная остойчивость. Обычно лодка без приспособлений для придания ей поперечной остойчивости является



Фиг. 14.

неустойчивой, т. е. ее метацентр лежит ниже ц. т. всего Г.; поэтому при угле крена α будет возникать кренящий момент

$$M_{кр.} = G(\varrho_0 - a)\sin\alpha, \qquad (4)$$

где G—полетный вес Г. и $(\varrho_0 - a)$—расстояние между ц. т. и метацентром.

По формуле (4) можно построить кривую опрокидывающих моментов (фиг. 14), возникающих от действия веса лодки и сил плавучести, которая до угла крена в 10—12° будет приблизительно прямолинейна. Этот опрокидывающий момент д. б. уравновешен выравнивающим моментом подкрыльных поплавков, при чем

$$M_{попл.} = B \cdot l \cdot \cos\alpha; \qquad (5)$$

здесь B—весовое водоизмещение подкрыльного поплавка до ватерлинии, соответствующей углу крена α, и l—расстояние от продольной оси лодки до продольной оси поплавка. Вычислив водоизмещение поплавка B для ватерлиний, соответствующих различным углам крена Г., и определив затем по формуле (5) выравнивающие моменты, можно построить кривые выравнивающих моментов. Точка пересечения кривых выравнивающих и кренящих моментов будет соответствовать положению равновесия, расстояние же между обеими кривыми будет давать запас боковой остойчивости, способный противодействовать влиянию различных внешних сил, стремящихся опрокинуть лодку. При указанном расчете вводится небольшая ошибка, т. к. допускается, что ватерлинии лодки при различных углах крена проходят через продольную ось симметрии площади ватерлинии ненакрепленной лодки.

Из внешних сил, стремящихся накренить лодку, принимают боковой ветер и влияние волны. Полных исследований влияния бокового ветра на крылья не имеется; обычно его влияние учитывают, пользуясь полуэмпирич. ф-лой, дающей кренящий момент: $M_{кр.} = S \cdot q \cdot \frac{2}{3} l$, где S—площадь полукоробки крыльев, l—полуразмах, q—нагрузка на $м^2$ площади крыльев при выбранной скорости бокового ветра V. Величина q м. б. приблизительно подсчитана по формуле: $q = C_i \cdot \varrho \cdot V^2$, где C_i—коэфф-т сопротивления плоской пластинки, а ϱ—плотность воздуха $\left(\frac{1}{8}\right)$. Средний угол атаки i бипланной коробки крыльев при действии на нее бокового ветра, для которого берется значение сопротивления C_i, м. б. подсчитан по ф-ле:

$$i = \theta + \tfrac{1}{2}(\vee_{в.} + \vee_{н.}), \qquad (6)$$

где θ—угол крена, а $\vee_{в.}$ и $\vee_{н.}$—углы поперечного наклона **V**-образных верхнего и нижнего планов. Кренящий момент на волне определяется, задаваясь крутизной волны, равной $\frac{1}{8}$, и к крену лодки на стоянке добавляется крен θ_0 от постановки лодки на вершину волны, равный $\operatorname{arctg}\frac{1}{8} = 7°10'$. Таким обр., полный крен будет: $\theta_{к.} = \theta + \theta_0$.

При определении поперечной остойчивости поплавкового Г. момент

$$M = G(\varrho_0 - a)\sin\alpha \qquad (7)$$

будет не кренящим, а восстанавливающим, т. к. метацентр в поплавковом Г. лежит выше ц. т. Вычисление метацентрич. радиуса ϱ_0 производится по ф-ле (7), но для момента инерции площади Г.В.Л. относительно продольной оси Г. ф-ла будет иметь несколько иной вид, чем для лодочных Г., а именно:

$$I_x = 2\left[I_{x0} + S\left(\frac{l}{2}\right)^2\right], \qquad (8)$$

где I_{x0}—момент инерции площади Г. В. Л. относительно продольной оси поплавка, S—площадь Г. В. Л. поплавка, l—расстояние между поплавками, при чем

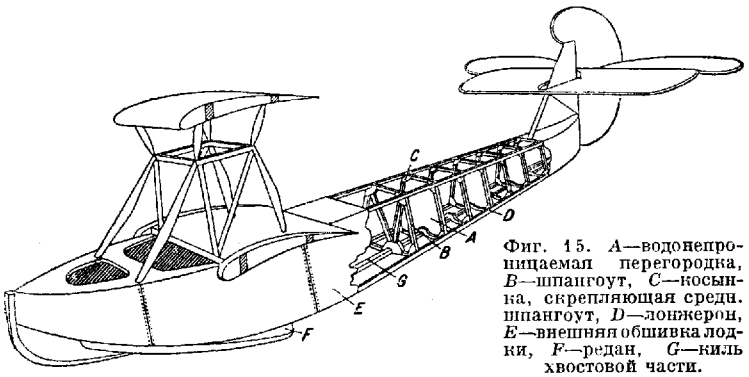
$$I_{x0} = \frac{2}{3}\int_{н.}^{к.} y^3\,dx\,. \qquad (8)$$

б) Продольная остойчивость. Она обыкновенно рассчитывается только для

поплавковых Г., т. к. в большинстве случаев запасы остойчивости лодки настолько велики, что вполне обеспечивают нормальное плавание. Расчет ее сводится к определению метацентрич. радиуса R_0 как для Г. В. Л., так и для дифферентированной на корму от Г. В. Л. примерно на 8°.

При проектировании Г. отношение полного водоизмещения лодки к грузовому определяется в зависимости от назначения Г. Так, напр., в Г. типа Рорбах объем лодки чрезвычайно велик, и этим обусловливаются хорошие мореходные качества этого типа лодок, несколько в ущерб их аэродинамич. качествам. Для поплавков полн. водоизмещение поплавка обычно принимается примерно вдвое большим, чем грузов. водоизмещение.

Конструкция лодок и поплавков, в зависимости от применяемого материала, бывает деревянная и металлическая.



Фиг. 15. *A*—водонепроницаемая перегородка, *B*—шпангоут, *C*—косынка, скрепляющая средн. шпангоут, *D*—лонжерон, *E*—внешняя обшивка лодки, *F*—редан, *G*—киль хвостовой части.

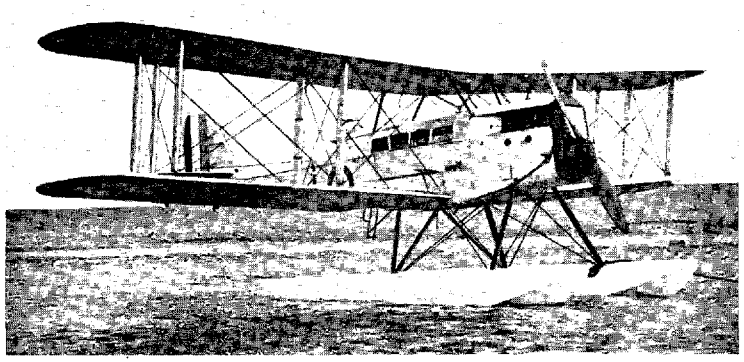
Деревянная конструкция (фиг. 15) применяется издавна—с начала возникновения гидроавиации, при чем лодки и поплавки делаются или фанерные или покрытые с внешней стороны планками из какого-либо водоупорного дерева, обычно из красного. В последнем случае лодка носит название лодки яхтенного типа; такие лодки, хотя и являются более крепкими и водонепроницаемыми, однако вес их значительно больше обыкновенных фанерных. Фанера применяется особая—водоупорная, холодной клейки. Лодки и поплавки обычно состоят из продольных основных лонжеронов и поперечных шпангоутов—рамок, которые придают известную форму поплавку и общую жесткость; кроме того, обычно вдоль лодки или поплавка идут еще стрингеры, т. е. продольные рейки. Снаружи к лонжеронам, стрингерам и шпангоутам прикрепляется фанера. Вязка шпангоутов, изготовленных обычно из планок, к которым с двух сторон прикреплены рамки из переклейки, производится на медных шурупах или заклепках с проклейкой холодным клеем. Фанерная обшивка также прикрепляется на клею с шурупами.

Обычно лодки и поплавки делятся внутри на несколько водонепроницаемых отсеков, для того чтобы в случае пробития одного отсека лодка или поплавок не теряли всей своей пловучести. Для осмотра внутренности отсеков имеются специальные смотровые люки, которые при плавании задраиваются.

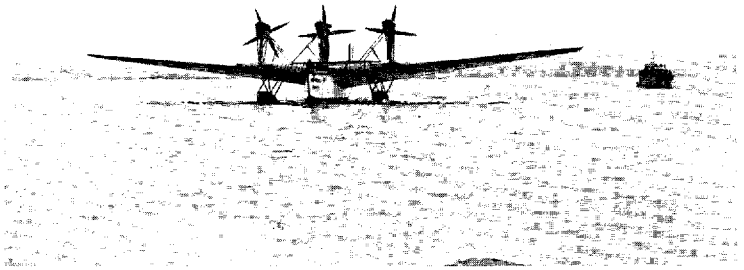
Так как дно у редана всегда подвергается при посадке наибольшим ударам и испытывает наибольшие удельные давления, то оно должно иметь наибольший запас прочности: здесь устанавливаются как добавочные стрингеры, так и более толстая фанера. В килеватых лодках киль служит также одним из основных лонжеронов. В зависимости от типа лодки и поплавка, между шпангоутами ставят диагональные раскосы, или жесткость всей конструкции достигается только применением фанеры. Внутри лодка и поплавок тщательно лакируются, а снаружи также шпаклюются и окрашиваются. По общей своей конструкции деревянные лодки близки к фюзеляжам сухопутных аэропланов типа монокок (см. *Аэроплан*).

Конструкция металлических лодок и поплавков (фиг. 16) в общих чертах подобна только-что описанной, но при металлическ. конструкции лонжероны, шпангоуты и стрингеры делают из профилированного дуралюминия и покрывают их снаружи обычно гладким дуралюминием. Все соединения делают на заклепках. Для водонепроницаемости швов клепку производят на прокладке из полотняной ленты, пропитанной суриком (не свинцовым). В металлич. дуралюминиевых конструкциях вопрос чрезвычайно осложняется необходимостью предохранения металла от *коррозии* (см.), которая, в особенности при эксплоатации Г. в морской соленой воде, может достигать сильной степени; поэтому металлич. лодки и поплавки всегда тщательно покрываются предохранительн. лаком как снаружи, так и изнутри. Подводная часть покрывается специальным лаком типа асфальтового.

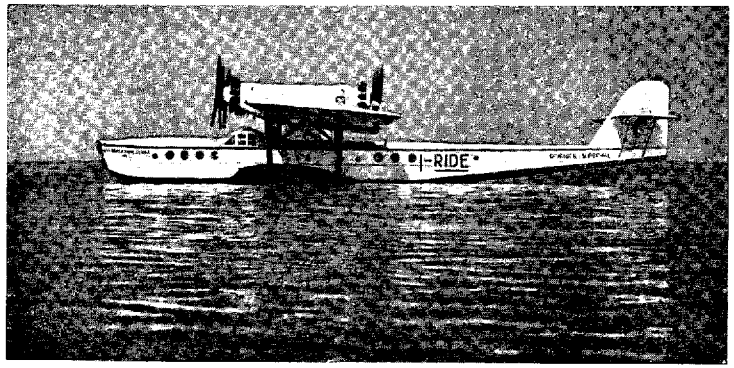
Внешнее обслуживание Г. отличается от обслуживания сухопутного аэроплана. При сравнительно незначительном перерыве между полетами Г. оставляют на воде, причаливая его «на бочку», т. е. к бочке, укрепленной на якоре. Для вытаскивания же в ангар приходится или устанавливать Г. на специальные тележки или надевать на него специальные колеса или же вытаскивать специальным краном. Поэтому Г. сверху крыльев должны иметь специальные ушки, к которым можно было бы прикрепить цепь или трос от подъемного крана. Многие Г., особенно тяжелого типа, имеют специальные устройства для надевания колес. Эти колеса, обычно большого диаметра и пустотелые, имеют такую пловучесть, что при их плавании ось как-раз входит в сделанное в Г. отверстие; колеса устанавливаются немного впереди центра тяжести гидроаэроплана, под хвост же подводится хвостовая тележка, и Г. выводится на спуск задом, помощью лебедки (см. *Гидроаэродром*). Г. тяжелого типа имеют иногда приспособления для постановки парусов, чтобы в случае отказа моторов работать можно было добраться до ближайшего берега.



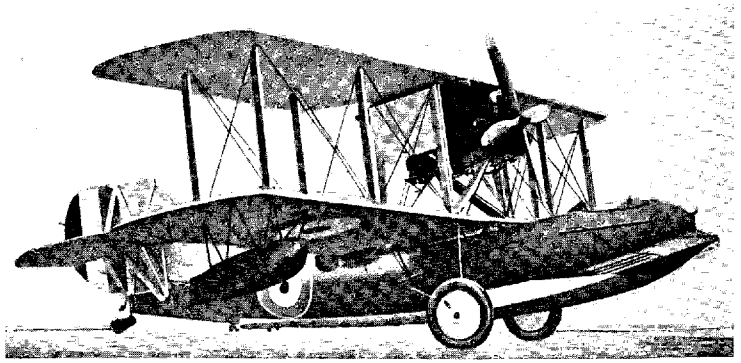
Гидроаэроплан поплавковый DH 50 с мотором Сидлей-Пума 230 HP.



Гидроаэроплан лодочный (металлический) Рорбах-Ромар с 3 моторами BMW-VI 7,3 Z по 500 HP.



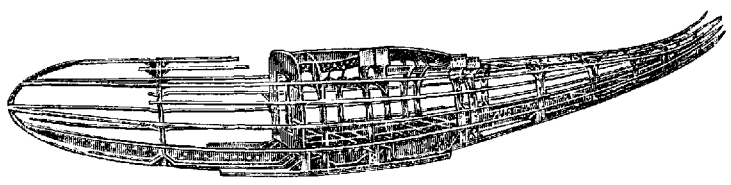
Гидроаэроплан лодочного типа с жабрами Дорнье-Сюперваль с 4 моторами Юпитер по 480 HP.



Гидроаэроплан Амфибия „Seagull" с мотором Непир „Lion" 450 HP.

ТРЕСТ „ГЕОКАРТОГРАФ"

Обычный Г. может садиться только на водную поверхность; лишь с некоторым риском легкие Г. могут сесть на мокрую густую траву или болото, а также и на снег. Однако, при частом применении таких посадок, Г. весьма скоро расшатается и выйдет из строя, даже при самых искусных посадках. Это очень суживает область применения Г., и поэтому вполне естественно, что при достаточном развитии конструктивных форм Г. были сделаны попытки приспособить к нему сухопутное шасси. Такие



Фиг. 16.

Г. называются амфибиями. По внешнему виду амфибии являются обычными Г. лодочного типа, для посадки же на землю имеется специальное шасси, к-рое при взлете или посадке на воду убирается, прижимаясь вместе с колесами и осями к лодке или крыльям, чтобы не создавать в воде добавочного лобового сопротивления.

В военной авиации, для обслуживания линейных кораблей и для взлетов с *авианосцев* (см.), применяются аппараты особого типа, являющегося переходным от типа Г. к типу сухопутных аэропланов. Для взлета с кораблей, у которых не имеется достаточно большой площадки для разбега аэроплана, приходится первоначальный импульс при взлете давать помощью специального приспособления, так наз. *катапульты* (см.). В этом случае применяются или однопоплавковые Г. или гидролодки, при чем тележка катапульты захватывает Г. около редана. С авианосцев или с больших кораблей, на к-рых можно сделать площадку, достаточную для взлета легкого самолета, возможны полеты и обычных сухопутных аэропланов, имеющих плавательные приспособления в виде надувающихся перед посадкой баллонов, которые и сообщают аэроплану необходимую пловучесть. В этих же случаях применимы также и аэропланы, снабженные сбрасываемым шасси, при чем фюзеляж таких аэропланов имеет форму, примерно сходную с гидролодкой, и делается водонепроницаемым. На аэроплане такого устройства можно производить только посадку, после чего его поднимают краном на судно. Амфибии также могут базироваться на авианосец и делать на нем посадку и взлеты.

Лит.: Берхен С., Основы гидроавиации, М., 1928; Крылов А. Н., Учебник теории корабля, СПБ, 1912; Шевражин В., Теория корабля, СПБ, 1911—13; Шиманский Ю. А. и Гарденин М. Ф., Справочная книга для корабельных инженеров, П., 1916; «Flight», 1928, *8*, *13*; «Journal of the Royal Aeronaut. Soc.», L., 1927, *201*; Jane's «All the World's Aircraft», L., 1927—28. **В. Александров.**

ГИДРОГЕЛЬ, см. *Коллоиды.*

ГИДРОГЕНИЗАЦИЯ ЖИРОВ, превращение жидких масел в твердые жиры путем присоединения водорода к непредельным глицеридам. Все жировые вещества (см. *Жиры и масла*) в химич. отношении представляют собою глицериды жирных к-т, т. е. сложные эфиры глицерина с упомянутыми кислотами. Разница между твердыми жирами и жидкими маслами заключается в том, что в составе первых преобладают глицериды насыщенных к-т с общей ф-лой $C_nH_{2n}O_2$ (стеариновой $C_{18}H_{36}O_2$ и пальмитиновой $C_{16}H_{32}O_2$), в жидких же маслах преобладают глицериды ненасыщенных кислот с общими ф-лами $C_nH_{n-2}O_2$, $C_nH_{2n-4}O_2$, $C_nH_{2n-6}O_2$ и т. д. (олеиновой $C_{18}H_{34}O_2$ и др.). Так как с приростом населения и с развитием техники потребление твердых жиров сильно возросло и их уже нехватало для мыловарения, производства стеарина и т. п. и так как расширение культуры масличных растений является задачей, разрешимой скорее, чем задача более усиленного разведения скота, то понятно, что идея получения твердых жиров из жидких растительных масел путем гидрогенизации заинтересовала весьма многих выдающихся химиков. Эта идея была блестяще осуществлена французским химиком Сабатье (см. *Гидрирование*). Водород для гидрогенизации жиров получают или из водяного газа или электролитическим путем (см. *Водород*).

Гидрогенизацию растительных масел в заводском масштабе впервые осуществил в 1905 г. Норман на заводе Joseph Crossfield a. Sons в Варрингтоне. В Германии по патенту Нормана в 1908 году стал работать завод «Germania» в Эммерихе. В этом же году под руководством Вильбушевича была пущена гидрогенизационная установка на маслобойном заводе Персица в Н.-Новгороде, расширенная в 1909 году до выпуска 50 *т* готового продукта в месяц. Появившиеся затем многочисленные видоизменения способов Г. ж., по Уббелоде, сведены к трем типам: 1) катализатор суспендирован в масле, и водород пропускается через эту суспензию в виде мелких пузырьков (способ Нормана); 2) катализатор, распределенный на очень большой поверхности в атмосфере, насыщенной водородом, обливают маслом (способ Эрдмана); 3) катализатор находится в виде масляной суспензии, и эта суспензия в виде мельчайших капель проходит через атмосферу водорода. На большинстве з-дов, в том числе и русских, работают так. обр., что молекулярный металлич. Ni, осажденный на поверхности инфузорной земли, растирают в краскотерке с небольшим количеством масла; эту смесь помещают в автоклав, в котором находится подлежащее гидрированию масло, нагретое до определенной температуры (190—220°), и через автоклав пропускают струю водорода. Таким образом производство распадается на два этапа: приготовление катализатора и собственно гидрогенизацию.

Приготовление катализатора. Исходным материалом является сернокислый никель $NiSO_4.7\,H_2O$. Его растворяют в воде до 14° Bé и к раствору прибавляют двойное количество мелко измолотой инфузорной земли; смесь помещают в обложенный

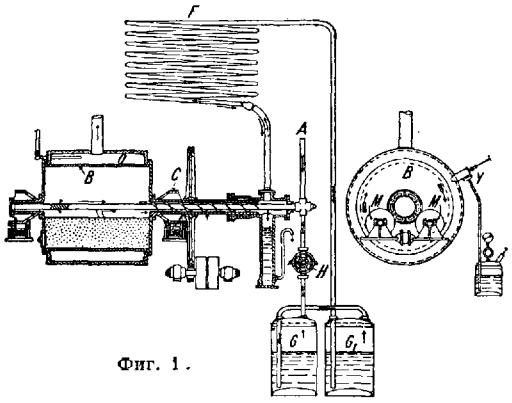
свинцом чан и осаждают содой углекислый никель, образующийся по след. уравнению:

$$NiSO_4 + Na_2CO_3 = NiCO_3 + Na_2SO_4.$$

Инфузорную землю с осажденным на ней углекислым никелем отфильтровывают при помощи фильтр-пресса, тщательно промывают водой до исчезновения реакции на серную кислоту, затем высушивают, прокаливают и образовавшуюся окись никеля восстанавливают в струе водорода в металлический никель:

$$NiCO_3 = NiO + CO_2 \text{ и } NiO + H_2 = Ni + H_2O.$$

Высушивание, прокаливание и восстановление производят в аппарате Вильбушевича (фиг. 1), представляющем собою цилиндрическую горизонтальную реторту B, медленно вращающуюся на роликах M. Реторта окружена кожухом O; в пространстве между ретортой и кожухом помещены нефтяные форсунки Y, нагревающие реторту до 500°. Водород входит в реторту через трубу A; избыток водорода с образующимися при реакции парами воды выходит из реторты через пылеуловитель C, холодильник F, сосуды: G с H_2SO_4 и G_1 с NaOH, и, наконец, через насос H водород снова поступает в реторту. Восстановление никеля в реторте Вильбушевича длится 8—12 ч., затем реторту охлаждают и, во избежание окисления никеля, к-рое иногда сопровождается взрывом, через реторту пропускают в течение 5 мин. струю углекислого газа. После этого катализатор

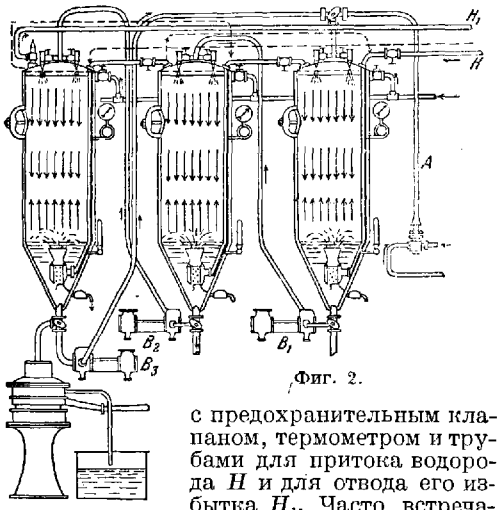


Фиг. 1.

выгружают из реторты и тотчас же растирают в краскотерке с маслом (на 100 *кг* Ni идет 130—140 *кг* масла). Растертый с маслом катализатор хорошо сохраняется.

Подготовка масла для гидрогенизации. Для того, чтобы процесс Г. ж. происходил быстро и совершенно, необходимо, чтобы подлежащее обработке масло было по возможности свободно как от механических примесей, так и от растворенных в нем белков, смолистых, слизистых и красящих веществ, а равно и свободных жирных кислот. Наиболее загрязненными являются льняное масло и масло рыжика (Camelina sativa), которые приходится очищать взбалтыванием с H_2SO_4 ($1^1/_4$—$^1/_2$%) и NaOH (1,5—2% в 17° Bé); остальные масла обычно очищают инфузорной землей и различными глинами (флоридин, каолин).

Процесс гидрогенизации. Очищенное масло подогревают в котлах до 190—220° и переводят в автоклав; последний (фиг. 2) представляет собою вертикальный цилиндрический клепаный или сваренный железный котел с конусообразным днищем, снабженный кранами для наполнения и опоражнивания, лазом для чистки, манометром



Фиг. 2.

с предохранительным клапаном, термометром и трубами для притока водорода H и для отвода его избытка H_1. Часто встречаются установки и из 2, 3 или 4 автоклавов. В этом случае не вошедший в реакцию в первом автоклаве водород поступает во 2-й автоклав, из 2-го—в 3-й, и т. д. Приводящая водород труба в автоклаве обычно разветвляется; ответвления снабжены рядом мелких отверстий, благодаря чему поступающий водород производит размешивание гидрируемого масла, и применение механическ. мешалки оказывается ненужным. После наполнения автоклава (по трубе A) подогретым маслом в него спускают приготовленный, как сказано выше, катализатор (насосы B_1, B_2, B_3 перекачивают массу из одного автоклава в другой) и начинают пропускать водород. Реакция гидрирования экзотермическая, и темп-ра масла может подняться выше 300°, что, однако, устраняют (во избежание дегидрирования и разложения глицеридов), пропуская в окружающий автоклав кожух пар, нагретый до $t°$ 120—150°. Обычно автоклав делают в 1 *м* диам. и ок. 4,5 *м* высотой; масла набирают ок. 2 000 *кг*, а катализатора (никель+инфузорная земля) ок. 30—35 *кг*, т. е. 1,5%,—следовательно, никеля около 0,5% по весу масла. Продолжительность гидрирования и расход катализатора зависят от активности катализатора, от степени чистоты масла и степени насыщенности входящих в его состав жирных к-т. Активного катализатора достаточно 0,2% по весу масла. Чистое хлопковое и подсолнечное масла гидрируют в течение 2—$2^1/_2$ ч.; для гидрирования льняного требуется 5—6 часов. Кроме того, продолжительность гидрирования зависит от степени насыщения, до которой желают довести масло. Если вести гидрирование до конца, то все ненасыщенные кислоты превратятся в стеариновую к-ту, но можно (например, для жиров, идущих для приготовления пищевых продуктов) производить гидрирование не полностью и получать жиры, близкие по своим свойствам к натуральным животным жирам. Степень гидрирования

контролируется определением титра, т. е. $t°_{отв.}$ жирных кислот, выделенных из жира, и его иодного числа. По мере гидрирования титр повышается, а иодное число уменьшается. В приведенной табл. указаны данные гидрирования подсолнечного масла с начальным титром 17,6 и иодн. числом 123, взятые из практики одного из русских заводов.

Изменение титра и иодного числа подсолнечного масла при гидрировании.

Время	$t°$ автоклава	Титр	Иодное число
Через 30 мин.	205°	20,7	107
» 60 »	226°	24,8	94,5
» 90 »	239°	29,6	80,6
» 120 »	250°	36,8	70,9
» 150 »	258°	46,2	57,8
» 180 »	265°	52,1	50,0

Подсолнечное масло, гидрированное до титра в 60°, делается хрупким, легко растирающимся в порошок. Жиры с титром до 35° имеют мазеподобную консистенцию, с титром до 45°—схожи с салом. Различные з-ды выпускают гидрированные жиры под разнообразными названиями и различной консистенции. Так, например, немецкий з-д в Эммерихе выпускает следующие продукты:

	Иодное число	$t°_{пл.}$
Тальгол	65—70	35—37°
Тальгол экстра	45—55	42—45°
Канделит	15—20	48—50°
Канделит экстра	5—10	50—52°

Из этих цифр видно, что тальгол по $t°_{пл.}$ близок к животным пищевым жирам, а канделит пригоден для технич. целей. Русские заводы также выпускают под различными наименованиями гидрированные жиры (салолин, саломас, хлопкожир), обладающие различными свойствами.

Что касается химическ. процессов, совершающихся при гидрировании, то, согласно последним исследованиям, они не так просты, как это предполагалось прежде: здесь происходит не только превращение непредельных к-т в стеариновую к-ту, но возникают и другие к-ты, напр., изомеры олеиновой—элаидиновая и изоолеиновая кислоты; образуются они, вероятно, за счет к-т с большей непредельностью; происходят, повидимому, и процессы, связанные с перемещением двойных связей.

Регенерация катализатора. По мере работы катализатор неизбежно «отравляется», теряет свою активность, и его приходится регенерировать. Особенно опасными для катализатора ядами являются: H_2S, Cl, SO_2, HCN, CS_2, CO и белковые вещества. Указанные соединения могут попасть в гидрируемую среду в виде примесей к маслу и к водороду. При регенерации катализатора, после отфильтровывания на фильтр-прессе, его экстрагируют бензином в экстракторе Мерца с целью освобождения от масла; затем обезжиренный катализатор растворяют в H_2SO_4, нагретой паром до кипения; раствор $NiSO_4$ отфильтровывают, смешивают с новой порцией инфузорной земли и осаждают содой, как это было описано выше.

Расход водорода на Г. ж. зависит от степени ненасыщенности жирных к-т, от титра, до которого желают довести жир, и от целесообразности приспособлений для смешивания водорода с маслом. Если J обозначает иодное число, т. е. % присоединяющегося иода, M—частичный вес жирной к-ты, m—количество атомов углерода и n—количество атомов водорода, то, приняв ат. вес иода за 127, получим, что $J = \frac{127 \cdot (2m - n) \cdot 100}{M}$; $2m—n$ равно числу атомов иода, присоединяющихся по двойным связям. Отсюда, количество водорода $H = \frac{J}{127} = \frac{(2m - n) \cdot 100}{M}$. Рассчитывая по этим формулам, Барниц нашел, что для *насыщения 100 кг кокосового масла требуется* 1,5—2,5 $м^3$ водорода, для хлопкового 12—12,5 $м^3$ и для ворвани 12—15 $м^3$.

Свойства гидрированных жиров. При гидрировании коэфф. омыления уменьшается незначительно, кислотность почти не изменяется (увеличивается при нагревании), показатель преломления понижается, уд. в. увеличивается, растворимость в растворителях (бензин, эфир, бензол) уменьшается. Запах, свойственный некоторым жирам, например, ворвани, при гидрировании исчезает, что объясняется легкой восстановляемостью клупанодоновой к-ты $C_{18}H_{28}O_2$ с пятью двойными связями, присутствие которой обусловливает запах ворвани.

Против употребления гидрированных жиров в пищу ничего возразить нельзя, т. к. константы их приближаются к константам пищевых жиров: опасения, связанные с присутствием в них Ni, не имеют оснований: ряд исследований, произведенных над гидрогенизированными маслами, показал, что содержание Ni в них достигает 0,02—0,675 *мг* на 1 *кг* жира, тогда как в 1 *кг* овощей, при варке их в никелевой кастрюле, находится до 127,4 *мг* Ni. Хозяйственное значение гидрированных жиров очень велико. В Европе теперь насчитывается до 80 гидрогенизационных заводов, с производительностью до $1^1/_2$ млн. *т* (в СССР—7 з-дов). Даже в богатой животными жирами Америке имеется 15 з-дов, с производительностью до 142 000 *т*.

Способ Леша. Описанные способы Г. ж. обладают следующими существенными недостатками: 1) дороговизна приготовления, 2) длительность операций регенерации (фильтрование масла и т. д.), 3) прерывистость процесса, 4) *гидролиз* (см.) масла, вызываемый инфузорной землей. Все эти недостатки устраняются предложенным в 1923 г. и привлекшим к себе общее внимание способом Леша. В большом масштабе этот способ еще не применяется, но значительная установка уже имеется на заводе Loders & Nucoline Ltd. Silvertown, London, 2. Способ заключается в том, что масло непрерывным потоком проходит через ряд цилиндров, наполненных активированным никелем в виде стружек; навстречу движению масла идет ток водорода. Особенность способа заключается в активировании никелевых стружек. Последние помещаются в проволочных корзинах в цилиндры. Для активирования корзины вынимают из цилиндров и погружают в 5%-ный раствор Na_2SO_4, через к-рый пропускают электрич. ток (Ni—анод, раствор—катод). Происходит анодное окисление Ni,

при чем последний покрывается тонким слоем перекиси; последняя легко восстанавливается водородом при низкой температуре в очень активную поверхность металлического Ni. Гидрирование в аппарате Леша может производиться непрерывно в течение трех недель; регенерация катализатора требует двух суток.

Лит.: Машкиллейсон Е. К., Гидрогенизация жиров, П., 1923; Фарион В., Отверждение жиров, пер. с нем., П., 1922; Гидрогенизация жиров, сборник статей, М.—Л., 1926; Леш Э., Каталитическая гидрогенизация, «Маслобойно-жировое дело», М., 1927, *7*, *8*, *9*, *10*; Ubbelohde L. u. Goldschmidt F., Handbuch d. Chemie u. Technologie d. Öle u. Fette. B. 4. p. 193—368, Lpz., 1926. **Л. Лялин.**

ГИДРОГРАФИЯ, отдел гидрологии занимающийся описанием и картографическим изображением вод земной поверхности как со стороны их расположения, так и в отношении изменений во времени. Основным гидрографическ. элементом является *бассейн* (см.) водного источника. Верхняя водосборная часть бассейна (см. *Водосборная площадь*), где отдельные ручьи и рукава стремятся соединиться в общее сборное русло реки, имеет особенно важное значение для изучения вопросов питания рек. В гидрографических описаниях приводятся, прежде всего, площадь бассейна и его отдельных частей, затем, если имеется карта бассейна в горизонталях,—средний уклон бассейна и гидрографическая кривая бассейна (на оси абсцисс—площади, а на оси ординат—высоты), указывающая, какая часть бассейна приходится на ту или иную зону по высоте. По проведенным на карте бассейна линиям равных величин темп-ры (изотермы), осадков (изохиеты) и снежного покрова (изохионы) вычисляют средние значения этих элементов для бассейна. Линии равной густоты водной сети (длина водной сети на единицу площади) характеризуют водоносность бассейна, а также водопроницаемость почвы. Данные о стоке воды, получаемые из гидрометрическ. наблюдений (см. *Гидрометрия*), распространенные на весь бассейн, дают удельный расход воды, или расход воды на единицу площади. Частное от деления удельного расхода на средний слой осадков бассейна дает коэффициент стока (см. *Гидрология*) и позволяет делать выводы о водоносности рек на основании метеорологических наблюдений, которых, как общее правило, имеется больше по числу и за более продолжительные периоды времени, чем гидрометрических. Следующим гидрографическим элементом является водораздел, или линия, которая отделяет один бассейн от другого. Он характеризуется длиной, средней высотой и извилистостью, т. е. отношением длины водораздела к наиболее короткой линии, обнимающей ту же площадь (к окружности круга). Долина, по которой протекает река, характеризуется длиной, средней шириной, средней высотой, уклоном и извилистостью, т. е. отношением длины долины к прямой, соединяющей исток и устье реки; сама река характеризуется длиной, частотой притоков, или средним расстоянием между ними, уклоном (средним и между отдельными участками), серпентированием, или отношением длины реки к длине долины, и водным режимом—горизонтами (см. *Горизонт воды*), стоком воды и твердых тел и гидравлич. энергией (см. *Белый уголь*). Кроме того, в гидрографических описаниях даются данные об искусственных сооружениях (каналы, мосты, акведуки и др.), гидравлическ. установках и водопользовании. Гидрографические описания составляются на основании гидрометрических работ и топографических съемок и печатаются обычно в трудах центральных гидрометрических учреждений.

Лит.: Максимович Н. Н., Днепр и его бассейн, Киев, 1901; Бассейн Черного и Азовского морей, СПБ, 1914, т. 2—Бассейн Балтийского моря, П., 1918; Эссен А. М., Гидрография Закавказья, Тифлис, 1913; Коллупайло С. И., Материалы для курса гидрометрии (указ. литер.), вып. 2, М., 1921 (литографир. лекции); Gravelius H., Grundriss der gesamten Gewässerkunde, B. 1—Flusskunde, Berlin, 1914. **А. Эссен.**

ГИДРОДИНАМИКА, часть механики, изучающая явления движения жидкости под действием сил. Простейшие опыты показывают, что в жидкости, находящейся в движении, могут существовать касательные усилия, обусловленные, с одной стороны, *вязкостью* (см.), действующей между смежными элементами жидкости, с другой—*смачиванием* (см.), действующим между элементами жидкости и элементами твердого тела и направленным по касательным к поверхностям раздела. Однако, во многих случаях этими явлениями движущейся жидкости можно пренебрегать и ограничиться изучением движения идеальной жидкости, в которой все напряжения сводятся к нормальным давлениям (см. *Гидростатика*).

Для аналитического описания движения жидкости существуют два способа: Эйлера и Лагранжа. Наиболее употребительный способ, Эйлера, состоит в том, что даются компоненты скорости жидкости u, v, w по осям координат в функциях координат x, y, z и времени t, т. е. $u(x, y, z, t)$, $v(x, y, z, t)$, $w(x, y, z, t)$. Давая t какое-нибудь произвольное постоянное значение, мы будем знать, какова в рассматриваемый момент t скорость жидкости в различных геометрич. точках, соответствующих различным значениям x, y, z. Обратно, давая координатам x, y, z какие-нибудь произвольные постоянные значения и меняя t, мы будем знать, как в рассматриваемой геометрич. точке с координатами x, y, z меняется скорость с течением времени. Т. о. u, v, w являются функциями 4 независимых переменных x, y, z, t; если они не зависят от t, то движение называется установившимся. Чтобы найти траекторию какой-нибудь жидкой частицы, достаточно проинтегрировать систему совместных дифференциальных ур-ий:

$$\frac{dx}{dt} = u;\ \frac{dy}{dt} = v;\ \frac{dz}{dt} = w; \qquad (1)$$

интегралы будут иметь вид:

$$x = f_1(t, a, b, c);\ y = f_2(t, a, b, c);\ z = f_3(t, a, b, c), \qquad (2)$$

где a, b, c—произвольные постоянные; их можно определить, выбирая для данного момента t какую-нибудь определенную частицу жидкости. Если для какого-нибудь момента t мы проведем в жидкости линию, касательная в каждой точке к-рой направлена по скорости жидкости в этой точке, то

такая линия называется линией тока. Дифференциальные ур-ия линий тока будут:

$$\frac{dx}{u(x, y, z, t)} = \frac{dy}{v(x, y, z, t)} = \frac{dz}{w(x, y, z, t)}, \quad (3)$$

где t—произвольный, но постоянный параметр. В векторной форме, если r есть радиус вектор, а q—вектор скорости жидкой частицы, уравнения траектории и линии тока будут соответственно:

$$\frac{dr}{dt} = q; \quad (3')$$

$$[dr \cdot q] = 0. \quad (3'')$$

Очевидно, что в установившемся движении траектории и линии тока совпадают между собой. Обозначая проекции внешних сил F (кроме гидродинамич. давления) на координатные оси через X, Y, Z, гидродинамич. давление—через p, а плотность жидкости—через ϱ, будем иметь:

$$\left.\begin{aligned} \varrho\frac{d^2x}{dt^2} &= \varrho X - \frac{\partial p}{\partial x} \\ \varrho\frac{d^2y}{dt^2} &= \varrho Y - \frac{\partial p}{\partial y} \\ \varrho\frac{d^2z}{dt^2} &= \varrho Z - \frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

или, в векторной форме:

$$\varrho\frac{d^2r}{dt^2} = \varrho F - \nabla p, \quad (4')$$

где $\nabla = i\frac{\partial}{\partial x} + j\frac{\partial}{\partial y} + k\frac{\partial}{\partial z}$ и i, j, k—единичные векторы, взятые вдоль осей координат. Разделив ур-ия (4) на ϱ и вставив в них вместо $\frac{d^2x}{dt^2}$, $\frac{d^2y}{dt^2}$, $\frac{d^2z}{dt^2}$ их значения, полученные из вторичного дифференцирования уравнения (1) по отношению к t, получим ур-ия движения жидкости:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z} &= X - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial z} &= Y - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial y} \\ \frac{\partial w}{\partial t} + u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z} &= Z - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

или, в векторной форме:

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{2}\nabla q^2 - [q \cdot \operatorname{rot} q] = F - \frac{1}{\varrho}\nabla p. \quad (5')$$

К ур-иям (5) надо прибавить еще уравнение, выражающее неизменяемость элементарной массы жидкости:

$$\frac{\partial \varrho}{\partial t} + \frac{\partial(\varrho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\varrho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\varrho w)}{\partial z} = 0, \quad (6)$$

или, в векторной форме:

$$\frac{\partial \varrho}{\partial t} + \nabla(\varrho, q) = 0, \quad (6')$$

и ур-ие, устанавливающее связь между p и ϱ на основании физических свойств жидкости: $p = f(\varrho)$. Этих пяти ур-ий достаточно для определения пяти функций u, v, w, p, ϱ от четырех независимых переменных x, y, z, t. Если жидкость несжимаемая, то ϱ=Const, и ур-ие (6) принимает вид:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (7)$$

или

$$\nabla q = 0. \quad (7')$$

Ур-ий (5) и (7) достаточно для определения четырех функций u, v, w, p. Чтобы задача решения уравнений Г. имела смысл, необходимо дать граничные условия. которым должны удовлетворять интегралы; все разнообразие задач получается от видоизменения этих граничных условий. Если движение установившееся и силы имеют силовую функцию U, т. е. $X = \frac{\partial U}{\partial x}$, $Y = \frac{\partial U}{\partial y}$, $Z = \frac{\partial U}{\partial z}$, или $F = \nabla U$, то вдоль каждой линии тока уравнения (5) дают соотношение:

$$\int\frac{dp}{\varrho} = \text{Const} + U - \frac{1}{2}(u^2 + v^2 + w^2), \quad (8)$$

или

$$\int\frac{dp}{\varrho} = \text{Const} + U - \frac{1}{2}q^2; \quad (8')$$

для постоянного ϱ левая часть равна $\frac{p}{\varrho}$. Это знаменитый интеграл Бернулли, имеющий громадные приложения в гидравлике.

Лагранж указал весьма важный частный случай движения жидкости, когда существует такая функция $\varphi(x, y, z, t)$, что

$$u = -\frac{\partial\varphi}{\partial x}, \; v = -\frac{\partial\varphi}{\partial y}, \; w = -\frac{\partial\varphi}{\partial z}, \quad (9)$$

или

$$q = -\nabla\varphi; \quad (9')$$

функция φ называется потенциалом скоростей. Если силы имеют силовую функцию U и существует потенциал скоростей φ, то уравнения (5) допускают интеграл Лагранжа:

$$\int\frac{dp}{\varrho} = \frac{\partial\varphi}{\partial t} + U - \\ - \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right] + F(t), \quad (10)$$

или

$$\int\frac{dp}{\varrho} = \frac{\partial\varphi}{\partial t} + U - \frac{1}{2}(\nabla\varphi)^2 + F(t), \quad (10')$$

где $F(t)$—произвольная функция. Если ϱ постоянно, то левая часть ур-ия (10) обращается в $\frac{p}{\varrho}$; в этом случае из ф-л (7) и (9) для определения φ получим ур-ие Лапласа:

$$\Delta_2\varphi = \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = 0. \quad (11)$$

Т. о., в этом случае задача приводится к определению только одной функции φ из ур-ия (11) при данных в каждой задаче граничных условиях; зная φ, по ф-лам (9) и (10) найдем u, v, w, p. Если движение жидкости таково, что оно тождественно во всех параллельных между собою плоскостях, то движение называется плоским; очевидно, что в этом случае достаточно знать движение жидкости в какой-нибудь одной из параллельных плоскостей. Особенно важен случай установившегося плоского движения с потенциалом скоростей $\varphi(x, y)$. Из формулы (3) для этого движения

$$v(x, y)\,dx - u(x, y)\,dy = 0$$

следует, при условиях (9) и (11), что существует такая функция $\psi(x, y)$, называемая функцией тока, что $\psi(x, y)$ = Const есть интеграл уравнения $vdx - udy = 0$, т. е. $\psi(x, y)$=Const есть ур-ие линий тока. Отсюда получается:

$$u = -\frac{\partial\varphi}{\partial x} = -\frac{\partial\psi}{\partial y}, \; v = -\frac{\partial\varphi}{\partial y} = +\frac{\partial\psi}{\partial x}, \quad (12)$$

т. е. $\varphi + i\psi$ есть функция комплексного переменного $x + iy$ (см. *Аэродинамика* теоретическая). Т. о., задаваясь функцией комплексного переменного $x + iy$ и разделяя

в ней действительную и мнимую часть, мы находим φ и ψ, т. е. получаем нек-рое движение жидкости. Возможность пользоваться в задаче о плоском движении теорией функций комплексного переменного оказалась исключительно плодотворной, и все наиболее крупные успехи в Г. связаны с этим обстоятельством.

Вопрос об источниках давления жидкости на двигающиеся в ней тела представляет особый интерес. Если тело полностью непрерывно обтекается жидкостью, при чем движение жидкости совершается с однозначным потенциалом скоростей, то можно вычислить кинетическ. энергию жидкости в функции компонентов поступательной и угловой скорости тела и отсюда составить дифференциальные уравнения движения тела в жидкости; разыскание и изучение интегралов этих уравнений составляет одну из трудных, но интересных проблем Г. Кирхгоф показал, что для каждого тела существуют три взаимно перпендикулярных направления, вдоль к-рых возможно прямолинейное и равномерное движение тела в жидкости без действия каких-либо сил, кроме начального импульса. При равномерном прямолинейном движении в других направлениях совокупность сил давления на элементы поверхности тела может давать пару сил, но результирующая этих элементарных давлений опять будет равна нулю. Т. о., идеальная жидкость, обтекающая вышеуказанным образом тело, двигающееся в ней прямолинейно и равномерно, не оказывает телу никакого сопротивления; это свойство идеальных жидкостей получило название «парадокса д'Аламбера» или «парадокса Эйлера». Однако, повседневный опыт показывает обратное: жидкость всегда оказывает движущимся в ней телам сопротивление, к-рое быстро возрастает с возрастанием скорости тела. Разрешение противоречия лежит в том, что реальное движение жидкости отличается от описанного выше. Одним из источников давления является прерывность течения жидкости. Точные математические методы изучения прерывн. потоков существуют лишь для плоскопараллельного движения. Гельмгольц первый начал ими заниматься. Теория таких движений вблизи простейших прямолинейных стенок была дана Кирхгофом [1]. Метод Кирхгофа был распространен на более сложные прямолинейные стенки Н. Е. Жуковским [2]. Изучение плоскопараллельных установившихся потоков составляет самую существенную часть теории воздухоплавания.

Волнообразн. движение жидкости рассматривается в Г. в трех направлениях: поперечные волны на поверхности тяжелой жидкости (обычные волны на поверхности воды); приливные волны, которые характеризуются тем, что их длина громадна по сравнению с глубиной жидкости; продольные волны (звуковые волны в воздухе). Вследствие большой математич. трудности почти все решения задачи о волнообразном движении жидкости имеют приближенный характер. Точная теория поверхностных волн с потенциалом скоростей дана лишь в 1922 г., независимо, различными методами, Леви-Чивита и А. И. Некрасовым [ ]; точная теория волн на поверхности раздела двух разнородных жидкостей дана Н. Кочиным [4]. В жидкости возможны еще волны разрыва, т. е. движения поверхностей, разделяющих два различных кинематических состояния жидкости. Первый это отметил Риман. Теорию дали Гюгонио [5] и Гадамар [6].

Ур-ия движения вязкой жидкости впервые были получены Навье (Navier). Эти ур-ия имеют вид:

$$\frac{du}{dt} = X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \nu\Delta_2 u,$$
$$\frac{dv}{dt} = Y - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + \nu\Delta_2 v,$$
$$\frac{dw}{dt} = Z - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} + \nu\Delta_2 w.$$

Здесь

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u\frac{\partial}{\partial x} + v\frac{\partial}{\partial y} + w\frac{\partial}{\partial z};$$
$$\Delta_2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \text{ и } \nu = \frac{\mu}{\rho},$$

где μ—коэффициент вязкости. В векторной форме уравнение Навье может быть представлено в виде:

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{2}\nabla q^2 - [q \cdot rot q] = F - \frac{1}{\rho}\nabla p + \nu\Delta_2 q.$$

Действие вязкости состоит в том, чтобы тушить возникшее движение; при этом происходит потеря механич. энергии. Изучение движения вязкой жидкости представляет весьма большие математич. трудности. Упростив ур-ия, можно было решить некоторое количество задач, однако, как это показал в последнее время Озин (Oseen), не всегда такие упрощения дают верные решения. Интересное применение теории движения вязкой жидкости дано Н. Е. Жуковским и С. А. Чаплыгиным [7].

Лит.: Аппель П., Руководство теоретической (рациональной) механики, т. 3, М., 1911; Lamb H., Hydrodynamics, Cambridge, 1924 (наиболее полный курс с большим числом библиографическ. указаний); Cisotti U., Idromeccanica piana, v. 1. 2, Milano, 1921—22; Basset A., Treatise on Hydrodynamics, v. 1, 2, L., 1888; Wien W., Lehrbuch d. Hydrodynamik, Leipzig, 1900; Oseen C. W., Neuere Methoden und Ergebnisse in der Hydrodynamik, Leipzig, 1927—28; [1]) Kirchhoff G., Vorlesungen über mathem. Physik, B. 1—Mechanik, Kap. XXI. XXII, Lpz., 1897; [2]) Жуковский Н. Е., Видоизменение метода Кирхгофа, «Математич. сборник», М., 1890, т. 15, стр. 121; [3]) Levi-Civita a. Nekrassoff A., «Proceedings of the First International Congress for Applied Mechanics», Delft, 1924, Glasgow, 1925; [4]) Kotschin N., «Mathematische Annalen», B., 1927; [5]) Hugoniot H., Propagation du mouvement dans les corps, «Journal de l'école polytechnique», P., 1887, t. 39, cahier 57; [6]) Hadamard J., Leçons sur la propagation des ondes et les équations de l'hydrodynamique, P., 1903; [7]) Жуковский Н. Е. и Чаплыгин С. А., О трении смазочного слоя между шипом и подшипником, «Труды Отд. физ. наук Об-ва любит. естествознания», М., 1906, т. 13, вып. 1 («Изв. О-ва любит. естествозн., антропологии и этнографии», т. 112, вып. 1). **А. Некрасов.**

ГИДРОЗОЛЬ, см. *Коллоиды.*

ГИДРОКСИЛ, водный остаток, группа OH, входящая в структуру химич. соединений. При ионизации гидратов оснований Г. отщепляется в виде отрицательно заряженных ионов; так, едкий калий KOH диссоциирует по уравнению: $KOH = K^{\cdot} + OH'$. При нейтрализации кислот основаниями отрицательно заряженный ион Г. основания соединяется с положительно заряженным ионом водорода к-ты и дает воду. Г. является структурной частью многих органич. со-

единений: спиртов (атомность к-рых характеризуется числом Г.), оксикислот, оксимов и многих других

ГИДРОКСИЛАМИН, NH_2OH (мол. в. 33,03), вещество, получаемое заменой одного атома H в аммиаке водным остатком OH (гидроксилом). Впервые Г. был получен в 1866 г. Лоссеном в виде хлористоводородной соли, путем восстановления этилового эфира азотной к-ты хлористым оловом и соляной к-той:

$$C_2H_5 \cdot NO_3 + 3\,SnCl_2 + 7\,HCl = NH_2OH \cdot HCl + C_2H_5 \cdot OH + H_2O + 3\,SnCl_4.$$

Г. кристаллизуется в прозрачных иглах, $t°_{пл.}$ кристаллов 33—34°, $t°_{кип.}$ 56—57° при давлении в 22 *мм*. В водном растворе Г. имеет щелочную реакцию; с к-тами соединяется, подобно аммиаку, непосредственно и образует соли, легко растворимые в воде (кроме нормальных солей H_3PO_4 и H_3AsO_4—фосфатов и арсенатов с тремя присоединенными молекулами Г.). Г.—сильный восстановитель: растворы его восстанавливают фелингову жидкость, переводят хлорную ртуть в хлористую, выделяют металлическое серебро из солей. В щелочных растворах Г. обладает окислительными свойствами, при этом он восстанавливается до аммиака:

$$NH_2 \cdot OH = NH_3 + 0{,}5\,O_2.$$

Соли Г. ядовиты. Для получения Г. сильно кислый раствор бисульфита натрия смешивают с азотистокислым натрием:

$$NaNO_2 + NaHSO_3 + SO_2 = HO \cdot N(SO_3Na)_2.$$

Полученный гидроксиламин-дисульфокислый натрий переводят в калиевую соль и разлагают последнюю кипячением с водой:

$$2\,HO \cdot N(SO_3K)_2 + 4\,H_2O = (NH_3OH)_2 \cdot H_2SO_4 + 2\,K_2SO_4 + H_2SO_4.$$

Легко растворимый сульфат Г. отделяют от сернокисл. калия дробной кристаллизацией.

Г. можно приготовить также электролизом азотной кислоты. С альдегидами и кетонами Г. конденсируется, образуя оксимы:

$$R \cdot COH + H_2N \cdot OH = R \cdot CH : N \cdot OH + H_2O;$$

(альдоксим)

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!CO + H_2N \cdot OH = \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!C : N \cdot OH + H_2O.$$

(кетоксим)

Этой реакцией в органическ. синтезе пользуются для отделения альдегидов от кетонов.

Г. применяется в парфюмерии для очистки некоторых альдегидов и кетонов.

Лит.: Schlenk W., Hydroxylamin, in Gmelin-Kraut's Handbuch d. anorgan. Chemie, B. 1, Abt. 1, p. 231, Heidelberg, 1907; Tafel J., «Ztschr. f. anorg. Chemie», Lpz., 1902, B. 31, p. 322. **А. Моносзон.**

ГИДРОКСИЛИРОВАНИЕ, замена аминогруппы NH_2 ароматических аминов на гидроксильную OH, производится либо нагреванием с водой (разбавленными щелочами или к-тами) под давлением, либо переходя через *диазосоединения* (см.) кипячением последних с водою, либо (в нафталиновом ряду) кипячением аминов с раствором бисульфита натрия. Реакция гидроксилирования используется для фабрикации промежуточных продуктов крашения.

ГИДРОЛИЗ, химическое взаимодействие вещества с водой, характеризуемое тем, что молекула сложного химич. тела распадается с одновременным присоединением элементов воды (H и OH) к образующимся остаткам. Обычно при Г. образуются два новых продукта, но возможно и большее число их. Все процессы гидролиза отвечают общей схеме:

$$A \cdot B + x\,H \cdot OH = AH_x + B(OH)_x.$$

К реакциям Г. способны вещества весьма разнообразного химич. состава и строения—как электролиты, так и неэлектролиты, наприм.: соли многих минеральных и большинства органических к-т, свободные галоиды, вещества типа галоидангидридов, галоидопроизводные углеводородов, простые и сложные эфиры, углеводы, амиды, нитрилы, оксимы, гидразоны, глюкозиды, белки. Обычно Г. неорганич. и органич. электролитов протекает настолько быстро, что можно говорить только о пределе (равновесии), но не о скорости этой реакции. Наоборот, органич. соединения, не способные диссоциировать на ионы, б. ч. гидролизуются медленно, так что скорость процесса вполне измерима.

Г. солей, гидролитич. диссоциация, наиболее типичный случай гидролиза электролитов. Соли, образованные слабой к-той или слабым основанием, в водных растворах способны распадаться, присоединяя воду и давая соответствующие основание и кислоту. Г. солей, т. о., представляет собою процесс, обратный нейтрализации кислоты основанием, например:

а) $KCN + H \cdot OH \rightleftarrows KOH + HCN$;

б) $FeCl_3 + 3\,H \cdot OH \rightleftarrows Fe(OH)_3 + 3\,HCl$.

Степенью Г. (α) называется отношение числа гидролизованных молекул к общему числу молекул соли. Степень Г. зависит от силы к-ты и основания, участвующих в этой обратимой реакции: она тем больше, чем слабее к-та и основание, образующие данную соль. Кроме того, степень Г. зависит и от $t°$, увеличиваясь с ее повышением.

Г. соли часто можно обнаружить по отношению ее водного раствора к лакмусу и другим индикаторам; напр., в случае (а) реакция раствора щелочная (избыток OH'-ионов) в случае (б)—кислая (избыток H'-ионов). Благодаря Г. растворы соды, мыла, цианистых щелочей, фенолятов K и Na имеют щелочную реакцию (слабая кислота); растворы же NH_4Cl, $FeCl_3$, $FeCl_2$, $AlCl_3$, хлористоводородного анилина—кислую реакцию (слабое основание). Наиболее полный Г. происходит, когда и основание и кислота данной соли слабы, например:

$$CH_3 \cdot COONH_4 + H \cdot OH \rightleftarrows NH_4 \cdot OH + CH_3 \cdot COOH.$$

Уксуснокислые соли Fe и Al гидролизуются, выделяя основную соль. Если кислота либо основание трудно растворимы в воде,—соль в растворе может распадаться целиком, и Г. представляется практически необратимым процессом. Так гидролизуется, например, борат серебра $Ag_2B_4O_7$ в теплых растворах, выделяя Ag_2O; разбавлен. раствор уксуснокислого железа при кипячении распадается полностью на $Fe(OH)_3$ и уксусн к-ту. Карбонаты трехваленти. металлов (Al, Fe) гидролизуются нацело даже на холоду, при любом разведении: поэтому при осаждении их вместо соли выпадает гидроокись металла.

Теория Г. солей. Согласно классич. теории электролитической диссоциации, объяснение Г. основывается на допущении, что чистая вода является слабым электролитом, т. е. отчасти диссоциирована на H^*- и

OH'-ионы. Степень диссоциации воды α_0, найденная из опыта, $\cong 1{,}2\cdot10^{-7}$ *г*-мол. $л^{-1}$ при 25° (по Аррениусу, $\alpha_0=1{,}1\cdot10^{-7}$, по Капольту, $0{,}91\cdot10^{-7}$, по Вийсу, $1{,}2\cdot10^{-7}$). Таким образом, если имеем водный раствор какой-нибудь соли AB, то, кроме обычной диссоциации соли:

I. $$AB = A' + B',$$

имеем диссоциацию самой воды:

II. $$H_2O = H' + OH',$$

благодаря чему делается возможным образование свободной кислоты и свободного основания:

III. $$A' + H' = A\cdot H,$$

IV. $$B' + OH' = B\cdot OH.$$

Ур-ие же Г. изобразится, как сумма всех четырех ур-ий электролитич. диссоциации:

V. $$AB + H_2O \rightleftarrows A\cdot H + B\cdot OH.$$

Обозначив константы равновесия реакций (II), (III), (IV), и (V) соответственно через k_0, k_1, k_2 и $k_г$, приняв действующую массу воды за постоянную и прилагая к реакциям I—V закон действия масс, получают следующую простую зависимость:

$$k_г = \frac{k_0}{k_1\cdot k_2}, \qquad (1)$$

где $k_г$—константа гидролитич. диссоциации соли, k_1 и k_2—константы электролитич. диссоциации кислоты и основания. Константа диссоциации воды k_0 равна произведению концентраций ионов H' и OH', т. е. $k_0=a_0^2=$ $=0{,}09\cdot10^{-14}$ [0°], или $(0{,}46\div0{,}64)\cdot10^{-14}$ [18°], или $(1{,}0\div1{,}44)\cdot10^{-14}$ [25°]. Т. о., константа равновесия для Г. соли м. б. вычислена из констант электролитич. диссоциации к-ты (k_1) и основания (k_2), т. е. степень Г. $\alpha_г$ можно определить заранее, если известна сила к-ты и основания, отвечающих данной соли. $k_г$ и $\alpha_г$ связаны зависимостью:

$$k_г = \frac{\alpha_г}{(1-\alpha_г)^2}. \qquad (2)$$

Для очень сильных к-т и оснований константа диссоциации трудно определима и не является постоянной, т. к. к ним неприложим закон разведения Оствальда. В первом приближении можно считать эти электролиты вполне диссоциированными; тогда ф-ла (1) принимает еще более простой вид:

$$k_г = k_0/k, \qquad (1')$$

где k — константа электролит. диссоциации слабой к-ты или слабого основания. Связь между $k_г$ и $\alpha_г$ здесь принимает вид:

$$k_г = \frac{\alpha_г^2\cdot\eta}{1-\alpha_г}, \qquad (2')$$

где η—аналитич. общая концентрация соли (в *г*-мол. $л^{-1}$). Г. солей слабых к-т с сильными основаниями и сильных к-т со слабыми основаниями в этом случае м. б. выражен следующей простой зависимостью между концентрациями веществ:

$$k_г = \frac{[\text{своб. осн-ие}]\times[\text{своб. к-та}]}{[\text{неразлож. соль}]} = \text{Const}, \qquad (3)$$

или, т. к. в чистом растворе соли молекулярные концентрации свободной к-ты и основания (при одинаковой их основности) д. б. равны между собой:

$$[\text{осн-ие}] = [\text{к-та}] = k\sqrt{[\text{соль}]}, \qquad (4)$$

т. е. число гидролизованных молекул соли пропорционально квадратному корню из концентрации неразложенной соли. При малой степени Г. можно принимать, что это число пропорционально кв. корню из общей концентрации соли в растворе; тогда степень Г. ($\alpha_г=$ [к-та или основание] : [соль]) обратно пропорциональна кв. корню из концентрации соли. Из степени Г. $\alpha_г$ соответствующих солей можно вычислить константы электролитич. диссоциации (k) слабых кислот и оснований, пользуясь формулами (1′) и (2′).

Из ф-л (1) и (1′) видно, что $\alpha_г$ сильно возрастает с $t°$ (так как k_0 зависит от $t°$). Ф-ла (2′) показывает, что $\alpha_г$ должна меняться с концентрацией раствора (η), увеличиваясь при разбавлении. Однако, если соль образована слабой кислотой и слабым же основанием (при одинаковой степени диссоциации их), то $\alpha_г$ не зависит от разбавления раствора [ф-ла (2)]. Кроме того, степень Г. зависит от присутствия H'- и OH'-ионов постороннего происхождения: ее можно уменьшать и даже сводить к нулю, вводя избыток одного из двух образующихся при Г. продуктов или же какой-нибудь третий продукт, дающий H'- или OH'-ионы (к-ту или щелочь).

Экспериментальное исследование Г. Степень Г. соли $\alpha_г$ может быть определена из опыта следующими способами: 1) прямым определением концентрации свободных OH'- или H'-ионов, наприм.: а) по скорости инверсии (см. ниже) сахара, прибавленного к раствору соли, б) по скорости омыления прибавленного эфира (обычно метилацетата), в) по измерению эдс гальванич. пары; 2) измерением электропроводности. В последнем случае определение $\alpha_г$ основано на том, что увеличение числа свободных H'- или OH'-ионов вследствие Г. влечет за собой повышение электропроводности раствора. Измеренная разность удельных электропроводностей ($\varkappa$) гидролизованного и негидролизованного раствора (последний получается введением избытка H'- или OH'-ионов и соответствующим разбавлением) равна:

$$\varkappa_{гидр.} - \varkappa_{негидр.} = \alpha_г(0{,}001\Lambda\eta - \varkappa_{негидр.}), \qquad (5)$$

где Λ—эквивалентная электропроводность образующейся при гидролизе сильной кислоты или основания; отсюда вычисляется $\alpha_г$. Для $\alpha_г$ в $^1/_{10}$ N растворах при 25° получены следующие значения: Na_2CO_3—3.17%; $C_6H_5\cdot OK$—3.05%; KCN—1,12%; $Na_2B_4O_7$—0,5%; $CH_3\cdot COONa$—0.008%.

Г. свободных галоидов, напр., хлора, протекает по следующей схеме:

$$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + ClOH.$$

Для брома Г. выражен слабо, а для иода не замечается вовсе. В насыщен. растворах, при 25°, $\alpha_г$ имеет значения: ~30% для Cl_2, ~ 1% для Br_2 и 0 для J_2. Реакция эта, изученная А. Яковкиным, для слабых растворов дает $k_г = \frac{\alpha_г^3\cdot\eta^2}{1-\alpha_г}$. Скорость гидролиза здесь имеет конечное значение; она увеличивается при освещении солнечными лучами. Гидролиз хлора (образование ClOH, распадающейся на HCl + O) объясняет белящее действие его растворов.

Г. галоидангидридов протекает обычно с большей скоростью и доходит практически до конца, давая целиком продукты распада—две к-ты; напр., для хлористого сульфурила SO_2Cl_2:

$$SO_2Cl_2 + 2\,H_2O = H_2SO_4 + 2\,HCl.$$

Однако, в нек-рых случаях и эта реакция является обратимой, и равновесие зависит от действующих масс веществ, напр.:

$$2\,AsCl_3 + 3\,H_2O \rightleftarrows As_2O_3 + 6\,HCl.$$

Г. углеводов (полисахаридов, построенных по типу простых эфиров) происходит медленно и приводит к образованию простейших углеводов (сахаров) из более сложных (дисахаридов, крахмала, декстринов, камедей, клетчатки). Наприм., Г. (и н в е р с и я) тростникового сахара дает:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = \underset{d\text{-глюкоза}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{d\text{-фруктоза}}{C_6H_{12}O_6}.$$

Эти реакции идут с заметной скоростью только в присутствии катализаторов—сильных кислот (H_2SO_4, HCl, HF) или энзимов (карбогидразы).

Г. сложных эфиров, о м ы л е н и е,—типичный пример медленно протекающего Г. неэлектролитов. Реакция обратима, противоположна этерификации и имеет предел, зависящий от соотношения количеств воды и эфира (см. *Равновесие* х и м и ч е с к о е). Продуктами Г. являются кислота и спирт; напр., для этилацетата

$$CH_3 \cdot COOC_2H_5 + H_2O \rightleftarrows CH_3 \cdot COOH + C_2H_5 \cdot OH.$$

Скорость Г. эфиров слабых к-т, при избытке воды, в каждый момент пропорциональна имеющейся концентрации эфира; она очень мала и становится значительной лишь при высокой $t°$ (перегретый пар) или действии катализаторов. Г. эфиров сильных к-т ускоряется (катализируется) самой освобождающейся кислотой, т. е. действием ее H^+-ионов (автокатализ); это действие тем сильнее, чем более диссоциирована кислота. Скорость гидролиза в присутствии посторонних к-т, оснований и солей возрастает пропорционально концентрации OH'- или H^+-ионов, образуемых ими. Опыт показал, что OH'-ионы ускоряют Г. в 1 400 раз сильнее, чем H^+-ионы; поэтому в присутствии сильных оснований (щелочей) Г. эфиров заканчивается наиболее быстро и идет до конца, т. к. образующаяся к-та с основанием дает соль, неспособную к обратной реакции; гидролиз эфиров может также ускоряться действием коллоидальных металлов, TiO_2, RhO_2 и некоторых энзимов (эстеразы).

Г. амидов и нитрилов к-т ведется в присутствии кислот или щелочей. Г. происходит с предварительным присоединением воды к целой молекуле, до образования аммонийной соли, которая гидролизуется с распадением на к-ту и аммиак:

$$R \cdot CN \rightarrow R \cdot CONH_2 \rightarrow R \cdot COONH_4 \rightarrow R \cdot COOH + NH_3.$$

Г. органич. галоидопроизводных достигается обычно нагреванием их с водой в присутствии оснований и дает, в зависимости от строения, соответственно—спирт, кетон, альдегид или к-ту, наряду с галоидоводородной кислотой. Напр.:

$$CH_2Br \cdot CH_2Br \rightarrow CH_2OH \cdot CH_2OH;$$
$$CH_3 \cdot CHBr_2 \rightarrow CH_3 \cdot CHO.$$

Значение реакций Г. в процессах, совершающихся в природе и технике, очень велико. Г. играет большую роль в геологических изменениях земной коры, в образовании минералов, в жизнедеятельности живой клетки, процессах питания и развития животных и растений. Г. объясняется ржавление металлов, моющее действие мыла, белящие свойства хлора.

Применение Г. в лабораторном синтезе и в химической промышленности очень обширно. Г. часто применяется при синтезах спиртов, альдегидов и кетонов. Г. часто служит также для определения строения соединений; изучение гидролиза сложнейших веществ (углеводов, глюкозидов, белков, смол) позволило приблизиться к выяснению их структуры. В военном деле изучение способности О. В. (см. *Боевые отравляющие вещества*) к гидролизу позволяет устанавливать степень стойкости их (продолжительность действия) в боевых условиях и изыскивать соответствующие химич. средства защиты; изучение продуктов Г. необходимо также для выяснения опасности заражения О. В. пищевых припасов. Промышленное осахаривание крахмала (в винокуренном и паточном производствах), превращение клетчатки в глюкозу (в производстве спирта из древесины), получение глицерина, стеарина и мыла из жиров—представляют собою реакции Г., проводимые в заводском масштабе.

Лит.: Я к о в к и н А., О гидролизе хлора, «Ж», 1900, т. 32, стр. 673; N e r n s t W., Theoretische Chemie, 15 Auflage, p. 605, 638, 646, Stg., 1926; W a r d e r R. B., «B», 1881, B. 14, p. 1361; W a l k e r J., «Ztschr. f. phys. Ch.», Lpz., 1889, B. 4, p. 319; B o d l ä n d e r G., ibid., 1891, B. 7, p. 358; W i l h e l m y L., «Ostwalds Klassiker d. exakt. Wissenschaften», Leipzig, 1891, *29*; S c h i e l d s, «Ztschr. f. physik. Ch.», Lpz., 1893, B. 12, p. 167; W i j s, ibid., p. 514; A r r h e n i u s S., ibid., 1890, B. 5, p. 19, 1894, B. 13, p. 407; V a n ' t H o f f J. H., Vorlesungen über theoretische u. physikalische Chemie, H. I, p. 121, Brschw., 1898; H o l m b e r g B r., Zur Kenntnis der Ester-Hydrolyse, «B», 1927, Jg. 60, *2*, p. 2185. **В. Яковкин.**

ГИДРОЛОГИЯ, часть физической географии, изучающая жидкую оболочку земли—гидросферу и круговорот воды в природе, заключающийся в непрерывн. обмене влаги между атмосферой, сушей и океаном. Г. делится на следующие отделы: океанография, изучающая океаны и моря, лимнология—озера, потамология—реки, гидрогеология—грунтовые воды, гидрометеорология—атмосферные воды, глясиология—ледники. Гидрологические явления вызываются целым рядом факторов — метеорологических, географических, почвенных, ботанических и других. Такая сложность явлений не позволяет пользоваться дедуктивным методом, а заставляет для гидрологических обобщений использовать наблюдения над отдельными явлениями, сводящиеся к измерению и описанию последних. Вспомогательными для Г. науками являются: 1) *гидрография* (см.)—описание расположения на земной поверхности водных источников и 2) *гидрометрия* (см.), учитывающая запасы и изменения водных источников во времени. В то время как одни элементы (рельеф местности, русло реки) стационарны и не изменяются во времени, а потому могут быть раз навсегда измерены, описаны и нанесены на карту, другие (горизонты воды, осадки)

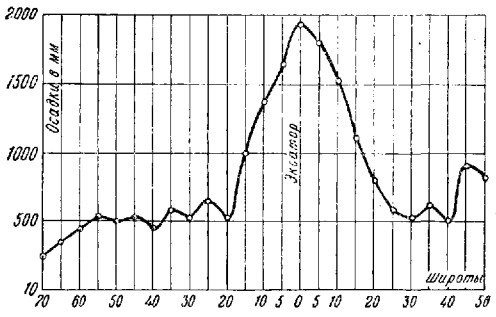
подвержены постоянным циклическим колебаниям, и их изучение возможно только при помощи массового наблюдения над этими элементами, позволяющего путем применения закона больших чисел установить нек-рые обобщающие характеристики, указывающие на характерные и длительные соотношения отдельных частей явления. Гидрологии приходится, поэтому, иметь дело с материалом и источниками двоякого рода: картами топографических, геологич. и геоботанич. съемок и исследований и таблицами метеорологич., водомерных и гидрометрич. наблюдений. Карты показывают распределение воды на земле и позволяют изучать отдельные водные бассейны и их основные орографич. элементы, а также водную сеть бассейна. Таблицы дают представление о круговороте воды, его основных элементах (испарение, атмосф. осадки, их стоки: надземный и подземный) и об их изменении во времени.

Вода принадлежит к наиболее распространенным в природе телам. Площадь, занятая океанами и морями, составляет около 72% всей земной поверхности; средняя глубина океанов—3 500 *м*; слой воды, равномерно распределенный по земному шару, достиг бы глубины в 2 500 *м*. В атмосфере также постоянно находится определенное количество водяного пара, при чем это количество меняется в зависимости от темп-ры воздуха. Так, при $t°$ −20° достаточно 0,94 *г* водяных паров для насыщения ими 1 $м^3$ воздуха, а при $t°$ +30° требуется 31,51 *г* тех же паров. Вода земной поверхности и атмосферы не находится в неизменном состоянии, а постоянно перемещается из одного положения в другое, совершая полный цикл: испаряясь под влиянием теплоты с земной и водной поверхностей, поднимаясь в верхние холодные слои атмосферы, конденсируясь там в капельно-жидкое состояние и собираясь в тучи, переносимые ветром, вода ниспадает обратно на земную поверхность в виде твердых или жидких атмосферных осадков—снега и дождя. Часть этих осадков стекает по наклонным поверхностям земли и, собираясь в пониженных местах ее, образует ручейки и реки, стекающие в конечном счете обратно в моря. Другая часть осадков просачивается в почву, проникая до водонепроницаемого слоя, по которому затем стекает и вместе с ним выходит на поверхность земли; эта просачивающаяся в землю вода питает растительный покров земли. Наконец, последняя часть атмосферных осадков снова испаряется с земной поверхности. Осадки, выпадающие на высокие горные вершины, покрытые вечным снегом, остаются там и, накапливаясь, своей тяжестью приводят в движение нижние слои, которые, опускаясь в более теплые зоны, тают и стекают с гор. Т. о., в природе замечается постоянный круговорот воды, регулируемый и приводимый в движение теплотой солнца. Различают два вида круговорота: малый—когда испарившаяся с поверхности морей вода выпадает обратно в виде осадков в море же, и большой—когда осадки выпадают на сушу и возвращаются в море через реки. Области суши, с которых имеется сток в моря, называются периферическими.

Полный баланс круговорота воды представляется, по Брикнеру, в следующем виде. 1) Океаны и моря: поверхность 366 млн. $км^2$, испарение 384 000 $км^3$, осадки в море 359 000 $км^3$; количество водяных паров, переходящих с моря на сушу, 25 000 $км^3$. 2) Периферической площади суши: поверхность 114 млн. $км^2$, поступление паров с моря 25 000 $км^3$, испарение с периферической площади 76 5 0 $км^3$, осадки 101 500 $км^3$. 3) Области, не имеющие стока: поверхность 30 млн. $км^2$, испарение 10 500 $км^3$, осадки 10 500 $км^3$. Со всего земного шара, при поверхности в 510 млн. $км^2$ (72% моря и 28% суши) испаряется 471 000 $км^3$ (82% с моря и 18% с суши) и выпадает такое же количество осадков, из к-рых, однако, на море приходится 76% и на сушу 24%. Таким обр., в периферических областях суши количество выпадающих осадков на треть больше испаряющейся влаги.

Частным круговоротом воды называются процессы питания и стока определенной реки. Работы Воейкова и Брикнера показали, что «реки можно рассматривать как продукт климата» и что сток воды в реках подвержен тем же циклическим колебаниям, что и климат. Баланс частного круговорота может быть выражен ф-лой: поверхностный сток вместе с подземным питанием из запасов грунтовых вод равен количеству выпавших в речном бассейне осадков за вычетом потерь на испарение и накопление запасов грунтовых вод.

Если бы все количество выпадающих на сушу осадков было распределено равномерно, то оно составило бы за год слой воды в 844 *мм*, однако, распределение осадков крайне неравномерно: наибольшей величины осадки достигают у экватора, наименьшей—у полюсов. До $^2/_3$ всех осадков выпадает между 30° север. широты и 30° южн. широты, как видно из кривой (фиг. 1), дающей изменение средних годовых количеств осадков

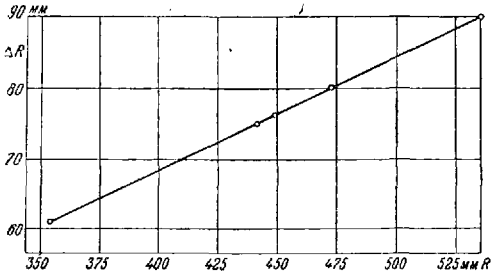


Фиг. 1.

по широтам (по данным Кернера). На количество выпадающих осадков какой-нибудь местности влияет, кроме того, ее отдаленность от моря, высота над уровнем моря и, в особенности, расположение относительно гор, пересекающих преобладающее направление ветров. Годовые и месячные количества осадков колеблются в значительных пределах, при чем амплитуда колебаний тем больше, чем больше абсолютные величины выпадающих осадков, как видно из фиг. 2, характеризующей зависимость сред-

ней изменчивости годовых количеств осадков ΔR от нормальных годовых количеств их R.

На питание рек существенное влияние оказывают количества выпадающего за зиму снега, а также частота и продолжительность дождей и ливней (последних, особенно, для небольших речных бассейнов). Зависимость между количеством выпадающих в бассейне осадков и стоком воды в реке



Фиг. 2.

характеризуют следующие величины: 1) коэффициент стока k, равный отношению количества воды Q *м*³, протекшего через данное живое сечение реки за T дней, к количеству выпавших за то же время в бассейне реки атмосферных осадков R *м*³, т. е. $k=\frac{Q}{R}$; 2) высоту слоя стока A *мм*, равномерно распределенного на площади бассейна F *км*² и дающего за время T дней сток в Q *м*³, т. е. $A=0{,}001\frac{Q}{F}$ *мм*; 3) модуль стока γ *л/ск*, или количество воды в *л*, стекающей в 1 сек. с 1 *км*² бассейна, т. е. $\gamma=\frac{1\,000q}{F}\left[\frac{л}{км^2\cdot ск}\right]$, где q *м*³/*ск* секундный расход воды в реке. Так как $Q=86\,400\ Tq$, то между A и γ существует следующая зависимость: $A=0{,}0864T\gamma$. Эти три величины (k, A и γ) не являются постоянными для одной и той же реки, а подвержены колебаниям—месячным, годовым и многолетним. Целый ряд попыток вывести аналитически зависимость между стоком и определяющими его факторами не получил еще окончательного разрешения. Однако, предложенные многими исследователями формулы, в к-рых сток представлен в виде функции атмосферных осадков, дают результаты, могущие служить ориентировочными данными, особенно для небольших бассейнов. Так, Пенк предложил для рек средней Европы следующую формулу высоты годового слоя стока:

$$A=0{,}73(r-420)\ мм,$$

где r—высота годового слоя осадков в *мм*. Ф-ла Ишковского для модуля стока имеет следующий вид:

$$\gamma=31{,}7Ch\ л/ск.,$$

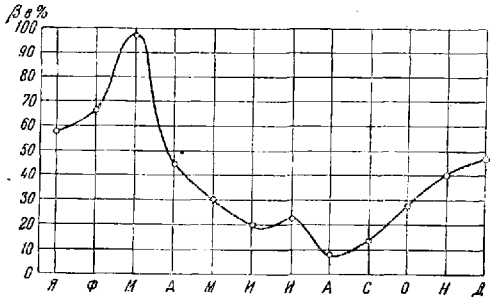
где C—коэфф-т, характеризующий рельеф местности, а h—средний годовой слой осадков в *м*. Для коэфф-та C Ишковский дает следующие величины: для болот и низин 0,20, для плоских низменностей 0,25, для холмистых низменностей 0,30, для волнистого рельефа при пологих склонах холмов 0,35, для рельефа частью гористого, частью волнистого или крутых склонов холмов — 0,40. Величина стока зависит от величины и рельефа бассейна. Чем больше бассейн, тем больше потери на испарение и поглощение почвой и тем больше замедление стока, так как в реку одновременно стекает не все количество выпавшей в бассейн влаги, а только влага с ближайших частей бассейна. С другой стороны, чем гористей участок, тем бо́льшая часть осадков стекает по поверхности его.

Гидрологическая роль болот и лесов не так ясна, и до последнего времени в этом вопросе господствовал ошибочный взгляд, что они задерживают в многоводные периоды (весной) влагу и равномерно распределяют ее затем в сухие времена года. Однако, ряд позднейших исследований показал, что болота во время дождей быстро насыщаются водой и делаются водонепроницаемыми для дальнейшего дождя; в сухое же время болота, высыхая, не только не отдают излишков влаги рекам, но сами перехватывают приток грунтовых вод; торф обладает способностью сильно поглощать воду и испарять ее, но водопроводящая способность его крайне низка. Таким образом болота не только не играют роли резервуаров воды, регулирующих питание рек, но и нарушают правильный сток последних. Точно так же и леса способствуют понижению уровня грунтовых вод и, по выводам из многочисленных и тщательных наблюдений Отоцкого, не только не накапливают запасов подпочвенной влаги, но, растратив на испарение воду, полученную непосредственно из атмосферы, они (леса), повидимому, склонны позаимствовать нек-рое количество влаги у прилегающих открытых мест. Положительное значение леса для питания рек заключается только в его способности задерживать на некоторое время таяние снегов и тем содействовать более равномерному расходованию снежных запасов.

Часть атмосферных осадков, просачиваясь в почву до водонепроницаемых слоев, образует определенные запасы *грунтовых вод* (см.), которые питают реки, особенно в сухое время года, путем т. н. внутреннего стока. Водопроницаемые слои речных долин пропитаны грунтовыми водами, которые и находятся в тесной связи с уровнем воды в реках. Опытами на особых аппаратах, *лизиметрах* (см.) определяют коэффициент инфильтрации, или процентное отношение просачивающейся в грунт воды к количеству осадков. Этот коэфф-т изменяется во времени и определяется по формуле $\beta=\zeta\cdot\eta\cdot\frac{R-a}{t}$, где ζ и η—коэффициенты, зависящие от рода грунта и почвенного покрова, R—количество осадков, a—недостаток насыщения водопоглотительной способности почвы и t—температура. По данным различных исследований, коэффициент β колеблется в значительных пределах, при чем наибольшего своего значения достигает обычно весной, когда бывает полное насыщение водопоглотительной способности почвы ($a=0$); летом же попадающая в почву влага в большей степени поглощается более сухой почвой, и процесс насыщения последней в связи с усиленным поглощением и испарением влаги растительностью задерживается,

вследствие чего β сводится к незначительной величине в несколько процентов. На фиг. 3 изображена средняя кривая месячных колебаний β, построенная на основании многолетних наблюдений в средней Европе.

Величина внутреннего стока, отнесенная к единице длины реки, м. б. определена путем гидрометрическ. измерений. Определив в двух пунктах реки A и B, находящихся на расстоянии L один от другого, количество протекшей за время T воды Q_A и Q_B, а также количество впадающей на этом участке за то же время воды от притоков реки Σq, получим внутренний сток на единицу длины в единицу времени по формуле: $\zeta = \frac{Q_B - Q_A - \Sigma q}{TL}$. Определение расхода воды в пункте B должно при этом производиться позже, чем в пункте A, на время $T' = \frac{L}{v}$, где v—средняя скорость течения реки. До сих пор наблюдения над внутренним стоком еще немногочисленны, все они, однако, говорят о значительном



Фиг. 3.

участии в общем стоке рек подземного питания или внутреннего стока. Оппоков считает внутренний сток для Днепра в 33%, Гравелиус для верховьев Неккара—в 64%.

Особенное значение для практических целей имеет изучение паводков, или подъемов воды в реке, проходящих в виде волны сверху вниз по течению под влиянием таяния снегов или дождей. Высота и время паводков зависят от условий питания реки и расположения ее водосборного бассейна. Горные реки, берущие свое начало в районах вечного снега, имеют обычно более поздние и интенсивные паводки, чем равнинные реки.

По рекам, кроме воды, стекают также и твердые вещества во взвешенном состоянии или в виде раствора. Постоянно размывая дно в одних местах и откладывая наносы в других, подмывая берега, меняя свои изгибы, реки существенно влияют на конфигурацию суши. О количестве проносимых реками наносов можно судить хотя бы по наблюдениям над Миссисипи, которая ежегодно проносит до 113 млн. m наносов, т. е. такое количество их, которое, будучи равномерно распределено на весь бассейн реки, понизило бы его на 1 $м$ в 75 000 лет.

В вопросах образования речных долин и русла Г. тесно соприкасается с геологией. Фауна же и флора вод соприкасает Г. с биологией и ботаникой. Гидрология стала развиваться, как особая наука, позднее других отраслей геофизики. Однако, ее крупное значение для правильной постановки *водного хозяйства* (см.) заставляет обращать на нее все большее внимание. В настоящее время во всех цивилизованных странах гидрологическ. проблемы систематически изучаются правительственными организациями, ведающими одновременно гидрометрией и гидрографией. В СССР общее руководство гидрологич. работами сосредоточено в Российском гидрологич. ин-те, издающем свои «Известия» и ряд научных трудов.

Лит.: Великанов М., Гидрология суши, Москва, 1925; Труфанов А. А., Речная гидрология, Москва, 1923; Брикнер Э. А., Баланс круговорота воды на земле, пер. с нем., «Почвоведение», СПБ, 1905, 3; Гейнц Е. А., Водоносность верховьев Оки в связи с осадками, СПБ, 1903; Кузнецов, Влияние леса на водный режим страны, М., 1920; Оппоков Е. В., К вопросу о многолетних колебаниях стока на больших речных бассейнах в связи с колебаниями метеорологическ. элементов, СПБ, 1906; Отоцкий П. В., Грунтовые воды, их происхождение, жизнь и распределение, СПБ, 1905; Вопросы речного быта, СПБ, 1908; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, T. III—Der Wasserbau, B. 1—Die Gewässerkunde, 5 Auflage, Lpz., 1923; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, B. 1, 3 Auflage, Leipzig, 1923; Penck A., Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen (Geographische Abhandlungen, B. 5, H. V) Wien, 1896; Gravelius H., Grundriss der gesamten Gewässerkunde, B. 1—Flusskunde, Berlin, 1914. **А. Эссен.**

ГИДРОМАССА, торфяная масса, размытая водяной струей высокого давления (13—17 *atm*). Содержание воды в гидромассе около 95—96%. При гидравлическом способе добычи торфа (гидроторф) подготовка Г. является существеннейшим моментом производства. См. *Аккумулятор торфяной* и *Гидравлический способ добычи торфа*.

ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯ МЕДИ, извлечение меди мокрым путем—путем обработки руд и побочных заводских продуктов, содержащих медь, водными растворами различных химических реактивов. В настоящее время существует ряд мощных предприятий, получающих медь по дешевой цене, применяя мокрый способ обработки руд.

Существенными моментами гидрометаллургической обработки являются: 1) перевод меди в раствор (выщелачивание) и 2) последующее выделение меди из раствора. Первая из указанных операций имеет своей задачей концентрацию меди в сравнительно небольшом объеме, в виде водных растворов солей меди, в значительной мере лишенных посторонних примесей. Выщелачивание на практике м. б. проведено различными способами, в зависимости как от характера руды, так и от применяемого для растворения меди химического реактива. В одних случаях перевод меди в раствор м. б. осуществлен непосредственным выщелачиванием сырой руды, в других—руда (или иной какой-нибудь содержащий медь продукт) должна быть той или иной операцией подготовлена к выщелачиванию. В виду этого способы выщелачивания можно классифицировать по химическому характеру применяемого реактива или по характеру перерабатываемого материала; второй классификации присущи некоторые практические преимущества.

Классификация по реактивам. Растворителями, применяемыми при выщелачивании, служат водные растворы различных химических реактивов, которые могут быть нейтральными, кислотными или щелочными.

I. Нейтральные растворители. Сюда относятся: вода и водные растворы солей $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_2$, Fe_2Cl_6, $CuCl_2$ и KCN. Вода как растворитель применяется лишь в исключительных случаях, так как медь очень редко находится в руде в виде растворимых в воде соединений. Таким соединением является лишь халькантит $CuSO_4.5H_2O$. Из нейтральных растворителей наибольшим распространением пользуется $Fe_2(SO_4)_3$, водные растворы которого растворяют самородную медь, ее кислородные, а равно и сернистые соединения, по реакциям:

$$Cu + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow CuSO_4 + 2FeSO_4$$
$$3CuO + Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O \rightarrow 3CuSO_4 + 2Fe(OH)_3$$
$$Cu_2S + 2Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow 2CuSO_4 + 4FeSO_4 + S.$$

Полная регенерация $Fe_2(SO_4)_3$ из железного купороса, образующегося в результате выщелачивания, м. б. произведена обработкой последнего воздухом и H_2SO_4 по ур-ию:

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + 0{,}5\,O_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O.$$

Помимо этого необходим некоторый добавочный расход H_2SO_4 для перевода в раствор образующихся при выщелачивании гидратов окислов железа и основных сернокислых солей, к-рые, выпадая в виде осадков, затрудняют нормальный ход выщелачивания. В виду этого к растворам $Fe_2(SO_4)_3$, поступающим на выщелачивание, почти всегда прибавляют нек-рое количество H_2SO_4.

Выщелачивание растворами $FeCl_2$ применяется в процессе Гента-Дугласа (Hunt-Douglas) для обработки руд, содержащих CuO. Растворение идет по реакции:

$$3CuO + 2FeCl_2 \rightarrow Cu_2Cl_2 + CuCl_2 + Fe_2O_3.$$

В случае присутствия в руде Cu_2O последняя д. б. переведена в CuO. Получающийся раствор должен быть богат хлоридами для перевода в раствор Cu_2Cl_2 (нерастворимой в H_2O), для чего к первоначальному раствору прибавляют NaCl.

В процессе Дёча (Doetsch) для растворения сульфидов меди применяется раствор Fe_2Cl_6, при чем растворение идет по реакциям:

$$Cu_2S + Fe_2Cl_6 \rightarrow Cu_2Cl_2 + 2FeCl_2 + S$$
$$Cu_2S + 2Fe_2Cl_6 \rightarrow 2CuCl_2 + 4FeCl_2 + S.$$

Раствор $CuCl_2$ применяется в процессе Гёпфнера (Hoepfner) для растворения металлических Cu и Ag, а равно и их сернистых соединений, по реакциям:

$$Cu + CuCl_2 \rightarrow Cu_2Cl_2$$
$$CuS + CuCl_2 \rightarrow Cu_2Cl_2 + S$$
$$2Ag + 2CuCl_2 \rightarrow 2AgCl + Cu_2Cl_2.$$

Для перевода в раствор образующихся Cu_2Cl_2 и AgCl, к раствору $CuCl_2$ прибавляют NaCl.

II. Кислотные растворители. Применение кислотных растворителей на практике имеет место в случае переработки окисленных или предварительно обожженных сернистых руд с кислой пустой породой. В случае основной пустой породы (карбонаты) применение этих растворителей становится неэкономичным вследствие значительного расхода кислоты.

Наибольшим применением при выщелачивании пользуется H_2SO_4. При благоприятных условиях выщелачивания (слабые растворы и низкая $t°$) она сравнительно слабо действует на Fe_2O_3, всегда присутствующую как в окисленных, так и обожженных рудах, вследствие чего растворы, получающиеся от выщелачивания, не содержат значительных количеств солей железа. Помимо этого, при электролитич. выделении из этих растворов меди серная к-та регенерируется и поступает снова на выщелачивание, благодаря чему расход ее незначителен.

Сернистая кислота растворяет окислы меди, образуя растворимую в воде сернистомедную соль. Последняя в присутствии окиси меди претерпевает постепенно превращение по реакции:

$$3CuSO_3 + CuO \rightarrow Cu_2SO_3 + CuSO_3 + CuSO_4.$$

Из полученных солей сернистомедная соль закиси меди слабо растворима в воде, в присутствии же сернистой к-ты растворимость ее возрастает. Применение сернистой к-ты для выщелачивания окисленных или обожженных медных руд приобретает большой интерес в связи с вопросом об утилизации сернистых газов металлургических печей. Здесь намечаются два пути: а) практика завода Nevada-Douglas Consol. C°—обработка увлажняемой руды сернистыми газами и б) способ U. S. Bureau of Mines—получение слабых растворов серной кислоты пропусканием сернистых газов через раствор $Fe_2(SO_4)_3$.

Наиболее редко при выщелачивании руд применяется соляная кислота. Являясь более крепкой кислотой, чем HSO_4 и H_2SO_3, она заметно действует на соединения железа, заключающиеся в руде; вследствие этого получающиеся от выщелачивания растворы заметно загрязняются солями железа. Дальнейшим неудобством пользования соляной кислотой является практическая трудность ее регенерации.

III. Щелочные растворители. К ним принадлежат исключительно растворы аммиака и углекислого аммония. Работа с ними менее удобна, чем с растворами к-т, но применение их неизбежно в случае переработки руд с основной пустой породой. Этими растворителями выщелачиваются руды, содержащие самородную медь, кислородные, углекислые и сернистые ее соединения. Происходящие при этом реакции м. б. представлены следующими ур-иями:

$$Cu + 0{,}5\,O_2 + n\,NH_3 \rightarrow CuO \cdot n\,NH_3$$
$$CuO + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow CuCO_3 \cdot 2\,NH_3 + H_2O.$$

Классификация по характеру руд. В этом отношении различают следующие способы:
I. Переработка сульфатных руд:
1) рудничные воды, 2) хвосты обогатительных фабрик и отвалы.
II. Переработка окисленных руд.
III. Переработка сульфидных руд.
А. Превращение сульфидов в сульфаты:
1) выветриванием, 2) сульфатизирующим обжигом и 3) обработкой $Fe_2(SO_4)_3$.
Б. Превращение сульфидов в кислородные соединения окислительным обжигом.
В. Превращение сульфидов в хлориды:
1) действием Fe_2Cl_6, 2) действием $CuCl_2$, 3) окислительным обжигом с последующей обработкой растворами, содержащими $FeCl_2$ и $CuCl_2$, и 4) хлорирующим обжигом.

Примерами указанных способов переработки могут служить следующие.

Извлечение меди из рудничных вод сводится к обработке их металлическим

железом в желобах и в башнях. В Бютте (штат Монтана, С. Ш. А.) этим путем перерабатываются рудничные воды, содержащие 0,05—0,07% Cu. Общая длина желобов—305—610 *м*. Получаемая цементная медь содержит 60—70% Cu. Извлечение меди достигает 90—98%, стоимость извлечения 1 *кг* меди составляет 21 к.

Извлечение сульфатов меди из хвостов обогатительных фабрик и отвалов выщелачиванием их водой в чистом виде не применяется, а соединяется одновременно с выщелачиванием растворителем $Fe_2(SO_4)_3$.

Выщелачивание окисленных руд посредством H_2SO_4 применяется в больших размерах в Аджо (Ajo, штат Аризона, С. Ш. А.), на з-де New Cornelia Copper C° и в Чукикамата (Чили), на з-де Chile Copper C°. На первом заводе выщелачивание дробленой руды производится в цементных чанах (площадь поперечного сечения 26,8×26,8 *м*, высота 5,28 *м*, вместимость 4 545 *т*), выложенных внутри свинцовыми листами. Всего имеется 8 чанов, из которых одновременно в работе находится 7 чанов. В сутки перерабатывается 4 545 *т* руды с содержанием 1,57% Cu; извлечение меди ~82%. Содержащаяся в растворах после выщелачивания $Fe_2(SO_4)_3$ восстанавливается в башнях в $FeSO_4$ сернистым газом от печей Веджа (Wedge), после чего раствор направляется на электролиз, где получается катодная медь с содержанием от 99,15 до 99,85% Cu. Растворы, поступающие на электролиз, содержат в %: 2,70 Cu, 1,30 $Fe^{"}$, 0,11 $Fe^{'''}$, 0,01 Cl' и 2,16 свободной H_2SO_4. На втором заводе имеется 6 чанов для выщелачивания, размерами 45,7×33,5×5,9 *м* и емкостью 9 100 *т* каждый. Чаны—бетонные, покрыты внутри слоем мастики из 1 части асфальта и 4 частей песка, толщиной 25—33 *мм*. Выщелачивание длится 4—5 дней; извлечение меди достигает 89,4%.

Выщелачивание хвостов обогатительных ф-к, содержащих 0,45% Cu, аммиаком практикуется на заводе Calumet and Hecla C°, Lake Linden (штат Мичиган, С. Ш. А.).

Выщелачивание сульфидных руд после превращения сульфидов в сульфаты выветриванием дает наилучшие результаты в применении к переработке пиритных руд, содержащих Cu_2S. Классич. примером является кучное выщелачивание пиритов с средним содержанием 2,5% Cu и 45—48% S в Рио-Тинто (Испания). Кучи вмещают 100 000 *т* руды. Выветривание достигается периодич. смачиванием куч водой; при этом в присутствии кислорода воздуха происходит окисление сульфидов с образованием сульфатов железа и меди. Прибавление нек-рого количества H_2SO_4 облегчает перевод сульфидов меди в сульфаты. После того как образование сульфатов произошло в достаточной степени, начинается выщелачивание их растворами, полученными от цементации меди. По истечении 6—7 лет для плотных руд и 3—4 лет для сланцевых руд содержание меди падает до 0,25—0,30%. Получающиеся растворы содержат в литре: 4 *г* Cu, 1 *г* Fe_2O_3, 20 *г* FeO, 10 *г* H_2SO_4 и 0,3 *г* As. Аналогичное выщелачивание ведется в Бисби (штат Аризона, С. Ш. А.), где вместимость куч достигает 1 800 000 *т*. В последние годы этот же способ с успехом применяется для выщелачивания целых рудников.

Выщелачивание сульфидных руд производится после превращения их в сульфаты сульфатизирующим обжигом; последний ведется в кучах или печах. Примером обжига в кучах может служить практика в Рио-Тинто. Здесь небольшие кучи (диаметром 6—8 *м* и высотой 3 *м*), вмещающие 200 *т* руды, горят 2 месяца; большие кучи с эллиптическим основанием 17,5 × 10 *м*, высотой 3,35—3,65 *м*, вмещающие 1 500 *т* руды, горят 6 месяцев. В малых кучах образуется больше $CuSO_4$, чем в больших. В среднем извлечение Cu достигает 84%. Обожженная руда выщелачивается затем в чанах. При сульфатизирующем обжиге в печах главное внимание д. б. обращено на поддержание определенной $t°$ в печи. Первоначально обжиг ведется медленно, при невысоких $t°$: при 480°, а затем при 560°. При этой $t°$ разлагаются сернокисл. соединения железа, но не меди. При сульфатизирующем обжиге медных руд никогда не удается всю медь перевести в $CuSO_4$; в обожженном продукте всегда находится некоторое количество CuO, которое при последующем выщелачивании м. б. переведено в раствор добавлением соответствующего количества H_2SO_4.

Выщелачивание сульфидных руд растворами, содержащими $Fe_2(SO_4)_3$, очень часто применяется для переработки бедных руд, отвалов обогатительных фабрик и целых рудников; в этих случаях такое выщелачивание всегда соединяется с ранее указанными способами выщелачивания сернистых руд после превращения сульфидов в сульфаты выветриванием.

Выщелачивание сульфидных руд после предварительного окислительного обжига. Окислительный обжиг ведут при сравнительно невысоких $t°$, как и при сульфатизирующем обжиге. При более высоких $t°$ происходит образование трудно растворимых в кислотах силикатов и ферритов. Этим путем перерабатываются хвосты обогатительных ф-к Анаконда (штат Монтана, С. Ш. А.); хвосты содержат: 0,64% Cu, 13,6 *г* Ag в *т*, 81% SiO_2, 3% FeO и ок. 10% Al_2O_3. Первоначально хвосты обжигаются при 535° в 28 шестиподных печах сист. Мак-Дугаля; при этом содержание S падает с 2,2 до 0,6%; ⅓ оставшейся серы является сульфатной. Выщелачивание ведется в 10 чанах из красного дерева, диаметром 15,2 *м* и высотой 4,3 *м*; емкость чанов—910 *т*. Извлечение меди ~75%.

Переработка сульфидных руд переведением сульфидов в хлориды обработкой Fe_2Cl_6 и $CuCl_2$. 1) Процесс Дёча, применявшийся одно время в Рио-Тинто и в Тарзисе (Испания), заключался в обработке руды растворителем Fe_2Cl_6, в результате чего образовывались хлориды меди и $FeCl_2$; последняя регенерировалась обработкой хлором. 2) Процесс Фрёлиха отличается от предыдущего тем, что обработка производится при температуре

70—80°, при чем вся медь получается в виде $CuCl_2$. 3) Процесс Гёпфнера указан выше.

Переработка сульфидных руд окислительным обжигом с последующей обработкой растворами, содержащими $FeCl_2$ или $CaCl_2$, предложена Гентом и Дугласом. Обработка может быть проведена двояким образом. По первому способу руда д. б. обожженной намертво, так как только кислородные соединения меди м. б. переведены в хлориды обработкой крепкими растворами NaCl и $FeCl_2$ при $t°$ 70°. По второму способу намертво обожженная руда обрабатывается H_2SO_4. Полученная в растворе $CuSO_4$ взаимодействием с $FeCl_2$ или $CaCl_2$ частью переводится в $CuCl_2$, которая при пропускании SO_2 переходит в Cu_2Cl_2, с одновременным получением H_2SO_4. Регенерация $FeCl_2$ или $CaCl_2$ происходит при действии на отфильтрованную Cu_2Cl_2 металлическим железом или же $Ca(OH)_2$ по уравнениям:

$$Cu_2Cl_2 + Fe \rightarrow 2\,Cu + FeCl_2$$

или

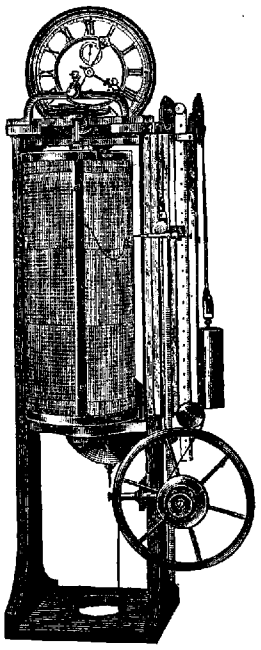
$$Cu_2Cl_2 + Ca(HO)_2 \rightarrow 2\,Cu(OH) + CaCl_2.$$

Выщелачивание сульфидных руд после хлорирующего обжига. В нек-рых случаях хлорирующему обжигу предшествует окислительный процесс Лонгмейда и Гендерсона. Наиболее целесообразно применять этот метод к переработке пиритных сгарков, содержащих медь и незначительное количество благородных металлов. Сгарки не должны, как правило, содержать более 10% пустой породы и более 4% меди; на каждую весовую часть меди должны приходиться 1—1,5 весовых части S. В случае недостачи S последняя добавляется в виде FeS_2. Смесь сгарков с 10% NaCl подвергается обжигу в механических печах; выщелачивание производится в чанах. В большинстве случаев хлорирующему обжигу подвергаются сырые сульфиды.

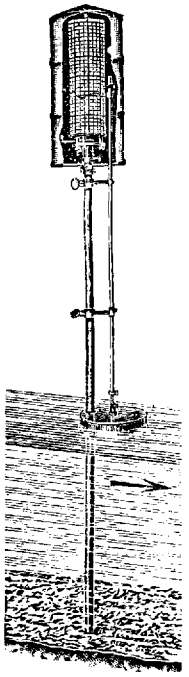
Лит.: Hofman H. O., Metallurgy of Copper, N. Y., 1924; Liddel D. M., Handbook of Non-Ferrous Metallurgy, v. 2, N. Y., 1926; Greenawalt W. E., Hydrometallurgy of Copper, N. Y., 1912; Truchot P., Les pyrites, P., 1907; Fissler M., Hydrometallurgy of Copper, L., 1902; Schnabel C., *Lehrb. d. allgemeinen Hüttenkunde*, B., 1903; «Métallurgie», P.; «Trans. Amer. Instit. Min. and Met. Eng.», N. Y.; «Eng. a. Min Journal Press», New York: «Min. Industry», N. Y.

Г. Уразов.

ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ, приборы для измерения горизонтов, глубин, скоростей течения и расходов воды и для взятия проб воды. Для автоматическ. записи горизонтов воды применяются лимнографы. Они бывают двух типов. В первом особый поплавок, подвешенный на тонкой проволоке к шкиву, передает колебания горизонтов воды перу, чертящему водомерный график на вращающемся барабане; второй основан на изменении гидростатич. давления с глубиной погружения. К этому типу относится лимниграф Ришара, который состоит из каучукового резервуара, заключенного в металлич. цилиндрич. оправу с отверстиями для пропуска воды и соединенного очень гибкой медной проволокой с манометром или самопишущим прибором. Давление воды на каучуковый резервуар изменяется пропорционально глубине погружения последнего, а при прикреплении его к определенной точке—пропорционально высоте стояния над ним воды. Этот прибор особенно удобен для замерзающих рек, подмываемых берегов или при очень значительной амплитуде колебаний горизонтов, когда установить поплавковые лимниграфы затруднительно. Из поплавковых лимниграфов наиболее употребительны системы Отта (фиг. 1), Альбрехта, Ганзера, Гаслера, Зейбта-Фюсса, Рорданца. Все они состоят из поплавка, передаточного и пишущего приспособлений, барабана и часового механизма с заводом от 1 суток до 1 месяца. Поплавок обычно устраивают около 15—20 *см* в диаметре. Движется он в особой трубе или в шахте (см. *Водомерные наблюдения*), и его движения передаются постоянно натянутой противовесом проволокой шкиву и от него — через ряд передач



Фиг. 1.



Фиг. 2.

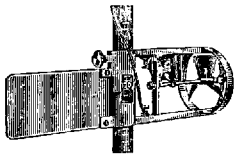
перу. Высота барабана колеблется от 14 *см* (лимниграф Ганзера) до 35—40 *см* (лимниграф Отта). В зависимости от возможной амплитуды колебаний горизонтов, передаточное отношение устраивают от 1 : 20 до 1 : 2. Лимниграфы устанавливают в особой будке.

Для водомерных наблюдений в течение непродолжительного времени и при небольших, сравнительно, колебаниях воды употребляются переносные лимниграфы. Малый переносный лимниграф системы Отта (см. фиг. 2) состоит из вращающегося при помощи часового механизма барабана, высотою 30 *см*, устанавливаемого на конце стальной трубы, диаметром 20 *мм* и длиной 1,5 *м*, заостренный конец которой вгоняется в дно реки у места наблюдений. Поплавок цилиндрической формы, диам. 18 *см* и высотой 12 *см*, движется по трубе на двух роликах. К поплавку прикреплена регистрирующая штанга с карандашом. Для защиты от непогоды на барабан надевают парусиновый

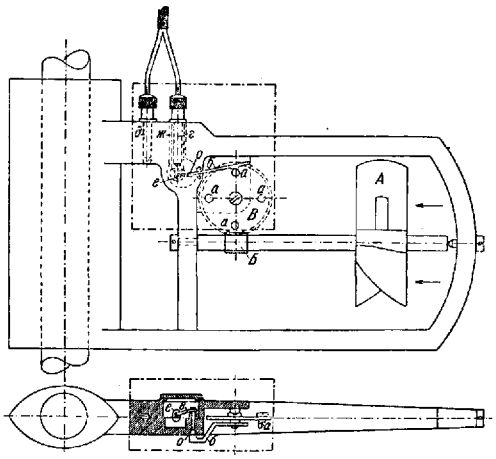
чехол. Переносный лимниграф Альбрехта позволяет регистрировать колебания горизонтов до 1 *м*. Барабан с часовым механизмом прикрепляют на консоли к верхнему концу трубы, устанавливаемой у места наблюдения при помощи якорей. Трубу делают, для облегчения ее перевозки, сборной, и вода поступает в нее через боковые отверстия диаметром 1 *см*.

Для производства промеров употребляют лоты или особые пловучие штанги системы Келлера, изготовляемые фирмой Отта. Последние устроены так, что легко опускаются на дно, оставаясь все время в вертикальном положении. Кроме того, имеется самопищущий прибор—профилограф Гаеша. Действие прибора основано на увеличении гидростатическ. давления на предмет с глубиной его погружения. В особом решетчатом цилиндре, диаметром 0,5 *м*, помещен манометр, состоящий из цилиндра, пустотелого поршня и спиральной пружины, стремящейся выдвинуть поршень из цилиндра. К верху цилиндра крепко привязана мембрана из бычьего пузыря; в крышке цилиндра имеются отверстия для доступа воды. Последняя, давя на мембрану с разной, в зависимости от глубины, силой, передвигает поршень с карандашом, который и записывает профиль дна на бумаге, натянутой на находящемся рядом с манометром барабане. Барабан получает движение, пропорциональное длине периметра промеряемого профиля, при посредстве шестерни, сцепляемой с бесконечным винтом, находящимся на оси решетчатого цилиндра. Профилограф чертит профили в масштабе для длины 1:2 000 и для глубины 1:200, что при ширине его ленты в 6,5 *см* позволяет зачерчивать живые сечения глубиной до 13 *м*.

Для определения скоростей течения воды в настоящее время употребляют почти исключительно вертушки. Они состоят из легко вращающихся на оси лопастей, число оборотов к-рых зависит от скорости течения воды. Зависимость между скоростью течения v и числом оборотов в единицу времени n, выражаемая обычно в виде ур-ия $v=a+tn+cn^2$, д. б. определена заранее на особых тарировочных станциях. Для определения скорости течения в определенной точке устанавливают вертушку, поставив лопасти против течения, нормально к нему, и отмечают продолжительность наблюдения t и число оборотов вертушки N. Частное $\frac{N}{t}=n$, подставленное в уравнение скорости, дает искомую скорость течения в данной точке. Вертушки делают с горизонтальной или вертикальной осью вращения лопастей; они обычно состоят из воспринимаемой части (лопасти), передаточного механизма (ось вертушки, регистрация оборотов) и установочного приспособления. Ось вертушки устраивают или на шариковом подшипнике и цилиндрическом агатовом подпятнике или на двух конических подпятниках. При чистой воде годятся оба способа укрепления оси,— в мутной же воде шариковые подшипники засоряются скорее, чем коническ. подпятники; зато последние менее пригодны в тех водах, где пропосятся листья, трава и проч. Лопасти бывают плоские, винтовые, буравчатые или турбинные. Плоские и винтовые лопасти имеют тот недостаток, что удар воды о них происходит слишком резко и к ним пристают листья и мусор. При турбинных лопастях струя воды отклоняется от лопасти постепенно, и весь мусор скользит вдоль лопастей, не приставая к ним. Число крыльев в вертушке колеблется от 2 до 4, величина шага 10—50 *см* и выбирается с таким расчетом, чтобы при обычных скоростях течения не получалось слишком незначительного числа оборотов. Регистрация оборотов вертушки производится путем замыкания электрич. тока через определенное число оборотов вертушки. Слабая электропроводность чистой воды позволяет применять свободное для доступа воды контактное приспособление (фиг. 3), но наличие в воде солей или кислот требует закрытой контактной камеры, т. к. в противном случае замыкание тока может происходить через воду. С этой целью контактные приспособления помещаются в небольших водолазных колоколах (вертушка Альбрехта), в масляных или магнитных камерах (вертушка Отта). Схематическое изображение закрытого контакта в масляной камере представлено на фиг. 4. Вращение лопасти A передается червяком $Б$ зубчатому колесу B с 4 выступающими штифтами a, срезанными с одной стороны. В зависимости от того, какой стороной проходит штифтик a мимо рычажка $б$, происходит замыкание или размыкание тока. Переставлением штифтиков a можно получить замыкание тока через каждые 25, 50 или 100 оборотов. Рычажок $б$ насажен на ось o, входящую в закрытую масляную камеру. На втором конце оси насажен рычажок $в$, повторяющий все движения рычажка $б$. Этот рычажок может соприкасаться у точки e с зажимом $г$, изолированным от корпуса вертушки резиновой кольцевой прокладкой $эж$, и таким образом замыкать ток.

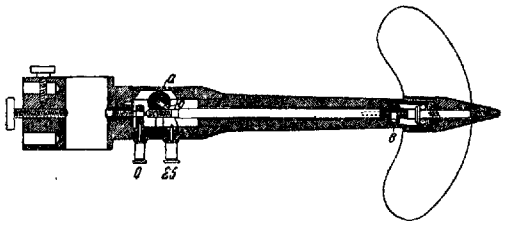


Фиг. 3.



Фиг. 4.

Другой зажим соединен с корпусом вертушки. При открытых контактах рычажок соприкасается непосредственно с зажимом *г*. Магнитное контактное устройство системы Мензинга-Отта заключено в герметически запирающуюся коробку. К заднему концу оси наглухо прикреплен подковообразный магнит. В коробке, под влиянием магнитной индукции, вращается вместе с магнитом якорь с выступом на валу, замыкающий ток при каждом обороте вертушки. Кроме того, при помощи червяка и зубчатки получаются контакты через каждые 20—25 оборотов. Лабораторией гидравлическ. установок Научно-технического управления ВСНХ СССР изготовляются вертушки с контактным приспособлением инж. Грицука. Оно состоит (фиг. 5) из особого эбонитового диска *а*, соединенного посредством зубчатого колеса о 25 зубцах с червячным винтом на оси вертушки. В теле диска имеется герметически закрытая полость *б*, расположенная эксцентрически, а в ней—небольшое количество ртути. При 25 оборотах вертушки эбонитовый диск делает один оборот вокруг своей оси; тогда ртуть соединяет концы железных винтов, входящих внутрь полости

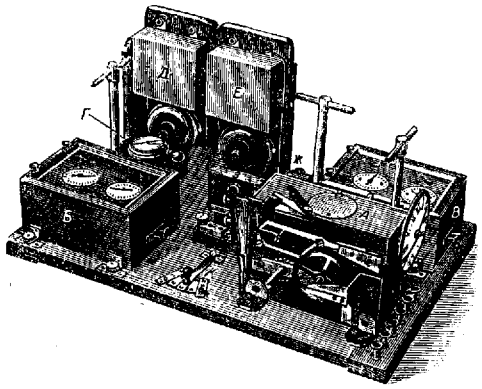


Фиг. 5.

контактной камеры и соединенных с полюсами электрического звонка, и производит замыкание тока. Вторая контактная камера *в*, расположенная на оси вблизи головки вертушки, замыкает ток при каждом обороте вертушки.

Помимо числа оборотов вертушки, приходится еще в отдельных случаях отмечать обратное течение, достижение вертушкой дна и, наконец, направление струи (отклонение от нормалей к сечению). Для регистрации обратного течения на руле вертушки устанавливают особый маятник, соприкасающийся при обратном течении с контактом и замыкающий ток. Донный контакт получается при помощи особого диска со стержнем, свободно движущимся в изолированном цилиндрич. отверстии корпуса вертушки или подвешиваемого к ней груза. При достижении диском дна он выдвигает стержень вверх и замыкает ток. Для определения направления струй служит компас, помещаемый в корпусе вертушки, показания к-рого передаются при помощи очень сложного электромагнитного приспособления.

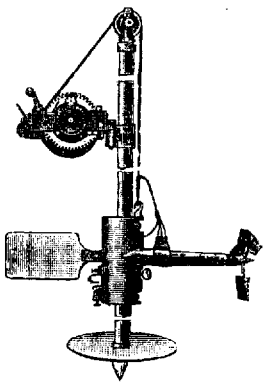
Вертушки на вертикальной оси (шведская Арвидсона и американская Прайса) вместо лопастей имеют полукруглые или конические чашечки. В акустическом измерителе скоростей Прайса, весящем всего 400 *г* и потому очень портативном, на вертикальную ось надето крепкое колесико о шести спицах с насаженными на них коническ. чашечками, отверстия которых обращены в одну сторону. Верхняя часть оси снабжена червяком, приводящим в движение зубчатое колесо. К зубьям прикреплены иголки, задевающие



Фиг. 6.

за молоточек, ударяющий по корпусу воздушной камеры, в которой помещена зубчатка. Звук от ударов передается через гуттаперчевую трубку наблюдателю. Отсчитывая по секундомеру время между ударами, соответствующими (в зависимости от числа зубцов, снабженных иголками) каждому или определенному числу оборотов вертушки, можно определить скорость течения.

Все регистрируемые явления (обороты вертушки, достижение дна, обратное течение, глубина опускания вертушки) передаются электрическим током сигнальным приспособлениям — обычно электрич. звонку. При сложных и точных гидрометрическ. работах все сигнальные приборы монтируются на особой доске. В Германии, например, принято следующее сигнальное устройство (фиг. 6); *А*—часы с автоматическ. выключением электрич. тока через 100 и 200 ск.; *Б*—счетчик оборотов вертушки; *В*—счетчик глубины погружения вертушки; *Г*—секундомер; *Д*—звонок для сигнализации каждых 25 оборотов вертушки; *Е*—звонок для донного контакта; *Ж*—звонок, отмечающ. прекращение тока часами *А*; *З*—гальваноскоп для проверки электрической проводки; *К*—переключатель тока. Иногда включают в сеть самопишущий ленточный хронограф, отмечающий время, число оборотов и глубину погружения вертушки.

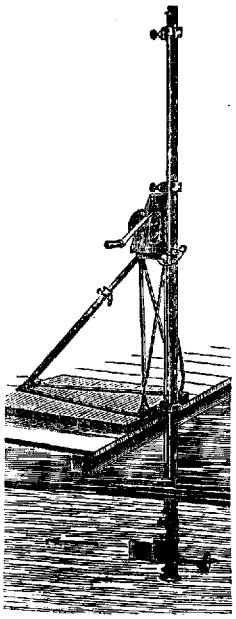


Фиг. 7.

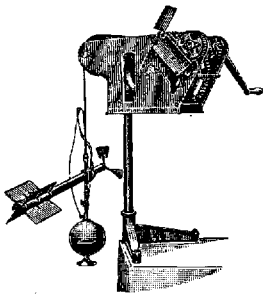
При гидрометрич. работах вертушки устанавливают: 1) на стоячей штанге, опирающейся на дно реки (фиг. 7), 2) на подвесной штанге, удерживаемой особым штангодержателем (фиг. 8), и 3) на тросе, опускаемом особой лебедкой (фиг. 9). При определении

только одних поверхностных скоростей вертушку подвешивают к особому поплавку или же употребляют электрический лаг. Вертушки новейших систем устраивают таким образом, что они м. б. или прикреплены к штанге или подвешены к тросу.

Вертушка со всем необходимым оборудованием и штангой, длиной 3 *м*, весит 27 *кг* и стоит 1 240 германских марок. Ею можно измерять скорости от 0,03 до 6 *м/сек*. Все другие приборы, раньше употреблявшиеся для измерения скорости и основанные на измерении высоты подъема воды в коленчатом сосуде, направленном против течения $\left(h=\frac{mv^2}{2g}\right)$, так наз. трубки Пито, Дорси и др., в настоящее время совершенно вытеснены вертушками. Из новейших попыток конструирования приборов для определения скоростей, основанных на совершенно новых принципах, заслуживает упоминания складной батометр-тахиметр Глушкова. Прибор состоит из гибкого резинового складывающегося баллона емкостью в 900 *см*³ с трубкой-носком для



Фиг. 8.



Фиг. 9.

втекания жидкостей, диаметром 6 *мм* и длиной 20 *см*, с небольшой перекладиной для привязывания к штанге. Количество воды, натекающей в прибор, прямо пропорционально времени; количество, натекающее в 1 секунду, зависит от скорости течения. Зная продолжительность наполнения прибора t и количество натекшей за это время воды A, определяют секундный приток $q=\frac{A}{t}$ и из него, по тарировочному уравнению прибора,—скорость v. Прибор прикрепляют к штанге, которую опускают в воду так, чтобы носок прибора составлял с направлением течения угол в 30—60°, затем быстро поворачивают носок против течения и нажимают секундомер. Продержав определенное время (при скорости 1 *м/сек*—около 50 сек.), поворачивают штангу на 120° и останавливают секундомер. Приборы для взятия проб воды см. *Батометр*, приборы для непосредственного измерения расходов воды—см. *Гидрометрия*.

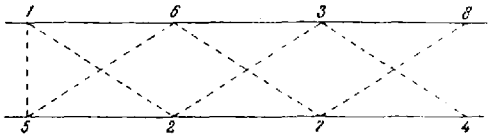
Лит.: Владычанский В. И., Гидрометрия, 2 изд., Ташкент, 1924; Коллупайло С. И., Гидрометрия, М., 1918 (литогр. лекции); Эссен А. М., Приборы и инструменты для гидрометрических работ. Отчет гидрометрической части при водном управлении на Кавказе за 1910—12 гг., Тифлис, 1913—14; Коровин А. Е., Приборы для определения величины и направления скоростей водных струй на гидрометрических станциях р. Волги, Казань, 1915; Глушков В. Г., Складной батометр-тахиметр, П., 1916; Коллупайло С. И., Материалы для курса гидрометрии (указ. литер.), вып. 2, М., 1921 (литогр. лекции); Ott L. A., Moderne Instrumente der Hydrometrie, Berlin, 1925. **А. Эссен.**

ГИДРОМЕТРИЯ, отдел гидрологии, занимающийся измерением и учетом вод земной поверхности как в условиях естественного стока (круговорот воды), так и искусственного (каналы, трубопроводы). Водные измерения, исполненные и обработанные по методам Г., служат материалом для гидрографич. описания отдельных территорий и кладутся в основу *водного хозяйства* (см.), имеющего целью наиболее целесообразное использование водных запасов. Г. изучает гл. обр. явления поверхностного стока воды и имеет дело с текучими водами. Из элементов стока измеряются и изучаются колебания уровня воды, форма и изменения русла, скорости течения, уклоны, количества протекающей воды и проносимых во взвешенном и растворен. состояниях веществ, испаряемость, просачивание через грунт, температура воды и ее состав. При составлении гидротехнических и мелиоративных проектов, гидрометрические данные являются основными и определяют собой характер и размеры систем и сооружений.

Гидрометрические работы довольно сложны и требуют применения дорого стоящих инструментов и приспособлений. Поэтому в большинстве случаев непрерывно и длительно наблюдают лишь колебания уровня воды, все же остальные элементы стока измеряют периодически при разных, по возможности предельных, их значениях; затем между уровнем воды в реке и этими элементами выводится эмпирическая зависимость, дающая возможность более или менее полно охарактеризовать общие условия и величину изучаемого стока. При наличии же в пределах одного и того же бассейна одновременных метеорологических и гидрометрических наблюдений можно выяснить участие данной реки в общем круговороте воды в природе (т. н. «коэфф. стока»—см. *Гидрология*). При постоянном русле по водомерным наблюдениям его на водомерном посту (см. *Водомерные наблюдения*) судят о высоте стояния воды относительно одной и той же постоянной точки, нуля поста, и о колебаниях остальных элементов стока. При размыве или поднятии русла показания на посту при одном и том же количестве стекающей воды будут отличаться одно от другого. Отсюда вытекает необходимость периодическ. промеров русла у поста и приведение водомерных данных к так наз. «среднему дну».

Промеры русла производятся лотом или особой штангой с лодки или люльки, движущейся по размеченному канату, перекинутому через реку. Если канатом не пользуются, то точки промеров определяют засечкой лодки мензулой или угломерным инструментом. При промерах больших участков реки применяют самопишущие приборы, напр., профилограф Гаеша (см. *Гидрометрические приборы*). При больших скоростях,

когда нельзя удержаться на створе и трудно протянуть канат, промеры производятся по косым галсам (фиг. 1). Начиная промеры с точки *1*, отмечаемой на берегу вешкой с флажком определенного цвета, направляют лодку перпендикулярно к течению, гребя все время с одинаковой силой и производя промеры через определенные промежутки времени. Лодку будет относить вниз по течению, и она пристанет к берегу в точке *2*, в которой и ставят вешку с флажком того же цвета. Продолжая работу тем же путем, достигают низового конца изучаемого участка, точки *4*, находящейся на берегу, противоположном началу работ. Затем передвигают лодку против течения до точки *5*, лежащей на одном створе с начальной точкой *1*, ставят здесь вешку с флажком другого цвета и повторяют ту же работу, пока не достигнут в точке *8* конца участка. Сняв затем



Фиг. 1.

инструментально берега реки и отметив положение отдельных вешек, соединяют последовательно на плане линиями вешки с флажками одного цвета, находящиеся на разных берегах, и получают траекторию пройденного лодкой пути. Разделив каждый галс на равные промежутки по числу произведен. промеров, получают точки промеров.

У к л о н ы реки определяются обычно на участке, равном тройной ширине реки, при чем начало участка относят на двойную ширину реки выше створа. Вообще длина участка не д. б. меньше 30 *м*. Определяются уклоны по обоим берегам по урезу воды, и за уклон реки принимается средний из них. На участках, где производятся постоянные гидрометрические наблюдения, обычно устанавливают уклонные рейки и производят на них наблюдения одновременно. Нули уклонных реек связываются нивелировкой с одним и тем же репером. Если H_1 и H_2—отметки нулей уклонных реек, h_1 и h_2—одновременные отсчеты по ним, а L—расстояние между ними, то уклон

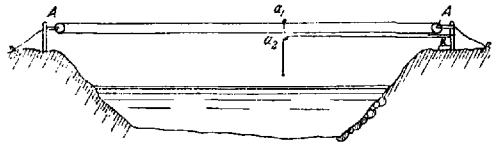
$$i = \frac{(H_1+h_1)-(H_2+h_2)}{L}.$$

С к о р о с т ь т е ч е н и я зависит от уклона реки и разного рода сопротивлений движению воды и оказывается поэтому неодинаковой не только в различных пунктах реки, но и в одном и том же сечении ее: у дна и у берегов скорости течения меньше, чем по середине реки и у поверхности воды. При разных горизонтах скорости различны; при одном и том же горизонте они больше при нарастании волны и меньше при спаде; даже в одной и той же точке они подвержены колебаниям, вследствие вихреобразного движения струй (пульсация воды). Скорости измеряются или п о п л а в к а м и, т. е. телами, свободно пускаемыми по течению и приобретающими скорость последнего, при чем о величине скорости судят по пути, пройденному поплавком в единицу времени, или же особыми приборами, удерживаемыми на месте и позволяющими судить о скорости течения по производимому последним действию на отдельные их части. Т р у б к а (Пито, Франка) представляет собой коленчатый стеклянный сосуд, направленный горизонтальным коленом против течения, под влиянием которого вода в вертикальном колене поднимается на высоту $h = \frac{mv^2}{2g}$, где v — скорость течения, а m — постоянная прибора. В настоящее время вместо трубок употребляют в е р т у ш к и с изогнутыми крыльями, легко вращающимися на горизонтальной оси под влиянием течения. Изобретенные еще в 1790 г. Вольтманом вертушки представлены в настоящее время множеством типов. В СССР чаще всего применяют вертушки Отта. Существует несколько способов работы вертушкой (см. *Гидрометрические приборы*). По одному из них, на дно реки устанавливают неподвижно штангу и по ней спускают на кабеле вертушку на нужную глубину. Этот способ применяется главн. образом в Германии. В Швейцарии и Франции пользуются приемом Эппера, по к-рому вертушка прикрепляется неподвижно к концу штанги, а последняя опускается до требуемой глубины и удерживается на ней особым штангодержателем. С увеличением глубины измерений и скоростей течения трудности работы штанговыми вертушками чрезвычайно возрастают. Вообще для штанговых вертушек можно считать предельной глубиной 8 *м*, а предельной скоростью 3 *м/сек*. При бо́льших значениях этих величин целесообразнее опускать вертушку на кабеле.

Работы вертушкой производят с моста, лодки, понтона, подвесной люльки или же управляют вертушкой с берега. На небольших реках, шириной до 15 *м*, устраивают балочный мостик, перекидывая через реку два бревна и делая подпорки из досок, которые ставят узким заостренным ребром против течения, чтобы не создавать подпора и разбивания струй. При ширине рек до 50 *м* устраивают висячие мостики на тросах. На реках с большими колебаниями горизонтов, небольшими глубинами и быстрым течением работу производят с подвесной люльки, передвигающейся по перекинутому через реку тросу. На больших и глубоких реках для гидрометрических работ сооружают особые понтоны: две лодки соединяют настилом с выносом впереди, с которого и производится работа. Через реку натягивается размеченный трос, по к-рому движется блок с перекинутой через него цепью, прикрепленной к порому. При помощи руля пором ставят под углом к течению так, чтобы он передвигался поперек реки.

Для работы с берега через реку протягивают на двух блоках A, A (фиг. 2) бесконечный размеченный стальной трос. К верхней части каната прикрепляется наглухо блок a_1, перемещающийся вместе с канатом и соединенный со вторым блоком a_2, через который перекинут кабель с прикрепленной к нему вертушкой. Кабель намотан на лебедке, и концы его соединены с батареей и звонком.

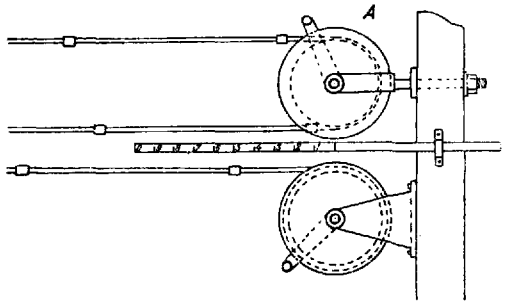
Установка вертушки на вертикали достигается передвижением стального троса, а движение по вертикали—опусканием или поднятием кабеля. Для определения расстояний и глубин на канате и на кабеле нанесены деления через 1 *м*, а части метра отсчитываются по масштабу, прикрепленному



Фиг. 2.

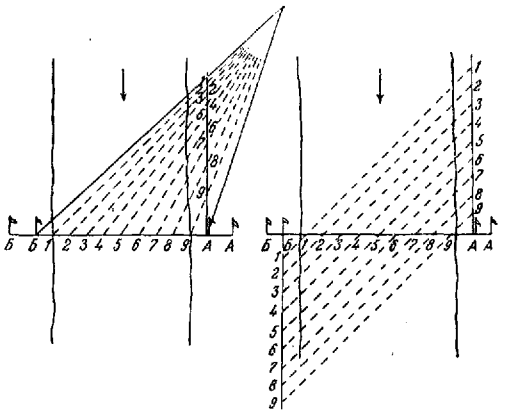
к береговой опоре (фиг. 3). При широких реках, когда не представляется возможным перекинуть через реку канат, работы производят с лодки в точках, определяемых засечками по установленным на берегу вешкам. Створы определяются вехами *А*, *А* и *Б*, *Б* (фиг. 4 и 5). Перпендикулярно к створу устанавливается один или два базиса с вешками *1*, *2*,...,*9*, в створе которых находится место для работ (вертикаль *1*, *2*,...,*9*). Работа производится двумя лицами (один на лодке с вертушкой, другой на берегу с угломерным инструментом). Когда второй засекает лодку на требуемом створе, он дает соответственный сигнал для остановки лодки и определения скоростей.

Секундный расход воды Q в данном сечении реки равен произведению площади этого сечения F на среднюю скорость течения v в данном сечении: $Q=Fv$. Гидравлика дает для средней скорости данного сечения формулу $v=c\sqrt{Ri}$, где R—подводный,



Фиг. 3.

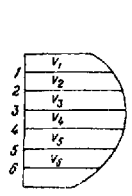
или гидравлическ., радиус сечения (частное от деления площади сечения F на смоченный периметр его), i—уклон стока, а c—эмпирич. коэфф. Для определения c предложен целый ряд формул (см. *Гидравлика*), но все они имеют значение в довольно ограниченных пределах и гл. образом для искусственных водостоков, а не рек, особенно больших. Поэтому для получения надежных данных приходится измерять скорость течения непосредственно. Однако, поскольку скорости различны в разных точках живого сечения, определить непосредственно среднюю скорость живого сечения нельзя, а выводят ее из ряда скоростей в отдельных точках. Для этого определяют скорости на отдельных вертикалях, соответствующих точкам перелома живого сечения реки или же расположенных через равные расстояния по ширине реки. Обычно считают, что изменения скоростей по вертикали происходят по закону параболы с вертикальной или горизонтальной осью, или же по логарифмической кривой с вертикальной осью. Так как ур-ия этих кривых неизвестны, то на практике определяют скорости в ряде точек по глубине и строят полигоны скоростей на вертикали. Для этого на вертикальной линии (фиг. 6), равной (в принятом масштабе) длине вертикали, в точках, соответствующих глубинам определения скоростей, откладывают горизонтальные отрезки, равные полученным скоростям, и соединяют их концы кривой



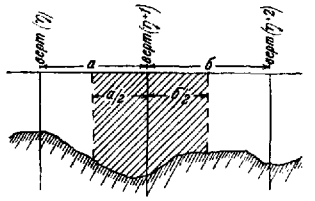
Фиг. 4. Фиг. 5.

до пересечения с горизонтальными линиями, проведенными через концы вертикали (дно и поверхность реки). Измерив площадь полученной фигуры и разделив эту площадь на глубину вертикали, получают среднюю скорость v_m на вертикали.

Расход воды всего сечения Q считается равным сумме произведений средних скоростей на вертикалях на соответствующие им элементы живого сечения, принимая, что элемент $(\eta+1)$-й вертикали равен площади, ограниченной горизонтом, руслом и двумя вертикалями, отстоящими от данной вертикали на половину расстояния до ближайшей вертикали, т. е. на $\frac{a}{2}$ и $\frac{б}{2}$ (фиг. 7). Если на каждой вертикали через определенные расстояния провести горизонтальные отрезки, равные скоростям течения в этих точках, то концы всех этих отрезков лежат на кривой поверхности. Объем воды,



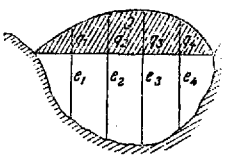
Фиг. 6.



Фиг. 7.

заключенный между этой поверхностью и живым сечением реки, и есть секундный расход воды сечения. Часто строят кривую скоростей и по ней определяют Q. С этой целью на чертеже живого сечения откладывают по каждой вертикали вверх от гори-

зонта воды в определенном масштабе отрезок, равный площади скоростей q на данной вертикали, и соединяют урезы воды и полученные точки плавной кривой (фиг. 8). Площадь между горизонтом воды и полученной кривой равна расходу воды Q в данном сечении реки.



Фиг. 8.

Если в каждой вертикали определить поверхностную скорость v_0 и вычислить отношения средней скорости сечения к наибольшей поверхностной скорости, т. е. $b = \frac{v_m}{v_{0max}}$, и то же самое для всех вертикалей

$$c = \frac{\sum_{e_1}^{e_n}(v_m e)}{\sum_{e_1}^{e_n}(v_0 e)},$$

то полученные коэфф-ты b и c позволят в ряде случаев, например, при паводках, ограничиваться для определения расхода измерением только поверхностных скоростей на стрежне реки (v_{0max}) или на нескольких вертикалях (v_0). В первом случае расход воды $Q = Fbv_{0max}$, а во втором $Q = c\sum(f v_0 e)$. На основании многочисленных измерений скоростей воды можно принять, что в среднем коэфф-ты b и c близки к 0,8, а средняя скорость по вертикали лежит на 0,6 ее глубины, наибольшая же—на $0{,}2e$. Исходя из этого, часто ограничиваются измерением скоростей всего на трех точках вертикали: $0{,}2e$, $0{,}6e$ и $0{,}8e$ и принимают среднюю скорость на вертикали $v_m = \frac{v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8}}{4}$. Для устранения влияния пульсации на конечный результат подсчета необходимо выдерживать вертушку в данной точке возможно более продолжительное время. Обычно продолжительность измерения в одной точке колеблется от 2 до 5 минут.

Вместо измерения скоростей по точкам применяется, особенно при больших глубинах и опускаемых на тросе вертушках, интеграционный способ. Он заключается в том, что вертушку опускают с равномерной скоростью до дна и поднимают на поверхность, замечая число ее оборотов и время ее опускания и подъема. По числу оборотов в единицу времени определяют среднюю скорость на вертикали. Вертушки, употребляемые для работ по интеграционному способу, должны иметь донный контакт и регистрировать каждый оборот.

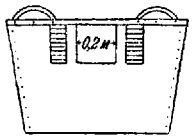
Расходы воды могут быть определены и непосредственно, особенно на источниках, каналах и незначительных реках. Измерение небольших количеств воды производится особыми мерными сосудами, при чем замечается время их наполнения, или так назыв. водяными дюймами, измеряющими количество воды, протекающее в 24 ч. через отверстие, диаметром в 1 дм., в тонкой вертикальной стенке при возможно малом напоре. Приборы устраивают в виде ящиков с несколькими отверстиями на одинаковой высоте и, для того чтобы напор сохранить постоянным, открывают соответствен. число отверстий. По числу действующих отверстий и их величине (при разных диаметрах) подсчитывают расход воды. Измерение же более значительных вод производится при помощи *водосливов* (см.). При ширине гребня b и высоте переливающегося слоя h расход воды определяется по следующим формулам:

$$Q = mbh\sqrt{2gh}$$ (для полного водослива)

и

$$Q = mbh\sqrt{2g(h-\eta)}$$ (для неполн. водослива),

где η—превышение нижнего бьефа над гребнем, g—ускорение силы тяжести, а m—опытный коэфф., значения к-рого приведены в курсах гидравлики. Наибольшее распространение, особенно при определении расходов воды на оросительных канавах, получил водослив Чиполетти. Отверстие водослива трапециеобразное с углом наклона боковых стенок в 75° 30′. Расход выражается ф-лой $Q = 1{,}86\ bh^{3/2}$, где Q берется в *л/сек*, а b и h в *м*. Водослив Чиполетти дает достаточно точные результаты в тех случаях, когда края водослива остры, когда он снабжен с верховой стороны достаточно большим отстойным бассейном, а высота переливающегося слоя h меньше $^1/_3$ длины порога b. При мутной воде отстойный бассейн быстро заиливается, и точность измерений значительно уменьшается. При определении расходов небольших канав (до 10 *л/сек*) употребляют переносные водослив. рамы (фиг. 9). Они изготовляются из листового железа толщиною в 1,5—2 *мм*; для придания жесткости к ним приклепываются железные полосы. Водосливное отверстие имеет вид прямоугольного выреза $0{,}2 \times 0{,}2$ *м* с острыми ребрами. Вдоль вертикальных ребер нанесены деления в *мм*. Перед работой водосливы тарируются. Измерения расходов состоят в том, что водосливная рама вдавливается в русло канавы нормально к течению так, чтобы через нижний край отверстия вода переливалась с небольшим перепадом и чтобы оно было горизонтально, для чего толщина переливающегося слоя должна давать одинаковые отсчеты по обеим сторонам отверстия. Когда течение канавы установится, отсчитывают толщину слоя и по тарировочному коэффициенту находят расход воды.



Фиг. 9.

Непосредственное измерение расхода воды м. б. произведено также химич. и электрохимич. способами. При химич. способе в реку вводят точно измеренное количество раствора какого-нибудь вещества, затем берут ниже по течению реки пробу воды и определяют весовым или объемным путем содержание этого вещества во взятой пробе. Между расходом воды Q, количеством введенного в поток в единицу времени раствора q, степенью концентрации введенного раствора U и степенью концентрации во взятой пробе воды u существует прямая зависимость, и расход воды $Q = \frac{qU}{u}$. В качестве вещества для раствора употребляют чаще всего хлористые соли натрия. Электрохимич.

способ основан на том же принципе, но вместо степени концентрации раствора измеряют сопротивления: ϱ_1—речной воды, ϱ_2—той же воды с постоянной концентрацией введенного хлористого натрия, ϱ_3—вводимого раствора хлористого натрия, разбавленного в n раз, и температуры: t_1—речной воды и t_2—вводимого раствора. Расход воды определится из уравнения:

$$Q = q \frac{n\left(\frac{1}{\rho_3} - \frac{1}{\rho_1}\right)}{\left(\frac{1}{\rho_2} - \frac{1}{\rho_1}\right)[1 - 0{,}024\,(t_2 - t_1)]},$$

где 0,024—температурный коэфф. электропроводности для речной воды.

Помимо расхода воды, очень важно учесть расход твердых тел, проносимых рекой во взвешенном и растворенном состоянии. С этой целью берут в реках особым прибором, *батометром* (см.), пробы воды и учитывают весовым или объемным путем количество мути. Кроме того, в суммарных пробах определяют сухой остаток и подвергают воду и муть полному или сокращенному химическому анализу. Муть подвергается также и механич. анализу. Расход твердых тел в реках и анализ воды и мути имеют большое значение при проектировании оросительных систем.

При проектировании водных систем очень важно учесть потери воды в каналах и водоемах, происходящие гл. образ. вследствие испарения и просачивания. Для получения величины потерь на определенном участке надо очень точно измерить расходы воды в начале и конце участка: разность расходов при условии отсутствия на этом участке отводов или приводов воды дает величину всех потерь. Испаряемость с открытой водной поверхности можно измерять при помощи пловучего испарителя Вильда-Любославского определенной вместимости. Измеряя мензуркой количество воды, которое необходимо долить для наполнения испарителя, и деля это количество на площадь испарителя, получают величину слоя испарившейся за определенный промежуток времени воды. Одновременно с этим необходимо производить наблюдения над количеством выпавших осадков за то же время, силой и направлением ветра и температурой воды в испарителе и в открытом русле.

При выяснении условий стока реки необходимо осветить вопросы ее питания. Режим рек, берущих свое начало в горах, лежащих в районе вечного снега, существенно разнится от рек, истоки которых расположены ниже (см. *Водомерные наблюдения*). Из элементов стока прежде всего составляется график колебаний уровня воды на отдельных постах. По оси абсцисс откладывают месяцы и дни от начала гидрологическ. года, по оси ординат—показания по рейке. Однако, для большинства случаев важно знать не высоту воды в определенный день, а иметь сведения о том, в течение скольких дней данного периода вода в реке выше или ниже определенного горизонта. Поэтому, наряду с водомерным графиком, вычерчивают также график повторяемости отдельных горизонтов. С этой целью по оси ординат откладывают отдельн. горизонты через определенные интервалы, чаще всего по 10 *см* или соток, а по оси абсцисс—число дней с горизонтами в пределах каждого интервала. По графику повторяемости, суммируя все предыдущие интервалы, строится кривая продолжительности горизонтов, дающая довольно ясное представление об особенностях годичного колебания уровня воды в реке (см. *Горизонты воды*). Затем для гидрометрических станций, т. е. тех пунктов реки, на которых производятся систематическ. водомерные наблюдения и измерения расходов воды, строят кривые расходов, выясняющие зависимость между расходами и горизонтами. Обычно расходы откладывают по оси абсцисс, а горизонты—по ординатам и выбирают масштабы так, чтобы кривая в своей верхней части шла под углом, близким к 45°. Форма этой кривой близка к параболе, обращенной выпуклостью к оси горизонтов. Поэтому при небольш. числе измерений вместо расходов откладывают их логарифмы, и тогда кривая расхода превращается в прямую, к-рую легко построить по небольшому числу точек. При изменчивом русле ко всем водомерным наблюдениям вносят поправки на среднее дно и в кривой расходов откладывают эти исправленные горизонты. По кривой расхода измеряют речной сток в млн. $м^3$ за определенный период (месяц, год). С этой целью выясняют среднее суточное показание по рейке и соответствующий ему секундный расход воды. Среднее арифметическое этих расходов принимают за средний секундный расход для данного месяца. Умножив его на 86 400 (число ск. в сутках) и на число дней в данном месяце, получаем месячный сток, а сумма месячных стоков дает годовой сток. Ни в каком случае нельзя определять средний месячный расход по абсциссе кривой расхода, соответствующей ординате среднего месячного горизонта, так как зависимость между горизонтами и расходами не линейная, а параболическая.

Гидрометрич. наблюдения производятся особыми государственными учреждениями, публикующими результаты в периодич. бюллетенях и ежегодниках. В 1904—14 гг. Отделом земельных улучшений в России были организованы особые гидрометрич. части в Туркестане, на Кавказе, в Крыму и др. частях России. Кроме того, Министерство путей сообщения производило большие гидрометрические работы на главных реках (Волга, Днепр) и при речных изысканиях. В настоящее время гидрометрические работы производятся Управлениями водным хозяйством, научная же разработка вопросов сосредоточена в Гидрологическом институте в Ленинграде.

Лит.: Коллупайло С. И., Гидрометрия, М., 1918 (литогр. лекции); Владычанский В. И., Гидрометрия, 2 изд., Ташкент, 1924; Коллупайло С. И., Материалы для курса гидрометрии, вып. 2 (указ. лит.), М., 1921 (литогр. лекции); Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, T. III—Der Wasserbau, B. 1—Die Gewässerkunde, 5 Aufl., Lpz., 1923; Brauer R., Die Grundzüge d. prakt. Hydrographie, Bibliothek d. gesamten Technik, B. 53, Hannover, 1907; Hodgt J. C. a. Grover N. C., River Discharge, London. 1907; Parker P. A. M., The Control of Water, L., 1925; Liddell W. A., Stream Gaging, N. Y., 1927. **А. Эссен.**

ГИДРОМЕХАНИКА рассматривает вопрос о равновесии и движении жидкости и распадается таким образом, подобно общей ме-

ханике, на теорию покоя жидкости, или *гидростатику* (см.), и теорию движения жидкости, или *гидродинамику* (см.).

ГИДРОМОДУЛЬ осушения или орошения,—количество воды, которое должно отводиться с каждой единицы осушаемой площади или приводиться на каждую единицу орошаемой площади земли в целях мелиорации. Сел.-хоз. мелиорация имеет своей задачей коренное улучшение естественных гидрологических условий, регулирования определенными гидротехническими способами естественного наличного водно-воздушного режима почв в соответствии с потребностями тех культур, которые на этой территории возделываются или предполагаются к возделыванию, путем отведения избыточной влаги из почвы в районах избыточного увлажнения или доставления почве недостающей ей влаги в засушливых районах. Количество воды, которое необходимо отводить с данной территории или приводить на нее, зависит прежде всего от характера культуры на этой территории; каждой культуре соответствует определенный водно-воздушный режим почвы, к-рый является для нее наивыгоднейшим. Если на сухую почву привести воды больше, чем нужно культурам на этой почве в данной местности, то растения начинают страдать, уменьшают урожай и могут постепенно погибнуть. Если из сырой почвы отвести воды больше, чем это требуется культурами на этой почве, то они также начинают страдать и очень сильно теряют в своей продуктивности. В виду этого как при орошении, так и при осушении почвы должно осуществляться двустороннее регулирование водного режима, т. е. отвод воды и дренаж орошаемых земель и регулирование грунтовых вод и орошение на болотистых местностях. Таким обр., как приведение воды на почвы недостаточно увлажненные, так и отведение воды из почв избыточно увлажнен. должно производиться в строго определенных количествах. Осуществление мелиораций без применения надлежащих норм невыгодно для всего водного и сельского хозяйства страны как технически, так и экономически.

Создание на месте естественных условий влажности мелиорируемой территории новых условий этой влажности достигается при помощи целой системы каналов разной величины и различного направления, т. е. при помощи мелиоративно-гидротехнической системы, оросительной или осушительной. В оросительной системе вода из источника орошения поступает в главный канал, из которого разводится сетью распределительных и, наконец, поливных каналов; из этих последних вода поступает непосредственно на орошаемые поля и здесь из состояния токов в каналах превращается уже в состояние почвенной влажности на полях. В осушительной же системе, наоборот, вода сетью мелких канав переводится из состояния избыточной влажности почвы на полях в состояние водяных токов в каналах, постепенно из мелких каналов собирается в более крупные и, наконец, в магистральный канал, который и отводит ее в естественный водоприемник. Пропускная способность каналов и размеры тех токов или расходов воды, которые в них устанавливаются, а следовательно, и размеры самих каналов должны соответствовать тому водному режиму, какой д. б. установлен на полях, сообразно с.-х. использованию их, т. е. потребностям культур. Следовательно, для поддержания требуемых условий водного режима на полях каждая единица орошаемой или осушаемой площади должна быть обеспечена определенной величиной расхода воды во всех частях сети. Другими словами, мелиорация должна осуществляться по известным нормам, по известному модулю, величина которого служит для расчета пропускной способности и размеров каналов мелиоративной системы и к-рый обусловливается величиной разницы между наличным и нужным гидролог. режимом данной территории.

Величина Г. зависит от целого ряда факторов, главнейшими из которых являются: а) природные—гидрологические, почвенные, климатические, топографические и др. условия мелиорируемой площади; б) хозяйственно-экономические—характер сельскохозяйств. использования площади (состав культур) и общая интенсивность мелиорации. Сообразно изменению во времени как гидрологических и климатических условий, так и потребностей растений в воде, и величина Г. не остается постоянной, а изменяется во времени. Расчет каналов ведется на наибольшее расчетное значение Г. Величина оросительного Г. колеблется обычно в пределах от 0,3 до 1,1 *л/сек* на 1 *га* орошаемой площади. Значение Г. потребления определяется выражением:

$$q_{netto} = \sum \frac{\alpha \cdot m}{86{,}4 \cdot T} \left[\frac{л}{га \cdot сек}\right],$$

где α—%-ный состав культур, орошаемых в данный период; T—продолжительность поливного периода этих культур в сутках; m—поливная норма или количество воды, необходимое на один полив культуры в *м³/га*; $m = kHA$, где H— глубина (в метрах) активного увлажняемого слоя почвы, A—полная влагоемкость данной почвы в % от объема почвы, k—коэффициент, зависящий от степени точности регулирования почвенной влажности; если отклонения от оптимума влажности в ту и другую сторону допускаются в 20%, то $k = 20$. Гидромодуль подачи

$$q_{brutto} = \frac{q_{netto}}{\eta},$$

где η—кпд соответствующей оросительной системы или канала; η колеблется от 0,95 до 0,30, в зависимости от совершенства устройства каналов, их длины, свойств грунта и других условий.

Величина осушительного модуля при осушении открытыми каналами, или модуля стока, определяется ф-лой:

$$q = k \cdot \frac{p \cdot \sigma}{T} \cdot \frac{n \cdot \lambda}{L} = K \cdot \frac{p \cdot \sigma}{T} \cdot \frac{n \cdot \lambda}{\omega},$$

где k и K—коэффициенты перевода мер (при выражении q в *л/сек* с *га*, $k = 0{,}028$); p—суточная интенсивность осадков в *мм* (за расчетный период, напр., летних высоких вод); σ—коэфф., характеризующий условия стока с единицы площади, при чем σ равна 0,35—0,95; T—действительная продолжительность

выпадения осадков в часах; n—коэффициент, равный от 1,0 до 2,0 в зависимости от формы водосборной площади данного канала; $\lambda = v_0 \cdot T$—произведение средней скорости стока на продолжительность осадков (в *м*); L—длина площади стока (по направлению стекания воды в канал) в *м*; ω—водосборная площадь данного канала в *га*; x—показатель корня, равный 2,0 до 4,0 в зависимости от уклона и размеров водосборной площади. Значение модуля стока колеблется от 0,03 до 0,35 *л/ск* и выше с *га*.

Значение дренажного модуля, характеризующего собой условия отвода не поверхностного, а внутреннего стока почвенно-грунтовых вод, выражается след. ф-лой:

$$q = \frac{p \cdot \eta \cdot \alpha}{8643} \left[\frac{л}{га \cdot ск}\right],$$

где p—суточная интенсивность осадков в *мм*: η—коэффициент остатка вод от стока, равный $1 - \sigma$ (где σ—коэффициент поверхностного стока); α—коэфф. просачивания воды в дренаж в %; он зависит от свойств почвы и степени ее сухости, т. к. в дренаж может поступать только та вода, к-рая превышает потенциальную влагоемкость почвы при данных условиях; коэффициент β, равный 1,0 до 1,5, зависит от интенсивности дренажа. Расчетная величина интенсивности осадков p д. б. выбрана для того периода времени, какой является «критическим» в отношении развития возделываемых на данной площади культур или вообще ее сел.-хоз. использования. Величина дренажного модуля в среднем колеблется от 0,4 до 0,8 *л/ск* с 1 *га*.

Приведенные ф-лы показывают те главнейшие факторы, от которых зависит величина Г. Установление расчетной величины Г. производится на основе специальных опытов и исследований с целью определить: 1) потребности растений в воде и воздухе и изменение их во времени при данных почвенных и климатич. условиях и, следовательно, тот наивыгоднейший водно-воздушный режим почвы, какой надо поддерживать на мелиорируемой площади; 2) наличный водный режим на данной площади в естественных условиях; 3) на основании того и другого—количественные изменения, какие должны быть внесены в естественный режим путем мелиорации; 4) наилучшие условия и способы создания в почве нужного водно-воздушного режима вместо естественного: способы полива, размеры и расположение оросительных канав или конструкции, размеры и расположение отводящих воду каналов или дрен. Гидромодульные исследования ведутся в двух направлениях, взаимно дополняющих друг друга: 1) на постоянных станциях ведется опытным путем изучение т. н. оптимального модуля, т. е. таких норм и способов регулирования почвенной влаги, которые являются наивыгоднейшими при тех или иных климатических, почвенных и с.-х. условиях; 2) статистическ. путем особыми отрядами ведется изучение так наз. фактич. модуля, т. е. действительно существующих в данной местности оросительных или осушительных норм и установившихся способов регулирования влаги. Эти исследования необходимы при проектировании как новых оросительных или осушительных систем, так и при переустройстве старых систем. Знание Г. не в меньшей степени необходимо для правильной организации эксплоатации орошаемых и осушаемых земель и гидротехнических сооружений на них. Гидромодульные исследования имеют также большое юридич. значение в организации водопользования и в определении прав на воду.

Гидромодульные исследования в царской России были начаты в 1912 году, когда Отделом земельных улучшений Министерства земледелия была для этой цели организована специальная Гидромодульная часть. Гидромодульные исследования велись в Туркестане, в Закавказьи, в губерниях: Самарской, Астраханской, Таврической, Минской, Московской, Волынской и Новгородской. Результаты этих работ напечатаны в изданиях Гидромодульной части. После революции Гидромодульная часть была преобразована в Опытно-мелиоративную, и задачи ее были расширены. С 1918 года до настоящего времени гидромодульные исследования велись в следующих районах СССР: 1) В европейской части Союза: в Ленинградской области, Карельской АССР, в Центрально-Промышленном, Западном и Центрально-Черноземном районах, в Среднем и Нижнем Поволжьи и на Северном Кавказе в Крыму и на юге Украины. 2) В Азиатской части Союза—во всех республиках Средней Азии, в Закавказьи (начато), а также в Сибири. Однако, во всех названных районах исследования Г. велись в течение еще весьма недостаточного промежутка времени, между тем как изучение гидромодуля как величины, зависящей от изменяющихся во времени гидрологических и климатическ. факторов, требует значительной длительности для получения устойчивых данных. Все гидромодульные и опытно-мелиоративные исследования в настоящее время в научно-методологическом и программном отношениях объединяются в Государственном ин-те сел.-хоз. мелиораций Наркомзема РСФСР, где сосредоточены и все материалы гидромодульных исследований в разных районах.

Лит.: Костяков А. Н., Материалы по изучению гидромодуля, т. 1, М., 1914; его же, Гидромодульная часть: предмет, задачи и значение ее работ, Москва, 1915; его же, Основные элементы расчета оросительных систем и их изучение, Москва, 1916; его же, Основные элементы расчета оросительных систем и их изучение, М., 1919; Отчеты Гидромодульной части, с 1913 г. (работы разных лиц по различным районам), М.; «Труды Гос. ин-та с.-х. мелиорации», М., с 1925; Материалы по опытно-мелиоративному делу, т. 1, М., 1928; Костяков А. Н., Основы мелиораций, М., 1927. **А. Костяков.**

ГИДРОНОВЫЕ КРАСИТЕЛИ, *кубовые красители* (см.), изготовляемые фирмой Леопольд Касселла во Франкфурте н/М. [1]; в большинстве своем они содержат ядро карбазола [2], что, однако, не является обязательным. Г. к. бывают всевозможных оттенков; наибольшее распространение имеет гидроновый синий, первый Г. к., получаемый ныне в технике действием смеси полисульфида натрия и серы в спиртовой среде на продукт конденсации нитрозофенола с карбазолом. Последний может быть заменен различными его производными, при чем получаются Г. к. различных марок. Известны Г. к., относящиеся по своему химич.

строению к классу антрахинонных и тиоиндигоидных красителей. Строение же многих Г. к. до сих пор является секретом ф-ки.

Г. к. являются не только кубовыми, но и *сернистыми красителями* (см.), но оттенки, получаемые при применении гидросульфитного куба, получаются чище и ярче. Отличительным свойством Г. к. является их повышенная прочность к хлору, необычная для красителей, получаемых методом сернистого плава, что позволяет, в частности, гидроновому синему успешно конкурировать, несмотря на дороговизну, с индиго и индантреном. В настоящее время, в силу конвенции между германскими красочными фабриками, некоторые Г. к. получили название индантренов.

Лит.: [1]) Проспекты L. Cassella; [2]) Cohn G., Die Carbasolgruppe, Leipzig, 1919; Rowe, Colour Index, N. Y., 1924. **И. Иоффе.**

ГИДРОПУЛЬТ, см. *Насосы*.

ГИДРОСТАТИКА, отдел гидромеханики, посвященный законам равновесия жидкости. В основании Г. лежат следующие свойства жидкости. Если на частицы покоящейся жидкости будет действовать сила, стремящаяся заставить скользить эти частицы одна по другой, то это скольжение обязательно произойдет, как бы мала ни была действующая сила. Вязкость жидкости не может уничтожить этого скольжения, она может сделать его только более медленным; этим свойством вязкость жидкости отличается от обычной силы трения первого рода, или трения скольжения, для преодоления которой необходимо приложить касательную силу, бо́льшую определенного конечного предела, тогда как достаточно самой малой силы, чтобы преодолеть вязкость жидкости и заставить жидкость двигаться. Далее, чтобы отделить часть жидкости от остальной ее массы, достаточно ничтожных усилий, которыми в большинстве случаев можно пренебречь. Отсюда следует, что в покоящейся жидкости все внутренние усилия приводятся только к давлениям, направленным нормально к площадям или (в случае неплоской поверхности) ряду бесконечно малых элементарных площадок, на которые они действуют. Возьмем внутри покоящейся жидкости произвольную элементарную площадку σ, проходящую через какую-нибудь точку A с координатами x, y, z; обозначим величину давления жидкости на эту площадку через P. Можно доказать, что предел отношения $\frac{P}{\sigma}$, когда σ, все время проходя через точку A, стремится к нулю, будет одним и тем же для всех направлений площадки σ и будет зависеть только от координат x, y, z точки A. Этот предел $p = \lim \frac{P}{\sigma}$ называется гидростатическим давлением в точке A; p есть функция от координат x, y, z точки A. В случае $p(x, y, z) = \text{Const}$ мы получим поверхности равного давления; вдоль такой поверхности $dp = 0$. Обозначим через X, Y, Z компоненты силы, отнесенной к единице массы жидкости, через ϱ—плотность жидкости; как X, Y, Z, так и ϱ суть функции от x, y, z. Если ϱ постоянно во всех точках жидкости, то жидкость называется несжимаемой. Уравнения Г., выражающие условия равновесия жидкости, таковы:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \varrho X,\ \frac{\partial p}{\partial y} = \varrho Y,\ \frac{\partial p}{\partial z} = \varrho Z. \qquad (1)$$

Так как: $dp = \frac{\partial p}{\partial x}dx + \frac{\partial p}{\partial y}dy + \frac{\partial p}{\partial z}dz$, то

$$dp = \varrho\,(X\,dx + Y\,dy + Z\,dz). \qquad (2)$$

Ур-ие (2) показывает, что равновесие жидкости возможно не при всяких силах. Левая часть этого уравнения есть полный дифференциал, а потому и правая часть (2) должна быть таковым. Особенно важны случаи, когда ϱ постоянно или зависит от x, y, z только как функция p, т. е. $\varrho = f(p)$. В этих случаях равновесие возможно только для сил, имеющих силовую функцию U:

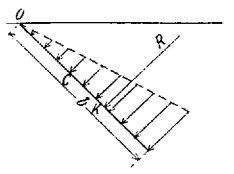
$$X = \frac{\partial U}{\partial x},\ Y = \frac{\partial U}{\partial y},\ Z = \frac{\partial U}{\partial z}.$$

При этом ур-ие (2) принимает вид: $\frac{dp}{\varrho} = dU$. Т. к. условие $dp = 0$ влечет $dU = 0$, то в этих случаях поверхности равного давления суть поверхности уровня. Для случая несжимаемой тяжелой жидкости, находящейся только под действием силы тяжести, получим, если начало координат O возьмем на свободной поверхности, а ось Oz будем считать направленной вертикально вниз:

$$dp = \varrho g\,dz, \text{ или } p = p_0 + \varrho g z,$$

где p_0 есть давление на поверхности $z = 0$; следовательно, поверхности равного давления ($p = \text{Const}$) суть горизонтальные плоскости ($z = \text{Const}$), и давление в каком-либо горизонтальном слое зависит только от глубины этого слоя под свободной поверхностью жидкости; сверх того, давление p_0 на поверхность передается без изменения во все слои, и так. обр. мы приходим к законам Паскаля.

Если в тяжелую жидкость погружена наклонно к горизонту какая-нибудь плоская стенка, то давление на поверхность ее больше в тех местах, к-рые лежат глубже под свободной поверхностью жидкости. Т. к. все силы давления направлены нормально к поверхности стенки, то они параллельны между собой и потому могут быть заменены одной равнодействующей R (см. фиг.). Величина этой равнодействующей равна весу столба жидкости, основанием которого служит площадь стенки, а высотою—глубина ц. т. C площади под поверхностью жидкости. Точка приложения K этой равнодействующей называется центром давления. Центр давления K всегда лежит ниже точки C. В случае прямоугольной стенки со сторонами a и b, у к-рой сторона a расположена вдоль свободной поверхности жидкости, центр давления K лежит по оси симметрии, перпендикулярной к a, на расстоянии $^2/_3 b$ от свободной поверхности ($OK = {}^2/_3 b$). Эти выводы играют большую роль при расчете плотин, щитов и т. п. В случае неплоской стенки совокупность давлений на элементы ее поверхности приводится вообще не только к результирующей, но и к паре.



Если в жидкость, находящуюся в равновесии под действием данных сил, полностью или отчасти погружено тело, то совокупность давлений окружающей жидкости на поверхность тела приводится к результирующей и к паре. Эти результирующая и пара равны и противоположны результирующей и паре, к которым привелась бы совокупность тех же сил, действующих на жидкость, но приложенных к объему жидкости, вытесняемому телом. Это—обобщенный закон Архимеда. Если действующие на жидкость силы приводятся только к силе тяжести, то, вследствие параллельности между собой сил тяжести отдельных элементов жидкости, пара существовать не будет, и все силы давления жидкости на тело приведутся к одной равнодействующей R, равной весу вытесненной телом жидкости, направленной вертикально вверх и приложенной в ц. т. вытесненного объема жидкости. Обозначим вес тела через P. Если $P>R$, то тело будет тонуть; если $P<R$, то тело будет выплывать; если $P=R$, то тело будет в равновесии и будет плавать в жидкости. Однако, в последнем случае необходимо, чтобы P и R были расположены вдоль одной вертикальной прямой, в противном случае образуется пара, которая будет поворачивать тело. Вопросы плавания тел и особенно о с т о й ч и в о с т и плавающих тел играют громадную роль в теории корабля и аэростата.

Лит.: Б о б ы л е в Д., Гидростатика и теория упругости, СПБ, 1886; С о м о в П., Основания теоретической механики, Варшава, 1904; К р ы л о в А., Теория корабля, ч. I—Плавучесть и остойчивость корабля, СПБ, 1907; С а м у с ь А., Техническ. гидравлика, М.—Л., 1926; С а т к е в и ч А., Основной курс гидравлики, ч. I, Л., 1927; А п п е л ь П., Руководство теоретической (рациональной) механики, пер. с франц., т. 3, М., 1911; P o i s s o n S. D., Traité de mécanique, t. 2, P., 1836; G r a s h o f F., Theoret. Maschinenlehre, B. 1—Hydraulik, Lpz., 1875; L u e g e r — W e y r a u c h, Wasserversorgung der Städte, B. 1, Lpz., 1914; G r e e n h i l l A. G., Treatise on Hydrostatics, London, 1894; P ö s c h l Th., Lehrbuch der Hydraulik, Berlin, 1924; B e s a n t W. H. and R a m s e y A. S., A Treatise on Hydromechanics, v. 1, New York, 1925.

А. Некрасов.

ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ВЕСЫ (Мора-Вестфаля) служат для определения удельн. веса жидкости на основании закона Архимеда. Устройство Г. в. следующее. Рычаг A, снабженный трехгранной призмой, опирается ее острым концом на подставку B; к правому плечу рычага подвешено на платиновой проволоке небольшое стеклянное цилиндрическое тело C, иногда снабженное термометром; левое плечо рычага несет постоянный груз, который служит противовесом телу, и заканчивается острием, позади которого на подставке укреплена шкала. На правое плечо, разделенное на десять частей, вешают гирьки a (загнутые в дугу кусочки проволоки различного веса). Пока тело находится в воздухе, рычаг—в равновесии; если же тело погрузить в жидкость, то правое плечо рычага поднимается, и для приведения его в прежнее положение необходимо прибавить некоторый груз, равный весу вытесненной жидкости; это осуществляется гирьками a. Обычно имеется пять гирек; если первые две весят по 10 *г*, тогда третья весит 1 *г*, четвертая—0,1 *г*, а пятая—0,01 *г*. Каждая гирька равносильна тем большей нагрузке на плечо рычага, чем дальше от точки опоры она находится. Так, гирька в 10 *г*, помещенная на первом делении, оказывает то же давление на плечо рычага, что гирька в 1 *г* на десятом делении; помещенная же на втором делении, она тождественна гирьке в 2 *г* на конце рычага. Следовательно, располагая эти пять гирек на разных делениях правого плеча рычага, можно осуществить давление на конец рычага в пределе до 20,111 *г*. Чем больше гирек потребовалось повесить на правое плечо для приведения весов в равновесие, тем больше удельный вес жидкости, в которую опущено тело. Гирьки делают с таким расчетом, чтобы можно было по их расположению прочесть удельный вес жидкости. Так, если для равновесия потребовалось гирьку в 10 *г* поместить на девятое, в 1 *г*—на пятое, в 0,1 *г*—на шестое и в 0,01 *г*—на восьмое деление рычага, то удельной вес жидкости будет 0,9568. Температура жидкости, в которую погружают тело, д. б. точно определена (обычно 15°). С течением времени погруженное стеклянное тело несколько меняет свой объем, и потому перед непосредственными определениями уд. веса необходимо Г. в. прокалибрировать по чистой дистиллированной воде, удельный вес которой при 15° равен 0,9991.

Б. Брунс.

ГИДРОСУЛЬФИТ, соль гидросернистой кислоты $H_2S_2O_4$; обычно под этим названием разумеют натриевую соль $Na_2S_2O_4$, имеющую наибольшее значение в технике. Кроме $Na_2S_2O_4$, известны еще соли K, Mg, Ca, Zn. Г. был открыт Шёнбейном (Schönbein) в 1852 г. и изолирован Шютценберже (Schützenberger) в 1869 г. В 1881 г. Бернтсен, а в 1900 г. Бернтсен и Базлен (Bazlen) приготовили его в чистом виде и установили его формулу. После изобретения способа получения концентрированных препаратов Г. (BASF, 1900 г.) путем высаливания и приготовления его продуктов конденсации с альдегидами и кетонами (Циндель, Москва, 1902 г.) Г. получил чрезвычайно широкое распространение в текстильной промышленности в качестве восстановителя.

С в о й с т в а. Гидросернистая кислота $H_2S_2O_4$, не изолированная в свободном состоянии, есть смешанный ангидрид кислот сернистой H_2SO_3 и сульфоксиловой H_2SO_2; ее структурная формула $OH\cdot S\cdot O\cdot \overset{O}{\overset{\|}{S}}\cdot OH$. Растворы ее солей при подкислении приобретают желто-оранжевую окраску и быстро разлагаются с выделением серы. Твердый Г. существует в виде безводного мелкого порошка $Na_2S_2O_4$ и гидрата $Na_2S_2O_4.2\,H_2O$, кристаллизующегося в виде тонких блестящих призм. Растворимость гидрата: 22 *г* $Na_2S_2O_4$ в 100 *г* воды; растворимость безводного Г. несколько больше. Влажный Г. энергично окисляется на воздухе при значительном выделении тепла; этим и объясняется энергичное восстановительное действие Г.

Безводный Г. вполне устойчив и может сохраняться в закрытых банках в течение месяцев. При нагревании Г. выделяет воду, сернистый газ и серу. В отсутствии воздуха нейтральный водный раствор гидросульфита при комнатной температуре сравнительно устойчив; при нагревании он разлагается по уравнению:

$$2\,Na_2S_2O_4 + H_2O = Na_2S_2O_3 + 2\,NaHSO_3.$$

В кислом растворе разложение происходит чрезвычайно быстро, в щелочном растворе Г. значительно устойчивее. Водный раствор Г. жадно поглощает свободный кислород. Реакция окисления протекает в большей части согласно уравнению:

$$Na_2S_2O_4 + O_2 + H_2O = NaHSO_3 + NaHSO_4.$$

При этом промежуточно образуется перекись водорода H_2O_2:

$$Na_2S_2O_4 + O_2 + 2\,H_2O = 2\,NaHSO_3 + H_2O_2.$$

Г. энергичный восстановитель: индиго и ряд других красителей уже при комнатной температуре восстанавливаются им в лейкооснования. Г. образует с альдегидами и кетонами легко изолируемые кристаллические соединения; главное из них—формальдегидгидросульфит $Na_2S_2O_4 \cdot 2\,CH_2O$, белый легко растворимый порошок—смесь из эквимолекулярных количеств формальдегидбисульфита натрия $NaHSO_3 \cdot CH_2O$ и формальдегидсульфоксилата $NaHSO_2 \cdot CH_2O$, легко распадающаяся на компоненты. Активным началом здесь является формальдегидсульфоксилат, широко применяющийся в технике под названием ронгалит С; последний кристаллизуется с 2 молекулами воды, растворим до 500 *г* в 1 *л* холодной воды, плавится при 63—65°, теряет 2 H_2O при 120° и разлагается при дальнейшем нагревании. В отличие от Г. формальдегидсульфоксилат восстанавливает индиго и некоторые другие краски только при температуре выше 70°. Нейтральный водный раствор вполне устойчив даже при нагревании, но чрезвычайно чувствителен к H^+-ионам.

Способы приготовления Г. основаны на восстановлении сернистой к-ты или ее кислой натриевой соли. 1) Восстановление $NaHSO_3$ цинковой пылью. Метод технически разработан BASF. Главная трудность производства заключается в получении концентрированных растворов Г. и в достаточно быстром извлечении из них безводного Г. В зависимости от условий, восстановление протекает согласно ур-иям:

$$Zn + 4\,NaHSO_3 = ZnSO_3 + Na_2SO_3 + Na_2S_2O_4 + 2\,H_2O$$

или, что выгоднее:

$$Zn + H_2SO_3 + 2\,NaHSO_3 = ZnSO_3 + Na_2S_2O_4 + 2H_2O$$

(BASF, Г. П. 119676, 204063). Операцию ведут в хорошо закрывающихся деревянных баках в атмосфере CO_2 при размешивании и охлаждении; $t°$ не выше 30—40°. По окончании восстановления прибавляют известь для осаждения всего Zn и SO_2 и перевода всей $H_2S_2O_4$ в растворимый $Na_2S_2O_4$. Из полученного 20%-ного раствора Г. высаливанием выделяют $Na_2S_2O_4.2\,H_2O$, прибавляя NaCl при 50—60° (Г. П. 112483); при продолжительном нагревании с NaCl (при $t°$ 70°) выпадает безводный $Na_2S_2O_4$ (Г. П. 171991). Безводный Г. получается из гидрата нагреванием со спиртом в течение нескольких часов при 65—70° (Г. П. 160529) или при быстром нагревании выше 100° (Г. П. 200291). 2) Восстановление SO_2 цинковым порошком. При этом способе получается непосредственно ZnS_2O_4, к-рый затем разлагается содой (Louis Descamps, Ф. П. 459144/12; Австр. П. 82003/20). Для этой цели цинковый порошок (не менее 93% Zn) размешивают с водой и насыщают сернистым газом при $t°$ не выше 30°; затем к раствору ZnS_2O_4 прибавляют соду:

$$ZnS_2O_4 + Na_2CO_3 = ZnCO_3 + Na_2S_2O_4.$$

Г. высаливают из раствора и обезвоживают нагреванием до 60°; после промывания маточного раствора спиртом Г. нагревают до 90° в вакууме. Получается сухой порошок, к-рый содержит 85—90% $Na_2S_2O_4$. 3) Восстановление муравьиной к-той с последующим обезвоживанием спиртом (Kinzlberger, Ф. П. 422241/10 и 469060/13; Г. П. 46104). Метод считается не менее выгодным, чем восстановление цинком (применяется главным образом фирмой Mazure, Monville). 4) Восстановление губчатым цинком (Griesheim Elektron, Г. П. 276984, 282234). Вместо цинковой пыли применяют значительно более активный электролитический губчатый цинк:

$$Zn + 2\,SO_2 = ZnS_2O_4;$$
$$ZnS_2O_4 + 2\,NaOH = Na_2S_2O_4 + Zn(OH)_2.$$

Из полученного гидрата окиси цинка электролизом регенерируют губчатый цинк. Получающийся сразу концентрированный раствор гидросульфита обезвоживают прибавлением анилина и отгонкой последнего с парами воды (Г. П. 267872) или быстрым упариванием досуха в вакууме при размешивании (Г. П. 280555). Возможность регенерирования дорого стоящего цинка делает этот способ весьма выгодным. 5) Электролитическое восстановление (Frank, Г. П. 129861; Chaumat, Г. П. 211611) не разработано еще не только в производственных, но даже в лабораторных условиях. Ряд других запатентованных методов не получил практического применения.

Формальдегидсульфоксилат натрия (ронгалит С) м. б. приготовлен восстановлением формальдегидбисульфита или формальдегидгидросульфита цинковой пылью в присутствии уксусной к-ты (BASF, Г. П. 165807) или без нее (BASF, Г. П. 202242, 222195):

$$NaHSO_2 \cdot CH_2O + Zn + 3\,H_2O = NaHSO_2 \cdot CH_2O.\,2H_2O + Zn(OH)_2.$$

Восстановление идет довольно плохо, несмотря на прибавление различных солей в качестве катализаторов. Если вместо цинкового порошка пользоваться электролитическим губчатым Zn (Griesheim Elektron, Г. П. 282234), восстановление протекает гладко и без прибавления кислоты. Формальдегидбисульфит кипятят с губчатым Zn, получающаяся ZnO отфильтровывается и идет на регенерацию губчатого Zn. Фильтрат содержит только ронгалит, который выкристаллизовывается в вакууме.

Лит.: Jellinek K., Der Hydrosulfit, T. II, Stg., 1912; Ullm. Enz.; «Revue de Chimie Industrielle», P., 1925, t. 34, p. 5, 85. **Н. Бах.**

Применение Г. Применение Г. и его производных явилось сильным толчком для синтеза ряда кубовых красителей, так как,

помимо удобного метода крашения при помощи гидросульфитного куба, их можно с большим успехом применять для узорчатой расцветки тканей. Для последней цели особенно удобны формальдегидные производные Г., которые легко растворимы и не портят печатных валов, а также разлагаются, проявляя свои восстановительные свойства, лишь в запарке (см. *зрельник*). В настоящее время гидросульфит и его производные изготовляются целым рядом фабрик и выпускаются на рынок под разными названиями и марками (см. табл.).

Названия и марки гидросульфита и его производных.

Название	Марка	Состав
Гидросульфит концентр. в порошке	BASF	$Na_2S_2O_4$
» » »	MLB	
» NF »	MLB	$NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot H_2O$ + $+ NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot H_2O$
Гиральдит А	C	
Ронгалит С простой	BASF	
Гидросульфит NFW	MLB	То же, но в смеси с окисью цинка
Гиральдит W	C	
Ронгалит CW простой	BASF	
Гидросульфит NF концентр.	MLB	$NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot H_2O$ (наиболее сильный восстановитель)
Гиральдит С экстра	C	
Ронгалит С экстра	BASF	
Гидросульфит NEW концентр.	MLB	То же, но в смеси с окисью цинка
Гиральдит CW экстра	C	
Ронгалит CW	BASF	
Гидросульфит CL	MLB	То же, но в смеси с лейкотропом W
Гиральдит CL	C	
Ронгалит CL	BASF	
Гидросульфит NF спец. концентр.	MLB	То же, но в смеси с катализатором (алым индулиновым)
Гиральдит спец.	C	
Ронгалит спец.	BASF	
Гидросульфит AZ	MLB	$Zn(OH)HSO_2 \cdot CH_2O$ (растворим в разбавл. уксусной кислоте)
Гиральдит L	C	
Декролин	BASF	

Сульфоцит, русский аналог гидросульфита NF

Анализ Г. заключается в определении его восстановительной способности, что лучше всего достигается титрованием индиго-кармином. Для анализа Г. предложен и ряд других методов, как действие иода, красной кровяной соли и других окислителей. Г. находит большое применение не только при крашении и печатании растительных волокон кубовыми красителями, но и для чистки шерстяных изделий. Г. является наиболее удобным восстановителем для большинства азокрасителей, что позволяет применять его с большим успехом для сгонки окраски с уже окрашенных азокрасителями материалов, чтобы потом вновь окрашивать их, не считаясь с предыдущим цветом. Г. как удобный восстановитель находит широкое применение также в лабораторной химической практике и в сахарной промышленности.

Лит.: Шапошников В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, стр. 462—475, М.—Киев, 1926; Heermann P., Färberei- u. textilchemische Untersuchungen, p. 108—116, B., 1923; Heermann P., Technologie der Textilveredlung, p. 112, Berlin, 1921; Georgievics G., Lehrbuch der chemischen Technologie der Gespinstfasern, Wien, 1913—1917.

И. Иоффе.

ГИДРОСУЛЬФИТНЫЕ КРАСИТЕЛИ, кубовые красители, восстанавливаемые в лейкосоединения с помощью *гидросульфита* (см.). К гидросульфитным красителям принадлежат почти все кубовые антрахинонные красители и большинство индигоидных.

ГИДРОТЕХНИКА, техника водных сооружений и гидравлических механизмов. К области гидротехники относятся: изучение режима рек и быта водоемов (гидрометрия); регулирование течения рек в целях защиты от наводнений и организации сплава и судоходства; возведение сооружений на реках для добывания гидравлической силы и для направления воды в оросительные каналы (головные сооружения); возведение портовых и берегозащитных морских сооружений; проведение судоходных, оросительных и осушительных каналов; работы по водоснабжению и канализации городов и сел, и т. д. Затем, к гидротехнике относятся: водяные двигатели, водоподъемные механизмы, разного рода насосы, гидравлические прессы и т. п. Г. имеет приложение в самых разнообразных отраслях народного хозяйства. Так, работы морские и по урегулированию рек применяются в транспорте, работы оросительные, осушительные, овражные и другие (мелиорация) — в сельском хозяйстве, работы водопроводные и канализационные — в городском хозяйстве, работы по добыванию гидравлической энергии—в промышленности. Обширные и разнообразные гидротехнические сооружения, вызванные необходимостью снабжать водою большие города, орошать поля, осушать болота и регулировать течение рек, существовали уже в глубокой древности у египтян, вавилонян, ассирийцев, древних греков и, в особенности, у римлян. В труде «De Aquaeductibus Urbis Romae Commentarius» Секста Юлия Фронтиуса, заведывавшего водопроводами города Рима при императорах Нерве и Траяне, подробно излагаются способы измерения протекающей воды. Успеху Г. значительно способствовали работы ученых 17 в.: Кастелли, Торичелли и Маджоти. Впоследствии Паскаль, Мариотт, Ньютон, Даниил и Иоанн Бернулли и, наконец, д'Аламбер своими работами по гидродинамике сильно подвинули Г. вперед. В последнее время гидротехническое дело получило значительное развитие в виде крупных работ по искусственному орошению в Индии, Египте, С. Америке и других странах и, в особенности, по использованию гидравлической энергии текучих вод (см. *Белый уголь*). Это обстоятельство вызвало большой интерес к производству специальных гидротехнич. исследований в лабораторной обстановке, более или менее соответствующей естественным условиям. Т. о., в течение 19 века были произведены многочисленные экспериментальные исследования для выяснения законов движения воды, имеющих значение для определенных технических задач, как, например, исследования

Вернона-Гаркура на моделях об условиях образования бара в устье р. Мерсей, многочисленные исследования о движении жидкостей по трубам и др. В настоящее время при высших технич. учебных заведениях учреждаются гидротехнич. лаборатории для производства в них постоянных и систематич. опытов с целью изучения законов движения воды и жидкостей вообще. Первой хорошо устроенной и оборудованной гидротехн. лабораторией была дрезденская, при местной Высшей технической школе. Гидротехнические лаборатории имеются также в Берлине (при Политехникуме), в Париже, в Англии (в Bushey, с бассейном длиною 170 *м*, шириною 10 *м* и глубиною 4—5 *м*). В СССР существуют гидротехническ. лаборатории в Ленинграде: для исследования моделей судов в Новом адмиралтействе и при Ин-те инженеров путей сообщения. В самое последнее время в СССР устроены обширные гидротехнические лаборатории в Москве при инженерном факультете Тимирязевской сел.-хоз. академии. **Е. Скорняков.**

ГИДРОТОРФ, см. *Гидравлический способ добычи торфа*.

ГИДРОХИНОН, $C_6H_4(OH)_2$, *п*-диоксибензол, впервые был выделен из продуктов сухой перегонки хинной кислоты (Кавенту и Пелетье). Из воды Г. кристаллизуется в бесцветных, сладковатых на вкус призмах; $t°_{пл.}$ 169—170°; щелочн. раствор Г. жадно поглощает кислород и при этом буреет. Г. способен восстанавливать аммиачный раствор меди (при нагревании) и фелингов раствор; при окислении превращается в хингидрон и хинон. От изомерных *пирокатехина* (см.) и *резорцина* (см.) отличается тем, что с раствором уксуснокислого свинца не образует осадка. В природе встречается в растениях в виде глюкозида—а р б у т и н а (рода Vaccinium). Синтетически гидрохинон приготовляется окислением анилина в хинон и восстановлением последнего помощью сернистой кислоты. Для этого к охлаждаемому льдом раствору 25 ч. анилина в 200 ч. концентрирован. серной кислоты и 600 ч. воды приливают раствор из 25 частей двухромовокислого калия в 100 частях воды. На следующий день прибавляют еще раствор 50 ч. бихромата в 200 частях воды и затем пропускают сернистый газ до сохранения устойчивого запаха. Полученный Г. извлекают эфиром, эфир отгоняют, и остаток перекристаллизовывают из воды с животным углем.

Г. обладает антисептич. свойствами, но в медицине применяется редко. Наиболее важное его применение—в фотографии, в качестве проявителя; в этом случае совместно с сернистокислыми солями Г. восстанавливает серебряные соли. Небольшие количества гидрохинона идут для приготовления промежуточных веществ (хинизарин). В последнее время гидрохинон применяется и в качестве антиокислителя, для стабилизации различных легко окисляющихся веществ (напр., акролеина). **С. Медведев.**

ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, силовые установки, совокупность устройств для превращения энергии водных источников в электрическую энергию. С этой целью водяная энергия источника, к-рая при естественном стоке расплывается на преодоление трения в бесчисленных струйках, сосредоточивается на валу водяных турбин, превращается с помощью электрич. генераторов в электрическ. энергию и передается через повышающие и понижающие подстанции и линию передачи на место потребления.

I. Основные элементы гидроэлектрических станций. К водяной составляющей Г. с. относятся: а) з а х в а т н ы е с о о р у ж е н и я, имеющие целью путем увеличения сечения источника и уменьшения его скорости задержать свободное течение воды, подпереть ее и сосредоточить ее падение в одном месте; б) п о д в о д я щ и е с о о р у ж е н и я, которые доставляют захваченную воду к турбинам; в) т у р б и н н ы е у с т а н о в к и, в которых энергия подведенной под известным напором воды превращается в работу на валу турбины; г) о т в о д я щ и е с о о р у ж е н и я, через которые сбрасывается из турбины отработавшая вода, и, наконец, д) р е г у л и р у ю щ и е с о о р у ж е н и я для согласования естественного стока воды с потреблением энергии.

Назначение з а х в а т н ы х с о о р у ж е н и й состоит в том, чтобы в определенном месте реки преградить сток воды и поднять ее горизонт на такую высоту, которая давала бы возможность отвести захваченную воду в сторону—в канал или бассейн необходимой глубины. В зависимости от ряда местных условий, эта задача получает различное конструктивное разрешение. Прежде всего необходимо обеспечить для турбин подвод воды, по возможности чистой, без посторонних примесей, к которым относятся поверхностный и донный лед, листья, сучья, сено и т. п. сор, наносы (галька и песок). Степень очистки воды влияет в возрастающей прогрессии на стоимость сооружений, и поэтому дать общего решения вопроса нельзя. Во всяком случае от льда, сора и наиболее крупных наносов воду очищают обычно в самом начале Г. с., в пределах захватных сооружений. В связи с этим захватные сооружения состоят из *плотины* (см.) для создания подпора воды, спускного *шлюза* (см.) и промывного шлюза, или щита, для удаления отложившихся наносов.

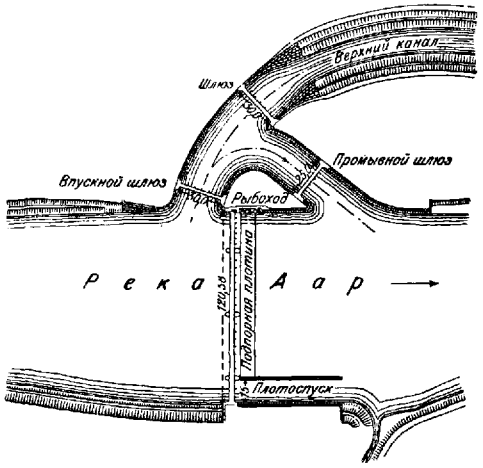
При выборе места для плотины д.б. прежде всего учтены гидрологич. и геологич. условия. Создание определенного напора, одного из основных элементов мощности Г. с., определяется горизонтами подпертой воды у плотины. Знание естественного стока воды (см. *Гидрология*) позволяет наметить нормальный (средний) и наивысший горизонты у плотины. В пределах между этими горизонтами $H_{макс.}$ и $H_{ср.}$ плотина должна пропускать высокие воды. Если известен расход высоких вод Q *м³/сек* и высота переливающегося через водослив слоя воды h *м*, то по формуле водослива (см. *Гидравлика*)

$$Q = \frac{2}{3}\mu b h \sqrt{2gh}$$

определится необходимая длина b водослива в *м*. Значение коэфф-та μ колеблется, в зависимости главн. обр. от формы гребня, между 0,6—0,8, а $g = 9{,}81$ *м/сек²*. При невозможности поднять горизонт воды у плотины выше нормального (при низких берегах

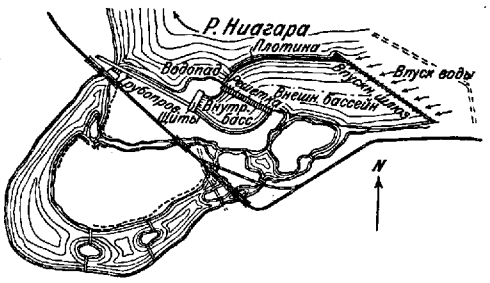
верхнего бьефа, при опасности затопления, при существовании вышерасположенных гидротехнических сооружений, не рассчитанных на такую высоту горизонта воды, и т. п.) вместо глухих водосливных плотин устанавливаются разборчатые плотины. Чаще всего применяются плотины со щитовыми и спицевыми затворами, цилиндрические и сегментные. Иногда применяется комбинированный способ глухой плотины с разборчатой верхней частью. Длина распространения подпора м. б. вычислена с достаточной точностью по ф-ле $l=\frac{2h}{i}$, где h— высота подпора в *м*, а i—естественный уклон водного источника. Знание местных геологич. условий необходимо для обеспечения надежного основания плотины и предупреждения фильтрации под плотиной. При сооружении высоких глухих плотин необходимы тщательные геологические изыскания, при чем в большинстве случаев нельзя ограничиваться одним шурфованием, а приходится прибегать к разведочному бурению. Если нельзя довести основание плотины до водонепроницаемого и, лучше всего, скалистого грунта, то необходимо забить возможно глубоко шпунтовые ряды перед и за плотиной. Там, где нельзя забить шпунта, необходимо заложить возможно более глубокие бетонные шпоры. Вообще надежное сооружение основания плотины является одним из существенных требований при устройстве захватных сооружений Г. с. Не менее важно и надежное соединение тела плотины с берегами, для чего приходится обычно глубоко врезаться в последние. Телу плотины придают обычно форму подпорной стенки, при чем наибольшее разнообразие получает форма задней стены; последняя бывает крутой или пологой, гораздо реже ступенчатой. При крутой стене трудно достигнуть постоянного соприкосновения струи с телом плотины, что понижает коэффициент расхода. Пологий переход струи к горизонтальному направлению обеспечивает бо́льшую пропускную способность водослива, но удорожает стоимость плотины, так как требует большего количества кладки. При выборе формы плотины необходимо учитывать также размывающую способность ниспадающей воды. Она, как правило, больше при пологом спуске, так как вода стекает в неукрепленное русло почти без потери приобретенной ею скорости и свою неиспользованную энергию направляет на размыв дна реки; при крутом спуске вода расходует свою кинетическую энергию на вихри и удары и вливается в естественное русло реки, пенясь и бушуя, но со значительно ослабленной способностью размыва. При выборе типа разборчатых плотин необходимо обращать внимание на возможность быстрой, легкой и точной их разборки и установки. Часто при сооружении плотин приходится иметь в виду интересы судоходства, сплава, рыбоводства и рыболовства и устраивать судоходные шлюзы, плотоспуски, рыбоходы, не говоря уже о донных отверстиях со щитами для промыва верхнего резервуара, находящегося всегда под угрозой засорения и заиления.

Захваченная плотиной вода должна быть направлена к турбинной камере. Обычно у входа в ответвление устраивают порог, имеющий назначение задержать в русле реки наиболее крупные отложения, перекатывающиеся по дну реки. Длина и высота порога должны быть рассчитаны так, чтобы отлагающиеся в русле наносы могли быть промыты при открытии донного щита, но вместе с тем



Фиг. 1.

не д. б. значительно стесняемо входное живое сечение, что повело бы к увеличению скорости и втягиванию взмытых наносов, льдин и т. п. Обычно считают допустимыми входные скорости в 0,8—1,2 *м/сек*. В дополнение к порогу, влияющему на нижние насыщенные наносами слои воды, устраивают пловучие заграждения для задержания или отклонения крупных плавающих тел. Для мелких предметов устанавливают за порогом решетку с крупными отверстиями в 15—20 *мм*, придавая ей уклон около 70° к горизонту. Обычно все же вода,



Фиг. 2.

особенно в половодье, очищается недостаточно, и потому почти на всех Г. с. применяются особые отстойники, основанные на быстром уменьшении скорости втекающей воды вследствие увеличения живого сечения (см. ниже). В качестве примеров могут служить захватные сооружения: Г. с. Ванген на реке Ааре в Швейцарии (фиг. 1, размеры показаны в *м*) и у Ниагарского водопада в С. Америке (фиг. 2).

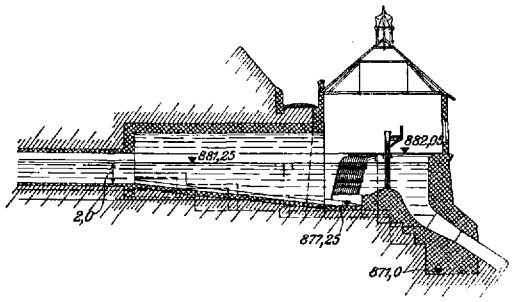
Подводящие сооружения должны доставлять воду от места ее захвата к водяной турбине с возможно меньшими по-

терями количества воды и напора. Подводящие сооружения можно подразделить на открытые, или каналы, закрытые, или штольни, трубопроводы и сооружения смешанного типа, при чем в штольнях и трубопроводах вода может протекать свободно или под напором. Поперечные сечения подводящих сооружений определяются путем последовательного подбора, при чем за исходную величину принимается расход воды Q *м³/сек*, пределы же возможных скоростей v определяются: высший—сопротивлением грунта размыву, низший—недопустимостью отложения мелких взвешенных в воде наносов. Подбор сечения канала площадью F в *м²* производится по формуле Q *м³/сек* $= Fv$, где v *м/сек* $= c\sqrt{Ri}$; R—подводный, или гидравлический, радиус, равный отношению площади к смоченному периметру (в *м*), i—уклон канала и c—эмпирический коэффициент, определяемый по одной из формул скоростей: Базена, Гангилье и Куттера или других (см. *Гидравлика*). При напорных круглых штольнях и трубопроводах длиною l *м* и диаметром d *м* необходимая высота напора h *м* определяется по формуле:

$$h = \frac{v^2}{2g} + \xi \cdot \frac{v^2}{2g} + \lambda \cdot \frac{lv^2}{d \cdot 2g},$$

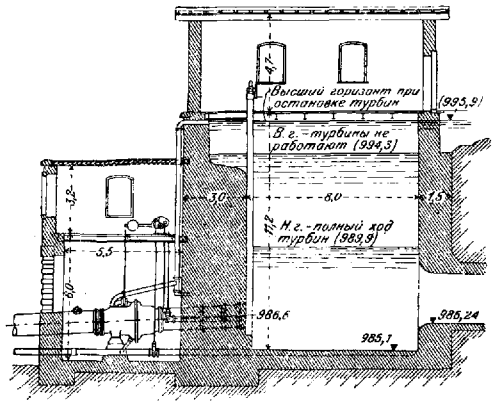
где ξ и λ—численные коэффициенты. В этой формуле член $\frac{v^2}{2g}$—напор для придания воде начальной скорости, $\xi \cdot \frac{v^2}{2g}$—потери при входе в трубопровод и $\lambda \cdot \frac{lv^2}{d \cdot 2g}$—потери в самом трубопроводе. В среднем, $\xi = 0{,}01 \div 0{,}02$, $\lambda = 0{,}03$. При длинных проводках первыми двумя членами можно пренебречь и принять $h = \lambda \cdot \frac{lv^2}{d \cdot 2g}$. При любом сечении с площадью F и периметром Π, $h = \lambda \cdot \frac{\Pi l}{4F} \cdot \frac{v^2}{2g}$. Диаметр трубопровода определяется из ф-лы $v = \frac{4Q}{\pi d^2}$, а толщина стенки (в *см*) $\delta = \frac{Pd}{2k}$, где d—внутренний диаметр в *см*, P *кг/см²*—внутреннее давление (10 *м* напора соответствует 1 *кг/см²*), k *кг/см²*—допускаемое напряжение материала (для клепаных железных труб—600 *кг/см²*, для сварных—800 *кг/см²*). Обычно принимаются следующие скорости для отдельных видов подводящих сооружений: для каналов 0,8—1,2 *м/сек*, для штолен 2—2,5 *м/сек*, для трубопроводов бетонных и железобетонных 2—2,5 *м/сек*, деревянных 2,5—3 *м/сек*, железных—не свыше 5 *м/сек*.

Подводящие сооружения для бесперебойного действия системы должны иметь целый ряд дополнительных устройств. В начале подводящих сооружений и в конце их, непосредственно перед впуском воды в турбины устанавливаются затворы. Основное требование при устройстве затворов состоит в том, чтобы течение воды мимо них происходило по возможности плавно, без резких возмущений, чтобы они были устойчивы и не подвергались подмыву. Чаще всего применяются щитовые затворы, при чем в напорных проводках вместо подъемных щитов и задвижек часто применяются сегментные или цилиндрические щиты. Так как выключение турбин вызывает замедление движения воды в трубопроводе и может вызвать опасное повышение внутреннего давления, то часто устраивают в конце трубопровода предохранительные клапаны или автоматические боковые спуски. Для выравнивания давления в подводящих сооружениях



Фиг. 3.

устраивают в конце их напорные башни или бассейны со сбросами излишней воды, промывными приспособлениями для отвода отлагающихся наносов и частой решеткой для возможно полного очищения поступающей в турбины воды. На фиг. 3—6 приведены примеры подводящих сооружений (все размеры показаны в *м*): напорная башня между штольней и трубопроводом на Г. с. на



Фиг. 4.

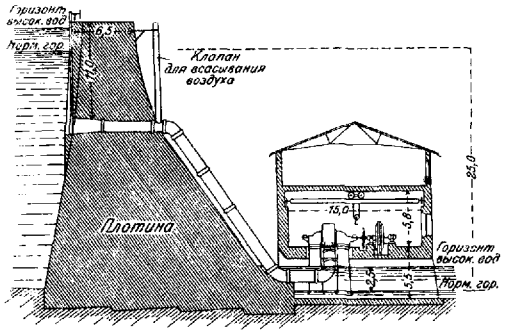
Зилле у Инсбрука (фиг. 3), напорная башня в конце штольни на Г. с. Люцерн-Энгельберг (фиг. 4), разрез Г. с. на реке Сиуле близ Клермона во Франции (фиг. 5), водослив в безнапорной штольне (фиг. 6).

В турбинных установках гидравлическая энергия превращается в механическую. Мощность турбин определяется формулой $A = 1\,000 \eta HQ$ *кгм/сек*, где η—кпд турбин, H—высота полезного напора в *м*, Q—количество подводимой в секунду воды в *м³*, что соответствует мощности Г. с.

$N = 13{,}33\,\eta\,HQ$ HP $= 0{,}00273\,\eta\,\eta_1\,HQ$ kWh, где η_1—кпд генератора тока.

Водная энергия м. б. использована как потенциальная (вес падающего с высоты H количества Q воды) или как кинетическая. Если полная высота напора H превращается в кинетич. энергию, то имеем активные турбины; если же только часть напора превращается в кинетическ. энергию, остальная

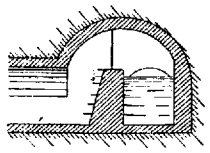
же используется как энергия потенциальная, то имеем турбины реактивные. Самыми распространенными типами турбин на Г. с. являются реактивные турбины Френсиса, пропеллерн. турбины вообще, особенно Каплана, и активные турбины Пельтона (см. *Гидравлические двигатели*). Кпд турбин этих систем довольно высок и достигает 0,89,



Фиг. 5.

а в последнее время в С. Америке в новых установках удалось поднять кпд турбин Френсиса до 0,93—0,94 и пропеллерных — до 0,91—0,92. В значительной степени это увеличение кпд достигнуто благодаря новым формам всасывающей трубы, как, например: труба Уайта, имеющая форму расширяющегося книзу конуса; труба Муди, в которой по оси трубы помещен бетонный конус, оставляющий для прохода воды лишь кольцеобразное пространство; коленчатые трубы специальных очертаний.

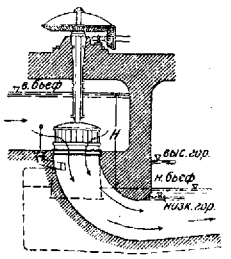
Для каждой турбины данному напору соответствуют определенное число оборотов n в минуту и расход воды Q. Число оборотов для турбин одного и того же типа при одинаковом напоре обратно пропорционально квадратному корню из их мощностей. Каждый тип турбин характеризуется удельным числом оборотов или коэффициентом быстроходности $n_s = \frac{n\sqrt{N}}{H\sqrt[4]{H}}$, обозначающим число



Фиг. 6.

оборотов в минуту турбины, подобной данной и развивающей при 1 *м* напора мощность в 1 **Hp**. Значения n_s для различных типов турбин перекрывают друг друга, так что возможны различные решения вопроса о выборе типа турбин. Вообще же для больших напоров применяют почти исключительно турбины Пельтона, как наиболее тихоходные. Слишком большие коэфф-ты быстроходности при больших напорах грозят кавитацией, т. е. образованием пустот, и разрушением лопаток турбины. Обычно, при напорах более 30 *м*, коэфф. быстроходности не должен превышать $\frac{6\,850}{H + 9{\cdot}75} + 85$.

Т. к. работа на валу турбин должна превращаться в электрическую энергию, а для генераторов электрическ. тока крайне важно постоянство числа оборотов, то необходимы приспособления для ручного или автоматическ. их регулирования с целью сохранения неизменного числа оборотов турбины при переменных напоре и расходе воды. Однако, кпд не остается неизменным, а дает при неполной нагрузке турбины значительно меньшие величины, чем при нормальном напоре, соответствующем n_s, при чем с уменьшением нагрузки турбины кпд падает тем быстрее, чем больше быстроходность турбины. Между мощностями N турбины, расходами воды через одну турбину q и кпд турбины η существует следующая зависимость:



Фиг. 7.

$$\frac{N}{N_{max}} = \frac{q\eta}{q_{max}\cdot\eta_{max}}.$$

При одном и том же кпд в 0,75 для турбин с разной быстроходностью отношения $\frac{q}{q_{max}} = k$ изменяются от 0,3 (при $n_s = 80$) до 0,7 (при $n_s = 500$). Это различие отдельных турбин учитывают при определении числа аггрегатов Г. с. Так, если расходы воды Г. с. колеблются между Q_{min} и Q_{max}, то, устанавливая число a турбин для Q_{min}, получим, в зависимости от быстроходности турбины, при сохранении кпд около 0,75, $q_{max} = \frac{Q_{min}}{ak}$, а число турбин для работы Г. с. полной мощностью

$$z = \frac{Q_{max}}{q_{max}} = \frac{akQ_{max}}{Q_{min}}.$$

Т. о., число аггрегатов Г. с. при сохранении постоянства кпд тем больше, чем больше k, т. е. чем быстроходнее турбины.

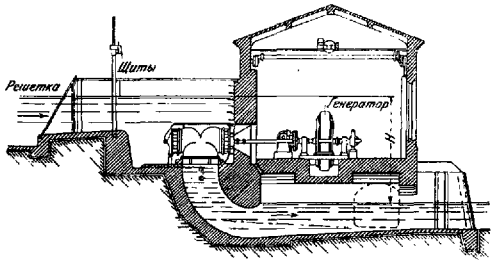
Г. с. в зависимости от величины напора делятся на установки низкого (до 10 *м*), среднего (от 10 до 50 *м*) и высокого (свыше 50 *м*) напора. При напорах свыше 10—15 *м* турбинная камера требовала бы для своей устойчивости и прочности слишком толстых, а следовательно, и дорогих стен. Поэтому воду заключают в трубы, а турбины—в цилиндрические закрытые железные кожуха, имеющие сходство с котлом, почему такие турбины называются «котельными». При напорах свыше 50 *м* кожуху турбины, для уменьшения потерь при подходе воды к направляющему колесу, сообщается спиральная форма. При небольших напорах применяется свободный, открытый доступ воды к турбинам, к-рые обычно устанавливаются тоже открытыми ниже горизонта подводящего канала, т. е. оказываются затопленными. При больших напорах турбины обычно устанавливаются на полу машинного здания рядом с электрич. генераторами.

Турбины бывают с вертикальным или горизонтальным валом. Вертикальные турбины (фиг. 7) обычно применяются на низконапорных Г. с. с открытыми камерами. Соединение турбины с валом генератора производится через зубчатую и ременную передачи, так как при небольших напорах число оборотов турбины обычно оказывается меньшим, чем необходимо для генератора той же мощности. Из многоколесных турбин

чаще применяются горизонтальные турбины (фиг. 8) при непосредственном соединении с генератором. В средне- и высоконапорных установках также преобладают горизонтальные турбины и непосредственное соединение с генератором, хотя за последние годы начинают все чаще применяться вертикальные турбины. Точно так же при турбинах Пельтона с несколькими насадками встречается и вертикальное расположение вала, так как в этом случае представляется меньше конструктивных трудностей. За последние годы, в целях экономии в помещении, стали устанавливать вертикальные турбины и при высоких напорах.

Мощность турбин сильно растет и достигает в Европе уже 48 500 HP (турбина Френсиса на Г. с. Гердекке на Руре). Особенно высокие мощности достигнуты в С. Америке; напр., турбина Френсиса в 70 000 HP на Ниагаре, турбина Пельтона в 56 000 HP на Биг-Крик № 2, пропеллерные в 30 000 HP на Ла-Габель.

Отвод отработавшей воды производится каналами, которым придается правильная форма. При проектировании отводящих каналов надо исходить из того, чтобы при сильных колебаниях горизонта нижнего бьефа машинное здание не затоплялось. На некоторых установках С. Ш. А. отводящие



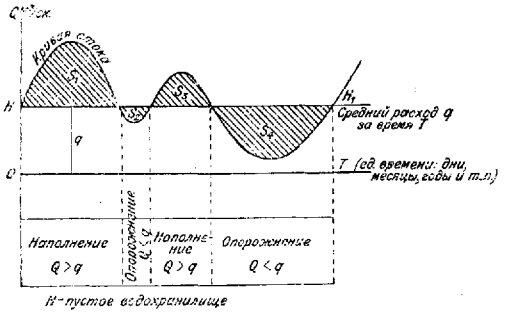
Фиг. 8.

каналы используются для искусственного повышения напора при посредстве избытков воды. Так, на установке Алькона водослив заменен 6 трубопроводами, которые берут начало в напорном бассейне и входят в нижнюю часть водоотводной трубы; скорость в конце этого «трубоводослива»—10,7 *м/сек*, что производит значительное высасывающее действие на отходящую от турбины воду. На установке Митчел турбины помещены в камерах на особых основаниях, поднимающихся на верховой стороне водослива; вода паводков обтекает эти основания и переливается через водослив непосредственно над выходом отводящей трубы турбины, образуя здесь прыжок воды; таким образом производится высасывание отработанной воды и, благодаря понижению уровня перед прыжком, непосредственно увеличивается напор. На установке Island Falls ставят эжектор Муди, в к-ром спиральный подход к турбине расширен книзу настолько, что охватывает и верх отводящей трубы; особый цилиндрич. затвор, помещенный непосредственно под турбиной, отделяет отводящую трубу от спирали; при открытии затвора вода из спирали поступает не только в турбину, но и под нее, производя высасывающий эффект на отработанную турбиной воду; при действии эжектора, при уменьшении напора с 18,3 до 15,2 *м*, турбины еще дают мощность, превышающую нормальную.

Регулирующие сооружения необходимы вследствие колебаний в естественном стоке водного источника, питающего Г. с., и в спросе на энергию. Хотя мощность реки можно считать в течение суток постоянной, но потребление энергии испытывает довольно значительные суточные колебания. Поэтому для полного использования суточной мощности, равной средней суточной нагрузке Г. с., необходимо перераспределение (регулирование) наличной энергии водного источника, т. к. иначе значительная часть энергии (напр., ночью) не может быть использована. Далее, мощность водного источника в течение года подвергается значительным изменениям, и в большинстве случаев изменения в режиме реки не совпадают с изменениями в спросе на электрическ. энергию. Мощность источника меняется также в течение периода лет. Т. о. полное использование энергии реки без искусственного регулирования стока или без применения резерва в виде тепловой электрической станции для покрытия излишков в спросе (так назыв. пиков графика нагрузки) оказывается невозможным. Без регулирования наибольшая нагрузка Г. с. может соответствовать только мощности реки в самое маловодное время, и в таком случае мощность Г. с., в зависимости от так наз. коэфф. пользования, или нагрузки (отношение средней нагрузки к наибольшей), составит не более 10—15% наличных запасов водной энергии.

Регулирование стока бывает суточным, годовым или многолетним и достигается тем, что избыток воды за время малой нагрузки, большого стока (паводка) или за годы с обильными осадками накапливается в особых резервуарах, или водохранилищах, и расходуется затем в моменты наибольшей нагрузки или в засушливое время. Определение объема водохранилища является основной задачей проектирования Г. с., так как от этого зависит, в конечном счете, мощность установки и регулярность ее действия. В отличие от тепловых станций, мощность к-рых определяется ожидаемой нагрузкой, выяснение мощности Г. с. исходит из условий стока, а при его регулировании—из объема водохранилища. Поэтому и ошибка в расчетах м. б. допущена скорее в сторону преувеличения, чем преуменьшения, так как с увеличением высоты водоудержательной плотины количество собираемой воды изменяется со все увеличивающейся прогрессией, и каждый лишний метр кладки отражается все меньшей составной частью на стоимости энергии. При расчетах надо исходить из того, чтобы потребность в воде покрывалась из водохранилища даже в самое засушливое время (месяц, год), и чтобы к началу периода низких вод водохранилище было наполнено. Самый расчет можно производить аналитически или графически. Основными элементами расчета являются величина естественного стока и нагрузка станции, выражаемая в единицах объема воды, т. е. в количестве используемой воды, при чем

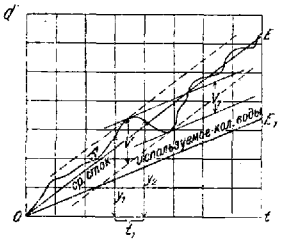
необходимо учитывать и потери воды на испарение и фильтрацию в водохранилище и подводящих сооружениях. Можно строить календарные графики распределения этих элементов и из них определять необходимый объем водохранилища. Если в начале графика (фиг. 9) водохранилище пусто, то за время T необходимый объем водохранилища д. б. $W=S_4=S_1+S_3-S_2$. Но чаще сток изображают (фиг. 10) в виде интегральной кривой, у к-рой каждая ордината равна объему протекшей воды от начала подсчета за время t; разность ординат y_2-y_1 равна объему протекшей за время t_1 воды. Средний сток выражается прямой OE, а используемое Г. с. количество воды—прямой OE_1, или интегральной же кривой, обычно наклоненной к горизонту под меньшим углом, чем линия среднего стока. Необходимый объем водохранилища получается в виде отрезка V_1 ординаты между касательными к крайним точкам перегиба кривой A по обе стороны



Фиг. 9.

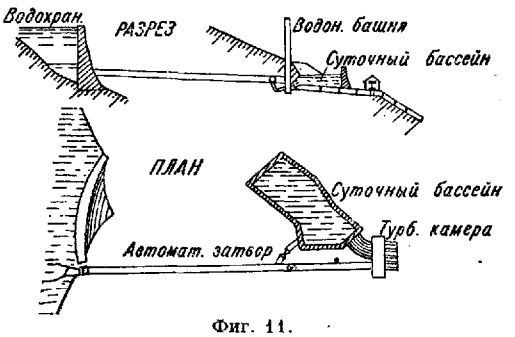
линии OE, параллельными линии используемого расхода OE_1. При полном регулировании стока линии OE и OE_1 совпадают, и объем водохранилища равен отрезку V.

При постройке больших водохранилищ с высокими водоудержательными плотинами особенное значение приобретают их прочность и устойчивость, так как прорыв такой плотины грозит большим затоплением. Поэтому расчет должен производиться особенно точно, и все нормы и коэфф-ты должны браться особенно осторожно. На основания плотин необходимо обратить самое серьезное внимание и, как правило, возводить их только на вполне надежных скалистых грунтах, не останавливаясь перед большими расходами. Кроме того, необходимо всеми способами бороться с фильтрацией воды как под основание, так и через тело плотины. Одна из извести. старых испанских плотин в Пуетесе, высотою в 50 м, была прорвана спустя 11 лет после постройки только потому, что одна часть основания плотины не была доведена до скалы.



Фиг. 10.

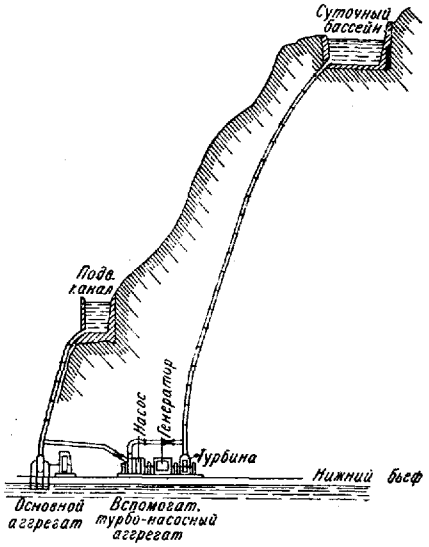
При многолетнем регулировании надо принимать во внимание сток наиболее засушливого года. Однако, если потребление энергии нельзя сократить на время наинизшего стока в засушливые годы, то в нормальные годы часть естественного стока не будет использована. Во избежание этого устанавливают



Фиг. 11.

дополнительные тепловые резервы (теплосиловые установки), покрывающие в засушливые годы недостающую энергию воды и позволяющие более полно использовать средние условия стока реки.

Годовое регулирование стока связано в большинстве случаев с устройством водохранилищ или использованием озер; его можно достигнуть, однако, и путем совместного использования энергии двух рек с противоположным водным режимом, у которых периоды высоких и низких вод не совпадают и, взаимно покрывая друг друга, дают более или менее равномерный сток на протяжении года. Суточное регулирование допускает, помимо устройства особых резервуаров (фиг. 11) и теплового резерва, и регулирование помощью аккумуляторов и насосных установок. Первый способ применим при небольших Г. с. с генераторами постоянного тока; он заключается в том, что параллельно с генератором включается аккумулятор,



Фиг. 12.

который заряжается в часы малой и разряжается в часы усиленной нагрузки. При применении насосов излишек мощности основного аггрегата передается вспомогательному,

состоящему из электромотора, центробежного насоса высокого давления и высоконапорной турбины (фиг. 12); в часы малой нагрузки насос, приводимый в движение электромотором, накачивает воду из верхнего или нижнего бьефа в высокорасположенный суточный сберегательный бассейн; в часы большой нагрузки работа насоса прекращается, вода из бассейна под напором поступает в турбину, к-рая вращает электромотор и превращает его из двигателя в дополнительный генератор. Кпд η_1 системы равен отношению между количеством N_2 энергии, получаемой от вспомогательной динамомашины, и излишком N_1 энергии реки в период малой нагрузки, т. е. $\eta_1 = \frac{N_2}{N_1}$. Величина кпд η_1 в значительной степени зависит от местных топографическ. условий, позволяющих расположить запасный резервуар около Г. с. на достаточной высоте. На Г. с. Рокки (Соед. Штаты Америки) суточное регулирование производится путем перекачивания воды в часы избытка энергии из нижнего бьефа в верхний.

При выборе наивыгоднейшей мощности Г. с. необходимо найти такую зависимость мощности от водохранилища и теплового резерва, при к-рой стоимость единицы получаемой энергии была бы наименьшей. Т. о., помимо техническ. соображений, необходимо учесть и все экономич. факторы. В частности, унификация тока и кустование станций, широко проводимые за последние годы, позволяют поставить вопрос о регулировании работы Г. с. на более широкую базу, чем это возможно при обособленной работе каждой Г. с. Наиболее широкие перспективы в этом отношении имеются в СССР благодаря национализации природных источников энергии и крупной промышленности.

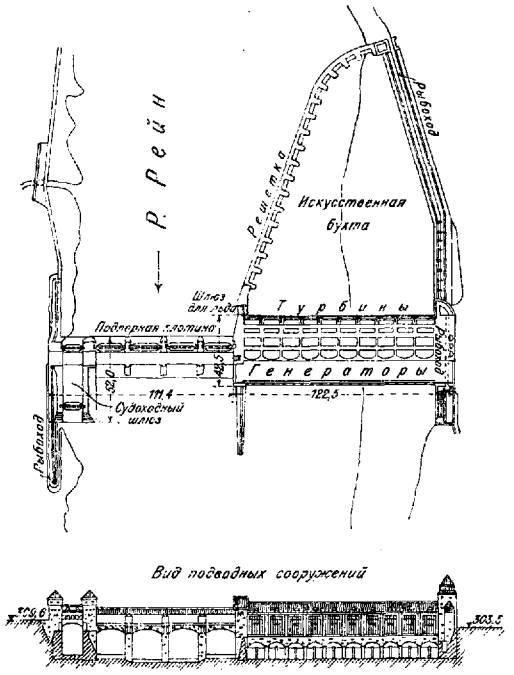
II. Гидроэлектрические станции в главнейших странах. Рост и современная мощность Г. с. характеризуются статистическими данными, опубликованными в начале 1928 г. Геологич. к-том С. Ш. А. [1]. Согласно этим данным, мощность Г. с. во всем мире составляла: в 1920 г. 23 млн., в 1923 г. 29 млн., а в конце 1926 г. 33 млн. HP. В конце 1926 года мощность Г. с. распределялась по частям света следующим образом (в тыс. HP):

В Европе	13 100	В Африке	14
» С. Америке	16 800	» Океании	240
» Ю. Америке	750		
» Азии	2 100	Всего	33 004

Мощность Г. с. в отдельных государствах составляла (в тыс. HP):

В С. Ш. А. (вкл. Аляску)	11 764	В Бразилии	500
» Канаде	4 556	» СССР	361
» Италии	2 300	» Австрии	325
» Франции	2 000	» Мексике	300
» Норвегии	1 900	» Англии	250
» Швейцарии	1 850	» Финляндии	220
» Японии	1 750	» Индии	200
» Швеции	1 350	» Юго-Славии	180
» Германии	1 100	» Чехо-Словакии	155
» Испании	1 000	» Польше	90
		» Румынии	30

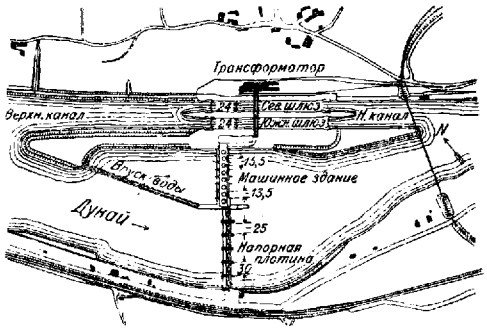
В Швейцарии из старых Г. с. самой мощной является Лауфенбург на Рейне (фиг. 13), мощностью в 60 000 HP. Самыми высоконапорными Г. с. являются: Вуври, мощностью в 6 700 HP, подводящая воду из горного озера Таней (1 416 *м* над уровнем моря), с напором в 950 *м*, и Вернайя на Роне, обладающая напором в 500 *м* и мощностью в 6 000 HP. О быстроте развития Г. с. в Швейцарии можно судить по следующим данным: общая мощность вновь построенных или расширенных Г. с. составила за десятилетие



Фиг. 13.

1891—1900 гг. 121 000 HP, 1901—1910 гг.—387 000 HP, 1911—1920 гг.—620 000 HP и 1921—1926 гг.—586 000 HP. К концу 1926 г. общая мощность Г. с. достигла 1 867 000 HP, и была начата постройка 8 новых крупных Г. с., из которых наиболее мощными являются: Вернайя (111 000 HP), Рибург-Шверштадт (56 000 HP) и Гандек (100 000 HP).

В Германии до 1914 г. не было Г. с. мощностью свыше 50 000 HP. После войны построен целый ряд Г. с., из к-рых четыре—на реке Изаре: Финзинг, Ауфкирхен, Эйттинг и Фромбах—обладают общею мощностью в 82 200 HP; Г. с. Тегинг—76 000 HP;



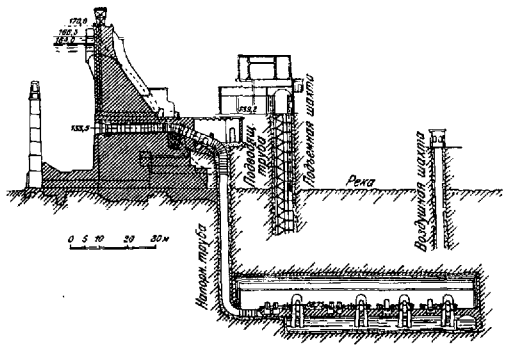
Фиг. 14.

Г. с. Цверибах в Бадене использует напор в 485 *м*; Г. с. Кахлет на Дунае, построенная в 1927 г. (фиг. 14), обладает мощностью в

65 000 HP; Г. с. в Гердекке на Руре применяет насосную установку и обладает мощностью в 150 000 HP.

Во Франции из старых установок наиболее мощной была в свое время Г. с. Люшон на озере Оо в Пиренеях, мощностью 25 000 HP, с напором 870 *м*. К началу 1925 г. общая мощность действовавших Г. с. равнялась 1 050 000 HP, строившихся—465 000 HP и проектированных—5 440 000 HP, всего же—6 955 000 HP.

В Италии имеется ряд станций с напором свыше 500 *м*: Изола на реке Полья (N=24 000 HP, H=900 *м*); Гольо и Верампио на р. Деверо (N=20 000 HP каждая, H=520 и 565 *м*); Сондрио на р. Маллеро (N=15 000 HP, H=550 *м*); Роббия на реке Кавальяско (N=7 200 HP, H=620 *м*); Маканьо на реке Делио (N=3 900 HP, H=648 *м*); Прата, водохранилище у Неаполя (N=7 200 HP, H=580 *м*) и Фадальто (N=74 000 HP). Последняя Г. с. до 1926 г. была наиболее мощною. В 1927 г. построены еще две мощные Г. с.: Мезе в Ломбардии (N=80 000 HP) и Тимпа-Гранде в Калабрии (N=60 000 HP). Из новых гидростанций в конструктивном отношении замечательна станция Когинас в Сардинии



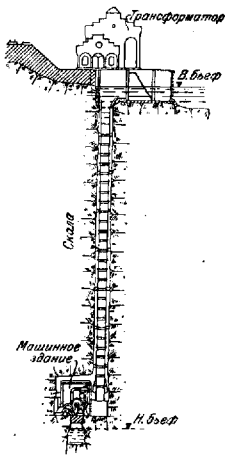
Фиг. 15.

(N=32 000 HP), станционное помещение которой целиком устроено под землей (фиг. 15).

Норвегия — страна белого угля по преимуществу. Наибольшей Г. с. является здесь Рьюкане в 220 000 HP. Из повых Г. с. необходимо отметить Сауде III, мощностью в 90 000 HP. В 1926 г. Американское акц. общество взяло концессию на утилизацию водопада Кинсарвик, где имеется в виду постройка высоконапорной Г. с. (N=116 000 HP, H=860 *м*). Г. с. в Тиссефальдене располагает мощностью в 142 000 HP, в фиорде Глом—80 000 HP. Намечается к постройке ряд новых высоконапорных Г. с. большой мощности, в частности у водопада Скьегедальс (N=77 000 HP, H=343 *м*).

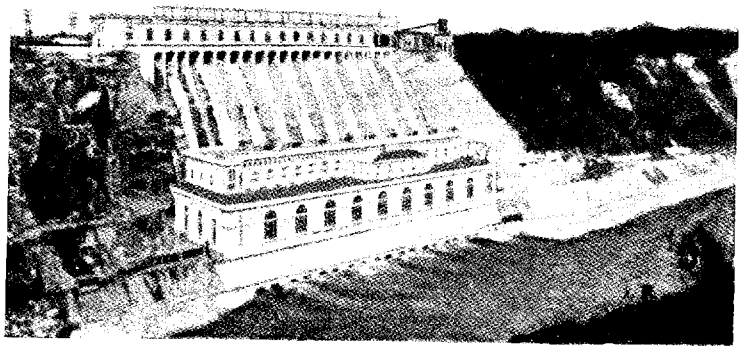
В Швеции наибольшей является Г. с. у Трольгеттана (N=80 000 HP при расходе воды 350 *м*³/*сек*); более крупных установок, свыше 50 тыс. HP, в Швеции нет. Построенные за последние годы Г. с. в Лилла Эдет, Стора Коппарбергс, Кронгфорс и др. имеют мощность от 15 000 до 37 000 HP. Быстрый темп использования водных сил виден из сравнения общей мощности гидроэлектрических станций: в 1915 году 636 000 HP, в 1920 году 1 030 000 HP, в 1926 году 1 211 000 HP.

В С. Ш. А. общая мощность Г. с. к 1 января 1928 года достигла 12 296 000 HP, тогда как общая потенциальная энергия рек составляет свыше 38 млн. HP, при расходе в течение 90%-ного годового периода, и около 60 млн. HP — при 6-месячном расходе. В горных областях западн. побережья преобладают высоконапорные установки (до 726 *м*), в средних и восточн. частях—установки средних и низких напоров. Г. с. на Ниагарском водопаде, из которых две находятся на америк. и три на канадском берегу (см. вкладной лист), могут использовать до 550 000 HP (наименьшая Г. с.—50 400 HP, наибольшая Г. с., Онтарио,—205 000 HP). На америк. Г. с. воду раньше подводили к турбинам трубопроводом, на повых же Г. с. она падает в отвесной шахте; станционные здания устраиваются под землей; отработанная вода отводится тоннелем (фиг. 16). Г. с. в Сан-Мори на Мичигане (N=46 000 HP) использует наибольший расход в 900 *м*³ *сек*. Весьма мощными являются Г. с. Шиппинг-Порт (N=136 500 HP) и на р. Сускеганна (N=100 000 HP, H=10 *м*). Первая, а также установка Уолленпаупак (N=56 000 HP) замечательны тем, что они работают автоматически и управляются на расстоянии, из другого места. Наибольшей Г. с. С. Ш. А. является законченная в 1921 году установка Месл-Шолз с четырьмя турбинами по 30 000 и четырнадцатью по 35 000 HP, при напоре 29 *м*. Общая мощность 610 000 HP. Длина плотины 944 *м*, высота—29,9 *м* над постелью реки и 42,7 *м* над основанием, ширина по низу 30,8 *м*, с тюфяком—48,8 *м*; длина здания силовой станции 366 *м*, ширина 49 *м*, высота 41 *м*; длина подпора воды 24 *км*. Наиболее крупными Г. с., строящимися в настоящее время, являются: Конивинго с 7 турбинами по 54 000 HP каждая (при полном же развитии мощность достигнет 594 000 HP) и Чут-Кейвон мощностью в 1 000 000 HP. Характерны две строящиеся в Калифорнии установки по высоте напора: Бек-Крик—781 *м* и Биг-Крик—650 *м*.

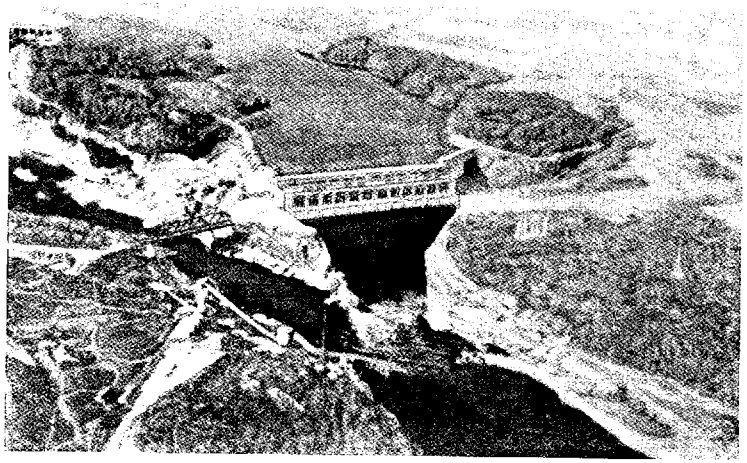


Фиг. 16.

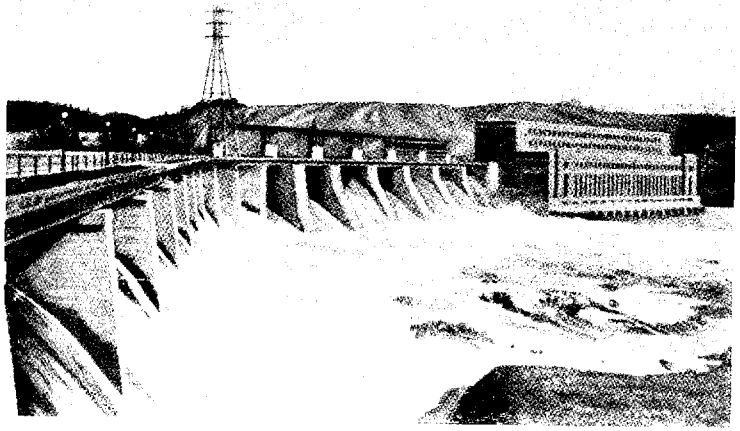
В Канаде [*] в конце 1927 года мощность всех Г. с. составляла 4 883 000 HP, при потенциальной энергии рек в 20 000 000 HP, для годового расхода и кпд 80% и 33 000 000 для 6-месячного расхода. В 1900 г. общая мощность Г. с. Канады составляла 170 000 HP, в конце 1910 г.—975 000, в конце 1914 г.—1 946 000 и в конце 1920 г.—2 508 000 HP. В конце 1927 г. имелось 10 Г. с. с мощностью свыше 100 000 HP каждая. На одной Ниагарской системе мощность Г. с., эксплоатируемых одной компанией, составляет 872 000 HP. Из наиболее мощных Г. с., помимо Ниагарской, можно отметить: Айль-Малинь на реке Сагеней, N=540 000 HP (см. вкл. лист), на водопаде Сидар, N=197 000 HP (расход



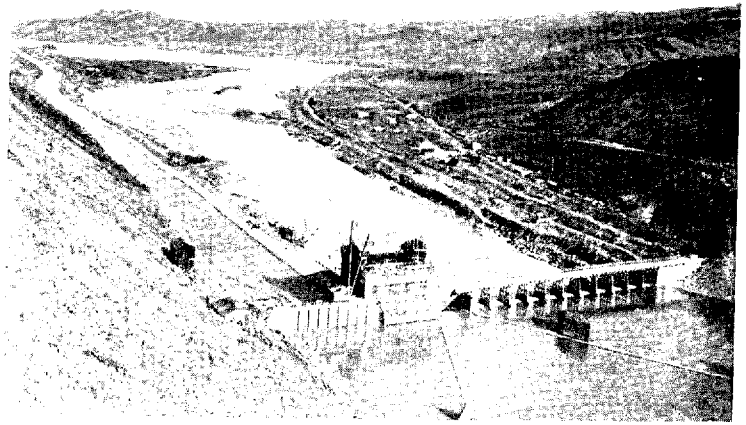
Кушистон на р. Ниагаре мощн. 525 000 HP (Канада).



Айль-Малинь на р. Сагеней мощн. 540 000 HP (Канада).



Ла-Габель на р. св. Лаврентия мощн. 120 000 HP (Канада).



Голова оросительного канала Бойс с Г. с. (С. Ш. А.).

Трест «Техкартпром»

воды на одну турбину 105 *м³/сек*), Шоуиниген, $N=191\,500$ HP, с турбинами мощностью в 41 000 HP каждая, Гранд-Мер, $N=176\,000$ HP, Ла-Габель, $N=120\,000$ HP (см. вкладн. лист). Из строящихся больших установок следует отметить Г. с. на водопаде Поган, мощностью 272 000 HP.

В СССР наибольшая Г. с. Волховская $N=75\,000$ HP, за нею следуют: Земо-Авчальская у гор. Тифлиса ($N=16\,000$—$33\,000$ HP), Эриванск. (6 000 HP) и Ташкентская (6 000 HP). Строятся или запроектированы Г. с. (к 1928 году): Днепровская (300 000 HP), Свирская (112 000 HP), Рионская (40 000 HP), Самурская (81 000 HP), Миатлинская на реке Сулаке (56 000 HP) и 20 меньших установок общей мощностью до 500 000 HP. **А. Эссен.**

III. Проектирование гидроэлектрических станций. При составлении проекта Г. с. необходимо исследовать целый ряд технических и экономических условий и, исходя из них, установить тип и мощность Г. с., взаимное расположение и размеры основных ее элементов. Так как отдельные элементы обычно на 70% и более представляют собою гидротехнические сооружения всех видов, на долю же станционного здания, где расположены турбины, генераторы и распределительные устройства, приходится лишь остальная часть проекта, то решающее влияние при проектировании имеют водные условия Г. с. С экономич. стороны каждая Г. с. должна удовлетворять следующим требованиям: 1) доставляемая ею энергия не д. б. дороже энергии тепловой станции; 2) потребитель д. б. в состоянии оплачивать энергию по цене, определяемой условиями хозяйственного расчета установки; 3) при отсутствии рынка сбыта энергии д. б. обоснованная уверенность в появлении рынка в будущем. Если вблизи имеется или может быть дешево доставлено необходимое сырье, то обилие дешевой водной энергии (по цене не более 0,4—0,6 к. за 1 kWh) обычно создает перспективы для развития электрохимич., электрометаллургич. или бумажн. промышленности и создания рынка для электрич. энергии. Для получения дешевой энергии существенно важны незначительные колебания мощности станции в течение года или высокий коэффициент нагрузки станции, для того чтобы установленная мощность могла быть использована максимально, например, 7 000—8 000 ч. из полного годового числа 8 760 ч. Однако, режим громадного большинства рек не обеспечивает постоянной мощности при значительном использовании реки. Использование же небольшого расхода, хотя и обеспеченного почти круглый год, вызывает удорожание энергии вследствие больших первоначальных затрат. Таким образом, для снабжения энергией всех названных отраслей промышленности уместнее всего использование мощного потока с выравненным стоком.

Возможен, однако, и иной порядок использования водной энергии. Иногда бывает целесообразно использовать расход реки, обеспеченный лишь в течение 6 или 4 месяцев, или даже 100 дней в году, с тем, чтобы в период недостатка воды работала вспомогательная тепловая станция. Обычно промышленность и коммунальн. хозяйства снабжаются электрической энергией тепловыми станциями по значительно более высокой цене: от 3 к. за 1 kWh для станций весьма большой мощности до 6—7 к. для станций в 3—5 тыс. HP; при дальнейшем уменьшении мощности стоимость 1 kWh энергии тепловой станции еще более возрастает. При таких ценах смешанная энергия оказывается нередко гораздо более дешевой, чем энергия одной только тепловой станции.

При разработке технич. стороны проекта прежде всего надлежит приступить к выбору места для Г. с. В этих целях рациональный порядок изысканий требует предварительного рекогносцировочного объезда реки опытными инженерами-строителями и геологами. Наивыгоднейшими местами являются узкие и глубокие ущелья, сокращающие расходы на устройство плотины. Если выше ущелья находится расширенная часть тальвега, пригодная для создания водохранилища, то это является особенно благоприятным обстоятельством, так как позволяет одновременно с получением напора на станции иметь также и запас воды для выравнивания естественного стока реки. Указанные природные условия имеются в горных частях СССР, преимущественно на Кавказе. Благоприятными геологическ. условиями необходимо считать не слишком глубокое залегание надежного скалистого основания под наносным слоем речного ложа, а также водонепроницаемость пород при проектном напоре. При наличии сплошных пород с временным сопротивлением свыше 1 000 *кг/см²* не следует останавливаться при изысканиях даже перед алмазным *бурением* (см.). Важно также наличие площадки, хотя бы на одном берегу, близ предполагаемого гребня плотины; такая площадка необходима для удобства работ и для рационального пропуска паводков в обход тела плотины при ее эксплоатации. Расширенный участок реки на месте станции весьма важен для обеспечения минимальной амплитуды колебания горизонта воды нижнего бьефа.

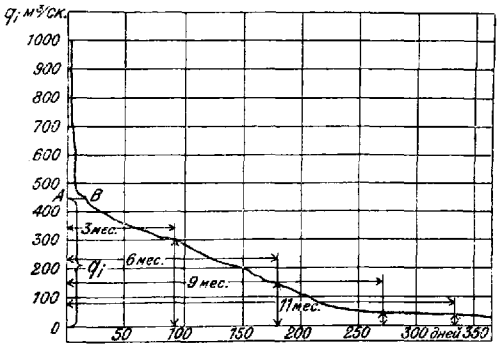
Выбрав место для Г. с., приступают к определению возможной мощности станции на основе гидрологического описания избранного потока, к выяснению предположительной потребности и условий производства работ (пути сообщения, карьеры камня, песка и гравия, условия размещения строительных работ). Если до приступа к упомянутому обследованию не велось регулярных измерений расхода реки, то близ намечаемых сооружений устраивают водомерный пост (см. *Водомерные наблюдения*), с измерением расходов не реже одного раза в неделю. Определение меженних и других расходов можно производить по данным соседних рек, пользуясь методом аналогии, что при наличии непосредственных измерений на исследуемой реке в течение 1—2 лет и при отсутствии резких климатических особенностей сравниваемых районов, дает иногда возможность весьма точно установить режим неизученной реки.

Топографич. исследования при рекогносцировках сводятся к приближенному построению продольного профиля тальвега и

ряда поперечников, в целях ориентировочного определения объема водохранилища, условий проектирования сооружений, установки и схемы рационального размещения последних. В случае установок небольшого напора рекогносцировочными изысканиями устанавливается наивыгоднейшее место устройства плотины и станции при ней, обеспечивающее необходимый напор при минимальных затоплениях и издержках на сооружения.

По окончании рекогносцировочных обследований и по составлении технических схем использования реки переходят к подробным обследованиям на местах. Эти обследования должны установить: 1) изменение расходов воды в реке в течение среднего гидрологич. года, что необходимо для решения вопроса о регулировании расхода с помощью водохранилища и для определения максимального расхода воды, экономически выгодного для станции; 2) расходы исключительно засушливого года, позволяющие определить мощность вспомогательной тепловой станции; 3) абсолютный максимум расхода, необходимый для расчета отверстий плотин, пропускающих паводки; 4) амплитуду колебаний горизонтов воды у плотины и станции, характер льдообразования и прохода льда; 5) объем водохранилища в функции от высоты плотины; 6) последовательность полноводных, средних и засушливых годов при многолетнем регулировании стока; 7) нужды ирригации, предъявляемые к используемой реке, и остаточн. расходы, свободные для утилизации; 8) количество и минералогический состав донных и взвешенных наносов, с особым выявлением кварцевых наносов крупностью от 0,15 *мм* и выше (т. к. кварцевые наносы крупностью 0,20 *мм* и более, при известном их количестве, являются причиной быстрого износа турбин); 9) атмосферные осадки в бассейне реки, по данным метеорологическ. станций (обильные данные об осадках за много лет нередко облегчают задачу отыскания среднего года); 10) план в горизонталях мест использования реки (в гористых местах горизонтали д. б. проведены через 3—5 *м*, в равнинных—через 0,5 *м*), при чем в холмистых и равнинных местах применяется нивелир, в гористых—тахиметр; однако, при наличии длинного тоннеля от плотины к станции необходимо связать нивелиром горизонты воды у плотины и у станции, пользуясь при этом в диких горных местах дорогами; 11) данные для определения эмпирич. коэфф-тов гидравлич. формул; 12) геологическ. разрезы по оси плотины, зданию станции, трасе канала (тоннеля), склону, намеченному для трубопроводов, и по другим местам сооружения (бурение и шурфование обязательны); 13) рост потребления энергии по месяцам расчетного года (через 5—10 лет); 14) наличие строительных материалов в районе работ, условия их добычи и транспорта, лабораторные данные по испытанию материалов; 15) пути сообщения, их состояние и потребные затраты на их ремонт; потребность в новых дорогах и затраты на них; 16) условия постройки временного поселка с хозяйственными помещениями, мастерскими и пр.

На основе указанных данных возможно приступить к составлению проекта установки, характер к-рого иногда выясняется лишь путем сравнения конкурирующих между собой вариантов использования реки. Основной вопрос, возникающий при этом,—величина используемого расхода воды. Для решения этого вопроса пользуются кривой продолжительности расходов, на которой по оси абсцисс наносится число дней в году, а по оси ординат—обеспеченный расход воды q в $м^3/сек$. Пример такой кривой дан на фиг. 17, показывающей расход воды на р. Сулак на Миатлинской Г. с. Площадь, ограниченная любой горизонтальной прямой AB, отвечающей расходу q_i, осями координат и кривой продолжительности, изображает объем воды Q, протекающей через турбины в год, при использовании в них максимального



Фиг. 17.

расхода. При этом задачу можно ставить двояким образом: 1) найти наивыгоднейший утилизируемый расход, отвечающий минимальной стоимости энергии; 2) найти максимальный расход, обеспечивающий стоимость энергии не свыше заданной. В зависимости от технич. схемы утилизации, т. е. от состава сооружений Г. с. и их стоимости, искомая величина q_i может оказаться расходом трехмесячным, четырехмесячным, шестимесячным или каким-нибудь другим. Основное задание исходит, конечно, от потребителя, к-рому может оказаться ненужной даже шестимесячная мощность установки. Быстрота отыскания решения—вопрос опытности проектирующего. Лучший путь—установление реальных расценок на работы и ориентировочное определение стоимостей S_1, S_2, S_3,... установки при расходах q_1, q_2, q_3,... и выработках энергии A_1, A_2, A_3,... в kWh; взяв 9—10% от величины S (см. ниже) и разделив на A, получим стоимость годовой выработки 1 kWh при данном расходе q, т. е. $\frac{S}{10A}$. Величина A определяется из величины Q (объем воды, прошедшей через турбины, в $м^3$) и напора нетто H (в $м$) по ф-ле:

$$A = 0{,}00273\ Q \cdot H \cdot \eta_1 \cdot \eta_2\ ,$$

где η_1—кпд турбины по данным завода, η_2—кпд генератора по тем же данным. При переменной величине H приходится строить кривую изменения мощности станции в течение года, $N_{пр} = 13{,}33\eta_1 \cdot q \cdot H$. Площадь, ограниченная кривой мощности и координатами, дает в известном масштабе величину

выработки энергии A в kWh. Имея разные значения величины $\frac{S}{10A}$, находим путем подбора требуемое решение, устанавливающее величину используемого расхода. Для начальной ориентировки полезно искать указания в данных существующих Г. с. Однако, в случае регулирования при помощи водохранилища, мощность на валу турбин при использовании водохранилища будет значительно меньше расчетной мощности, а следовательно, и подавно меньше мощности на валу турбин при наполненном водохранилище. Мощность станции в этом случае надо определять по покрываемому Г.с. максимуму расчетного годового графика потребления. Установленную мощность станции на незарегулированном потоке, использованном в значительной мере, принимают по утилизируемому расходу, так как резервных аггрегатов, при наличии вспомогательной тепловой станции, в настоящее время не ставят; к тому же в течение значительн. части года один из основных аггрегатов установки фактически является резервным. Резервный аггрегат устанавливается при отсутствии тепловых станций, а также при использовании расходов 9-месячных и даже 6-месячных.

Принимая для ориентировочных соображений о мощности станции $\eta_1=0{,}80$ и $\eta_2=0{,}93$, получим:

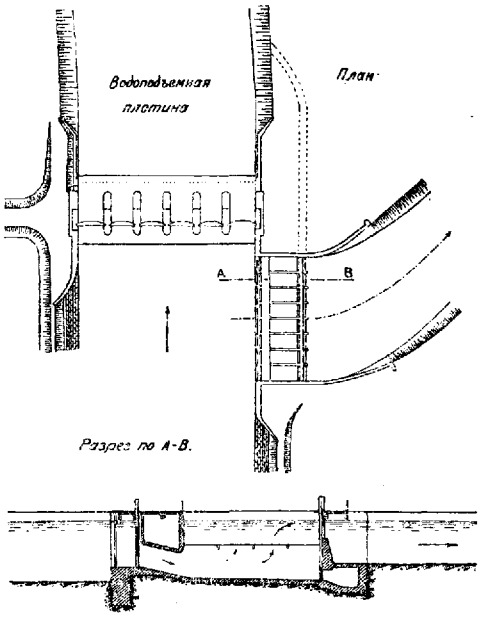
$$N_{\text{IP}} = 10{,}7q \cdot H; \quad N_{\text{kW}} = 7{,}30q \cdot H;$$

$$A_{\text{kWh}} = 0{,}00273 \cdot 0{,}80 \cdot 0{,}93 \cdot Q \cdot H = 0{,}002\,Q \cdot H.$$

Эти три ф-лы дают представление о работе станции за длительный период, а не только за первый год службы машин, когда кпд их может быть значительно выше.

Т. к. суточный график потребления обычно представляет собою ломаную линию, то при отсутствии регулирующих водохранилищ, необходимо иметь поток, обеспечивающий суточный максимум нагрузки; при этом в часы ослабленной нагрузки часть воды будет бесполезно протекать в реке, не попадая в турбины. При невозможности обеспечить годичное или сезонное регулирование расхода необходимо стремиться достигнуть хотя бы суточного регулирования для более полного использования потока, естественным стоком обеспечивающего среднесуточную мощность, что уже гарантирует бесперебойную работу станции.

Установление величины используемого расхода дает возможность приступить к определению всей технич. схемы утилизации и основных данных для проектирования сооружений, из которых на первом месте стоят захватные сооружения, т. е. плотины, шлюзы, решетки и отстойник. Вопрос об отстойнике приобретает особую остроту при песчаных наносах, в особенности кварцевых. Швейц. инженер Р. Кёхлин предложил простой, экономичный и весьма действительный способ отстаивания быстро выпадающих наносов, обеспечивающий хороший промыв отстойника (фиг. 18); при этом способе вода в отстойнике движется снизу вверх со скоростью меньшей скорости осаждения вредных наносов (т. е. с диам. зерен $\geqslant 0{,}2$ *мм* для кварцевых наносов и $\geqslant 0{,}5$ *мм* для других). На своем пути вода встречает сетку-успокоитель, способствующую быстрому осветлению воды. Промыв совершается донными спусками, идущими в нижний бьеф и работающими под напором. Вода поднимается вверх обычно



Фиг. 18.

со скоростью 5—10 *см/сек* (на практике). Для установления размеров отстойника надо знать гидравлическую крупность зерен, т. е. скорость выпадения наносов в стоячей воде. Эти скорости, определенные опытным путем Газеном, Уили и др., приведены в таблице. Эти данные соответствуют температуре воды в 10°; с повышением температуры скорость выпадения увеличивается в n раз по ф-ле: $n = \frac{3t+70}{100}$. Скорость выпадения частиц, диаметр которых $d > 1$ *мм*, составляет, по исследованиям проф. Марцоло, от $100\sqrt{d}$ до $120\sqrt{d}$ *мм/сек*.

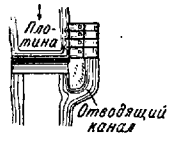
Скорость выпадения наносов.

Диам. d частицы в *мм*	Скорость выпадения в *мм/сек*	Диам. d частицы в *мм*	Скорость выпадения в *мм/сек*
1,0	100,0	0,030	1,3
0,8	83,0	0,020	0,62
0,6	63,0	0,015	0,35
0,5	53,0	0,010	0,154
0,4	42,0	0,008	0,098
0,3	32,0	0,006	0,055
0,2	21,0	0,005	0,0385
0,15	15,0	0,004	0,0247
0,10	8,0	0,003	0,0138
0,08	6,0	0,002	0,0062
0,06	3,8	0,0015	0,0035
0,05	2,9	0,001	0,00154
0,04	2,1	0,0001	0,0000154

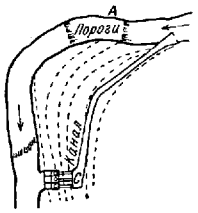
Для расчета отстойников важно знать степень осветления воды при задан. размерах отстойника. Если t—время, потребное для выпадения на дно частицы в спокойной воде, a—время отстоя, т. е. частное от деления объема отстойника на количество воды, протекающей в 1 секунду через отстойник, то

для выпадения $^7/_8$ всех частиц вредной крупности необходимо иметь $\frac{a}{t} = 7$; для выпадения $^3/_4$ частиц $\frac{a}{t}$ должно быть $=3$ и для выпадения $^1/_2$ частиц $\frac{a}{t}$ должно быть $=1$. Таким образ., зная a и крупность наносов и определив по табл. их скорость выпадения на дно при данной глубине отстойника, можно найти степень осветления воды. Обычно при проектировании задаются скоростью движения воды в отстойнике по направлению к каналу в 0,20—0,30 *м/сек*. По опытам Фламана и Белстерли, при малых глубинах отстойника зерна наносов выпадают с большей скоростью, чем при больших, что надо объяснить вязкостью жидкости. Глубину отстойника желательно иметь в 2—3 *м*, отступая в сторону увеличения лишь под давлением местных условий. Длина отстойника должна быть достаточной для выпадения наносов в текущей воде, в которой наносы падают не отвесно; эта длина l (в *м*) теоретически равна $\frac{v}{u} \cdot h$, где v—скорость движения воды в отстойнике в *м/сек*, u—скорость выпадения наносов в *м/сек*, а h—глубина отстойника в *м*; иначе говоря, $l = \frac{q}{su} \cdot h$, где q—расход воды в отстойнике в $м^3/сек$, s—сечение отстойника, перпендикулярное движению воды, в $м^2$.

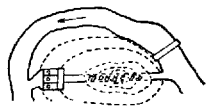
При проектировании подводящих сооружений необходимо учитывать, что высоконапорные Г. с. требуют обычно скалистого грунта. Установки низкого напора, не свыше 12—13 *м*, выгодны на мягких наносных грунтах, а до 15 *м*—на глинистых грунтах; скалистое основание позволяет увеличить напор, при чем становится выгодным подавать воду к турбинам короткими металлическими трубопроводами. Местные природные условия нередко дают возможность самых разнообразных решений вопроса о технической схеме установки, в частности о подводящих сооружениях. Нередки случаи устройства здания Г. с. в плотине или рядом с плотиной (фиг. 19); иногда напор получается путем проведения канала (фиг. 20) или устройства плотины в целях увеличения его. В тех же целях, при благоприятных топографическ. и геологич. условиях, канал нередко переходит в безнапорный тоннель (фиг. 21). Высокая стоимость металлическ. (железных) трубопроводов при большой длине и большом напоре ложится тяжелым бременем на всю установку, вследствие чего при напорах в 15—45 *м* весьма целесообразно применение железобетонных трубопроводов, а при меньших напорах—даже деревянных. В СССР первый железобетонный напорный трубопровод ($d = 1{,}80$ *м* при $H_{расч.} = 31$ *м*) запроектирован и выстроен в 1927 году на Боровенской Г. с. по детальным указаниям автора. Максимальный расчетный напор современных железобетонных трубопроводов—54 *м* (установка Сан-Тюль). Помимо дороговизны металлических трубопроводов побудительной причиной применения железобетона и дерева в трубопроводах являются современные длительные сроки изготовления металлических трубопроводов (обычно не менее года), задерживающ. открытие установок. Что касается всасывающих труб, по которым выходит вода из турбин, то заводск. лаборатории Европы и Америки установили разные типы, сильно отличающиеся друг от друга, и поэтому проектирование всасывающих труб обусловлено требованиями заводов, выполняющих заказы на турбины и справедливо рассматривающих всасывающую трубу, как часть турбины; заводы задают и очертание всасывающей трубы, гарантирующее договорный коэффициент полезного действия турбин.



Фиг. 19.



Фиг. 20.


Фиг. 21.

Строительная стоимость Г. с. настолько зависит от особенностей установки, что нельзя вывести общих формул. Богатая литература по водным силам дает возможность нек-рых первоначальных подсчетов путем сравнения с существующими Г. с. Однако в этих случаях никогда нельзя забывать чисто местных условий, могущих внести значительные изменения во все расчеты, как то: наличие строительных материалов на месте или вблизи работ, способы и стоимость их доставки, геологические и топографич. условия места Г. с., продолжительность рабочего сезона, условия труда и его оплата и т. п. Во всяком случае можно считать установленным, что строительная стоимость единицы мощности уменьшается с увеличением последней; при равной мощности стоимость растет с уменьшением уклона реки; чем равномернее сток, тем меньше стоимость. Произведенные автором сравнения строительной стоимости и эксплоатационных расходов 9 различных американских Г. с., мощностью от 1000 до 100 000 HP, дали среднюю строительную стоимость установленной HP в 67 долларов (при колебаниях от 44 до 114 долларов), а стоимость 1 kWh энергии, при коэффициенте нагрузки $k = 1{,}50$, в 0,32 цента (при колебаниях от 0,22 до 0,46 цента).

Себестоимость энергии Г. с. на шинах станции определяют следующие элементы: 1) % на затраченный капитал, 2) амортизация, 3) ремонт, 4) штаты и связанные с ними расходы, 5) отопление, освещение и проч., 6) обтирка и смазка, 7) страхование. Капитал, затраченный для государственных установок СССР, пока не погашается; проценты на капитал для тех же установок в СССР принимаются в размере 6 годовых; последний вид расходов является главным: он составляет $^2/_3$ всех расходов. Мировая практика (исключая СССР, где еще не накопилось достаточного опыта службы Г. с.) установила, что ежегодные расходы по всем перечисленным статьям, т. е. себестоимость годовой выработки энергии установки, составляют примерно $9^1/_2\%$ от затраченного капитала, включая $1^3/_4\%$ на погашение капитала (в 30 лет, из 4% годовых, считая по сложным %).

Лит.: [1]) «GC», 1928, p. 262—263; [2]) «Water Powers of Canada», Ottawa, 1927, Paper *60*; Анисимов И. И., Гидроэлектрические силовые установки, вып. 1, Москва—Ленинград, 1927; Бовин В. Т., Новейшие быстроходные турбины и установки с ними, Москва, 1925; Егиазаров И. В., Гидроэлектрические силовые установки, Л., 1924; Веденеев Б., Гидроэлектрические силовые установки, 2 издание, Л., 1926; Кейль Л., Гидравлические двигатели и гидросиловые установки, Харьков, 1928; Grünewaldt K., Elemente der Wirtschaftlichkeits-Berechnung von Wasserkraftanlagen, Karlsruhe, 1926; Hohl P. und Glunk E., Berechnen und Entwerfen von Turbinen und Wasserkraftanlagen u. die Anwendung d. Turbinen-Rechenschiebers, 4 Aufl., München, 1927; Leiner, Ertragreichster Ausbau v. Wasserkräften, München, 1920; «Wasserkraft-Jahrbuch», München, 1924, 1925/1926, 1927/1928; Eydoux D., Hydraulique industrielle et usines hydrauliques, P., 1921; Lévy-Salvador P., Aménagement des cours d'eau en vue de la production de l'énergie électrique, 6 édition, Paris, 1922; Koechlin R. et M., Mécanisme de l'eau et principes généraux pour l'établissement d'usines hydro-électriques, t. 1—3, Paris, 1924—26; Gibson A. H., Hydro-Electric Engineering, v. 1, 2, London, 1921—1922; Barrows H., Water Power Engineering, N. Y., 1927; Taylor W. T. a. Braymer D. H., American Hydro-Electric Practice, N. Y., 1917; Taylor W. T., Practical Water Power Engineering, L., 1925; Creager W. a. others, Hydro-Electric Handbook, N. Y., 1927; Flinn A., Weston R. and Bogert C., Waterworks Handbook, N. Y., 1927; Bonomi, La situazione della produzione idroelettrica in Italia al 1926, Milano, 1926; Cavalli, Utilizzazioni idrauliche di montagna con particolare riguardo al sistema alpina, Milano, 1922; Marzolo F., Utilizzazioni di forze idrauliche, Padova, 1926.

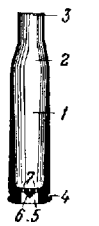
См. также *Белый уголь*. **Н. Анисимов.**

ГИКОРИ, америк. деревья из рода Carya, сем. Juglandaceae, произрастающие в восточ. части Северной Америки. Древесина Г. тяжелая (уд. вес 0,84), весьма упругая, вязкая и гибкая, с буроватым ядром и желтовато-белой заболонью. Древесина находит применение в экипажном производстве, а также в аэропланном строительстве (для пропеллеров); из нее также изготовляют лыжи и рукоятки для всевозможных инструментов. Различают следующие виды Г.: C. amara nutt; C. olivaeformis nutt—пекан, произрастающий в южных штатах восточной части Сев. Америки и культивируемый ради его вкусных орехов как плодовое дерево; C. porcina nutt — свиной орех с очень тяжелой древесиной, произрастающий на свежих почвах; C. sulcata nutt—гикори крупноплодное, обладающее менее ценной древесиной по сравнению с другими видами, как и C. tomentosa nutt.

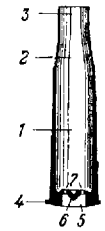
Лит.: Керн Э., Деревья и кустарники, Москва—Ленинград, 1925.

ГИЛЛЬ-БОКС, жилль-бокс, вытяжная машина для чесаной ленты, употребляемая в прядении шерсти, шелка и других волокон. См. *Камвольное прядение*, *Прядение*, *Прядение шелка*.

ГИЛЬЗОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО. Гильза служит для соединения в одно целое (патрон) элементов, необходимых для производства выстрела: пули (снаряда), порохового заряда и капсюля. При выстреле от удара бойка воспламеняется капсюль и передает огонь пороховому заряду, который, сгорая, образует большое количество газов, выталкивающих пулю из канала ствола и сообщающих ей определенную начальную скорость. После выстрела гильза теряет свое боевое значение и д. б. удалена (экстрактирована) из патронника оружия. После выстрела при открывании затвора особый экстрактор вытягивает гильзу из патронника за закраину шляпки или за особую заточку, после чего она выбрасывается особым выбрасывателем. В каждой гильзе (фиг. 1 и 2) различают: *1*—корпус гильзы, *2*—скат гильзы, *3*—дульце гильзы, *4*—шляпку, или заточку, гильзы, *5*—капсюльное гнездо, *6*—наковальню, и *7*—затравочные отверстия.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Гильзы применяются в ручном оружии (винтовка, револьвер) и при стрельбе из пулеметов и орудий. Очертание и размеры гильз соответствуют очертанию и размерам патронника того оружия, для которого они предназначены. Гильзы бывают металлические и бумажные; последние применяются почти исключительно для охотничьего оружия. Металлические гильзы изготовляют почти исключительно из латуни. Во время войны 1914—18 гг. Германия частично применяла железные гильзы. Латунь для изготовления гильзы состоит из сплава меди и цинка: 72—67% Cu и 28—33% Zn. По своей химич. природе сплав представляет собою твердый раствор (фаза α в ряде сплавов меди и цинка). Кристаллы этой фазы отличаются большой пластичностью и допускают механическую обработку изделий в холодном состоянии. Производство как ружейных, так и орудийных гильз по характеру операций мало отличается одно от другого и заключается в ряде вытяжек, штамповок, обрезок и обжимов с промежуточными отжигами. Фабрикация гильз мелких калибров (не более 76 *мм*) производится на станках с механическим приводом, крупные же калибры требуют применения гидравлическ. прессов большой мощности.

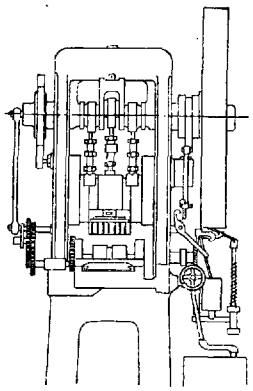
Латунь для изготовления винтовочных гильз употребляется в виде лент, толщиной около 2,5—3,0 *мм*, шириной около 120 *мм* и длиной 1 000—2 000 *мм*. Ленты д. б. гладки и чисты, на их поверхности безусловно не допускаются пузыри, свищи, расслоины, трещины и рвань. Отступления по химическ. составу от средних величин содержания меди и цинка допускаются не более $\pm 1\%$. Посторонние примеси допускаются в количестве не $> 0{,}5\%$, в том числе железа не $> 0{,}1\%$ и свинца не $> 0{,}05\%$; примесь висмута совершенно не допускается. Механическ. качества латунь должна иметь следующие: при испытании на разрыв плоской пластины толщиной около 2,5 *мм*, шириной ок. 15 *мм*, при расчетной длине около 150 *мм* среднее сопротивление на разрыв д. б. в пределах от 30 до 35 *кг/мм*^{2}, при чем среднее относительное удлинение—не менее 50% от первоначальной длины пластины.

Первая операция при изготовлении винтовочных гильз заключается в вырубке кружков и свертывании из них колпачков (фиг. 3 и 4), что производится одновременно на приводном прессе двойного действия. Эти прессы одновременно вырубают и свертывают один или несколько колпачков. Многорядный вырубно-сверточный пресс изображен на фиг. 5.

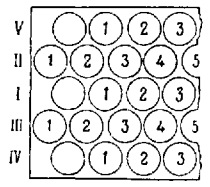

Кружок
Фиг. 3.


Колпачек
Фиг. 4.

На однорядных станках вырубается сперва средний ряд (фиг. 6), а затем последовательно остальные ряды. На многорядных (напр., пятирядных) станках за один удар свертывается пять колпачков, в той последовательности, какая указана арабскими цифрами на фиг. 6. Окончательно вырубленная лента имеет вид, к-рый

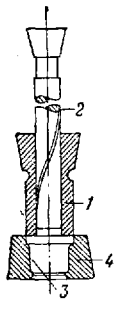


Фиг. 5.



Фиг. 6.

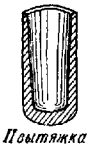
показан на фиг. 6 (высечка), и отправляется для переработки на меднолитейные заводы; такой высечки получается по весу от 20 до 25%. Вырубно-сверточный инструмент изображен на фиг. 7. Кружок вырубается вырубным пуансоном *1*, свертка же его производится сверточным пуансоном *2*, двигающимся внутри вырубного, при посредстве сверточной части *3* вырубно-сверточной матрицы *4*. Дальнейшие операции по изготовлению винтовочных гильз заключаются в вытяжке колпачка с промежуточными отжигами и в штамповке шляпки гильзы. Количество вытяжек винтовочных гильз—от 4 до 5, в зависимости от калибра и длины гильзы; штамповок делается две—предварительная и окончательная. Постепенное изменение очертания гильзы при изготовлении ее в четыре вытяжки показано на фиг. 8—14. Все вытяжки гильз производятся на обыкновенных приводн. прессах (фиг. 15), при чем для третьей и четвертой вытяжек ход станка должен быть лишь несколько больше по сравнению с первой и второй. Подача материала на вытяжные станки производится или вручную через специальную трубку или лоток, или при помощи особых автоматов; благодаря этому почти совершенно исключается



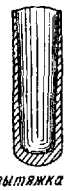
Фиг. 7.



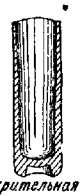
Фиг. 8.



Фиг. 9.



Фиг. 10.



Фиг. 11.

возможность несчастных случаев при работе. Вытяжной инструмент состоит из вытяжной матрицы и вытяжного пуансона (фиг. 16). Вытяжка достигается продавливанием изделия, надетого на пуансон, через матрицу, диаметр к-рой соответствует желаемому наружному диаметру изделия после вытяжки; пуансон, на который надето изделие, имеет очертание и размеры, соответствующие внутренним размерам изделия после вытяжки. Количество отдельных вытяжек гильз обусловливается, с одной стороны, механическими качествами латуни, не допускающей деформаций более чем на 40—50% от первоначальных размеров, а с другой—необходимостью получения изделий с однообразной толщиной стенок. Форсирование вытяжки неизбежно ведет к обрывам материала и перебоям в работе, разностенность же гильз может вызвать появление трещин при стрельбе, опасных как для оружия, так и для стрелка. Для избежания этих недостатков переходы гильз подвергаются между вытяжками термической обработке (отжигу) с последующими травками и промывками для удаления неизбежной окалины. Число отжигов соответствует числу вытяжек. При изготовлении винтовочных гильз в четыре вытяжки отжигается колпачок (фиг. 4), первая и вторая вытяжки (фиг. 8 и 9) и предварительная штамповка шляпок (фиг. 11). Отжиг переходов производится или во вращающихся железных барабанах в полумуфельных печах, нагреваемых нефтяными остатками при



Фиг. 12.



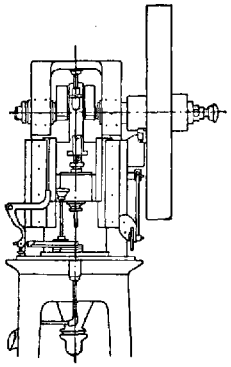
Фиг. 13.



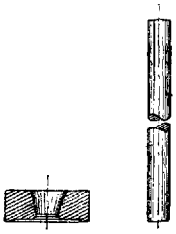
Фиг. 14.

помощи форсунок, или во вращающихся методических печах (фиг. 17), внутренность которых выложена по винтовой линии огнеупорн. кирпичом; во вращающихся печах изделия двигаются от одного края печи к друг. навстречу факелу нефтяной форсунки, помещенной по оси печи. Отжигаемые изделия, дойдя до конца печи, высыпаются из нее через особое отверстие. Методические отжигательные печи устанавливаются или с кирпичной футеровкой и непосредственным действием пламени или с чугунными винтовыми барабанами (муфельные). Муфельные печи применяются главным образом для последнего отжига в тех случаях, когда изделия достаточно тонки и непосредственное действие пламени могло бы повести к частичным пережогам. Печи с вращающимися железными барабанами менее экономичны, но зато отжиг в них более однообразен. Методическ. вращающиеся печи более экономны, но при недостаточном наблюдении за печами может произойти застревание изделий в печи и пережоги. Темп-ра отжига колеблется в пределах от 650 до 700° для первых вытяжек и от 550 до 600° для последних, тонких вытяжек. Степень отжига контролируется стрелочным прибором (фиг. 18) и определяется величиной смятия изделий при действии на них особого ножа под опреде-

ленным давлением. В методических муфельных печах при отжиге последней вытяжки $t°$ контролируется при помощи пирометра. После отжига изделия высыпаются сперва в воду, а затем их травят в растворе серной к-ты в течение ~5 м., после чего промывают проточной водой во вращающихся медных барабанах до полного удаления серной кислоты. После третьей вытяжки (фиг. 10), перед последн. отжигом, производится предварительная штамповка капсюльного гнезда на горизонтальных штамповочных станках (фиг. 19) при помощи инструмента, изображенного на фиг. 20. Изделие перед штамповкой помещается в особой матрице *1*, в

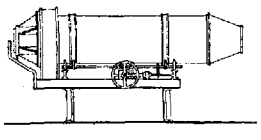


Фиг. 15.

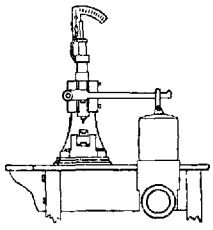


Фиг. 16.

которую подается пуансоном *2*; с противоположной стороны на изделие надвигается штамп *3* и выштамповывает в дне гильзы капсюльное гнездо. После четвертой вытяжки гильз (фиг. 12) производится обрезка изделия (фиг. 13). Обрезка преследует цель: получить изделия одинаковой длины с ровным обрезом и удалить верхнюю часть тянутой трубки, к-рая неизбежно получается весьма тонкой и разностенной. Обрезка изделий делается на особых станках (фиг. 21) при помощи быстро вращающегося круглого резака. После обрезки производится окончательная штамповка шляпки (головки) гильзы (фиг. 14) на таких же горизонтальных



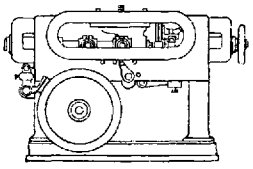
Фиг. 17.



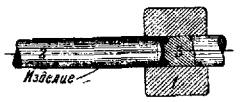
Фиг. 18.

станках, как и предварительная штамповка. При штамповках как предварительной, так и окончательной существенную роль играет равномерность предшествующих отжигов и однообразие толщины дна, так как при одной установке инструмента пропускается большое количество изделий, допуски же в размерах окончательного изделия не превышают 0,075—0,13.

Следующая операция заключается в пробивке или просверливании затравочных отверстий, через которые огонь от капсюля передается пороховому заряду. Для ружейных и револьверных гильз, в которых дно гильзы не слишком толсто, предпочтительна пробивка отверстий на прессах при помощи



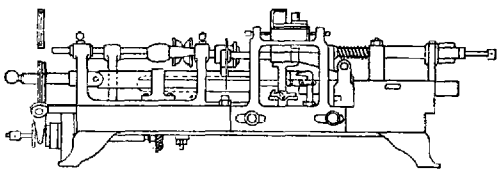
Фиг. 19.



Фиг. 20.

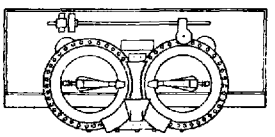
игол из рояльной проволоки, помещаемых в особых приборах; при изготовлении пушечных гильз применяется исключительно способ высверливания отверстий калиброванными сверлами. Как видно из описания последовательного хода производства гильз, металл после всех указанных операций находится в наклепанном состоянии, т. к. ни после последней вытяжки, ни после окончательной штамповки шляпок изделия не подвергались тепловой обработке.

Дальнейшая операция заключается в образовании дульца. Эта работа требует значительной деформации изделия и м. б. осуществлена лишь над изделием отожженным. Однако подвергать изделие целиком отжигу в печах, как то делалось в промежутках между вытяжками, уже не представляется возможным, так как головку (шляпку) гильзы надо сохранить в наклепанном состоянии. Это необходимо потому, что при отжиге латуни предел ее упругих деформаций резко падает и, в случае отожженной



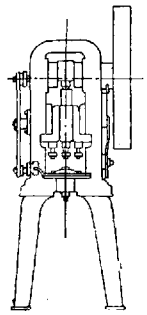
Фиг. 21.

головки гильзы, при выстреле неизбежно получалась бы, с одной стороны, тугая экстракция, а с другой стороны—выпадение капсюля из капсюльного гнезда, что недопустимо. Во избежание указанных ненормальностей отжигается лишь верхняя часть гильз, подвергающаяся в дальнейшем деформации. Отжиг дулец гильз производится на особых станках (фиг. 22) при помощи карбюрированного в форсунках бензина. Изделия, двигающиеся вместе с двумя кругами станка, подводятся к форсункам, где и подвергаются непосредственному действию пламени. Степень отжига регулируется величиной пламени форсунки и скоростью вращения подающих изделие кругов. Контроль отжига производится стрелочным прибором (фиг. 18), применяемым при отжигах вытяжек. Обжим дулец гильз производится на прессах (фиг. 23) в три приема; последовательность



Фиг. 22.

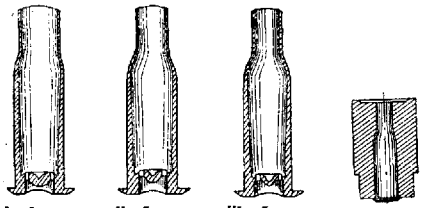
обработки указана на фиг. 24, 25 и 26. Гильзы при помощи подающего круга подводятся последовательно под три обжимных матрицы (фиг. 27), к-рые и придают им требуемую форму. Успешность описанной выше операции зависит, с одной стороны, от правильного и однообразного отжига изделий, а с другой— от правильной и однообразной толщины стенок дульца гильз. Если предыдущие операции проведены недостаточно тщательно, брак на обжиме дулец может достичь весьма больших размеров. Брак на этой обработке заключается гл. образом в образовании складок и трещин на дульце и скате гильз.



Фиг. 23.

Последней операцией по изготовлению гильз является обточка дулец и шляпок гильз, т. е. придание гильзе окончательных лекальных размеров по длине и диаметру шляпок. Эта работа производится на специальных обточечных станках, на которых гильзе сообщается быстрое вращательное движение и особые резаки обтачивают излишний металл как с шляпки, так и с дульца.

В процессе фабрикации гильзы подвергаются промывкам (наприм., перед обточкой) в барабанах и последующей просушке. Сушка производится или на лотках в сушильных шкафах, обогреваемых калориферами,

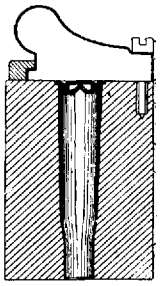


I обжим *II обжим* *III обжим*

Фиг. 24. Фиг. 25. Фиг. 26. Фиг. 27.

или в специальных автоматических сушильнях при помощи горячего воздуха с утилизацией отходящих газов отжигательных печей. Вполне готовые гильзы в некоторых случаях протираются в дубовых опилках во вращающихся барабанах. Дульца гильз после их формирования находятся в наклепанном состоянии, при чем этот наклеп в дальнейшем при вставке и закреплении пули повышается. Латунь в наклепанном состоянии весьма плохо выдерживает хранение, поэтому гильзы, предназначенные для длительного хранения, должны быть подвергнуты вторичному отжигу дулец. Эта операция производится на таких же отжигательных станках, на каких делался отжиг перед обжимом дулец. Если не сделать второго, предохранительного отжига дулец, то, при хранении патронов, через весьма непродолжительное время на дульцах гильз появляются трещины, которые со временем увеличиваются настолько, что пуля вываливается из гильзы; это явление обнаруживается еще быстрее при хранении патронов в неотапливаемых помещениях.

Перед пуском в снарядку гильзы д. б. осмотрены для выделения разного рода брака как от работы, так и от дефектов самого металла; кроме того, гильзы подвергаются поверке по лекалам. Для лекальной поверки или пользуются специальными станками или эти операции производятся вручную. Окончательную лекальную поверку гильз производят на особых к а м о р н ы х станках, на которых все гильзы проверяют на вхождение их в камору (фиг. 28). Камора имеет несколько меньшие размеры, чем патронник ружья, так что такая поверка гильз гарантирует от невхождения их в патронник. Гильзы, не вошедшие в камору, подвергаются переделке — переобжиму дулец и переобточке, после чего их вновь пропускают через каморные станки. **А. Харинский.**

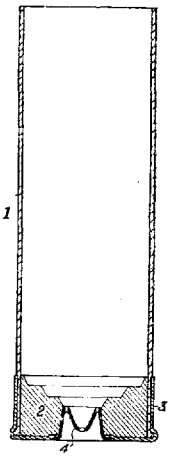


Фиг. 28.

О х о т н и ч ь и г и л ь з ы (для стрельбы из охотничьих дробовых ружей, заряжающихся с казенной части).

Изготовляются из латуни и бумаги. Способ производства латунных гильз почти тождественен с производством винтовочных гильз, с той только разницей, что последние операции формования дульца здесь заменены конусной калибровкой всей гильзы. Уменьшение диаметра к концу гильзы составляет при этом обычно 0,3—0,4 *мм*. При стрельбе конус давлением пороховых газов расправляется, и поэтому через несколько выстрелов гильза д. б. прокалибрована. Калибровка производится самим охотником при помощи металлического кольца, через к-рое прогоняется гильза ударами деревян. молотка. Продолжительность службы латунной гильзы определяется в 100—150 выстрелов.

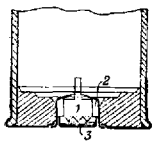
Бумажные гильзы изготовляются двух сортов—однострельные и многострельные, при чем последние при употреблении бездымных порохов имеют внутри цилиндрическ. вставок из жести, в к-ром помещается заряд пороха. Однострельные бумажные гильзы обычно не переснаряжаются и рассчитаны на 1 выстрел. На фиг. 29 представлен разрез бумажной однострельной гильзы, где *1*—бумажная трубка, *2*—внутренний пыж-поддон, *3*—латунная головка, *4*—гнездо для капсюля. Многострельные гильзы (фиг. 30) выдерживают 3—5 выстрелов и имеют гнездо *2* для капсюля *3* с особой гребенкой-наковальней *1*. Гильзы под бездымные пороха б. ч. изготовляются под франц. закрытый капсюль Жевело. Эти гильзы (фиг. 31) имеют в центре шляпки калиброванное отверстие *2* под капсюль Жевело, к-рый заключает в себе и наковальню и жестяной вставок-цилиндр *1* для пороха.



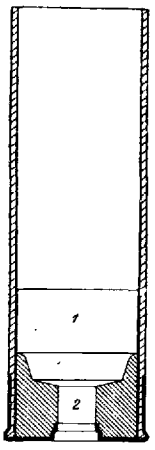
Фиг. 29.

Заводский способ изготовления бумажных гильз заключается в следующем. В работу идет особый сорт бумаги, так наз. патрон-

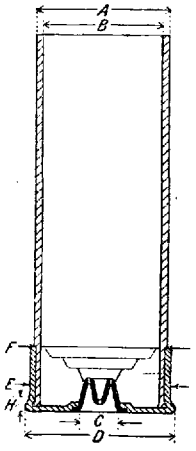
ная, имеющая точно ограниченную толщину в пределах 0,13—0,15 *мм*; вес 1 *м*² этой бумаги 115 *г* с допуском ±3%. Механич. свойства ее: лента, вырезанная из любого места рулона, длиной 150 *см* и шириной 10 *см*, должна выдерживать временное сопротивление от 28 до 38 *кг* при удлинении ленты от 3 до 5%. Влажность употребляемой бумаги для гильз не должна превышать 0,75%. Бумагу разрезывают на листы требуемого размера, смачивают жидким горячим клеем и навертывают в 7-8 оборотов на металлический цилиндр, имеющий размер внутреннего диам. гильзы. Работа производится на специал. машинах или вручную. Клей употребляется мездровый, специально обработанный и сообщающий гильзе необходимую эластичность. Полученная т. о. трубка снимается с цилиндра и подвергается сушке, сначала при комнатной $t°$ в течение 2—3 суток, а затем в сушильных шкафах при 30—35° и сильной циркуляции воздуха. После сушки в течение 1 суток трубки еще выдерживают в обычной $t°$ (15—17°) в течение месяца и только после этого пускают в работу.



Фиг. 30.



Фиг. 31.



Фиг. 32.

Начальная операция в производстве—это калибровка и полировка трубок. Надетые на стальной цилиндр трубки протаскивают на волочильном цепном станке через матрицу соответствующего калибра. После этого трубку разрезывают на куски длиною 64,5, 69,5 или 74,5 *мм*. В трубку закладывают внутренний пыж-поддон, склеенный из оберточной бумаги и отштампованный по размеру внутреннего диаметра гильзовой трубки, и надевают на нее латунную головку-шляпку с гнездом для капсюля. Латунные части гильзы, головка и гнездо, изготовляются из латуни обычным способом вытяжки и штамповки. Собранная таким обр. гильза подвергается предварительному прессованию, к-рое скрепляет все части гильзы и делает борт в латунной головке. После этого гильзу прессуют окончательно и одновременно калибруют на специальном прессе. Далее происходит вставка капсюля, просмотр и упаковка.

Обозначениям на фиг. 32 соответствуют следующие размеры охотничьих гильз нормальных калибров:

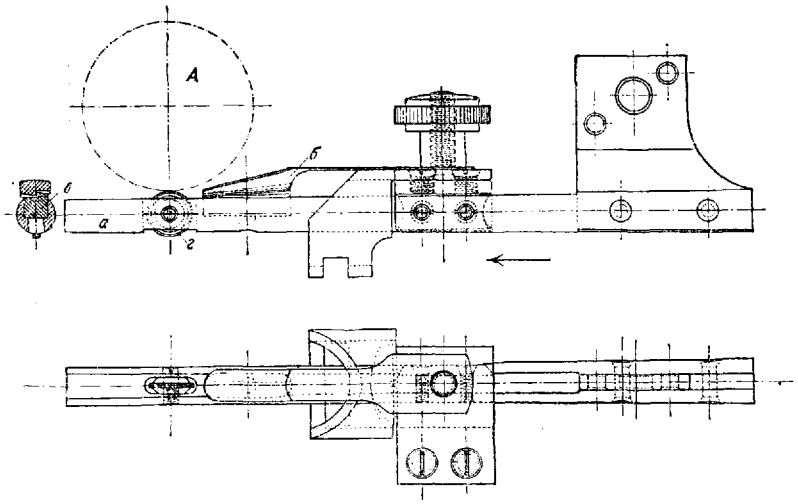
Кал.	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*
12	20,00	18,55	6,41	22,10	20,10	20,00	1,35
	20,20	18,75	6,45	22,30	20,30	20,20	1,55
16	18,45	17,00	6,41	20,50	18,55	18,45	1,35
	18,65	17,20	6,45	20,70	18,75	18,65	1,55
20	17,35	15,88	6,41	18,89	17,55	17,35	1,30
	17,55	16,08	6,45	19,09	17,75	17,55	1,50
24	16,30	14,75	6,41	18,30	16,60	16,30	1,30
	16,50	14,95	6,45	18,50	16,80	16,50	1,50
28	15,30	14,20	6,41	17,16	15,45	15,30	1,30
	15,50	14,40	6,45	17,26	15,65	15,50	1,50

Верхние числа в табл. означают точные размеры, нижние—допуски. **Н. Перфильев.**

ГИЛЬЗОВЫЕ МАШИНЫ, автоматич. машины для производства папиросных гильз. Сложность, точность механизмов и деликатность многих деталей требуют очень внимательного и постоянного ухода за этими машинами. Вследствие их высокой производительности каждый простой влечет за собою большую недовыработку, поэтому замена изношенных деталей новыми должна производиться с минимальной затратой времени. Последнее осуществимо лишь при условии, что завод, изготовляющий Г. м., работает по принципу взаимозаменяемости, дающей возможность ставить новые детали на машину без особой подгонки. Для осуществления сложных процессов, выполняемых отдельными исполнительн. механизмами машины, необходимо большое количество движений. При соблюдении компактности, малого габарита и возможно упрощенного обслуживания, в конструкцию необходимо ввести разнообразные эксцентрики. Хотя эксцентриковая передача менее совершенна, чем кривошипная, тем не менее она имеет свои незаменимые достоинства: компактность, простоту, малое число частей, легкую заменяемость и дешевизну. Расход энергии на гильзомундштучную машину столь мал ($^1/_2$—$^3/_4$ Hp), что невысокий кпд эксцентриковой передачи играет ничтожную роль в экономии силового хозяйства.

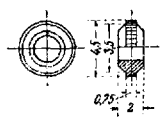
Задача гильзомундштучной машины заключается в выработке гильзы и мундштука (патрона) и вдвигании патрона в гильзу. Материалом для гильзы служит лента тонкой гильзовой бумаги, а для патрона—лента твердой полукартонной бумаги (политура). Рулон гильзовой бумаги (бобина) насаживается на ось, разматывается при помощи валиков, при чем гильзовая лента затягивается в особый механизм—брошку (фиг. 1), в которой бумага свертывается около продольной оси; при этом края бумаги зафальцовываются. Бумага движется вдоль стрелки, изображенной на чертеже, охватывая основной стержень *a*, проходит краями

под так назыв. шовным приспособлением *б* (в разрезе—*в*), откуда в зафальцованном виде шов подводится под молетку *А*, при чем молетка *г* остается внутри гильзовой трубки. Верхняя молетка прижимает шов к нижней молетке. Зубцы молеток устроены



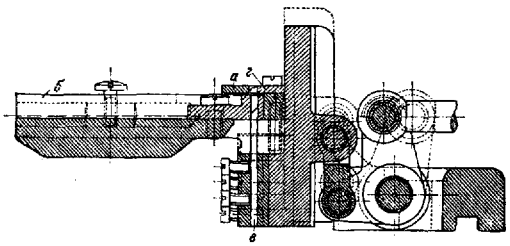
Фиг. 1.

так, что выпуклый контур нижней входит в вогнутый контур наружной. Шаги же зубцов рассчитаны таким образом, чтобы зубец одной молетки при толщине шва попадал во впадины верхней (или наружной). При этом получается волнообразная линия прессования фальца. Вид внутренней молетки дан на фиг. 2. Производство шва идет непрерывно, участки же сплошной трубки отрезаются ножницами, имеющими возвратно-поступательное движение. Ход ножниц регулируется в зависимости от желаемой длины гильзовой трубки или папиросы. Скорость движения ножниц равна скорости движения ленты.



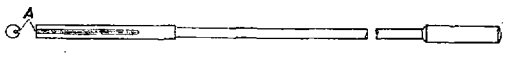
Фиг. 2.

Процесс превращения политурной бумаги в мундштук не менее сложен. Лента политуры сматывается со своей бобины и затем поступает под просечку (фиг. 3). Бумажная полоса скользит под направляющей пластинкой *а* по столу *б* и попадает между



Фиг. 3.

матрицей и рядом пуансонов, которые высекают по краю бумаги зубчатый контур, служащий для того, чтобы при свертывании бумаги в мундштук получить звездчатую перегородку, отделяющую табак от мундштука. На фиг. 3 пуансон *в* изображен вошедшим в отверстие матрицы *г*. Весь механизм просечки имеет, как и гильзовые ножницы, возвратно-поступательное движение, т. к. просекание зубцов надо производить по краю постоянно движущейся ленты. Длина хода просечки и связанных с просечкой ножниц для отрезания участков политурной ленты зависит от заданной длины мундштука и м. б. регулируема. Отрезок картона с просеченным краем должен быть свернут, для чего он поступает в закрутку, глав. частью к-рой является шпиндель (фиг. 4). Отрезан. кусок мундштучной ленты краем отреза входит в щель *А* шпинделя, который помещен в специальную втулку. При повороте шпинделя картон обертывается вокруг шпинделя, образуя трубку, стенки которой представляют собой скрученную спиралью политурную бумагу. После скручивания трубка особым проталкивателем вгоняется в гильзу. Для свободного входа в гильзу патрон скручивают до диаметра несколько меньшего, чем диаметр гильзы. При этом, вследствие слабой упругости картона, он не будет плотно прилегать к внутрен. поверхности гильзы. С другой стороны, при закручивании край бумаги, который захвачен шпинделем, остается несколько отогнутым.



Фиг. 4.

Для придания патрону правильной цилиндрической формы, при которой он бы плотно прилегал к стенке гильзы, и для выравнивания его внутреннего края применяется раскрутка, представляющая собою рифленый цилиндрик с затоненным на конус концом для свободного введения в мундштук. Раскрутка вращается против направления спирали и раскручивает последнюю. Указанные механизмы являются основными в гильзомундштучных машинах всех конструкций. Скручивание гильзовой ленты, производство шва, просекание мундштучной бумаги, свертывание последней и раскатка производятся всеми гильзовыми машинами; различие заключается лишь в методах исполнения упомянутых процессов, в конструктивных деталях.

В СССР производятся гильзы с мундштуками, за границей же папиросы фабрикуются почти исключительно без мундштуков и поэтому конструкции иностранных гильзовых машин менее сложны. Табачные фабрики в СССР снабжаются гильзомундштучными машинами исключительно отечественного производства конструкций Раковицкого, Айваза, Тильманса и др. Наиболее приняты

на фабриках машины систем М. Элинсона, производства завода им. Энгельса (бывший Айваза), и Семенова, производства завода им. Макса Гельца (бывший Семенова); оба завода—в Ленинграде. Производительность двойной машины М. Элинсона до 90 000—100 000 штук гильз за восьмичасовой день, системы Семенова—55 000—60 000 шт. Число об/м. машины Элинсона—125, машины Семенова—120. До 1914 года оба завода поставляли машины в Финляндию, Швецию, Германию, Ю. Америку, Турцию, Болгарию и друг. Дрезденская фабрика «Универсаль» выпустила недавно быстроходную гильзомундштучную машину производительностью в 250 000 гильз в день, однако, без раскруточного механизма, но ее продукция качественно ниже продукции, вырабатываемой русскими машинами. В настоящее время наши конструкторы работают над созданием типа быстроходной гильзомундштучной машины, приспособленной к нашему сырью и снабженной аппаратом для раскрутки. На табачных фабриках СССР работает в настоящее время 2 500 гильзомундштучных машин разных систем; из них системы Элинсона—700, Семенова—450, Раковицкого—850, прочих—500. В последнее время, в связи с ростом продукции табачных ф-к, последние оборудуются *папиросонабивными машинами* (см.) удвоенной, сравнительно с прежними машинами, производительности. **Г. Трахтенберг.**

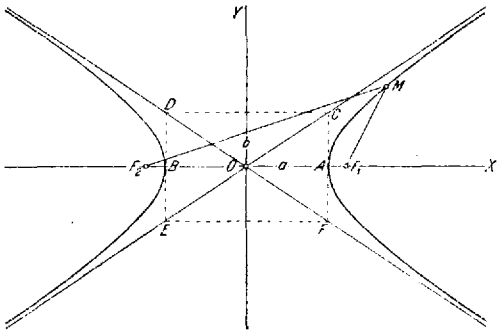
ГИЛЬСОНИТ, уинтанит, относится к асфальтитам, являясь первым в их ряду по своим свойствам. Цвет в массе черный, излом раковистый, блеск яркий, черта бурая, очень ломок, не проводит электричества, удельный вес 1,05—1,10, тв. по Мосу 2—2,5, твердость по игле пенетрометра при 25° равна 0, твердость по консистометру при 25° равна 90—120, запах при нагревании характерный, плавится при 98—125°, образуя густую вязкую массу, в пламени размягчается, течет и горит ярким пламенем, как сургуч; твердого углерода содержит 10—20%, растворим в сероуглероде в количестве свыше 98%, а также, в отличие от *грагамита* (см.), в алкоголе; минеральных веществ содержит меньше 1%. Один из самых ценных асфальтов для производства красок и лаков в смеси с блестящими смолами и пеками жирных кислот, с которыми смешивается легко в любых пропорциях, отличаясь этим от грагамита. Единствен. месторождение—в бассейне Уинта, в штате Юта С. Ш. А. в виде свиты параллельных, почти вертикальных жил, мощностью от 25 *мм* до 5,5 *м*, с прослеженным простиранием до 15 *км*.

ГИНЬЕТОВА ЗЕЛЕНЬ, минеральная краска, состоящая из гидрата окиси хрома $Cr_2O_3.2\,H_2O$; получается сплавлением равн. частей хромпика с борной кислотой; раскаленную массу бросают в воду и кипятят до полного растворения борной к-ты. Краска отличается необычайной стойкостью к свету, к слабым к-там и щелочам; от сероводорода темнеет; не ядовита; применяется в малярном деле для масляной краски. В продаже гиньетова зелень известна под названиями: зелень Паннетье, зелень Митлера; суррогат гиньетовой зелени, состоящий из смеси берлинской лазури и желтого крона, называется зелень Виктория.

ГИПЕРБОЛА, кривая 2-го порядка (см. *Конические сечения*). Ее уравнение в канонической форме имеет вид:

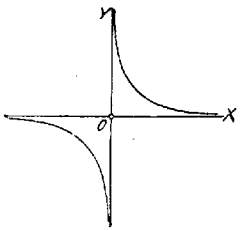
$$\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}=1.$$

Кривая состоит из двух ветвей, уходящих в бесконечность (фиг. 1). Если система координат прямоугольная, то оси координат в этом случае являются главными осями Г.: ось OX—действительной, ось OY—мнимой осью; величина $2a$ называется длиной действительной оси, а $2b$—мнимой оси Г. Точки пересечения Г. с действительной осью A



Фиг. 1.

и B называются вершинами Г. Начало координат O есть центр Г. Точки F_1 и F_2, лежащие на действительной оси на расстоянии $c=\sqrt{a^2+b^2}$ от центра называются фокусами. Г. может быть определена как геометрическ. место точек, разность расстояний которых до двух фокусов есть величина постоянная, равная $2a$; $MF_2-MF_1=2a$. Диагонали прямоугольника $CDEF$, построенного на осях Г., являются ее асимптотами; при удалении в бесконечность ветви Г. безгранично приближаются к асимптотам (см. *Асимптотическое приближение*). Если действительная и мнимая ось равны ($a=b$), Г. называется равнобочной; ее асимптоты образуют с осями координат углы в 45° и взаимно



Фиг. 2.

перпендикулярны. Ур-ие равнобочной Г. получает особо простой вид (фиг. 2), если за оси координат взять асимптоты: $y=\frac{m}{x}$.

Лит.: см. *Аналитическая геометрия.* **В. Степанов.**

ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ суть: синус гиперболический от x (sinh x, или sh x, или $\mathfrak{Sin}\,x$), косинус гиперболическ. (cosh x, или ch x, или $\mathfrak{Cos}\,x$), тангенс гиперболич. (tgh x, или th x, или $\mathfrak{Tg}\,x$), котангенс гиперболич. (cth x, или $\mathfrak{Cotg}\,x$). Они определяются формулами:

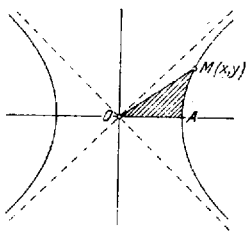
$$\operatorname{sh}x=\frac{e^x-e^{-x}}{2},\quad \operatorname{ch}x=\frac{e^x+e^{-x}}{2},\quad \operatorname{th}x=\frac{\operatorname{sh}x}{\operatorname{ch}x},$$
$$\operatorname{cth}x=\frac{\operatorname{ch}x}{\operatorname{sh}x}.$$

При изменении x от 0 до ∞, sh x изменяется от 0 до ∞, ch x—от 1 до ∞, th x—от 0 до 1, cth x—от ∞ до 1; sh x, th x и cth x—функции

нечетные [т. е., например, $\mathrm{sh}\,(-x)=-\mathrm{sh}\,x$], а ch x—функция четная [$\mathrm{ch}\,(-x)=\mathrm{ch}\,x$]. Основное соотношение:

$$\mathrm{ch}\,x-\mathrm{sh}^2x=1.$$

Свое название Г. ф. получили от геометрическ. значения. Уравнение равнобочной гиперболы $x^2-y^2=1$ может быть представлено в параметрич. форме: $x=\mathrm{ch}\,t$, $y=\mathrm{sh}\,t$, где t есть удвоенная площадь сектора MOA (см. фиг.). Связь гиперболических функций с тригонометрическими функциями (мнимого аргумента):



$$\mathrm{ch}\,x=\cos ix,\quad \mathrm{sh}\,x=-i\sin ix,$$

где

$$i=\sqrt{-1}.$$

Если ввести вспомогательный угол φ уравнением $\mathrm{th}\,x=\sin\varphi$, то найдем:

$$\mathrm{sh}\,x=\mathrm{tg}\,\varphi,\quad \mathrm{ch}\,x=\sec\varphi.$$

Ф-лы сложения:

$$\mathrm{sh}\,(x+y)=\mathrm{sh}\,x\cdot\mathrm{ch}\,y+\mathrm{ch}\,x\cdot\mathrm{sh}\,y;$$
$$\mathrm{ch}\,(x+y)=\mathrm{ch}\,x\cdot\mathrm{ch}\,y+\mathrm{sh}\,x\cdot\mathrm{sh}\,y.$$

Ф-лы дифференцирования:

$$\frac{d\,\mathrm{sh}\,x}{dx}=\mathrm{ch}\,x,\quad \frac{d\,\mathrm{ch}\,x}{dx}=\mathrm{sh}\,x,\quad \frac{d\,\mathrm{th}\,x}{dx}=\frac{1}{\mathrm{ch}^2x},$$
$$\frac{d\,\mathrm{cth}\,x}{dx}=-\frac{1}{\mathrm{sh}^2x}.$$

Обратные Г. ф. носят названия: ареа синус гиперболический и т. д. (ареа—площадь). Выражения этих ф-ий и их производных (через натуральные логарифмы) следующие:

$$\mathrm{Ar\,sh}\,x=\ln\left(x+\sqrt{x^2+1}\right);$$
$$\frac{d\,\mathrm{Ar\,sh}\,x}{dx}=\frac{1}{+\sqrt{x^2+1}}\qquad(-\infty<x<+\infty);$$
$$\mathrm{Ar\,ch}\,x=\ln\left(x\pm\sqrt{x^2-1}\right);$$
$$\frac{d\,\mathrm{Ar\,ch}\,x}{dx}=\frac{1}{\pm\sqrt{x^2-1}}\qquad(1\leqslant x<+\infty);$$
$$\mathrm{Ar\,th}\,x=\frac{1}{2}\ln\frac{1+x}{1-x};$$
$$\frac{d\,\mathrm{Ar\,th}\,x}{dx}=\frac{1}{1-x^2}\qquad(|x|<1);$$
$$\mathrm{Ar\,cth}\,x=\frac{1}{2}\ln\frac{x+1}{x-1};$$
$$\frac{d\,\mathrm{Ar\,cth}\,x}{dx}=-\frac{1}{x^2-1}\qquad(|x|>1).$$

Особенно применимы вытекающие отсюда ф-лы интегрального исчисления, например:

$$\int\frac{dx}{\sqrt{x^2-a^2}}=\mathrm{Ar\,ch}\,\frac{x}{a}+C$$

и т. д. Или при интегрировании с помощью подстановки

$$I=\int\frac{dx}{(x^2-1)^{\frac{3}{2}}};$$

полагаем $x=\mathrm{ch}\,t$, тогда

$$dx=\mathrm{sh}\,t\,dt;$$

$$I=\int\frac{\mathrm{sh}\,t\,dt}{\mathrm{sh}^3t}=\int\frac{dt}{\mathrm{sh}^2t}=-\mathrm{cth}\,t+C=-\frac{x}{\sqrt{x^2-1}}+C.$$

В технике весьма большое значение имеет возможность выражать интегралы линейных дифференциальных ур-ий с постоянными коэффициентами при помощи Г. ф. от комплексного аргумента. Этот метод позволяет чрезвычайно наглядно изображать соотношения в длинных линиях электропередачи, распределение плотности тока в пазах электрич. машин и т. д. При вычислениях с Г. ф. комплексного аргумента пользуются изображением этих ф-ий в виде:

$$\mathrm{ch}\,(x+iy)=a+ib,$$
$$\mathrm{sh}\,(x+iy)=c+id$$

и применяют таблицы, где приведены значения a, b, c, d в ф-ии от x, y; или же изображают Г. ф. в тригонометрическом виде:

$$\mathrm{ch}\,(x+iy)=ce^{i\gamma};\ \mathrm{sh}\,(x+iy)=se^{i\delta};$$
$$\mathrm{th}\,(x+iy)=te^{i\tau},$$

где

$$c=\sqrt{\cos^2y+\mathrm{sh}^2x};\ \mathrm{tg}\,\gamma=\mathrm{tg}\,y\,\mathrm{th}\,x;$$
$$\mathrm{tg}\,\delta=\mathrm{tg}\,y\,\mathrm{cth}\,x;\ \mathrm{tg}\,\tau=\frac{\sin 2y}{\mathrm{sh}\,2x};$$
$$s=\sqrt{\sin^2y+\mathrm{sh}^2x};\ t=\frac{s}{c}.$$

Существуют таблицы и номограммы, где c, γ, s, δ, t, τ приведены в функции от x, y; особенно номограммы Кеннели удобны для быстрых вычислений с такого рода ф-иями.

Лит.: Jahnke E. u. Emde F., Funktionentafeln mit Formeln u. Kurven, Lpz., 1923; Kennelly A. E., The Application of Hyperbolic Functions to Electrical Engineering Problems, N. Y., 1925; Kennelly A. E., Tables of Complex Hyperbolic a. Circular Functions for the Use of Electrical Engineers a. in Mathematics a. Physics, Cambridge, Mass., 1914; Kennelly A. E., Chart Atlas of Complex Hyperbolic a. Circular Functions, Cambridge, Mass., 1914; Cohen L., Formulae a. Tables for the Calculation of Alternating Current Problems, N. Y., 1913.

ГИПЕРБОЛОИД, поверхность второго порядка. Известны два вида Г.: однополый Г., определяемый ур-ием, отнесенным к осям симметрии:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=1,$$

и двуполый Г., определяемый ур-ием:

$$\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=1.$$

ГИПЕРГОН, широкоугольный фотографический объектив Герца—анастигмат, составленный из двух полусферических перископич. линз. Г. охватывает угол в 135°; хроматически он не исправлен, что не является недостатком при его малой светосиле ($F:22$); ослабление яркости света по краям компенсируется звездчатой диафрагмой.



ГИПЕРФОКАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ, расстояние от объектива до точки, на которую следует его наводить для получения резкого изображения предметов, лежащих не только в так называемой абсолютной бесконечности, но и в более близких планах. Если наводка объектива сделана на это расстояние, то задняя граница глубины резкости лежит уже в бесконечности, а передняя будет отстоять от объектива на расстоянии, равном половине Г. р. При кинематографических съемках, благодаря малому размеру изображения на кинокадре и последующему очень значительному его увеличению при проектировании на экран, требуется значительно бóльшая резкость, чем при обыкновенных фотографических работах, где допускаемая степень нерезкости, т. е. диаметр точки рассеяния принимается равным 0,1 *мм*. Пределом же резкости при киносъемках являет-

ся диаметр зерна эмульсии негативной кинопленки, в среднем равный $^1/_{30}$ *мм*. Ф-ла для вычисления Г. р. при диаметре точки рассеяния, равном $^1/_{30}$ *мм*, следующая:

$$D = \frac{3\,(100 \cdot F)^2}{n},$$

где D—искомое Г. р., F—фокусное расстояние объектива, выраженное в долях *м*, а n—относительное отверстие, т. е. диафрагма, при которой будет работать в вычисляемом случае объектив. В прилагаемой таблице даны (в *м*) Г. р. объективов наиболее часто употребляемых в кинематографии фокусных расстояний, при диаметре точки рассеяния в $^1/_{30}$ *мм*.

Знание Г. р. необходимо и для вычисления границ глубины резкости при наводке объектива на определенное расстояние, что крайне важно при съемке сцен с многочисленными, разноудаленными планами. Для вычисления границ резкости Лобель дает следующие удобные ф-лы:

$$T_I = \frac{d\,(D+F)}{D-d} \text{ и } T_{II} = \frac{d\,(D+F)}{D+d},$$

где T_I—искомое расстояние задней границы глубины резкости, T_{II}—расстояние передней границы, D—Г. р. объектива при данной диафрагме, d—расстояние аппарата до снимаемого предмета, а F—фокусное расстояние.

Гиперфокальные расстояния.

Фокусное расстояние в *мм*	Диафрагмы									
	1,5	2	2,5	3,5	4,5	5,6	8	11	16	22
35	24,5	18,3	14,7	10,5	8,2	6,6	4,6	3,3	2,3	1,6
42	35,3	26,5	21,2	15,1	11,7	9,4	6,6	4,8	3,3	2,4
50	50,0	37,5	30,0	21,4	16,6	13,4	9,45	6,7	4,6	3,4
75	112,0	84,0	67,0	48,2	37,5	30,1	21,1	15,4	10,5	7,6
120	—	—	—	—	96,0	77,0	54,0	39,0	27,0	19,6

Однако, на практике производство вычисления во время съемки затруднительно, а таблицы глубин резкости, приводимые в многочисленных руководствах, непригодны для кинооператоров, т. к. составлены для фотографических целей, т. е. для диаметра точки рассеяния в 0,1 *мм*.

Лит.: Гальперин А., О рациональном использовании глубины резкости киносъемочных объективов, М.—Л., 1927. **Ю. Желябужский.**

ГИПОСУЛЬФИТ, тиосульфат, серноватистокислый натрий $Na_2S_2O_3.5H_2O$, образует прозрачные моноклинические кристаллы, которые при обычной $t°$ на воздухе устойчивы, при 33° выветриваются. При 45—50° Г. плавится в собственной кристаллизационной воде; по охлаждении расплавленная масса остается жидкой, что объясняется свойством Г. легко образовывать пересыщенные растворы; при 215° он теряет кристаллизационную воду, при 233° разлагается, выделяя серу; при действии сильных кислот на раствор Г. происходит разложение с выделением серы.

Получение. В технике Г. получается следующими методами.

1) Окислением сернистого кальция (или гидросульфида кальция) кислородом воздуха. Сернистый кальций находится в отбросах производства при получении соды по способу Леблана. Окисление идет с выделением большого количества тепла; в виду того, что при повышенной $t°$ образуется не Г., а смесь сульфата и сульфита, массе не следует давать нагреваться; для устранения сильного разогревания гидросульфид кальция смешивают с сульфатом и продуктами выщелачивания Г. из предыдущей получки. Полученную массу подвергают повторному выщелачиванию; при этом находящийся в смеси сернокислый натрий переходит в нерастворимый в воде гипс. Реакция протекает по уравнениям:

$$Ca(SH)_2 + 2\,O_2 = CaS_2O_3 + H_2O,$$
$$CaS_2O_3 + Na_2SO_4 = Na_2S_2O_3 + CaSO_4,$$

2) Пропусканием воздуха над нагретым до 150° гидросульфидом натрия. Сухой гидросульфид получается пропусканием при 300° сероводорода над безводным сернистым натрием. Образовавшийся Г. очищают перекристаллизацией.

3) Из сернистого натрия и сернистого ангидрида. Реакция идет по ур-ию:

$$2\,Na_2S + 3\,SO_2 \rightarrow 2\,Na_2S_2O_3 + S.$$

Сернистый ангидрид следует пропускать только до момента появления кислой реакции, так как избыток его ведет к образованию политионовых соединений. По окончании пропускания раствор нейтрализуют сернистым натрием, выпаривают и дают кристаллизоваться. Если желательно получить мелкие кристаллы гипосульфита, то кристаллизацию ведут при непрерывн. размешивании.

4) Из сульфита натрия и серы. Сначала, пропуская сернистый газ в бикарбонат натрия, получают бисульфит натрия, который затем смешивают с новой порцией бикарбоната и нагревают до 100°; при этом выделяется углекислота и получается сульфит:

$$\underset{\text{бисульфит натрия}}{NaHSO_3} + NaHCO_3 = \underset{\text{сульфит натрия}}{Na_2SO_3} + H_2O + CO_2.$$

Реакцию присоединения серы ($Na_2SO_3 + S = Na_2S_2O_3$) ведут в цилиндре с двойными стенками и мешалкой. Сначала в цилиндр загружают серу и расплавляют ее, нагревая паром; затем прибавляют сульфит, повышая темп-ру до 120—130°. Непрореагировавшую серу отделяют, растворяя плав в воде.

5) Значительное количество Г. получают как отброс производства при получении сернистых красителей, особенно черного сернистого. Последний приготовляют кипячением динитрофенола с полисульфидом натрия. При этом полисульфид переходит в Г. Так как при последующем пропускании воздуха краситель почти целиком осаждается, то из раствора кристаллизуется чистый Г. По этому методу получалось столько Г., что он не находил себе сбыта. Фирма AGFA получала из него обратно серу и сульфат натрия. Для этого в концентрированный раствор Г. при нагревании пропускали сернистый газ:

$$2\,Na_2S_2O_3 + SO_2 = 2\,Na_2SO_4 + 3\,S.$$

Применение. Г. в кожевенном производстве идет для восстановления бихромата при *дублении* (см.); с введением для хромового дубления хромовых квасцов потребление Г. сильно понизилось. Г. широко применяется при белении тканей и бумаги (как антихлор), в фотографии для удаления неразложившегося галоидного серебра на пластинке негатива (см. *Фотография*), для добывания серебра из шлама, при крашении тканей (для получения HgS и Sb_2S_3), для приготовления охладительных смесей и как противоядие при отравлении синильной кислотой HCN. Важно применение Г. в объемном анализе, основанное на его способности быстро реагировать с иодом:

$$2\,Na_2S_2O_3 + J_2 = Na_2S_4O_6 + 2\,NaJ.$$

Эта реакция является основанием *иодометрии* (см.).

Исследование Г. Для нек-рых целей (напр., в фотографии) Г. должен быть абсолютно свободен от сульфидов. Присутствие последних определяется уксуснокислым свинцом или нитропруссидным натрием. Кроме сульфида, Г. может быть загрязнен сульфатом и сульфитом. Первый открывают хлористым барием, а второй, после удаления окисью цинка сернистого натрия и подкисления уксусной к-той,—нитропруссидным натрием. Количество $Na_2S_2O_3$ в препарате определяют титрованием иодом.

Лит.: Lunge G., Handbuch der Sodaindustrie, 3 Aufl., Brschw., 1909; Handbuch der anorg. Chemie, hrsg. v. R. Abegg und Fr. Auerbach, B. 4, Abt. 1, 2, Lpz., 1921—25; Ullm. Enz., B. 8, p. 471; Schulz E., «Z. ang. Ch.», 1911, Jg. 24, p. 721. **Б. Брунс.**

ГИПОЦИКЛОИДА, кривая, описываемая точкой окружности радиуса r, катящейся по внутренней стороне круга радиуса R, при чем $R>r$. Уравнение Г. в параметрической форме имеет вид:

$$x = (R-r)\cos\varphi + r\cos\frac{R-r}{r}\varphi,$$

$$y = (R-r)\sin\varphi - r\sin\frac{R-r}{r}\varphi.$$

Кривая имеет точки возврата на окружности радиуса R, удаленные друг от друга на центральный угол $\frac{2\pi r}{R}$. Если отношение $\frac{r}{R}$ рационально, то кривая является замкнутой и алгебраической, в противном случае кривая—незамкнутая и трансцендентная. В частности, при $\frac{r}{R}=\frac{1}{2}$ получается отрезок оси x, при чем $-R\leqslant x\leqslant R$, $y=0$; при $\frac{r}{R}=\frac{1}{4}$ имеем *астроиду* (см.).

ГИППУРОВАЯ КИСЛОТА, бензоилгликоколь, $C_6H_5\cdot CO\cdot NH\cdot CH_2\cdot COOH$, была открыта в моче травоядных в конце 18 в. Г. к.с—ильпая органич. к-та, дающая хорошо кристаллизующиеся соли, гиппураты. Г. к. образует бесцветные блестящие ромбические призмы, трудно растворимые в холодн. воде (1 : 600), легко—в горячей воде и алкоголе; плавится при 188°. При кипячении со щелочами и к-тами Г. к. легко распадается на бензойную к-ту и гликоколь; синтетически легко получается при нагревании до 160° бензойной к-ты и гликоколя или действием хлористого бензоила на щелочной раствор гликоколя. Г. к. в моче травоядных содержится до 3%, в моче человека 0,1—1 *г* на суточное количество. **О. Магидсон.**

ГИПС, минерал, состава $CaSO_4\,.\,2\,H_2O$; уд. вес 2,2—2,4, твердость по Мосу 1,5—2, растворимость в воде 2,267% при 0°. Встречается в виде крупных бесцветных кристаллов или в виде мелкокристаллического или плотного, реже—волокнистого, аггрегата; окраска мелких кристаллов в массе—белая; в случае примесей получается другая окраска (бурая, красноватая). Гипс обыкновенно образует залежи и штоковидные массы вместе с глинами, мергелями, известняками, каменной солью, ангидритом. В СССР залежи Г. имеются во многих местах. Белая просвечивающая плотная или тонкозернистая разновидность Г. встречается на Украине (возле гор. Артемовска, Славянска, а также в Каменецком окр.), в Оренбургской губ. (Илецкая защита); имеются также ломки в Казанском районе. Волокнистая полупрозрачная разновидность Г., желтоватого и золотисто-красного цвета, называемая селенитом, встречается в Кунгурском округе Уральской области.

Природный Г. применяется в строительном деле после соответственной обработки. Обработка двуводного Г. ($CaSO_4.2\,H_2O$) заключается в обжиге и в измельчении в тонкий порошок, при чем: а) при $t°$ обжига в 130—170° образуется полуводный, штукатурный Г., состава $CaSO_4.0{,}5\,H_2O$ (называемый также алебастром); будучи затворен с водой, полуводный Г. быстро схватывается и твердеет; употребляется для штукатурных и лепных работ и в медицине (для повязок); б) при $t°$ обжига до 200° получается продукт, схватывающийся более медленно и идущий для тех же целей, что и штукатурный гипс; в) при $t°$ обжига в 400—750° образуется безводный $CaSO_4$(ангидрит), представляющий пережог Г., «мертвый» Г., практически не схватывающийся с водой и отвечающий по своему составу и минералогическим качествам естественному минералу ангидриту; г) при обжиге алебастрового камня при $t°$ 900—1 000° получается гидравлический Г. (Estrichgips), представляющий собой смесь нерастворимого ангидрита с основным сульфатом или со свободной известью; с водой он схватывается медленнее, чем штукатурный гипс, но дает более твердую и плотную массу; употребляется для плит, полов и разных каменных работ, а также при изготовлении патентованных *цементов* (см.). Явление схватывания штукатурного Г. заключается в кристаллизации двуводного Г. из пересыщенного раствора полуводного Г., растворимость которого более растворимости двуводного Г. Эта кристаллизация сопровождается нагреванием раствора (до 20°) и увеличением объема. С точки зрения коллоидной химии, процесс твердения двуводного гипса заключается в том, что последний при затворении с водой образует коллоидный гель, в котором затем происходит кристаллизация.

Ускорение схватывания полуводного Г. вызывают: тонкий помол, примеси сульфатов калия, натрия, алюминия, слабый раствор поваренной соли, калиевая и натриевая селитры, нашатырь (сильно ускоряет), хлористые магний и алюминий. Замедляют схватывание: грубый помол, сильный об-

жиг, бура (сильно замедляет), крепкий раствор поваренной соли, гашеная известь, столярный клей, кислое молоко. При схватывании гидравлического Г. главное значение имеет CaO, образующаяся от диссоциации Г. при высоких температурах.

Обжиг Г. при кустарной заготовке производится в кусках в обыкновенных русских печах и чугунных котлах; после обжига куски измельчаются трамбовками вручную. При заводском обжиге пользуются очелочными печами с решетчатым подом и шахтными печами. Для получения особенно чистого продукта применяются шахтные печи с газовым генератором и печи типа муфельных. Существуют также непрерывно действующие гипсообжигательные вращательные печи. Применяется обжиг и перегретым водяным паром. После обжига Г. очищают, подвергают перемолу в бегунковых или шаровых мельницах и затем просеивают. Обожженный гипс поглощает атмосферную влажность и ухудшается. Даже без доступа влаги при долгом хранении химически связанная вода перераспределяется, и вместо полуводного Г. получается смесь двуводного Г. с ангидритом, неспособная затвердевать. Из вышеперечисленных продуктов наиболее изученным является штукатурный Г., поэтому оценка его качеств может быть установлена на основании определенных испытаний.

Лит.: Будников П. П. и Левин М. Е., Ангидритовый и гипсовый цементы, Москва, 1924; Эвальд В. В., Гипс и сульфаты, «Строит. пром.», М., 1925, стр. 532; Будников П. П., Микрохимическое исследование гипса, там же, М., 1926, 3; Glasenapp M., «Tonindustrie-Ztg», B., 1908, 1912, 1919; Glasenapp M., Studien über Stuckgips, totgebrannten u. Estrichgips, Riga, 1908; «Ztschr. f. anorganischen und allgemeinen Chemie», Lpz., 1923, B. 130, 2, 3; Traube, «Kolloid-Zeitschrift», Dresden, 1919, B., 25, 26; Ostwald U. und Wolski, ibidem, 1920, B. 27, 28. **Н. Герливанов.**

Гипс как удобрение. Гипсование почв м. б. рекомендовано под клевер, люцерну и эспарцет; затем—под крестоцветные растения и в нек-рых случаях для улучшения лугов. На злаки Г. чаще всего не оказывает влияния. В разных губерниях были проведены многочисленные опыты с действием гипса на клевер и на луга. Результаты применения Г. на клевер оказались вполне благоприятными. Средние приросты в урожае клевера от внесения в среднем около 300 *кг* гипса на *га* получились:

Губернии	Прирост в *кг* сена на *га* за 1-й год	Последействие в *кг* сена на *га* за 2-й г.
Московская	375	—
Владимирская	585	240
Ярославская	912	—
Смоленская	1035	—
Псковская	810	—
Тверская	968	—
Калужская	725	—
Пермская	1135	960
Костромская	1770	—
Нижегородская	1155	885

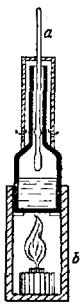
В среднем от обычно принятой нормы внесения гипса, 300 *кг* на *га*, имеем прибавку около 1 *т* клеверного сена первого года на *га*. Прибавки значительно колеблются как по отдельным губерниям, так и в пределах одной губернии, в зависимости от характера почвы.

Действие Г. зависит от ряда причин: так, отмечается слабое его действие на истощенных почвах и значительно лучшее—на почвах, предварительно хорошо удобренных навозом; на глинистых и вообще влажных почвах Г. оказывает незначительный эффект. Поэтому лучшее действие Г. наблюдалось на суходольных лугах и на тех лугах, где относительно хорошо развиты бобовые. Причины действия Г. на растения недостаточно выяснены. Здесь существует ряд объяснений: во-первых, указывают на действие гипса как источника кальция или серы для питания растений, во-вторых—на его действие как фактора, связывающего аммиак почвы, и, в-третьих—как фактора, мобилизующего питательные вещества почвы. Отмечены случаи хорошего действия Г. на известковых и мергелистых почвах. В опытах Энгельгардта одинаково хорошо действовали на клевер сернокислые соли калия, магния и кальция, с небольшим преимуществом на стороне K_2SO_4 (в опытах по Московской и Тверской губ.). При совместном внесении Г. с суперфосфатом или с полным минеральным удобрением не наблюдалось добавочного действия гипса, хотя употребление одного Г. давало в этих случаях хороший результат. В действии Г. сырого и обожженного разницы не наблюдается; имеет значение лишь достаточно тонкий размол, что достигается при обжигании гипса при $t°$ до 126°. В этом случае Г., легко теряя кристаллизационную воду, не теряет способности связывать ее вновь. Под клевер лучше всего вносить Г. поверхностно, по вполне оправившимся после зимы всходам, рассчитывая, однако, на дожди в течение первых 5—8 дней после внесения Г. В целях наиболее рентабельного применения Г., в виду отсутствия у нас дешевого тарифа по перевозке искусственных удобрений, надлежит организовывать разработки Г. вблизи мест потребления. Г. также имеет применение при культуре солончаков.

Лит.: Стебут И. А., Гипсование почв, СПБ, 1868; Удобрение и урожай, «Труды Научного ин-та по удобрениям», вып. 35, 37, 40, 43, 44, 47, Москва, 1926—27; Семихатова Л. И., Гипс, местонахождения гипса европ. части СССР и Кавказа, там же, М., 1926, вып. 36. **Д. Дружинин.**

ГИПСОМЕТРИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ, см. *Нивелирование.*

ГИПСОТЕРМОМЕТР, гипсометр, термобарометр, прибор, предназначенный для определения $t°$ паров кипящей воды для вычисления атмосферного давления. Г. состоит из чувствительного термометра *a* и кипятильного аппарата *b* (см. фиг.). Шкала термометра разделена до $^1/_{50}$ или $^1/_{100}$ доли градуса и обычно ограничивается назначением 0° и делений от 97 до 101°. Устройство Г. основано на том принципе, что определенной температуре пара соответствует определенное давление воздуха. По наблюденной температуре кипения на низшей и высшей станции определяют по таблицам соответственные давления воздуха. Подставляя их в



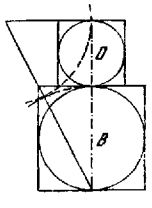
барометрич. ф-лу получают относительную высоту обеих станций. См. *Нивелирование*.

ГИПСОХРОМНЫЕ ГРУППЫ, группировки атомов, которые при введении их в молекулу цветного органического соединения «повышают» его цвет, т. е. передвигают полосу поглощения к фиолетовому концу спектра. Такое действие оказывают часто сульфогруппы, карбоксильные, ацильные остатки, вводимые в ауксохромовые группы, алкилы и арилы—в гидроксильном ауксохроме. По действию своему Г. г. противоположны *батохромным группам* (см.). **А. Порай-Кошиц.**

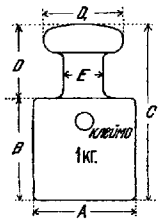
ГИРИ, грузы определенного веса, законом установленной формы и размеров, для взвешивания на весах. По степени точности своего истинного веса Г. разделяются на обыкновенные, точные и образцовые (см. *Справочник физ., хим. и технолог. величин*, Т. Э., т. I, Гири и взвешивание).

Г. обыкновенные (на практике часто называемые торговыми) для равноплечных весов изготовляются весом в 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 и 500 *г*, 1, 2, 5, 10, 20 и редко 50 *кг*. Нормальные комплекты Г., пригодные для всевозможных комбинаций веса, составляются так, что Г. в 2, 20 и 200 весовых единиц берутся по две штуки; т. о., комплекты составляются из Г. достоинством: 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50,... вес. единиц, что дает возможность определять любой вес при минимальном количестве Г. Эти же Г. применяются и для товарных десятичных весов.

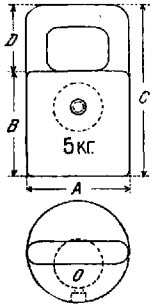
По форме Г. является телом вращения вокруг вертикальной оси, состоящим из корпуса, в к-ром сосредоточена главная весящая масса, и головки или дужки, играющей роль ручки при манипуляциях с Г. Из архитектурных соображений построение относительных размеров Г. основывается на принципе золотого сечения, т. е., если верхний меньший отрезок обозначить через D, а нижний больший—через B, то $\frac{D}{B} = \frac{B}{D+B}$. Это отношение выражается иррациональным числом: $\frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0{,}61804...$ Отложив на оси симметрии два отрезка D и B, удовлетворяющих условию $\frac{D}{B} = \frac{B}{D+B}$ (фиг. 1), опишем на этих отрезках, как на диаметрах, шаровые поверхности. Описав



Фиг. 1.

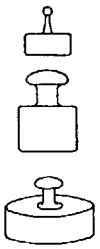


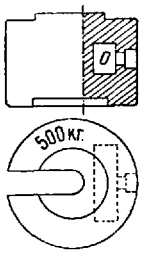
Фиг. 2.



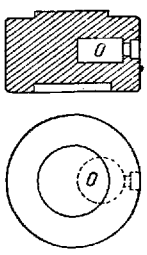
Фиг. 3.

вокруг последних цилиндры, получим тело, построенное по принципу золотого сечения. Придав верхнему цилиндру форму головки (фиг. 2) или дужки (фиг. 3), будем иметь узаконенную в СССР форму Г. Соотношение между объемом головки v и объемом V всей гири составит: $\frac{v}{V} = \frac{0{,}618^3}{1+0{,}618^3} = 0{,}191$, т. е. объем головки составит ок. 20% объема всей Г. Исходя из этих соображений, получим следующие приближенные соотношения между диаметром Г. A, высотой корпуса B, общей


Фиг. 4.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

высотой C, наибольшим диаметром головки D_1 и наименьшим диаметром E шейки: $B=A$; $C=1{,}6A$; $D_1=0{,}75A$; $E=0{,}3A$. Диаметр Г. A приближенно определяется по формуле:

$$A_i = 1{,}02\sqrt[3]{\frac{P}{d_i}}\ см,$$

где P—вес Г. в *г*, а d—вес в *г* 1 *см*³ материала, из к-рого изготовляется Г. Для Г. с дужкой, при среднем диаметре последней D_2, приближенные соотношения выразятся так: $B=A$; $C=1{,}6A$; $D_2=0{,}2A$; $A=1{,}07\sqrt[3]{\frac{P}{d}}$. Размеры диаметра A колеблются: для гирь чугунных, весом до 50 *кг*, в пределах от 19 до 207 *мм* (при уд. в. 7,2), для Г. медных—от 5,5 до 137 *мм* (при удельном весе 8,4); для Г. пустотелых размеры увеличиваются примерно на 2%. Обычно с дужкой изготовляют Г. весом от 5 *кг* и выше; Г. ниже этого веса изготовляют с головкой.

Г. весом менее 50 *г* изготовляются обязательно из медных сплавов, от 50 *г* и выше—из чугуна и из медных сплавов; практически применение медных сплавов ограничивается Г. весом не более 2 *кг*. Для Г. весом от 20 до 1 *г* обычно отступают от указанных выше отношений и изготовляют их в форме цилиндриков, вида изображенных на фиг. 4. В чугунных Г. дужка не обязательно отливается в одно целое с корпусом гири, но может быть заменена железной дужкой, вплавленной в тело корпуса. В чугунных Г. весом от 500 *г* до 50 *кг* должна быть внутренняя полость O (фиг. 3, 5, 6), объем которой составляет от 2 до 10% объема всей Г., возрастая при уменьшении ее веса. Все без исключения медные гири изготовляют сплошными, без полости. Г. с полостями изготовляют с некоторым недостатком по весу, во всяком случае не превышающим веса свинца, которым впоследствии заполняется полость. Во избежание излишней траты свинца, дорого стоящего по сравнению с чугуном, указанный недостаток в весе д. б. по возможности минимальным. Г. без полостей изготовляются с нек-рым запасом в весе для возможности последующего стачивания дна, в целях точной подгонки веса. Во избежание порчи Г. не должны иметь острых краев; сообщаемое последним закругление имеет радиус от 1 до 10 *мм*. Цифры и буквы на

чугунных Г. отливаются как рельефными, так и утопленными. Для обозначения веса пользуются сокращенными наименованиями мер веса; на медных нелитых Г. обозначения выбиваются.

Разновидностью обыкновенных Г. являются специальные Г. для сотенных и других неравноплечных весов. Допуски для специальных Г. составляют 50% допусков для Г. такого же истинного веса, употребляемых для весов равноплечных. Номинальный вес специальных гирь может быть 10, 5, 2 и 1 *т*; 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2 и 1 *кг*; 500 *г*; истинный же вес не должен превышать 10 *кг* и не должен быть меньше 50 *г*. Специальные Г. имеют форму накладывающихся друг на друга цилиндров с малой по отношению к диаметру высотой и изготовляются как из чугуна, так и из медных сплавов, за исключением Г. с истинным весом в 50 *г*, для которых применение чугуна не разрешается. Для весов с гиредержателем в виде одного стержня Г. изготовляются с прорезом (фиг. 5); если же гиредержатель устроен в виде подвешенной к коромыслу площадки, то прореза в Г. не делается; в этом случае, во избежание сдвига Г., их снабжают сплошными или кольцевыми выступами (фиг. 6).

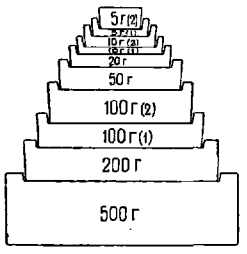
Устройство подгоночных полостей в специальных гирях не обязательно. Однако, необходимо отметить, что пустотелые чугунные Г. значительно более удобны, чем сплошные, как в отношении производства Г., так и для ремонта их. Некоторое усложнение при литье компенсируется более быстрой и менее сложной операцией подгонки веса по сравнению с механической обработкой и возможностью дополнения веса при ремонте Г. Кроме того, механическая подгонка путем подточки дна открывает возможность злоупотреблений путем дальнейшей подточки. Стандартные комплекты гирь для сотенных весов приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Стандартные комплекты гирь для сотенных весов (ОСТ 262).

Наибольшая нагрузка весов	Число делений на шкале коромысла	Значение каждого деления в *г*	Комплект гирь (номинального веса в *кг*)
100 *кг*	50	100	50, 20, 20, 10 и 5
200 »	50	100	100, 50, 20, 20, 10 и 5
500 »	100	500	200, 200, 100 и 50
1 *т*	100	500	500, 200, 200, 100 и 50
2 »	100	500	500, 500, 500, 200, 200, 100 и 50
3 »	100	500	500, 500, 500, 500, 500, 200, 200, 100 и 50

Одной из разновидностей обыкновенных гирь являются медные гири для столовых и коромысловых весов в форме вкладывающихся друг в друга усеченных конусов или цилиндров с бортиками (фиг. 7). Эти гири изготовляются комплектом в 1 *кг* (иногда в 500 *г*), содержащим Г. в 500, 200, 100, 100, 50, 20, 10, 10, 5 и 5 *г*. Верхняя Г. в 5 *г* может быть заменяема гирями в 2, 2 и 1 *г*. Указанный комплект называют разбивным килограммом.

Г. точные, весом от 1 *г* до 20 *кг*, не отличаются от Г. обыкновенных ни по форме, ни по конструкции, ни в отношении материалов, идущих на их изготовление; они разнятся от обыкновенных гирь лишь допусками (см. табл. 2).



Фиг. 7.

Точные Г., изготовленные из чугуна, д. б. покрыты слоем никеля или другого нержавеющего металла. Г. весом в 500, 50 и 5 *мг* (фиг. 8) имеют форму правильных шестиугольников; в 200, 20 и 2 *мг* (фиг. 9)—прямоугольников; в 100, 10 и 1 *мг* (фиг. 10)—треугольников; один край этих гирек загнут для более удобного захвата пинцетом. Материалом служат листовая калиброванная латунь или алюминий. На Г. весом в 50 *мг* и менее вес обозначается цифрами без сокращенного наименования—*мг*.

Табл. 2.—Допуски для гирь.

Истинный вес гирь	Для обыкновенных *		Для точных гирь*	Для образцовых гирь	
	для равноплечных и десятич. весов.	для спец. гирь к сотенным и др. неравноплечн. весам		1-го разряда ** (в *мг*)	2-го разряда *** (в *мг*)
50 *кг*	20 *г*	—	—	—	—
20 »	10 »	—	2 *г*	250	1500
10 »	5 »	—	1 »	125	800
5 »	2,5 *г*	1,25 *г*	500 *мг*	65	400
2 »	1,5 »	750 *мг*	300 »	40	240
1 »	1 *г*	500 »	200 »	30	160
500 *г*	500 *мг*	250 »	100 »	15	90
200 »	200 »	100 »	50 »	8	40
100 »	100 »	50 »	25 »	4	20
50 »	80 »	40 »	20 »	4	16
20 »	50 »	—	15 »	3	10
10 »	30 »	—	10 »	2	6
5 »	20 »	—	6 »	1,2	4
2 »	20 »	—	6 »	1,2	4
1 »	10 »	—	3 »	0,6	2
500 *мг*	—	—	2 »	0,4	0,4
200 »	—	—	2 »	0,4	0,4
100 »	—	—	2 »	0,4	0,4
50 »	—	—	1 »	0,2	0,2
20 »	—	—	1 »	0,2	0,2
10 »	—	—	1 »	0,2	0,2
5 »	—	—	0,5 *мг*	0,1	0,1
2 »	—	—	0,2 »	0,05	0,05
1 »	—	—	0,1 »	0,05	0,05
100 *к*	—	—	15 *мг*	3	—
50 »	—	—	10 »	2	—
20 »	—	—	6 »	1,2	—
10 »	—	—	6 »	1,2	—
5 »	—	—	3 »	0,6	—
2; 1; 0,5 *к*	—	—	2 »	0,4	—
0,2; 0,1; 0,05 »	—	—	1 »	0,2	—
0,02; 0,01 »	—	—	0,5 *мг*	0,1	—

* Допуски для гирь весом от 50 *кг* до 100 *мг*—только в сторону плюс; для гирь в 50 *мг*, 0,2 *к* и меньше в обе стороны.
** Допуски только в сторону плюс.
*** Допуски в обе стороны.

К точным Г. относятся контрольные чугунные гири весом в 10 и 20 *кг*, имеющие форму прямоугольных параллелепипедов и служащие для поверки правильности

весов (фиг. 11). Форма этих контрольных Г. обусловливается необходимостью, при поверке на полную нагрузку товарных весов большой грузоподъемности, ставить эти Г. друг на друга. В таком случае для упрощения манипуляций целесообразно применять контрольные Г. весом в 500 и 1 000 *кг*, имеющие форму усеченной четырехгранной пирамиды. Эти большие Г. можно быстро опускать на площадку весов при помощи блока или крана. Иногда ручкой служит газовая труба, одновременно играющая и роль подгоночной полости.



Фиг. 8.

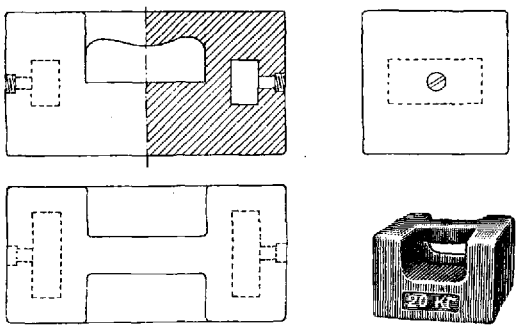


Фиг. 9.



Фиг. 10.

Разновидностью точных Г. являются также Г. каратные (1 *к*=200 *мг*); они изготовляются весом в 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,2, 0,1, 0,05, 0,02 и 0,01 *к*. Каратные Г. весом в 100 и 50 *к* имеют форму кубиков (фиг. 12) с головкой, Г. в 20, 10 и 5 *к*—квадратных пластинок (фиг. 13), остальные—кружков с загнутым под прямым углом сегментом (фиг. 14). Материалом служат



Фиг. 11.

медные, никелевые и платиновые сплавы—для Г. весом от 100 до 5 *к*, а для остальных—только белые сплавы (в частности, применяется алюминий).

Г. образцовые служат для поверки Г. обыкновенных и точных. Они делятся по степени точности веса на два разряда; по форме они сходны с Г. обыкновенными и точными с головкой. В качестве материала для Г. 1-го разряда допускаются: для Г. весом от 20 *кг* до 1 *г* и от 100 до 5 *к*—медные сплавы, для подразделений грамма и для Г. меньше 5 *к*—платина, для Г. в 5 *мг* и меньше—платина и алюминий. Для изготовления Г. 2-го разряда весом от 20 *кг* до 100 *г* допускается также чугун. Поверхность гирь 1-го разряда покрывается обычно слоем золота или платины, 2-го разряда—никелем. Наличие внутренней подгоночной полости допускается только для гирь 2-го разряда, весом от 20 до 1 *кг*. Точнейшими образцовыми гирями являются международные образцы-эталоны, которые изготовлены с точностью $0{,}002 \cdot 10^{-6}$ *кг*. В СССР эталон килограмма, изготовленный из иридиевой платины, хранится в Главной палате мер и весов и периодически сверяется с эталоном, находящимся в Международном бюро мер и весов в Париже.


Фиг. 12.


Фиг. 13.


Фиг. 14.

Поверка Г. производится на равноплечных весах, имеющих допуски, соответствующие поверяемым Г. Также, соответственно необходимым допускам в поверяемых гирях, применяются для поверки образцовые гири 1-го или 2-го разряда. Международные эталоны, хранящиеся в особых условиях, сводящих к минимуму возможность их изменений, находятся под постоянным наблюдением в специальной лаборатории и от времени до времени направляются для поверки в Международное бюро мер и весов в Париже. Поверку объема Г. в натуре, исходя из соображения, что объем тела вращения v выражается интегралом $\pi \int_{x_1}^{x_2} y^2 dx$, можно производить прибором, построенным по принципу интегратора.

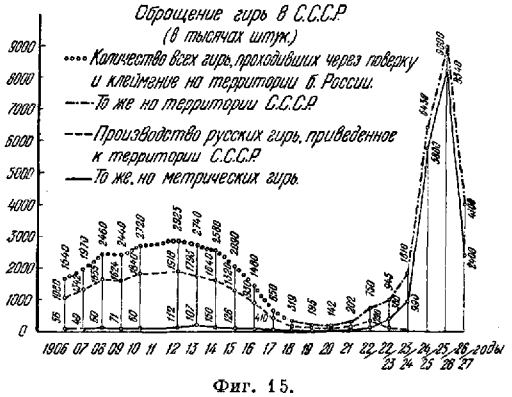
Г. как вновь изготовленные, так и находящиеся в обращении подвергаются поверке и клеймению поверочными палатами. Клеймо ставится на медной пробке, плотно закрывающей выходной канал подгоночной полости или забитой в специально рассверленное отверстие. Если Г. медная, то клеймо ставится непосредственно на боковой или верхней поверхности ее корпуса. В точных и образцовых Г. пробка не забивается, а делается с винтовой нарезкой. Диаметр пробки берется от 4 до 20 *мм*. Пробка должна быть крепко и чисто зачеканена; для надежной посадки рекомендуется делать ее с заплечиками.

При пользовании Г. нельзя допускать ударов Г., а также хранения их в сыром месте. Точные Г. никогда не берут непосредственно руками, а лишь при помощи пинцета (малые Г.) и специальной деревянной вилки (большие Г.).

Производство Г. Чугунные гири весом до 2 *кг* отливаются обычно на формовочных машинах, от 5 *кг* и выше—в отдельных формах. Поверхность Г. должна быть совершенно гладкой, для чего должны быть чисто сняты литники и произведена тщательная очистка от песка и шлака. Хороший результат дает пропуск Г. через специальные вращающиеся барабаны. Наличие раковин, плен и свищей на поверхности Г. недопустимо. Также недопустимы уступы на Г., получающиеся иногда при литье вследствие сдвига опок. При отливке пустотелых Г. шишка для получения полости д. б. помещена перпендикулярно к поверхности Г. Подгонка веса пустотелых Г. производится заполнением подгоночной полости расплавленным свинцом; при отсутствии полости необходимый вес подгоняется обработкой дна Г. на станке. Механическая обработка пустотелых гирь для подгонки веса законом воспрещается. Во избежание разъедания ржавчиной Г. можно покрывать прозрачным лаком или натирать графитом, однако, эта операция должна быть производима после клеймения. Поверхность точных Г. подвергается тщательной полировке; днище Г. после обработки шлифуется. Медные Г. весом до 200 *г* изготовляются на автоматах, из прутковой калиброванной латуни. Более круп-

ные Г. делаются также из круглой латуни и обрабатываются на револьверных и фрезерных станках или же изготовляются путем отливки.

Гиревая промышленность. Из фиг. 15 видно, что производство Г. в СССР значительно опередило тот уровень, на котором оно находилось до войны 1914—18 гг. Резкое повышение производства Г. в 1924—1926 гг. объясняется усиленным темпом проведения метрическ. системы, что потребовало замены значительного числа годных еще



Фиг. 15.

к эксплоатации русских Г. С другой стороны, резкое падение производства Г. в 1926—1927 годах произошло вследствие того, что эта замена уже осуществилась более чем на 80%. Необходимо отметить, что точные Г. и образцовые Г., ввозившиеся в Россию до войны 1914—18 гг. из-за границы, в настоящее время с успехом производятся в СССР. Средняя стоимость гирь: обыкновенных чугунных, весом от 50 *г* до 20 *кг*—от 17 к. до 6 р., медных комплектов от 1 *г* до 1 *кг*—6 р. 50 к., точных комплектов от 1 *г* до 1 *кг*—18 р. и комплектов от 1 *мг* до 1 *г*—2 р. В период усиленного проведения метрической реформы в СССР Г. производились свыше чем двадцатью з-дами, быстро наладившими новое производство метрических Г. (Красное Сормово, Каслинский завод на Урале, отличавшийся особенно высоким качеством чугунных Г., и др.). В настоящее время производство чугунных Г. сосредоточено преимущественно на з-дах: Ревтруд в Тамбове, Армалит в Армавире, Гудок Октября в Нижнем-Новгороде, Днепропетровского металлообъединения, Харьковского треста массового производства и некоторых других. Крупными производителями медных обыкновенных Г. является Самарский трубочный з-д точных и контрольных Г. и Трест точной механики в Москве.

Лит.: Маликов М. Ф., О форме гирь, Л., 1918; см. также *Весы*. **П. Белиц-Гейман.**

ГИСТЕРЕЗИС (греческ. ὑστέρησις—отставание, запаздывание), физико-химич. явление несовпадения во времени следствия и производящей его причины, несмотря на совпадение их по месту. Действующая причина, вызывающая некоторое изменение в системе, в общем феноменологическом значении есть сила, а производимое ею изменение—деформация, хотя бы речь шла о явлениях не только механических, но и каких угодно других (электрических, магнитных, коллоидных, химических и т. д.). Гистерезис состоит в том, что деформация системы в каждый данный момент времени соответствует не наличной в этот момент силе, а некоторому прошлому ее значению.

Понятие Г. уясняется, если рассмотреть виды мыслимых деформаций, возникающих в системе при длительном действии сразу примененной постоянной силы F, к-рая затем сразу же снижается. При этом могут быть деформации: 1) мгновенно возникающие и мгновенно же спадающие; 2) мгновенно возникающие, но вовсе не спадающие, т. е. необратимые; 3) постепенно возникающие, по мере действия силы, и постепенно же спадающие, после того как сила снята; это—процессы постепенно обратимые; 4) постепенно возникающие, по мере действия силы, но не спадающие, когда она снята, т. е. необратимые. Мгновенные и мгновенно обратимые деформации происходят по типу явлений совершенной упругости, наприм., как она рассматривается в теории упругости твердых тел; точно так же адиабатическое всестороннее сжатие идеального газа, электрич. зарядка газового конденсатора и др. схематически мыслимые процессы относятся к этому виду деформаций. Деформация D_1 тут не зависит от времени τ применения силы F. Поэтому эти деформации характеризуются дифференциальным соотношением:

$$dD_1 = \frac{1}{E_1} \cdot dF,$$

не содержащим времени (E_1—модуль упругости, понимая этот термин в общем феноменологическом смысле). Мгновенные и необратимые деформации происходят по типу явлений хрупкости или взрыва. Зависимость деформации D_2 от силы F представляется здесь функцией прерывной и потому может быть выражена соотношением уже не дифференциальным, а конечным:

$$D_2 = \Phi\ (F,\ E_2) \begin{cases} \text{нуль} \ldots\ldots & \text{при } F < F_{крит.}, \\ \text{конеч. величина} & \text{» } F \geqslant F_{крит.}, \end{cases}$$

где E_2—характерная постоянная вещества. Постепенные и постепенно же обратимые деформации происходят по типу явлений остаточного последействия. Деформация D_3 пропорциональна силе F и нек-рой функции $\varphi(\tau)$ от длительности приложения (или снятия) силы. Поэтому деформации этого рода характеризуются дифференциальным соотношением:

$$dD_3 = \frac{1}{E_3} \cdot F \cdot \varphi(\tau)\, d\tau,$$

где E_3—постоянная вещества, к-рую можно назвать модулем остаточного последействия. Наконец, постепенные и необратимые деформации происходят по типу явлений вязкого трения. Деформация D_4 пропорциональна силе F и длительности ее наложения τ. Явление характеризуется дифференциальным уравнением:

$$dD_4 = \frac{1}{E_4} \cdot F\, d\tau,$$

где E_4—коэффициент вязкости (мог бы назваться также модулем вязкости).

Действительные деформации, происходящие в природе, обычно имеют смешанный характер и могут быть представляемы как

совокупность накладывающихся друг на друга деформаций всех четырех типов. При этом мгновенность D_1 и D_2 д. б. получаема как протекание процесса в промежуток времени, практически неуловимо малый. Г. обусловлен двумя последними видами деформации. Как последейственный, так и вязкий Г. весьма распространены в природе в самых различных областях, и м. б. высказано общее положение о подчиненности Г. всех природных процессов. В частности д. б. отмечены механич. деформации твердых тел, электрические и магнитные «смещения» в твердых же средах, явления ионной проводимости в газах (неоновые лампы, вольтова дуга), в жидкостях (электролиты) и твердых телах, фотоэлектрический эффект селена и клеток со щелочными и щелочноземельными металлами, набухание коллоидов, протекание химических реакций, особенно под каталитич. воздействиями, и т. д. Тем не менее Г. изучен плохо, и причиной тому было отсутствие методов, позволяющих подвергнуть эти явления математич. анализу. Лишь применение в 1900 г. интегральных и интегро-дифференциальных уравнений, а в дальнейшем также и «уравнений линий» дало орудие к овладению этими явлениями «с наследственностью».

Явления Г. выступают особенно выпукло, когда сила меняется периодически и запаздывание деформации повторяется, притом весьма часто. В то время как упругая деформация запасает энергию при своем возникновении, а при уменьшении силы отдает ее обратно, вязкая деформация требует при новом направлении силы новой затраты работы, а деформация последейственная, хотя и отдает энергию, но уже противодействующую смыслу новой деформации. Таким образом при периодически меняющейся силе Г. ведет к потерям энергии; отношение этих потерь на Г. w к затраченной мощности W (иногда выражаемое в %) называется коэффициентом мощности P; $P = \frac{w}{W}$. Если вычертить кривые, связывающие деформацию с вызывающей ее силою, которая меняется периодически, то ветви кривой при прямом и при обратном движении не будут сливаться между собою, когда имеется Г. Таким образом, кривая Г. будет ограничивать некоторую площадь, величина к-рой есть мера работы, затраченной на Г. Чем совершеннее упругость среды, тем гистерезисная петля уже и в пределе обращается в кривую, симметричную относительно начала координат. Напротив, при полной вязкости среды петля располагается всецело над осью усилий. Бузон выводит следующие законы Г. I. Всякий раз как упругая сила среды достаточна, чтобы установить равновесие с наибольшим напряжением деформирующего усилия, к-рое наложено на нее циклически, площадь полученной петли Г. постоянна, какова бы ни была частота, а рассеянная Г. энергия в единицу времени—пропорциональна частоте. II. Всякий раз как упругая сила среды недостаточна, чтобы дать равновесие с наибольшим напряжением деформирующего усилия, к-рое на среду наложено циклически, площадь полученной кривой гистерезиса меняется с частотою, а рассеянная в единицу времени гистерезисом энергия—не пропорциональна частоте.

Электрический Г. Таблица дает классификацию случаев диэлектрического Г.

Классификация диэлектрического гистерезиса.

Характер изменения электрич. поля	Изменение электрического поля во времени	Изменение электрич. поля в пространстве
Внезапное	Резкое наложение или снятие эдс	Резкий сдвиг диэлектрика в силовом поле или силового поля относительно диэлектрика
Непрерывное	Интенсивность поля есть непрерывная функция времени	Диэлектрик движется в поле или поле движется в диэлектрике
Периодическое	Интенсивность поля есть периодическая функция времени (в частном случае синусоидная)	Диэлектрик периодически движется в поле или поле периодически движется в диэлектрике (в частн. случае—вращается).

Практика встречается чаще всего с периодическим изменением поля во времени. Если на конденсатор с твердым диэлектриком наложена некоторая эдс V, то упругая электрич. деформация выражается емкостным током I_1, хрупкая электрич. деформация—током пробоя I_2, последейственная—аномальным обратимым током I_3 и, наконец, вязкая—током проводимости I_4. Ток I_3 пропорционален емкостному I_1, но убывает со временем τ:

$$I_3 = \beta \cdot C \cdot V \cdot \varphi(\tau),$$

где β—постоянная вещества, C—емкость конденсатора, а убывающая функция времени $\varphi(\tau)$ одинакова для всех веществ. Различными соображениями вид этой функции устанавливается так:

$\varphi(\tau) = b\tau^{-m}$ (Кольрауш, Гопкинсон, Гизе, Ж. Кюри, Швейдлер, Иордан, Гранье и др.),

$\varphi(\tau) = ae^{-b\tau^n}$ (Ж. Кюри),

$\varphi(\tau) = \frac{a}{1 + b\tau}$ (Ж. Кюри, Швейдлер, Вильсон),

$\varphi(\tau) = \frac{a}{b + \tau} + c$ (Троутон и Ресс);

a, b, c, m, n означают характерные постоянные вещества. Эти соотношения в пределах точности измерений приблизительно одинаково оправдываются наблюдениями. Аномальный ток I_3 подчиняется закону суперпозиции, или наложения (Дж. Гопкинсон и Ж. Кюри). Этот закон состоит в независимости друг от друга действий разных причин, вызывающих аномальные токи. Иначе говоря, если на рассматриваемый конденсатор наложено последовательно несколько эдс в разные времена, то суммарный аномальный ток будет в каждый момент времени алгебраич. суммою токов, вызываемых каждою из эдс порознь и протекающих так, как если бы других эдс не было. Диаграмма (фиг. 1) поясняет этот закон: кривая I показывает течение аномального тока y_1, кривая II—тока y_2, если бы он возник самостоятельно, в момент τ_k, а кривая III показывает течение совокупного аномального тока, который в каждый момент равен $y_1 + y_2$.

Таким образом, если в последовательные моменты τ_k ($k=1, 2, 3, \ldots, n$) накладываются соответственные эдс $\Delta_k V$, то аномальный ток в момент τ будет:

$$I_3 = \beta C \sum_1^n \Delta_k V \cdot \varphi(\tau - \tau_k),$$

а при непрерывном изменении электродвижущей силы

$$I_3 = \beta C \int_{-\infty}^{\tau} \frac{dV(u)}{du} \cdot \varphi(\tau - u)\, du,$$

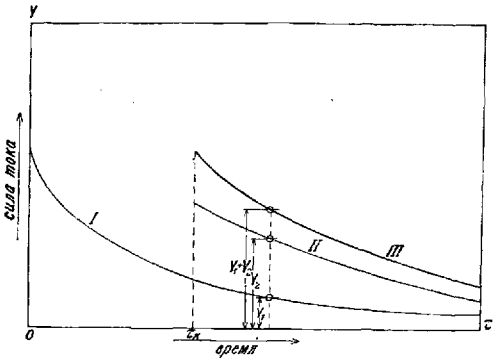
где u есть тоже время, но не текущее время τ, а время, от к-рого зависит изменение эдс. При этих же условиях ток проводимости будет:

$$I_4 = \varkappa \cdot V(\tau),$$

а ток емкости:

$$I_1 = \varepsilon \cdot C \cdot \frac{dV(\tau)}{d\tau},$$

где $\varkappa$—коэфф-т электропроводности, а ε—диэлектрический. Что же касается тока пробоя I_2, то мы предполагаем его равным нулю. Такова одна из схем поведения диэлектрика в электрическ. поле. Из нее, далее, выводится поведение диэлектрика в поле периодическом, когда $V = V_0 \cdot \sin\frac{2\pi\tau}{T}$, где T—период. Частный случай—когда считаются с Г. только вязким. Тогда полный ток слагается из тока емкости, выраженного косинусоидою, и тока проводимости, выраженного синусоидою, при чем периоды их равны T, а амплитуды различны. Это равносильно смещению



Фиг. 1.

фазы полного тока в отношении напряжения на угол δ, называемый углом диэлектрических потерь, при чем

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{T}{\boldsymbol{T}}.$$

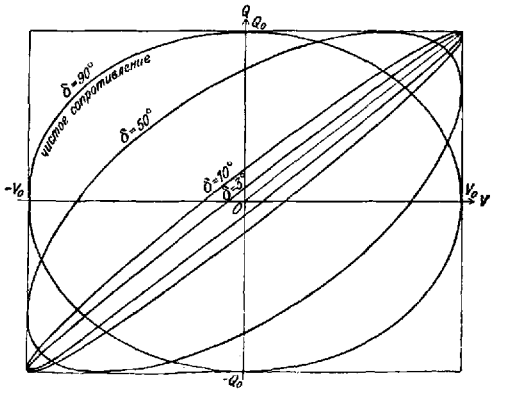
Величина

$$\boldsymbol{T} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\varepsilon}{\varkappa}$$

носит название релаксации; $\operatorname{tg}\delta$ равен коэффициенту мощности: $\operatorname{tg}\delta = P$. Работа сил поля за один цикл

$$A_{\boldsymbol{T}} = \frac{1}{2} V_0^2 \cdot C \cdot \frac{T}{\boldsymbol{T}},$$

т. е. пропорциональна квадрату максимальной эдс, пропорциональна длительности цикла и обратно пропорциональна релаксации. Амплитуды тока смещения и тока проводимости характеризуются след. величинами: $M = \frac{2\pi}{T} \cdot C \cdot V_0$ (амплитуда тока смещения) и $N = \frac{4\pi\varkappa}{\varepsilon} \cdot C \cdot V_0$ (амплитуда тока проводимости). Цикл диэлектрич. вязкого Г. при синусоидном напряжении представляет эллипс. На фиг. 2 показано семейство таких эллипсов



Фиг. 2.

для различных значений δ, при чем на оси абсцисс отложены эдс (изменяющиеся циклически), а на оси ординат—соответственные заряды конденсатора. См. *Диэлектрики*, *Волокнистые изоляционные материалы*, *Изоляционные материалы*.

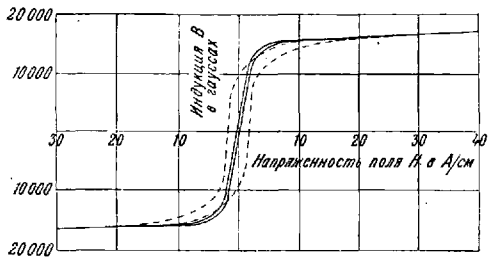
Лит.: Белобржеский Ч. Ф., Ионизация жидких и твердых диэлектриков, «Университетские известия», Киев, 1912, *5*, *9*; Флоренский П. А., Диэлектрики и их техническое применение, ч. I, М., 1924 (здесь же библиография); Lahousse, «RGE», 1924, t. 15, *15*, p. 62, *16*, p. 667 (сводка, библиография); Schweidler E., «Ann. d. Physik», Lpz., 1907, B. 24, p. 711; Wagner K. W., «ETZ», 1911, H. VII, p. 172, 1913, H. XLV, p. 1279; Wagner K. W., «Ann. d. Physik», Lpz., 1913, B. 40, p. 817; Wagner K. W., «Archiv f. Elektrotechnik», 1914, B. 2, *3*, p. 371; Bouzon R., «RGE», 1919, t. 6, *5*, p. 137—148, *6*, p. 181—187; Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus, hrsg. v. L. Graetz, B. 1, Lpz., 1918. **П. Флоренский.**

Гистерезис ферромагнитных тел заключается в том, что магнитная индукция B в данной точке тела зависит не только от одновременного значения напряженности магнитного поля H в этой точке, но также и от предшествовавших состояний тела, от его «истории». Т. о., в ферромагнитных телах индукция B является многозначной и весьма неопределенной функцией напряженности поля H. В технике особенно часто встречается периодич. перемагничивание, когда H и B периодически изменяются между крайними значениями. На фиг. 3 изображены две кривые, или петли, Г., изображающие зависимость между B и H, когда B периодич. изменяется между B_{max} и B_{min} (при чем $B_{min} = -B_{max}$). Сплошная кривая соответствует отожженному электролитическому железу, пунктирная кривая—листовой динамной стали. Каждому значению H соответствуют 2 значения B—в восходящей и в нисходящей части петли Г. При периодическом перемагничивании кривая симметрична относительно оси абсцисс.

Когда $H=0$, B обладает некоторым конечным значением. Эта ордината начала называется остаточной (реманентной) индукцией. Для того чтобы индукция обратилась в нуль, необходимо наличие некоторого отрицательн. поля H. Этот отрезок абсциссы

до встречи с кривой Г. называется коэрцитивной (задерживающей) силой.

Форма петли Г. зависит от обработки тела, от его $t°$ и даже от толщины (скин-эффект). Можно однозначно определить кривую



Фиг. 3.

намагничивания, если перемагничивать тело, постепенно увеличивая предельные ординаты циклов Г. Геометрическое место вершин отдельных циклов Г. и образует однозначную кривую намагничивания.

Каждое изменение магнитного состояния тела вызывает выделение теплоты, как бы медленно ни происходило это перемагничивание. При замкнутом цикле перемагничивания теплота V_H, выделяющаяся в единице объема, определяется по ф-ле $V_H = \int_0 H\,dB$.

Если измерять H в А/*см*, а B в вольт-ск./*см*^{2} = $=10^8$ гаусс, то V_H будет измерено в джоулях на *см*^{3}. Так. обр. площадь петли Г. служит мерой затраты энергии, теряемой при одном цикле перемагничивания. На практике было бы слишком сложно для определения потерь каждый раз планиметрировать петлю Г., и потому пользуются приближенными ф-лами.

Штейнмец дал эмпирич. ф-лу:

$$V_H = \eta \cdot f \cdot B_{max}^{1,6} \text{ эрг/см}^3 \text{ в ск.},$$

где f—частота, η—постоянная, зависящая от материала. Эмпирич. коэфф. Г. η зависит от выбора предельной индукции. При B_{max}= =10 000 гаусс, коэфф-т Г. η для динамной стали ≅ 0,0013—0,0015, а для трансформаторной стали ≅ 0,0006—0,00075. В настоящее время применяются значительно бо́льшие индукции, при которых потери на Г. возрастают пропорционально 2-й или даже 2,2-й степени индукции, так что ф-ла Штейнмеца становится неприменимой.

Рихтер предложил для B до 16 000 гаусс формулу:

$$V_H = \alpha \cdot \frac{f}{100} \cdot \frac{B_{max}}{1\,000} + \beta \cdot \frac{f}{100}\left(\frac{B_{max}}{1\,000}\right)^2 \text{ W/кг}.$$

Для листовой динамной стали, толщиной 0,5 *мм*, α и β, вычисленные по этой формуле, имеют следующие значения:

	α	β
Для обычной динамной стали	0,9	3,5
Для стали с больш. примесью кремния	0,4	2,6
То же для толщины листов в 0,35 *мм* .	0,3	2,1

Для больших индукций можно с достаточной точностью пользоваться более простой формулой:

$$V_H = \varepsilon \cdot \frac{f}{100}\left(\frac{B}{1\,000}\right)^2 \text{ W/кг}.$$

Здесь для обыкновен. динамн. стали ε=4,4, а для стали с большой примесью кремния ε=2,4—3,0, в зависимости от толщины листа.

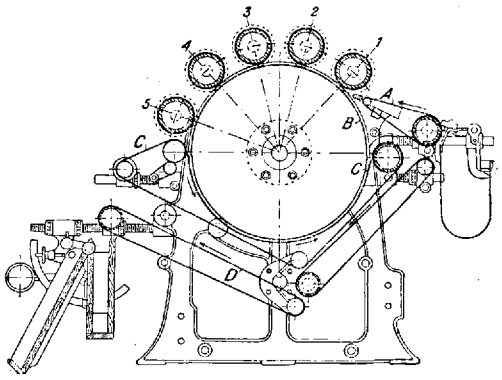
Возможность применения этих ф-л для очень больших индукций, порядка 23 000 гаусс, сомнительна, так как для таких индукций потери на Г. еще мало исследованы. Мало исследован также Г. вращения, когда вектор индукции, сохраняя свою абсолютную величину, меняет свое направление. Чистый Г. вращения весьма трудно наблюдать, так как в большинстве случаев (напр., в якорях динамомашин) меняются и абсолютная величина и направление вектора B. Произведенные исследования заставляют предполагать, что потери на Г. вращения сначала возрастают вместе с индукцией (приблизительно до 16 000 гаусс), а затем, при дальнейшем увеличении индукции, сильно уменьшаются и уже при B=24 000 гаусс достигают ничтожно малой величины.

Лит.: Шрамков Е. Г., Производство электротехнич. листового железа в России, «Техн.-экон. вестник», Москва, 1921, 2, стр. 169; Епифанов Н. О., Производство электротехнического железа на Верхне-Исетском заводе, «Электричество», Москва, 1926, 7, стр. 318; Richter R., Elektrische Maschinen, Berlin, 1924; Gumlich E., Leitfaden der magnetischen Messungen, Braunschweig, 1918; Spooner T., Properties and Testing of Magnetic Materials, New York, 1927.

Я. Шпильрейн.

ГИЧКА, см. *Судостроение.*

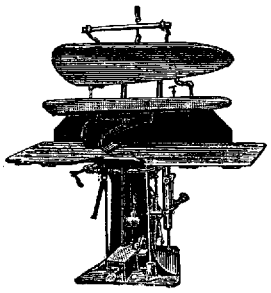
ГЛАДИЛЬНАЯ МАШИНА заменяет ручное утюжение в механич. прачечных, швейных мастерских, красильнях и заведениях для химическ. чистки платья. Для механич. глажения салфеток, простынь, полотенец и т. п.



Фиг. 1.

белья наиболее употребительной является цилиндрическ. сушильно-гладильная паровая машина (фиг. 1). Отжатое на центрифуге белье раскладывается на движущемся бесконечном полотне A и проходит по поверхности вращающегося стального цилиндра B, обогреваемого изнутри паром. В верхней части машины ткань выглаживается упруго прижатыми к цилиндру валиками *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, обернутыми сукном и полотном. В нижней части машины товар прижимается к цилиндру бесконечным сукном C, что позволяет в лучших конструкциях использовать до 95% нагревающей поверхности цилиндра. Товар выводится из машины бесконечным полотном D. Менее употребительны Г. м. типа *мульден-прессов* (см.), в которых ткань проходит между нагретым цилиндром и соприкасающейся с ним полой, обогреваемой паром поверхностью. Существуют специальные машины и прессы для глажения воротничков, сорочек, манишек и прочего фасон-

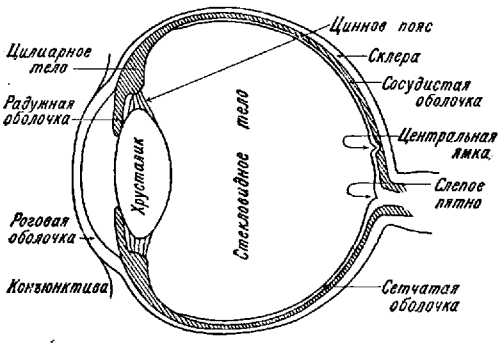
ного белья. Для глажения платьев, костюмов, пальто применяются прессовые аппараты, состоящие из плит разнообразной формы, обогреваемых паром. Для такого глажения пользуются большим распространением машины Гофмана американского происхождения (фиг. 2). Разглаживаемую вещь раскладывают на нижней плите и затем прижимают верхней полой плитой, обогреваем. изнутри паром. Подъем, опускание и прижимание верхней плиты производят при помощи педалей. Для увлажнения через отверстия в плите может быть пущен пар. Особые машины с подвижным паровым утюгом применяют для разглаживания швов и других специальных целей. Нагрев в большинстве случаев паровой, но существуют также газовые и электрические машины. О глажении тканей при аппретуре см. *Каландры*.



Фиг. 2.

Лит.: Roggenhofer G., Die Wäscherei in ihrem ganzen Umfange, Wittenberg, 1927. **Н. Малютин.**

ГЛАЗ, орган зрения (фиг. 1), представляющий собой тело шаровидной формы с несколькими оболочками (глазное яблоко), наполненное внутри прозрачной студнеобразной массой. Внешней оболочкой глазного яблока является белковая оболочка—склера; под нею находится сосудистая оболочка, за которой лежит слой пигментных клеток, и далее—сетчатая оболочка. Спереди склера становится прозрачной и более выпуклой и носит название роговой оболочки; сосудистая оболочка спереди переходит в радужную оболочку, к которой сзади прилежит ресничное, или цилиарное, тело; радужная оболочка содержит в себе две мышцы и имеет посредине отверстие—зрачок. Сетчатая оболочка, или ретина,



Фиг. 1.

содержит в себе концевые аппараты зрительного нерва—т. н. палочки и колбочки. В палочках имеется особое вещество—зрительный пурпур, или родопсин, выцветающее под влиянием света. В середине сетчатки, в центральной ямке желтого пятна сетчатки, имеются только колбочки, в периферических же частях ее преобладают палочки. Место вхождения зрительного нерва в глаз не имеет ни палочек, ни колбочек и потому является слепым (слепое пятно). За зрачком лежит хрусталик, прозрачное эластичное тело, имеющее форму линзы; хрусталик заключен в сумку, волокна которой (цинновпояс) прикреплены к цилиарному телу. Глазное яблоко соединяется с внутренней поверхностью век посредством соединительной перепонки, или конъюнктивы. Для зрительного восприятия предмета необходимо получение его изображения на сетчатке. Последнее возникает вследствие преломления световых лучей, идущих от видимых нами предметов, на поверхностях роговой оболочки и хрусталика. Оптические среды глаза имеют разные показатели преломления света, и для практическ. подсчетов удобнее пользоваться упрощенной схемой глаза—так наз. редуцированным Г., который предполагается состоящим из одного только преломляющего вещества с показателем преломления, равным 1,4, при длине в 23,4 *мм*, при радиусе кривизны роговицы в 6,8 *мм* и радиусе кривизны сетчатки в 10,2 *мм*. Общая преломляющая сила такого Г. в диоптриях =58,82 (по Вербицкому). Несовершенствами реального Г. как оптическ. прибора являются: неполная центрированность его преломляющих поверхностей, не совсем одинаковая кривизна их в разных меридианах, *астигматизм* (см.), сферическая и хроматическая аберрация и светорассеяние. Степень этих несовершенств бывает индивидуально различна.

Не все глазные среды, лежащие на пути световых лучей впереди сетчатой оболочки, являются вполне прозрачными. Хрусталик, начиная с 30-летнего возраста, приобретает желтоватую окраску, поглощая относительно все больше сине-фиолетовых лучей. В желтом пятне сетчатки перед цветоощущающими элементами имеется желтый пигмент, также играющий роль светофильтра. Коэффициент пропускания им лучей разных длин волн бывает индивидуально довольно различен. Ультрафиолетовая радиация с длиной волны короче 3 130 Å целиком поглощается в роговице, водянистой влаге и хрусталике Г. и до сетчатки не доходит. Абсорбируемые ультрафиолетовые лучи вызывают флюоресценцию хрусталика. Не доходят до сетчатки вследствие поглощения в упомянутых средах и инфракрасные лучи с длиною волны более 12 000—14 000 Å. Инфракрасные лучи значительно абсорбируются также и радужной оболочкой Г. Поглощению инфракрасных лучей приписывают часто наблюдаемое у стеклодувов и литейщиков помутнение хрусталика (катаракта), идущее по его средней осевой линии.

При воздействии света на Г. в последнем происходит ряд изменений. Изменения силы света вызывают т. н. зрачковый рефлекс: при усилении света зрачок суживается, при ослаблении—расширяется (см. *Яркость*).

Расширение зрачка в темноте происходит значительно медленнее, чем его сужение под влиянием света. При переходе от темноты к яркости в 100 миллиламбертов зрачок

достигает своего стационарного диаметра через 3—4 ск. Зрачок рефлекторно суживается также и при увеличении аккомодации и конвергенции (см. ниже) Г., что всегда имеет место при рассматривании близких объектов. Изменения в ширине зрачка возможны, наконец, и под влиянием центральных психических факторов. Изменение преломляющей способности хрусталика, в зависимости от фиксирования близких или далеких предметов, совершается путем утолщения или уплощения его, что носит название аккомодации Г. Аккомодация совершается благодаря сокращению ресничной мышцы, ослабляющему натяжение волокон хрусталиковой сумки: хрусталик, в силу своей эластичности, принимает при этом более выпуклую форму, что и позволяет изображению близкого от Г. предмета отчетливо фокусироваться на сетчатке. Наиболее удаленная точка, отчетливо видимая при спокойном, ненапряженном состоянии аккомодационной мышцы есть дальнейшая точка ясного видения; для нормального Г. она лежит в бесконечности. Самое близкое расстояние, при котором мы можем, при наибольшем напряжении аккомодации, отчетливо видеть объект, определяет ближайшую точку ясного видения; для нормального глаза она лежит на расстоянии 10—14 *см*. Сила аккомодации измеряется преломляющей способностью линзы, которая, будучи поставлена перед глазом, придала бы лучам, идущим от какой-нибудь данной рассматриваемой точки, такое направление, которое имеют лучи, идущие от дальнейшей точки ясного видения. Максимальная сила, или ширина, аккомодации для данного Г. определяется по формуле $A = \frac{1}{P} - \frac{1}{R}$, где A—преломляющая сила искомой линзы в диоптриях, R—расстояние дальнейшей точки ясного видения, P—расстояние ближайшей точки ясного видения (и то и другое—в *м*). Способность аккомодировать с возрастом убывает. Обычно аккомодационные движения являются связанными с движениями сведения зрительных осей обоих глаз (конвергенцией), и наоборот. Эта связь, однако, не является неразрывной. В случае потери эластичности хрусталика или укороченного по продольной оси строения глазного яблока отчетливое видение близких предметов оказывается невозможным даже при наибольшем усилии аккомодации; такой глаз называется дальнозорким. В случае удлиненного по продольной оси глазного яблока мы имеем Г. близорукий, неспособный отчетливо видеть предметы более или менее удаленные. Для устранения обоих дефектов—дальнозоркости и близорукости—применяются очки: собирательные в первом случае и рассеивающие—во втором.

В зависимости от условий освещения, чувствительность Г. к световым раздражениям бывает весьма различна (адаптация Г. к световым условиям). Изменение чувствительности глаза, в зависимости от яркости, к которой он был адаптирован непосредственно перед тем, характеризуется следующими цифрами (в миллиламбертах):

Яркость, к к-рой Г. был адаптирован	Порожное точечн. раздражение	Яркость, к к-рой Г. был адаптирован	Порожное точечн. раздражение
0,00000071	0,00000071	1,00	0,0082
0,000100	0,000019	100,0	0,191
0,0100	0,00039	1 000,0	2,140
		2 000,0	3,980

Длительное пребывание глаза в темноте (темновая адаптация) может таким образом увеличивать его чувствительность более чем в сто тысяч раз. Пребывание на свету влечет, напротив, понижение чувствительности Г. (световая адаптация). Чем ярче действующий раздражитель, тем круче падает чувствительность Г. и тем более низкого уровня она в конце концов достигает. Кривая световой адаптации зависит также от цветового тона (длины волны) раздражителя. При одинаковой яркости раздражение сине-фиолетовое дает более крутое падение чувствительности и более низкий конечный уровень ее, чем раздражение красное; наименее же и наимедленнее снижается чувствительность глаза при воздействии раздражения зеленого. Темновая адаптация идет медленнее, чем световая. Уровня наибольшей чувствительности глаз достигает лишь через 60—90 минут пребывания в темноте. Стационарный же пониженный уровень чувствительности при адаптации к свету наступает в первые минуты раздражения. При темно-адаптированных глазах чувствительность при бинокулярном смотрении вдвое больше, чем чувствительность монокулярная. Есть указания на то, что темновая адаптация одного глаза понижает чувствительность другого. Так как адаптация Г. и зрачковый рефлекс, вызванные рассматриванием объектов большой яркости, создают условия неблагоприятные для видения предметов малоярких, то одним из условий рационального освещения является равномерность яркости поля зрения.

Поле зрения каждого Г., т. е. проекция на плоскость совокупности всех точек, одновременно видимых Г., охватывает кнаружи от фиксируемой точки 90 угловых градусов, кнутри—60°, кверху—60° и книзу—70°. Поле же ясного зрения, сообразно размеру желтого пятна сетчатки, равняется $\sim 3° \times 6°$. Для бинокулярн. фиксирования предметов, находящихся от глаза на расстоянии < 20 *м*, требуется соответственное сведение зрительных осей обоих глаз (конвергенция). В силу удаленности одного Г. от другого, в среднем, на 65 *мм*, изображения, даваемые предметом на обеих сетчатках, оказываются не вполне тождественными. Это несоответствие изображений, наряду со степенью конвергенции, и является для нас главным критерием при оценке третьего измерения (см. *Стереоскопия*).

Основными функциями глаза являются: свето- и цветоощущение и различение очертаний предметов (острота зрения). Здесь следует различать аппарат сумеречного (или периферического) зрения—палочки сетчатки, и аппарат цветного зрения—колбочки сетчатки. Палочки дают нам лишь световые ощущения, кол-

бочки же—как световые, так и цветовые. Палочки чувствительнее колбочек, и при слабых яркостях (меньших, чем приблизительно 0,01 миллиламберта) мы видим исключительно ими.

Наименьшая видимая (порожная) яркость может равняться десятимиллионным долям миллиламберта. Величина порожного раздражения сильно меняется в зависимости от адаптации Г., площади и места раздражения на сетчатке, продолжительности воздействия раздражителя, а равно и от цветности раздражителя. При увеличении площади раздражения S яркость порожного раздражения J уменьшается. Однако, это уменьшение отстает от возрастания площади, и потому произведение $J \cdot S$ растет, как видно из приводимых данных Ривса, где S выражено в $мм^2$ и J—в миллиламбертах:

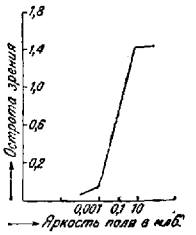
S	J	$J \cdot S$
4	0,00002829	0,000113
25	0,00000662	0,000165
100	0,00000241	0,000241
900	0,00000045	0,000405
14 400	0,00000017	0,002590

В светлоадаптированном глазу наиболее чувствительным к раздражению является центр сетчатки—центральная ямка желтого пятна; по мере удаления от нее чувствительность к цветовым раздражителям равномерно для всех цветов падает. При темновой адаптации Г., напротив, наибольшую чувствительность обнаруживает уже не центр сетчатки, а зона, лежащая между 10 и 20° к периферии. При увеличении времени t действия раздражения порожная интенсивность раздражения J уменьшается. Для длительностей, превышающих 0,1 секунды, соблюдается закон: $J \cdot t = a + bt$, где a и b—некоторые константы. При более кратких воздействиях связь $J \cdot t$ с t оказывается более сложной, давая при некотором t минимальное значение для $J \cdot t$.

Кривые *видимости* (см.) лучистой энергии для центрального, дневного и периферического, сумеречного зрения указывают на различие чувствительности в зависимости от длины волны. Из этих кривых видно также, что лучи красного конца спектра совершенно не вызывают возбуждения в палочках сетчатки. Поэтому красный свет не может вредить темновой адаптации. Это обстоятельство практически важно для освещения при условии сохранения темновой адаптации.

Различение яркостей определяется величиной т. н. разностного порога, т. е. взятого в отношении к данному исходному раздражению J минимального его изменения ΔJ, которое впервые замечается глазом. В широких пределах средних яркостей величина $\frac{\Delta J}{J}$ остается постоянной (закон Вебера). В зависимости от индивидуума и условий опыта, $\frac{\Delta J}{J}$ может в этом случае иметь значения от 0,016 до 0,006 и зависит как от яркости, так и от цветности раздражителя. Разностная чувствительность зависит также и от площади раздражения на сетчатке: при диаметре площади около 2° чувствительность оказывается наибольшей. Зависимость яркости ощущения E от интенсивности раздражения J (при прочих равных условиях) определяется законом Вебера-Фехнера, по которому $E = a \lg J + b$, где a и b—некоторые константы. Опыт показал, что как при очень слабых, так и при очень сильных раздражениях разностная чувствительность Г. уменьшается, будучи наибольшей при яркостях приблизительно от 6 до 750 миллиламбертов. При значительном увеличении яркостей последние начинают производить на нас болезненно неприятное, с л е п я щ е е впечатление. Величина таких слепящих яркостей относительна и зависит от состояния адаптации Г., а также от площади раздражения сетчатки. Различение цветовых тонов весьма различно в разных участках спектра; наибольшую чувствительность к изменению длины волны Г. обнаруживает в областях желтого и голубовато-зеленого цветов.

О с т р о т а з р е н и я, или разрешающая способность Г., характеризуется тем минимальным промежутком, при к-ром два видимые объекта, напр., две точки, воспринимаются как раздельные. От остроты зрения зависит различение нами формы предметов. За нормальную остроту зрения (=1) принято считать различение промежутка, видимого под углом в 1′. Острота зрения зависит от диам. зрачка, места раздражения на сетчатке, яркости и цветности раздражителей. Сужение зрачка уменьшает круги светорассеяния, получающиеся на сетчатке вследствие диоптрических несовершенств Г., и тем улучшает остроту зрения. Зависимость остроты зрения от яркости раздражающего поля дается приведенной кривой (фиг. 2), где по ординатам отложены величины, характеризующие остроту зрения, а по абсциссам—яркости поля в миллиламбертах. При яркости ок. 10 миллиламбертов острота зрения оказывается максимальн. и при дальнейшем увеличении яркости поля уже заметно не возрастает. При одинаковой яркости острота зрения при смешанном свете меньше, чем при монохроматическом; из монохроматич. лучей для остроты зрения наиболее благоприятны лучи желтые, наименее—сине-фиолетовые и крайние красные. Практически, однако, выгоды монохроматическ. освещения заметны лишь при работе с весьма малыми яркостями. При оценке смещения одной линии по отношению к другой, к ней примыкающей (при отсчетах по нониусу и т. п.), нормальным Г. замечаются смещения значительно меньшие, чем на 1′, а именно смещения, равные всего 8″ и даже 3″. Наилучшими условиями для таких оценок являются: вертикальность сопоставляемых линий и некоторая средняя (равная приблизительно 5 угловым минутам) длина их.



Фиг. 2.

Б ы с т р о т а з р и т е л ь н о г о в о с п р и я т и я, как величина, обратная тому времени, которое необходимо для того, чтобы мы успели увидеть тот или иной объект, растет пропорционально логарифму яркости того поля, на котором этот объект находится; она зависит также от углового размера

объекта и контраста его с фоном. Варьируя этот размер и коэффициент отражения фона, Ферри и Ренд получили в качестве той оптимальной силы освещения, за которой увеличение освещения на каждые 60 люксов ускоряет восприятие уже меньше, чем на 5%, нижеследующие значения (в люксах):

Коэфф. отражения фона в %	Угловой размер объекта 1°	2°	3°	4,2°	5.2°
78	444	276	228	162	156
29	720	468	324	276	276
21	756	540	420	300	312
16	810	612	456	360	336

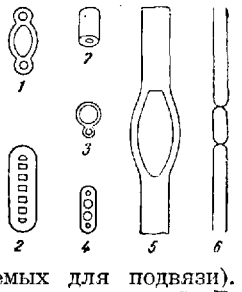
С прекращением раздражения зрительное ощущение прекращается не тотчас же, но длится некоторое время в виде так назыв. последовательных образов. Если ощущение длится в своем первоначальном цвете, последовательный образ называется положительным, в ином случае—отрицательным. От очень ярких раздражителей последовательные образы могут длиться десятки минут. Чем больше яркость имеющегося в глазу последовательного образа, тем меньше чувствительность Г. к восприятию новых раздражений. Это является одним из оснований для требования устранения слишком больших, слепящих яркостей из поля зрения работающего.

Утомление Г., как понижение его работоспособности в результате предшествовавшей работы, может обусловливаться: 1) утомлением его свето- и цветоощущающего аппарата и 2) утомлением приспособительно-двигательного аппарата. Первое есть не что иное как явление световой и цветовой адаптации. Утомление одним цветом понижает чувствительность Г. и к другим цветам, близким с ним по своему месту в спектре. Двигательно-приспособительный аппарат, в виде аккомодации зрачкового рефлекса и движений глазного яблока, испытывает утомление в случае чрезмерно большого, чрезмерно длительного, меняющегося и неестественного напряжения соответствующих мышц. Подобные условия имеют место при необходимости фиксировать слишком близкие объекты, при неисправленных очками дефектах рефракции, при необходимости фиксировать объект, расстояние к-рого от Г. меняется, при частом переходе взора от очень светлого к темному и обратно, при фиксировании плоскости, не перпендикулярной к направленным на нее зрительным осям, и т. п. Симптомами наступающего утомления Г. являются затруднительность удержать отчетливое изображение рассматриваемого, «расплывание» его в Г., необычайная стойкость последовательных образов, ломота в Г. и др. Для измерения утомления пробовали испытывать до и после работы остроту зрения, скорость зрительного восприятия или различение яркостей, но опыты показали, что продуктивность работы Г. в этих случаях мало показательна для степени истинного утомления Г., так как кратковременный волевой импульс способен замаскировать действительное понижение работоспособности. Более показательные результаты дают: 1) определение устойчивости ясного видения (Ферри и Ренд), под чем разумеется установление отношения времени ясного видения деталей, находящихся на границе видимости, ко времени, в течение к-рого эти детали, вследствие «расплывания» в Г., оказываются не видимы; 2) глазной эргограф (Беренса, Конрада и др.), регистрирующий ослабление устойчивости аккомодации и конвергенции, и 3) регистрация числа миганий в ск. (Кац); число это по мере нарастания утомления неизменно возрастает.

Лит.: Вербицкий В. К., Оптическая система глаза, «Русск. офтальмологический журнал», М., 1928, т. 8, 2; Майзель С., Свет и зрение, Л., 1925; Вавилов С. И., Глаз и солнце, М.—Л., 1927; Пиотровский М. Ю., Глаз как физич. прибор, М.—Л., 1928; Кравков С. В., О поглощении света в желтом пятне живого глаза, «Журнал прикладной физики», М.—Л., 1925, т. 2, вып. 1—2, стр. 75; его же, Об адаптации глаза к цветным раздражениям, там же, 1928, т. 5, вып. 2; Кац Р., Об утомлении глаза, СПБ, 1915; Helmholtz H., Handb. d. physiolog. Optik, B. 1—3, 3 Aufl., Lpz., 1909—11; Nutting P., Report on Visual Sensitometry, «Journ. of the Optical Soc. of America a. Review of Scient. Instruments», Ithaca, 1920, v. 4, p. 65; Schroeder H., Die zahlenmässige Beziehung zwischen d. physikalischen u. physiologischen Helligkeitseinheiten und die Pupillenweite bei verschiedenen Helligkeiten, «Ztschr. für Sinnesphysiologie», Leipzig, 1926, B. 57, p. 195; Piper H., Über Dunkeladoptation, «Ztschr. f. Psychologie», Lpz., 1903, B. 31, p. 161; Graham W., The Absorption of the Eye for Ultra-Violet Radiation, «American Journal of Physiological Optics», Southbridge, Mass., 1923, April, p. 152; Sheard Ch., The Physiological Effects of Radiant Energy especially upon the Human Eye, ibid., 1924, April, p. 214; Ferree and Rand, On Ocular Functions, etc., «Trans. of the Illuminating Engineering Soc.», N. Y., 1922, v. 17, p. 83. **С. Кравков.**

ГЛАЗИРОВАНИЕ, см. *Сатинирование.*

ГЛАЗКИ (мальоны) предназначаются для прохода нитей основы или утка и находят применение в различных частях ткацкого оборудования. Г. должны быть совершенно гладкими, не оказывать сопротивления проходящей нити, чтобы нить не мшилась и не рвалась. Весьма распространены стальные Г., но делаются также Г. из фарфора и стекла; такие Г. представляют очень мало сопротивления проходу через них нити, но очень хрупки и потому применяются редко. Форма и применение Г. различны. На фиг. изображены Г. для лиц и ремизок; они продолговато-овальной формы и снабжены (см. фиг.: *1*, *4* и *2*) одним, двумя и пятью отверстиями (кроме крайних, предназначаемых для подвязи). Помимо того показаны: под номером *5*—Г. стального ремизного галево, *6*—нитяной Г. галево, *7*—Г. хрусталика челнока и *3*—Г. для полугалево. См. *Ткани.*



С. Молчанов.

ГЛАЗОК, почка вместе с частью коры, а иногда и древесины, которая, являясь подвоем, переносится на другое растение—привой. Способ прививки глазка носит название окулировки. Г. вырезают из средней части однолетних побегов. Различают два вида окулировки: 1) окулировка «спящим Г.», когда почка берется от летних, еще не вполне одеревяневших побегов, но со спелой древесиной, и самая прививка производится в июле—августе; в этом случае новый побег развивается лишь весной следующего года; 2) при окулировке «живым Г.»—почка

берется от прошлогодних зрелых побегов, прививка производится весной, и к осени из глазка уже вырастает новый побег. Способ прививки Г. имеет весьма большое значение в плодоводстве и садоводстве.

Лит.: Кичунов Н. И., Прививка и размножение различных грунтовых деревьев и кустарников, 2 изд., СПБ, 1908. **Н. Кобранов.**

ГЛАЗОМЕРНАЯ СЪЕМКА, см. *Съемка.*

ГЛАЗУРИ, стеклообразные покрытия керамических изделий, получающиеся при высоких $t°$ и служащие либо для придания стенкам изделия свойства водонепроницаемости, либо для декоративных целей. Иногда покрытие Г. производится и с той и с другой целями одновременно.

По обжигу различные виды Г. можно грубо разделить на два вида: 1) Г. малого огня, легкоплавкие, применяемые в гончарном, изразцовом и кирпично-черепичном деле и при изготовлении облицовочных плиток с пористым черепком, и 2) Г. большого огня, тугоплавкие, применяемые при изготовлении фарфора, каменных изделий и частично фаянса. Имеются и переходные ступени между этими видами.

По составу и характеру строения те и другие Г. представляют собою стекловидные твердые растворы кремнезема, глиноземо-щелочных силикатов с окислами металлов. Химическ. состав Г. принято выражать стехиометрич. ф-лой Зегера, в которой стеклообразующий SiO_2 противопоставляется окислам K_2O, Na_2O, CaO, MgO, PbO (плавням); при этом Al_2O_3 и B_2O_3 принимаются как бы индифферентными и помещаются посредине. Сумма основных окислов (RO) приводится к единице для большей сравнимости формул. Самые общие ф-лы для важнейших видов Г. таковы (по Берделю):

950—1 050°—гончарная посуда:

$$PbO \cdot (1—3,0)\ SiO_2,$$

1 100—1 250°—фаянсовые изделия:

$$RO \cdot \begin{cases} (0,1—0,3)\ Al_2O_3 \\ (0,1—0,5)\ B_2O_3 \end{cases} \cdot (2,0—3,0)\ SiO_2,$$

1 350—1 500°—фарфоровые изделия:

$$RO \cdot (0,8—1,2)\ Al_2O_3 \cdot (8,0—10,0)\ SiO_2.$$

Приведенные ф-лы (Зегера), конечно, полностью не охватывают громадного разнообразия существующих Г.

Сырьем для Г. служат соединения:

SiO_2	в виде	кварцевого песка, кварца, кремня, каолина, глины, полевого шпата, пегматита, талька;
Al_2O_3	»	» каолина, глины, полевого шпата, пегматита, криолита;
PbO	»	» глета, сурика;
B_2O_3	»	» борной к-ты, буры, боронатрокальцита;
CaO	»	» мела, известкового шпата, мрамора, плавикового шпата, доломита;
MgO	»	» магнезита, доломита, талька;
BaO	»	» витерита, тяжелого шпата;
K_2O	»	» полевого шпата, пегматита, поташа, селитры;
Na_2O	»	» соды, буры, криолита и поварен. соли;
SnO_2	»	» окиси олова, хлористого олова, оловянной к-ты и кальцины (смеси PbO и SnO_2 в отношениях от 1:1 до 1:5).

Г. малого огня в простейшем случае (гончарное дело) составляются из тонко измельченного кварцевого песка с суриком, глетом или с так наз. золой, которая получается путем примитивного пережига свинца в металле или в изделиях на воздухе. Такие свинцовые Г., получающиеся при сравнительно невысоких $t°$, ок. 900°, не обладают значительной прочностью, легко царапаются и, вследствие частого несовпадения их коэфф-та расширения с коэфф-том расширения черепка, дают так наз. цек, т. е. сеть волосных трещин. Кроме того, свинцовые Г., редко представляющие определенные химич. комбинации окиси свинца и кремнезема, имеют зачастую излишек первой, которая легко выщелачивается при соприкосновении даже с слабо кислыми жидкостями. Эта частичная растворимость свинцовой Г., в виду ядовитости свинца, делает гончарную посуду не всегда безопасной.

Свинцовые глазури, применяемые при производстве строительных материалов, также не совсем удовлетворяют своему назначению: они быстро выветриваются, подвергаясь постепенному выщелачиванию атмосферной влагой, содержащей углекислоту. Эти недостатки, свойственные простейшим свинцовым Г., давно известны и служат поводом к попыткам замены их Г., столь же легкоплавкими, но более прочными механически и химически. Главнейшим препятствием при разрешении этой задачи является удорожание таких малосвинцовых или бессвинцовых Г., вследствие необходимости заменять свинец дорогими соединениями бора (борная кислота и бура), дающими достаточно легкоплавкие и прочные Г.

Более прочные и твердые Г. для изделий с обжигом при 1 100—1 150° получаются при замене части кремнезема глиноземом в виде маложелезистой глины или каолина и части свинца—щелочноземельными и щелочными металлами, а также введением соединений бора. Однако, последние обладают большой растворимостью в воде, вследствие чего нарушается постоянство состава Г., и при нанесении на черепок Г. «размешивается». Поэтому Г. с растворимыми составными частями приготовляют по способу фриттования, заключающемуся в том, что весь кремнезем вместе с другими составными частями, кроме всей или большей части глины, подвергается предварительному сплавлению в ванной или тигельной печи, при чем в дне тиглей имеются отверстия для выпуска. Получен. сплав, или фритта, тонко размалывается в мокром виде. Тончайшая муть фритты высушивается, превращается в порошок, смешивается с соответствующим количеством глины (по рецепту) и употребляется затем как Г. для более ценных керамических изделий малого огня, как то: для декоративных гончарных изделий, фаянса, стенных плиток, печных кафлей.

Очень часто окрашивают Г. в тот или иной цвет; для этого в состав их вводят различные красящие вещества в виде минеральных окислов и солей. Очень богата палитра для темп-ры обжига до 1 000°, в особенности до 850—900°. Так, окись железа в различных условиях пламени, а отчасти в комбинации с другими соединениями, дает желтый, красный, коричневый, серый и черный цвета и другие оттенки. Окись марганца дает фиолетовый, коричневый, серый и черный цвета. Окись меди в различных условиях пламени дает целую гамму синих и зеленых цветов и оттенков, отличающихся, однако, от чисто зеленого цвета. Металлическая медь

восстанавливается в процессе обжига из соответствующих солей и окислов, давая столь известную рубиново-красную окраску (медный рубин)—китайскую красную Г. с переходами в розовый, лиловый, серый и бирюзовый цвета. Сернистая медь применяется для получения восстановительных люстров (иризирующих световых эффектов). Закись-окись кобальта окрашивает стекла в чисто синий цвет различных оттенков, а в смеси с другими окислами дает фиолетовый, серый и черный цвета. Специальный кобальтовый краситель, называемый «смальтой», дают силикаты калия и кобальта. Окись хрома обычно дает чисто зеленый цвет; другие соединения хрома—хромпик и хромовокислый свинец—специальную розовую окраску, известную под названием «пинк», и ярко красную—«коралл», а также коричневый цвет. Хромистый железняк дает черные и коричневые окраски для Г. Пинки—сиреневый и цвета гвоздики—получаются при комбинации окислов Cr, Co, Sn, K и SiO_2. Окись урана сообщает Г. желтую, красно-оранжевую и черную окраску. Соединения золота, в соответствующих условиях обжига, дают различные оттенки красного—от розового до пурпура. При декорации фарфора и фаянса по глазури применяются специальные препараты золота, дающие матовые и блестящие покрытия. Титановая кислота в виде минерала рутила дает хороший желтый цвет и т. н. кристаллические Г.; трехокись сурьмы дает желтые и оранжевые цвета; окислы никеля—коричневый и серый цвета; окись иридия сообщает Г. прекрасный черный цвет; окись олова, введенная в состав свинцовой Г. в соответствующем количестве, дает ей молочно-белую окраску, заглушая прозрачность. Такая свинцово-оловянная «глухая» Г. *является основой для эмалевых* Г. малого огня (печные белые изразцы и майолика) как в керамике, так и в эмалевом деле по металлу. Аналогичную роль заглушителей прозрачности играют также соединения мышьяка и фтора и отчасти фосфорной кислоты. Эта же окись олова в смеси с известью, кремнеземом и двухромовокислым калием дает уже упоминавшиеся пинковые оттенки красного—от розового до фиолетового. Окись олова с фосфорнокислой медью дает окраску, сходную с бирюзово-лазурным цветом. Для получения чистых цветных тонов обычно применяются химически чистые окислы или соли; для получения смешанных цветов применяют их смеси, а также подходящие по составу нечистые красящие вещества.

Однако, почти все эти красители дают яркие и чистые оттенки лишь при невысоких $t°$ малого огня. Для окрашивания Г. большого огня—фарфоровых—громадное большинство таких красящих веществ неприменимы, так как все они, за малым исключением, выгорают. Единственно прочными красящими веществами в условиях высоких температур являются соединения Co для синих оттенков, Cr_2O_3—для зеленого и Fe — для фиолетового цвета. Равномерное окрашивание достигается путем фриттования составных частей глазури.

В некоторых случаях, в особенности при изготовлении изделий строительной керамики—канализационных и кислотоупорных изделий,—вместо искусственных глазурных смесей применяют природные глины, богатые плавнями, т. е. соединениями Fe, Ca, Mg, Na, K. Подобные глины дают обычно глазурные покровы густой темной окраски, от бурого до коричневого оттенков, нередко с зеленоватым оттенком. В случае присутствия в такой глине соединений титана такая Г. совершенно закрывает окраску черепка. Образцом такой Г. является известная бунцлауская коричневая глазурь из Силезии, доставлявшаяся раньше и на наши заводы канализацион. труб и кислотоупорной посуды. Эта Г. относится уже к Г. большого огня, ибо она требует для своего, как говорят, «розлива» (т. е. расплавления) $t°$ обжига не менее 1 260—1 280° (SK 8—9). Присутствие TiO_2 в этих Г. придает красновато-коричневому цвету золотистый отблеск, весьма ценный с декоративной точки зрения.

Благородные керамическ. изделия—шпатовый санитарный фаянс и фарфор—покрываются Г., приготовленными из наиболее чистых материалов, дающих прозрачное, совершенно бесцветное стекло при $t°$ обжига от 1 150 до 1 410°. В их состав главным компонентом входит кремнезем—в виде тончайше измельченного кварца, затем глинозем—в составе каолина или белообжигающейся пластической огнеупорной глины с минимальным содержанием железа. В качестве плавней входят щелочи—в составе полевого шпата, известь—в виде чистейшего мела, мрамора или известняка—и отчасти (для фаянса) соединения бора.

Широко применяется также соляное глазурование, или муравление, заключающееся в том, что в конце обжига, когда $t°$ товара *достигает примерно 1 250—1 280° (SK 8—9)*, в топки, на раскаленные древесные угли и горящие дрова забрасывается обыкновенная поваренная соль. В присутствии паров воды (дрова в этой стадии обжига берутся более сырыми) хлористый натрий разлагается, и освободившийся парообразный Na_2O, реагируя с кремнеземом и глиноземом черепка, образует на его поверхности более или менее тонкий слой стекла, чрезвычайно тесно соединенный с массой черепка. По Меклеру, Г., получающаяся по этому способу, состоит из одной части Na_2O, $3\frac{1}{3}$ ч. SiO_2 и $\frac{2}{3}$ ч. Al_2O_3. Пары соляной к-ты, образовавшиеся при разложении NaCl, уходят с дымовыми газами.

При глазуровании изделия в сухом виде или чаще после слабого прокаливания (утильный обжиг) погружаются не надолго в глазурную жидкость густоты сливок. Сухой черепок изделия засасывает в свои поры воду глазурной жидкости, а Г. тонким слоем порошка остается на поверхности изделия. Тонкостенные фаянсовые и фарфоровые изделия подвергаются обязательно предварительному, так наз. утильному, обжигу при невысокой $t°$ в 700—800°—иначе их стенки в сухом виде не выдерживают купания в глазурной жидкости, и изделие ломается.

В области строительной керамики обжиг Г. производится обычно одновременно с об-

жигом изделия. Т. о., $t°_{пл.}$ Г. в этом случае сообразуют с $t°$ обжига. При изготовлении майолики и фаянса глазурному обжигу предшествует главный обжиг изделий при более высокой $t°$ с целью получения большей прочности черепка. В фарфоровом производстве, наоборот, за низким утильным обжигом (вернее, прокаливанием) следует главный обжиг (в этом случае одновременно и глазурный), при более высоких $t°$.

Лит.: Будников П. П., Керамич. технология, Харьков, 1927; Орлов Е. И., Глазури, эмали и керамическ. краски, Харьков, 1927; Berdel Ed., Glasuren und Emalis, Koburg, 1912; Berdel Ed., Einfaches chemisches Praktikum für Keramiker, Koburg, 1925—26; Segers Gesammelte Schriften, hrsg. von H. Hecht und E. Cramer, 2 Auflage. Berlin, 1908; Ansell H., The Manuf. of Glazed Bricks a. Sanit. Ware, L., 1898; Henry R., Griffen, Clay Glazes and Enamels, Indianopolis, Ind., 1920. **В. Юргенов.**

ГЛАУБЕРОВА СОЛЬ (Sol mirabile Glauberi), $Na_2SO_4.10\,H_2O$, десятиводный сульфат натрия, открыта немецк. алхимиком И. Глаубером (1603—1668); получается действием серной кислоты на поваренную соль при нагревании. Г. с. находится в воде источников, озер и морей. В виде минерала—мирабилита—встречается совместно с каменной и другими солями натрия, образуя пластовые и линзообразные залежи. Нередко образование таких залежей происходит и на наших глазах на дне высыхающих соляных озер и бассейнов. Мирабилит выпадает из рассолов при сравнительно низкой температуре (от $+5$ до $-7°$) в виде кристаллов моноклинической системы; прозрачен и бесцветен, обладает горько-соленым вкусом; легко растворяется в воде: при 0° в 100 частях воды растворяются 12,6 ч. соли, при 15°—35,96 ч. и при 33°—33,13 ч. При нагревании до $t°$ в 32° плавится и часть его (16,3%) переходит в безводную соль. При температуре выше 34° полностью теряет кристаллизационную воду и переходит в тенардит—Na_2SO_4. На воздухе распадается, постепенно теряя кристаллизацион. воду и покрываясь непрозрачной мутной коркой; тв. 1,5—2; уд. вес 1,4—1,5.

Г. с. подвергают обезвоживанию для получения безводного сульфата натрия, который находит довольно широкое применение в стекольном и содовом производствах, в текстильной промышленности, при дублении, а также в медицине. Обезвоживание Г. с. производят или на месте добычи путем ее высушивания солнечной теплотой или путем искусственного нагревания, расплавления ее в кристаллизационной воде и уваривания в чренах; предложены еще и другие способы, например, распыление раствора мирабилита в особых печах.

Месторождениями природных мирабилита и тенардита особенно богат СССР: исключительное в этом отношении место занимает восточное побережье Каспийского моря и особенно Карабугазский залив; грубые подсчеты показывают, что в Карабугазском заливе за зиму осаждается до 3 млрд. *т* соли. Добыча мирабилита в Карабугазском заливе постепенно увеличивается: в 1925 году добыто 13 333 *т*, в 1926 году—ок. 27 060 *т*, в 1927 году—90 000 *т*. Кроме того, известны месторождения Г. с. в горах Кюрен-Даг, недалеко от ст. Узун-Су Ср.-Азиатск. ж. д.; в Мервском оазисе; в Крыму; на Кавказе (Баталпашинские озера на северном склоне и Мутраванские и Гареджельское месторождения на южном). Особенно богата Г. с. Сибирь, в южных частях Томского, Ачинского и Красноярского округов, и Забайкалье. Из других стран наиболее богатые месторождения Г. с. встречаются в Канаде и С. Ш. А.

Лит.: Философов П. и Унковская В., Глауберова соль, «НИ», Л., 1926, т. 1, стр. 267—294 (список главнейшей русской литературы); Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1925/26 г., Л., 1927; Ladoo R., Non-Metallic Minerals, p. 558, Sodium Compounds. New York, 1925 (сводка литературы по солям натрия); Wells Roger C., Sodium Sulphate, its Sources and Uses, «U. S. Geolog. Survey. Bull.», Wsh. 1923, 717, p. 43. **С. Малявкин.**

ГЛАУКОНИТ, минерал, химич. формула которого $RO \cdot R_2O_3 \cdot 4\,SiO_2 . 2\,H_2O$, где $R = K_2$, Na_2, Mg, Ca, Fe; $R_2 = Fe_2$, Al_2; состав изменчивый—от 3 до 24% FeO и Fe_2O_3, от 3 до 12% K_2O, от 43 до 58% SiO_2, от 1 до 6% MgO; тв. 1—2; удельн. в. 2,2—2,8. Округлые зерна, диаметром не более 10 *мм*, состоят из сростков микроскопич. пластинок. Г.—типичный минерал осадочных горных пород—входит в состав многих песчаников, песков, глин, мергелей и известняков. Эти породы, благодаря содержанию в них K_2O, применяются как удобрительный материал. В Америке из Г. извлекается калий путем обработки его гашеной известью и водой при высокой темп-ре и давлении. В СССР в этом отношении пока производятся лишь исследования, сосредоточенные в Институте по удобрениям Научно-техническ. управления ВСНХ. Во время войны 1914—18 гг. Г. нашел себе применение в качестве защитной зеленой краски; кроме того, из Г. приготовляется хорошая краска для обоев и фресок (темнозеленый цвет). Г. имеет большое распространение на земной поверхности во всех геологическ. отложениях. Разрабатываются месторождения глауконитовых пород в Тироле (Инсбрук), Бельгии (Лонзе), Франции (Гавр), С. Ш. А. (штаты Нью Джерси, Мериленд, Виргиния). В СССР залежи Г. наиболее часто встречаются в Ленинградской и Центрально-Черноземной областях. Наиболее крупное разрабатываемое месторождение находится близ села Копорье Ленинградского округа.

Лит.: Глинка К., Глауконит, СПБ, 1896; Казаков А. и Вольфкович С., Электромагн. обогащение глауконитовых песков и переведение содержащегося в них калия в усвояемое растением соединение, Сообщения о научно-технич. работах, вып. 21, стр. 19, Л., 1926; «НИ», Л., 1926, т. 1, стр. 257—267; Collet et Lee, Recherches sur la glauconie, «Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh». Edinburgh, 1905—06, v. 24; Dammer B. und Tietze O., Die Nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohlen und des Petroleums, B. 2, p. 349—354, Lpz., 1914. **Н. Федоровский.**

ГЛЕТ СВИНЦОВЫЙ (Bleiglätte), одно из видоизменений окиси свинца, получается при окислении металлическ. свинца посредством струи воздуха, продуваемого над поверхностью расплавленного металла. В виду того, что $t°_{пл.}$ Г. с. (950—1 000°) значительно выше $t°_{пл.}$ свинца (327°), то для отвода образующегося на поверхности металла Г. с. масса нагревается до $t°$ несколько выше $t°_{пл.}$ Г. с., который стекает и, застывши, распадается на ромбические чешуйки. На практике технич. Г. с. получается при отгонке в специальных печах при $t°$ 1 000—1 200° серебристого свинца, так наз. *верклея* (см.)

для извлечения из него серебра. Первые продукты отгонки, содержащие лишь незначительное количество серебра, используются либо для дальнейшей переработки в металлический свинец, либо для технич. целей; для последних удобнее всего пользоваться красноватой разновидностью Г. с., приобретающей этот оттенок при медленном застывании и при одновременном выделении поглощенного кислорода и известной под названием золотого глета (Goldglätte; уд. вес его 9,3. Последующие продукты отгонки богаче серебром, они возвращаются в производство для извлечения Ag; при быстром застывании из них выделяются чешуйки желтоватого цвета, зильберглет (Silberglätte), называемый так вследствие значительного содержания в нем серебра.

Г. с. служит исходным материалом для получения большинства свинцовых солей, так как он легче вступает в соединения, чем другие видоизменения окиси свинца. При внесении в расплавленный Г. с. кремневой к-ты и щелочных окислов получаются соответственные силикаты, обладающие способностью растворять многие окиси тяжелых металлов. Такие сплавы дают окрашенные стекла с большим лучепреломлением и служат имитацией благородных камней. Растворы борносвинцовых силикатов с большим количеством окислов дают *эмали* (см.) и *глазури* (см.). Большое применение Г. с. имеет при приготовлении сикативов—сушек. При нагревании с льняным маслом или канифолью образуются свинцовые линолаты и резинаты, которые ускоряют засыхание олифы. На этом же свойстве Г. с. образовывать мыла, легко передающие кислород, основано применение глетовых замазок. 50 частей измельченного Г. с. и 2 ч. безводного глицерина дают быстро твердеющую смесь, нерастворимую ни в воде, ни в органич. растворителях. Менее концентрированные растворы глицерина дают замазки, медленно застывающие. Так, смесь 5 ч. концентрированного глицерина и 2 ч. воды, охлажденной до комнатной $t°$, при замешивании с Г. с. дает тесто, служащее для изготовления и отливов разных дешевых украшений—камней, ручек и других предметов. Большое применение Г. с. имеет при формовании пластинок аккумуляторов; в этом случае берется смесь его с серной кислотой удельного веса 1,1—1,2. **Е. Раковский.**

ГЛИКОГЕН, животный крахмал, сложный углевод $(C_6H_{10}O_5)_x$, открыт Клодом Бернаром (в 1856 году) в печени. Г. широко распространен в животном мире, где играет роль углеводного резерва, аналогично крахмалу в растительном мире. Г. встречается также и в растениях (во многих грибах), но особенно много его содержится в дрожжах—до 32 % сухого вещества. Г.—безвкусный белый аморфный порошок; при гидролизе разбавленными кислотами он, подобно крахмалу, распадается, образуя виноградный сахар (d-глюкозу). От крахмала Г. отличается большой устойчивостью по отношению к концентрированным едким щелочам, чем пользуются при его выделении.

ГЛИКОКОЛЬ, глицин, α-аминоуксусная кислота $H_2N\cdot CH_2\cdot COOH$; впервые был получен кипячением клея с раствором едкого барита. Гликоколь находится в мышцах низших животных, высшие животные содержат только небольшие количества его, но Г. играет большую роль в процессе обмена веществ млекопитающих, и его ацильные производные, гиппуровая и гликохолевая к-ты, встречаются в моче и желчи высших животных. Г. является составной частью *белковых веществ* (см.), из которых может быть выделен гидролизом. Синтетически Г. получается действием аммиака на бромуксусную к-ту или при нагревании 1 ч. хлоруксусной к-ты с 3 ч. твердого углекислого аммония. Г. образует бесцветные моноклиническ. кристаллы, растворимые в 4,3 ч. воды, нерастворимые в абсолютном спирте; плавится с разложением при 232—236°; обладает амфотерной химич. природой: дает соли со щелочами и с к-тами. Г. служит исходным материалом для получения различных соединений. Натриевая соль Г. (пиколовая соль) служит в фотографии вместо едких и углекислых щелочей при проявлении. **О. Магидсон.**

ГЛИКОЛЕВЫЕ СМОЛЫ, продукты конденсации гликолевой к-ты $CH_2\cdot OH\cdot COOH$, гликолевого ангидрида, гликолида $OH\cdot CH_2\cdot CO\cdot O\cdot CO\cdot CH_2\cdot OH$, или полигликолидов с высококипящими ароматическими углеводородами (в частности, с нафталином и антраценом) и их галоидными производными. Конденсацию ведут под давлением, в присутствии P_2O_5, PCl_5, $POCl_3$, Al_2Cl_6, H_2SO_4, Fe_2C_6. При реакции выделяется углекислота. Пример: смесь из 129 весовых частей нафталина, 40 в. ч. гликолевой кислоты (или 30 в. ч. гликолида) и 10 в. ч. пятиокисифосфора нагревают в автоклаве под давлением в течение около 15 часов при темп-ре 130—170°; образующаяся углекислота от времени до времени выпускается через вентиль; продукт, после промывания водой (для очистки от P_2O_5) и удаления перегретым паром непрореагировавшего нафталина, представляет собою желтую смолу, напоминающую по внешнему виду шеллак, с $t°_{пл.}$ 80—85°. Г. с. употребляются для лаков и, вместе с другими смолами, для штамповки; в электротехнике их пригодность мало испытана.

Лит.: Ан. П. 171956/21, «J. Ch. I.», 1922, v. 41, p. 676; Г. П. 354864/19 Fortschritte der Teerfabrikation u. verwandter Industriezweige, begründ. v. P. Friedlaender, B. 13, p. 631, B., 1923; Г. П. 398256/20, ibid., p. 632; Г. П. 580577/20, ibid. **Б. Максоров.**

ГЛИКОЛИ, двухатомные алкоголи, производные углеводородов, в которых 2 атома водорода замещены гидроксилами. Простейший гликоль—этиленгликоль $CH_2(OH)\cdot CH_2(OH)$, соответствующий этану; от пропана производятся уже 2 изомерных Г.: пропиленгликоль и триметиленгликоль $CH_3\cdot CHOH\cdot CH_2OH$ и $CH_2\cdot OH\cdot CH_2\cdot CH_2OH$ (название Г. производится от названия двухатомн. радикала его); нормальный бутан дает 4 Г., изобутан—2 Г. и т. д. В зависимости от характера алкогольных групп, входящих в Г. (первичные, вторичные или третичные), различают Г. двупервичные, двувторичные, двутретичные (иначе пинаконы), первичновторичные, первичнотретичные и т. д. Взаимное расположение алкогольных групп указывается греч.

буквами: α-гликоли, в к-рых гидроксильные группы находятся при соседних углеродных атомах, β-гликоли, в которых гидроксилы находятся через атом, и т. д.

Г. получаются теми же способами, что и *алкоголи* (см.), при чем или обе гидроксильные группы вводятся сразу, как, напр., при получении триметиленгликоля из бромистого триметилена:

$$CH_2Br \cdot CH_2 \cdot CH_2Br + 2\,H_2O = CH_2(OH) \cdot CH_2 \cdot CH_2(OH) + 2\,HBr,$$

или же Г. получаются из соединений, в которых одна гидроксильная группа уже имеется, например из галоидозамещенных спиртов, галоидгидринов, обменом галоида на гидроксил:

$$CH_2Br \cdot CH_2OH + H_2O = CH_2OH \cdot CH_2OH + HBr;$$

α-гликоли можно получать также непосредственно из непредельных углеводородов осторожным окислением их слабым раствором марганцовокалиевой соли:

$$CH_2 \cdot CH_2 + O + H_2O = CH_2OH \cdot CH_2OH;$$

пинаконы получаются восстановлением кетонов; так, из ацетона получается тетраметилэтиленгликоль:

$$2(CH_3)_2CO + H_2 = (CH_3)_2COH \cdot COH(CH_3)_2.$$

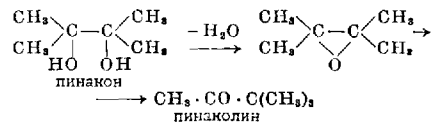
Физические свойства Г. Низшие члены—бесцветные густые жидкости, без запаха, сладковатого вкуса, с высокой $t°_{пл.}$ (выше, чем у соответствующих одноатомных алкоголей); в воде и спирте растворяются легко, в эфире—плохо. Высшие Г. трудно растворимы в воде, легче—в спирте и эфире. Удельн. в. около единицы. Двувторичные и двутретичные Г. (пинаконы)—твердые кристаллич. тела, плохо растворяющиеся в воде.

Химические свойства Г. отвечают свойствам одноатомных алкоголей, но дают 2 ряда производных, в к-рых замещен водород одной гидроксильной группы или обеих. Г., так же как алкоголи, с щелочными металлами дают гликоляты, в которых один или оба гидроксила замещены металлом, например: $CH_2OH \cdot CH_2ONa$ и $CH_2ONa \cdot CH_2ONa$. Действием галоидных алкилов на гликоляты можно получить два рода простых эфиров: $CH_2OH \cdot CH_2OC_2H_5$ и $CH_2OC_2H_5 \cdot CH_2OC_2H_5$. При действии соляной кислоты на гликоколь обыкновенно замещается лишь одна гидроксильная группа; получаемые при этом соединения называются хлоргидринами, напр.:

$$CH_2OH \cdot CH_2OH + HCl = CH_2OHCH_2Cl + H_2O.$$

Технически важнейший Г. этиленгликоль $CH_2(OH) \cdot CH_2(OH)$; он приготовляется из хлоргидрина (см. выше), а также кипячением бромистого этилена (570 частей) с уксуснокислым калием (300 частей) и ледяной уксусной кислотой (15 частей); получаемый при этом уксуснокислый эфир омыляют нагреванием с известью или лучше—кипячением с метиловым спиртом, содержащим 2% HCl. Для очистки этиленгликоль перегоняют в вакууме; по Г. П. 300122, его приготовляют также из этилена или этиленсодержащих газов окислением $KMnO_4$, а по Г. П. 344615,—обработкой этилена или этиленсодержащих газов смесью озонированного воздуха и водяных паров при 100° в присутствии пористых контактных масс. Этиленгликоль — бесцветная, малоподвижная сладковатая жидкость с $t°_{кип.}$ 197,5°, $t°_{пл.}$ —17,4°, уд. весом 1,115; он смешивается с водой и спиртом, растворяется в 100 ч. эфира. При обработке его двухлористой серой этиленгликоль переходит в хлоргидрин. При окислении, в зависимости от степени окислительного эффекта, гликоль дает ряд соединений: гликолевый альдегид $CH_2OH \cdot CHO$, глиоксаль $CHO \cdot CHO$, глиоксиловую к-ту $CHO \cdot COOH$ и щавелевую к-ту $COOH \cdot COOH$. Этиленгликоль применяется в фармацевтической технике взамен глицерина, а также служит исходным веществом для получения *иприта* (см.). Моносалициловый эфир этиленгликоля (спирозаль) применяется в медицине как антиревматическое средство.

Простейший пинакон — тетраметилэтиленгликоль $(CH_3)_2COH \cdot COH(CH_3)_2$, получаемый из ацетона восстановлением амальгамой натрия,—кристаллическое тело с $t°_{пл.}$ 38°; из воды кристаллизуется с 6 ч. воды. При окислении превращается в ацетон; при перегонке с разбавленной серной кислотой претерпевает т. н. пинаколиновую перегруппировку: отщепляет частицу воды и превращается при этом в пинаколин:



Лит.: Meyer V. und Jakobson P., Lehrbuch der organischen Chemie, B. 1, T. II, p. 70, Leipzig, 1923. **Н. Ельцина.**

ГЛИНА, в широком смысле слова, весьма распространенные землистые, мягкие породы, которые в смеси с водой почти всегда образуют легко формующуюся пластическую массу. Последняя после высыхания сохраняет приобретенную форму и обладает достаточной степенью прочности. После обжига формы глина получает окончательное закрепление, а ее материал приобретает характерные признаки каменной породы. По происхождению различаются Г. первичные и вторичные, или отложные. Первая разновидность представляет собою местные накопления продуктов разложения различных горных пород, преимущественно—богатых полевым шпатом. Отложные, или вторичные, глины являются конечным результатом весьма сложных и разнообразных химическ. и механич. взаимодействий продуктов выветривания тех же горных пород, продуктов, подвергавшихся на протяжении ряда геологическ. эпох действию перемещавшихся масс воды; они являются типичными осадочными образованиями. Легкость изготовления из глиняной массы различных изделий, отличные технические свойства последних, приобретаемые после обжига, и повсеместное распространение Г. обеспечивают им обширнейшее применение в керамич. промышленности. В петрографич. смысле Г. представляет собой слоистые, неоднородные по составу накопления механически перемешанных между собой частиц, преимущественно минерального происхождения. Главная масса их имеет тонкокристаллическое сложение и представляет собою водные алюмосиликаты

типа каолинита и слюд в смеси с частицами кварца и полевого шпата. Кристаллич. сложение имеют также обычные легкоплавкие примеси в Г.: черные минералы—роговые обманки, авгиты, рутил, ильменит и т. д., карбонаты и сульфаты кальция и магния, пириты. В тонкодисперсном и коллоидальном состояниях встречаются в пластич. Г. частицы руд Fe и Ti, их гидроокиси и гидратные соединения глинозема и кремнезема. Огнестойкий скелет глины образуется SiO_2 (в виде кварца) и водными алюмосиликатами. Все другие примеси являются по отношению к скелету плавнями. Минералогический состав Г. всегда находится в зависимости от происхождения их. В наиболее ценных, первичных сортах Г., каолинах, содержится наряду с кварцем, полевым шпатом и слюдой минерал каолинит состава $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2\,2\,H_2O$, являющийся конечным продуктом выветривания полевого шпата, а иногда и некоторые родственные ему минералы, как то: галлоизит, пирофиллит, аллофан. Глины вторичного происхождения отличаются большей тонкостью частиц и повышенным содержанием коллоидальных компонентов. Они обладают всегда значительной пластичностью. В состав их, кроме тех же скелетных минералов—кварца и каолинита, входят в заметном количестве образовавшиеся в процессе естественного отмучивания разнообразнейшие примеси, дающие в совокупности легкоплавкую смесь. Таковы указанные выше плавни. Соотношение компонентов огнестойкого скелета, содержание и разнообразие плавней, степень измельчения всех компонентов, присутствие коллоидальных частиц, органические примеси—все это определяет в совокупности важнейшие свойства глины до обжига и после него: химические и механические составы, пластичность, связующую способность, влагоемкость, усадку при сушке и обжиге, окраску черепа, пористость, спекаемость, склонность к размягчению при высокой темп-ре и огнеупорность. Большое влияние на свойства обожженной Г. оказывают, кроме того: степень предварительного увлажнения ее, величина механич. воздействия (давления) при формовании, темп нарастания $t°$ при обжиге и окончательная $t°$ последнего. Принято различать три основные группы Г.: каолины, огнеупорные и легкоплавкие сорта.

К а о л и н ы. Каолиновые породы как первичного, так и вторичного образования состоят преимущественно из тончайших кристаллических частиц каолинита и родственных ему минералов в смеси с более крупными частицами кварца, полевого шпата и слюды — остатками первичной породы. Каолины отличаются высокой огнеупорностью (плавятся около 1 750°) и, вследствие незначительного содержания красящих окислов Fe и Ti (0,4—0,6%), приобретают после обжига белый цвет (или слабо окрашены). Пластичность каолинов, обычно не содержащих коллоидальных компонентов, незначительна. Это—их существенное отличие от прочих глин и, одновременно, недостаток. Чистота состава каолинов делает их незаменимой сырьевой основой для тонкой керамики (фарфор и фаянс). Первичные каолины, наиболее распространенные в природе, содержат до 60—75% кварца, полевого шпата и слюды в виде песчинок и частиц различной степени измельчения. В сыром виде первичные каолины находят лишь ограниченное применение в производстве огнеупорного кирпича. Очистка сырого каолина от примесей осуществляется при помощи отмучивания водой. В последнее время с успехом применяют электроосмотическую очистку (электрофорез) по способу Бото-Шверина и вакуумфильтров Оливера, Вольфа и т. д. Отмученные каолины широко применяются при выработке тонкой керамики и, как наполняющие вещества, в бумажном производстве, в химической промышленности (для ультрамарина, обойных и других красок, препаратов глинозема), а также и в резиновом производстве. Реже встречаются чистые каолины вторичного происхождения, т. е. природно отмученные. Количество очень тонких примесей в них падает до 10%. Такие каолины отличаются несколько большей пластичностью, чем первичные. В пределах СССР каолиновые месторождения, имеющие промышленное значение, находятся преимущественно на территории УССР. Из них наибольшее значение имеет Глуховское месторождение Глуховского округа, дающее до 50% всего производства отмученного каолина, и Мало-Михайловское при станции Просяная Днепропетровского округа. Просяновский каолин особенно широко применяется в бумажной промышленности. Кроме Украины, каолины встречаются на Урале (Чебаркульский) и в Сибири, в Иркутском округе. См. *Каолин*.

О г н е у п о р н ы е Г. в общем отличаются от каолина повышенным содержанием плавней, в том числе и красящих окислов Fe и Ti, и высокой степенью измельчения частиц, часть которых имеет коллоидальный характер. Эти отличия обеспечивают высоко развитую пластичность огнеупорной Г. Вследствие вторичности происхождения и, как результат этого, засоренности посторонними частицами, увлеченными водным потоком, огнеупорные глины нередко содержат более грубые частицы кварцевого песка и других минералов, уменьшающих их пластические свойства. К числу огнеупорных Г. относятся все сорта, плавящиеся при $t°$ выше 1 580°. Наиболее ценные огнеупорные Г. имеют степень огнеупорности одинаковую с каолинами. Вредными примесями являются соединения железа и титана, в том числе пириты, а также продукты разложения последних—сульфаты Fe, Ca и Mg и высокое содержание углистых и смолистых частиц. Огнеупорные глины широко распространены в природе и имеют весьма разнообразное применение. Их отличные пластич. свойства и сопротивляемость высоким $t°$ обусловливают их громадную практич. ценность. Типичным образцом в СССР является известный Боровичский «сухарь», относящийся к огнеупорным шамотным сортам. Все огнеупорные Г. могут быть разделены на три категории: 1) типичные огнеупорные сорта, 2) пластические беложгущиеся, или фаянсовые, глины и 3) низкоспекающиеся сорта. Первая категория представляет наи-

более чистые разновидности, с минимальным содержанием плавней и высоким содержанием глинозема. После обжига они приобретают вследствие значительного присутствия (от 1,5 до 4—4,5%) окислов Fe и Ti более или менее темную окраску. Применяются при изготовлении разнообразнейших шамотных и кварце-глинистых огнеупорных материалов. В других отраслях керамики их применяют в качестве пластической добавки, когда белизна черепа изделий не играет существенной роли. Существуют многочисленные сорта или марки Г. этой категории: шамотная Г., горшечная (стеклоплавильные горшки и припас), капсельная, ретортная, тигельная и т. д. В основе этого разделения лежит особая стойкость в условиях работы тех или иных изделий при высоких $t°$, присущая отдельным сортам Г. Ко второй категории огнеупорных Г.—к высокопластич. беложгущимся разновидностям—относятся такие пластические сорта первой группы, которые содержат окислов Fe и Ti в общем не больше 0,5—0,8% и вследствие этого дают после обжига белый или очень слабо окрашенный череп. Такие огнеупорные Г. применяются в тонкой керамике—в фарфоровом и фаянсовом производствах. Они имеют специфич. значение добавки (8—12%), повышающей пластичность керамич. массы, составленной преимущественно из тощих материалов (кварца, полевого шпата, доломита, каолина); Г. эти встречаются в природе сравнительно редко и потому высоко ценятся. Замечательным образцом такой Г. была знаменитая, теперь почти не добываемая за исчерпанием запаса, глуховская Г. I сорта («ускалка»). Ее частичной заменой в настоящее время является один из сортов часов-ярской глины с содержанием 0,4—0,5% Fe_2O_3. Третья разновидность огнеупорной Г.—низкоспекающиеся сорта—характеризуется средней огнеупорностью, значительным содержанием тончайше распределенного кремнезема (кварца) и наличием повышенного количества плавней, что, в общем, способствует спеканию глины при $t°$ обжига в 1 150—1 250°. Низкоспекающиеся огнеупорные Г. являются ценнейшим сырьем для обширного класса каменных керамических изделий, именно: кислотоупорных изделий, половых плиток, хозяйственной посуды, канализационных труб и т. д. Подобные Г. применяются также в качестве керамической связки при изготовлении абразионных изделий. Огнеупорные Г. весьма распространены на территории СССР. Значительная добыча их производится в трех месторождениях: Боровичско-Любытинском Новгородского округа Ленинградской обл., в Латнинском Воронежского округа Центрально-Черноземной области и Часов-Ярском Артемовского округа УССР. В 1925/26 году из этих месторождений добыто около 70% общего потребления Союза, составившего ок. 730 000 *т* сырой Г. Ряд месторождений в др. районах—уральском, в Центрально-Черноземн. обл., в Сибири, дающих в общем также значительное количество сырья, не имеет пока организованной и планомерной добычи его. См. *Огнеупорные глины* и *Справочник физ., хим. и технолог. величин.*

Легкоплавкие Г. К этой разновидности принадлежат по старой терминологии все Г., которые имеют точку плавления ниже 1 580°. Они очень распространены в природе и образовались в позднейшие геологические эпохи. Обыкновенно легкоплавкие Г. залегают вблизи поверхности земли, почему добыча их не представляет затруднений. В особенности часто встречаются легкоплавкие глины низшей плавкости в 1 200—1 300° и значительно реже—более стойкие в огне сорта. Эти осадочного происхождения образования содержат в своем составе преобладающее количество кварцевого песка, иногда в чрезвычайно измельченном состоянии, обычно в смеси с еще более тонко измельченными минералами, а также продуктами выветривания их. В составе легкоплавких Г. содержатся: SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, TiO_2, CaO, MgO, SO_3, щелочи, и вода. Наряду с частицами кристаллического сложения имеются часто в значительном количестве и коллоиды. В некоторых сортах легкоплавких Г. существенной составной частью, как и в случае огнеупорных Г., является каолинит. Последний вместе с кварцем образует тогда основной огнестойкий скелет Г. Остальные примеси, присутствующие обычно в значительном количестве, относятся к легкоплавким составным частям, которые при обжиге до 900—1 000° размягчаются, плавятся и уплотняют глиняную массу. Легкоплавкие Г. широко применяются в производствах грубой керамики. Из них изготовляют разнообразн. строительные материалы и хозяйственные изделия. Эти изделия по степени их пористости и механической прочности следует разделять на три группы: изделия с грубопористым черепом, то же—с малопористым и изделия с плотным каменным черепом. К первым относится обыкновенный строительный кирпич; ко вторым — гончарная черепица, облицовочные плитки и кафели, гончарные изделия, архитектурная терракота, дренажные трубы; к третьим следует отнести мостовой и фасадный клинкер, некоторые сорта облицовочных половых плиток, хозяйственную посуду специального назначения, кислотоупорный кирпич и простейшую кислотоупорную заводскую аппаратуру. В соответствии с этими особенностями свойств готовых грубокерамич. изделий легкоплавкие Г. разделяют на три группы: кирпичные Г.—менее однородные и грубо отмученные, черепичные—более тонкие и однородные по составу и более пластические и, наконец, более огнестойкие—клинкерные, богатые тончайшим SiO_2 и плавнями. Последняя, клинкерная, разновидность д. б. обособлена и под названием «тугоплавких» глина должна составить промежуточное звено между легкоплавкими и огнеупорными Г. Вредными для применения примесями легкоплавкой Г. являются: грубые включения известковых пород (дутики), сульфаты Ca и Mg, пириты, крупные обломки валунного происхождения и большое количество органических примесей. Легкоплавкие Г. широко применяются при изготовлении портландцемента. Отдельные сорта их пригодны в качестве глазурей для каменного товара и как

керамическая связка для абразионных изделий. Некоторые сорта легкоплавких и огнеупорных Г. обнаруживают значительную способность адсорбции в отношении смолистых и красящих веществ и масел (сукновальные Г.), другие служат наполнителями при изготовлении мыла, бумаги, картона и т. д. Точный учет добычи легкоплавких Г. в СССР не производится. Приблизительная годовая потребность в этих Г. лишь для кирпичного и цементного производства будет в 1930 году около 16 млн. *т*.

Применение Г. для строительного дела в необожженном виде обусловлено пластичностью, водонепроницаемостью и огнестойкостью Г. Определение пластичности глины производится различными лабораторными способами (см. *Пластичность*),—грубое же определение ее при строительных работах достигается сплющиванием образца глины в тонкую пластинку на твердой и гладкой постели (стекло) или скатыванием из глины тонкого шнура с перегибанием его вдвое: тощие Г. дают трещины на краях пластинки или на месте перегиба шнура. Усадка обыкновенной строительной жирной Г. достигает 6—10%. В наиболее жирных Г. усадка сопровождается появлением трещин, почему в тех частях сооружений и зданий, где можно ожидать высыхания Г., употребляются глины тощие или отощенные примесью песка.

В гидротехнических работах Г. применяются главным образом: 1) при устройстве ядра плотин, когда откосы плотин возводятся из других грунтов; 2) при устройстве перемычек для ограждения места производства работ в водотоках и водоемах; 3) для заполнения пространства под флютбетами деревянных плотин и полами шлюзов; 4) при каптаже ключей.

В гражданском строительстве, кроме возведения *глинобитных построек* (см.) и *глиносоломенных кровель* (см.), глина применяется: 1) для изоляции подполий зданий от проникновения грунтовой воды, 2) для смазки междуэтажных и чердачных перекрытий, 3) для изоляции стен и дна деревянных выгребов при заложении их в водопроницаемых грунтах, 4) для устройства огнестойкой изоляции деревянных частей путем покрытия их войлоком, напитанным жидким раствором жирной Г.

Лит.: Земятченский П. А., К познанию русских глин, П., 1923; Юргано в В. В., Керамическая промышленность России, П., 1922; «НИ», т. 2, Л., 1927; Статьи в трудах Гос. керамич. исслед. ин-та и Гос. эксперим. ин-та силикатов, в изд. КЕПС и в «Обзорах минеральных ресурсов СССР», Л.; Сборник экспериментальных работ по исследованию глины. «Труды Гос. эксперим. института силикатов», изд. НТУ ВСНХ. М., 1927; Searle A., The Chemistry a. Physics of Clays a. other Ceramic Materials, L., 1924; Searle A., The Clayworker's Handbook, London, 1921. **В. Юрганов.**

Глины сукновальные составляют группу осветляющих земель; название свое они получили от того, что были впервые применены в Англии для обезжиривания тканей (fuller's earth—фуллерова земля; fuller—сукновал, валяльщик сукон). Обесцвечивающее их действие было установлено на отбелке жиров и масел, а затем на продуктах переработки нефти. До 1880 года единственным известным видом этих Г. была добывавшаяся в Англии фуллерова земля. Она применялась не только в Англии, но вывозилась также на континент Европы и в Америку. В 1893 г. в С. Ш. А., во Флориде, была обнаружена Г., близкая по своему химическому составу и действию к фуллеровой земле. Эта Г. получила торговое название *флоридина* (см.). До 1900 г. в Европе пользовались исключительно американ. и англ. сукновальными Г. В 1906 г. в Баварии были найдены Г., оказавшиеся пригодными для отбелки. В России до 1914 г. пользовались исключительно привозными Г. После первых опытов применения глуховской глины и каолина был исследован с положительным результатом целый ряд сукновальных Г. Из месторождений сукновальных глин в СССР известны: Козловского округа, Рапенбургского района, с. Свинушки; Елецкого округа, Задонского района, село Нижне-Казачье; Ленинградского округа, Тихвинского района (в 30 *км* от с. Рудной Горки), с. Паншино и д. Верховья; Глуховского округа, с. Полошка; Полтавского округа, Зеньковского района, с. Камыши; на Кавказе—Чорохского уезда Аджарской АССР, с. Чаква; в Сибири—Минусинского округа, Гризеровское месторождение; есть указания на обнаружение проф. Н. Блюдухо месторождения Г. флоридинового типа в БССР в бассейне реки Сожа.

Сукновальные Г. представляют собой по внешнему виду землистые минералы аморфного строения; по химическому составу они являются алюминиево-магниевыми силикатами. В табл. 1 даны анализы некоторых заграничных и наших глин, отличающихся друг от друга как физическими и химическими свойствами, так и происхождением. Наиболее пригодными для целей обесцвечивания являются те глины, состав которых соответствует формуле $Al(OH)_3 \cdot nH_2O \cdot mSiO_2$ (каолин и фуллерова земля). Глины другого состава обладают меньшими осветляющими свойствами; их активность можно увеличить путем обработки их кислотой (см. ниже), в результате чего, вероятно, образуется гель кремневой кислоты. Процесс обесцвечивания основан на адсорбционных свойствах сукновальных Г., поэтому эти Г. действуют таким образом, что в химическ. составе смол и красок, удерживаемых ими, не происходит изменений, в противоположность отбелке светом или химическими агентами. В соответствии с этим наиболее активными сукновальными Г. являются те, у к-рых наиболее сильно выражены коллоидные свойства (сильно развитая поверхность). Адсорбционный характер отбелки сукновальных глин подтверждается и тем, что эти Г. сильно поглощают все коллоидальные соединения — клеи, слизеобразные белковые вещества, краски (только сложного состава), из растворов карбонатов—CO_3'', из раствора бикарбоната—HCO_3', а также поглощают B_4O_7'' и др.

Сукновальные Г. обычно не обладают пластическ. свойствами и негодны для керамических целей. В водных суспензиях они обладают кислой реакцией и поглощают смолы и краски основного характера. Суспензии в воде связывают некоторое количество едкого натра, и для того, чтобы окрасить рас-

Табл. 1.— Анализы некоторых суконовальных глин, заграничных и встречающихся в СССР.

Сорт глины	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	Fe_2O_3	CaO	MgO	Щелочные окислы	Другие соединения	Потеря при прокаливании
Гутфильд, Англия	52,81	6,92	14,27	3,78	7,40	2,27	1,74	P_2O_5—0,27 SO_3—0,05	—
Фуллер, Англия	44,00	23,06	24,95	2,00	4,08	2,00	—	—	—
Окала, Флорида	39,66	30,00	13,11	3,46	0,87	0,70	0,45	P_2O_5—6,00 TiO_2—1,37	3,90
Арканзас	63,19	18,76	7,57	7,05	2,46	2,46	—	—	—
Фрауштадт, Германия	61,30	17,03	2,92	4,99	1,22	1,53	1,86	TiO_2—1,01 SO_3—1,79	—
Вейгерсдорф, Германия	38,57	23,55	24,00	0,85	0,31	0,22	0,70	—	11,80
Камбара, Япония	68,42	15,36	—	2,86	1,82	2,38	0,55	—	5,75
Бурханов хутор, Харьк. окр.	60,41	27,04	—	1,63	0,48	—	2,63	—	8,10
Осичная балка, Зеньковск. района, Полт. округа	76,69	15,34	—	1,32	0,52	—	0,29	—	5,87
Р. Воложба, м. Рудная Горка, Тихвинского района, Ленингр. окр. и обл.	43,67	36,78	—	3,41	0,44	0,13	0,81	TiO_2—1,88	13,04
С. Паншино, Тихвинского района, Ленинградск. окр. и области	45,13	30,83	—	5,05	0,94	0,11	0,36	TiO_2—2.25	15,47
Полошка, Глуховск. окр.	46,47	32,79	—	0,55	0,39	0,89	0,52	TiO_2—1,00	17,12

твор фенолфталеина в присутствии суконовальных Г., к раствору необходимо прибавить более или менее значительное количество щелочи. Свободной кислоты в Г. нет; кислотность связана с адсорбцией Г. и косвенно указывает на интенсивность способности удаления красителей из масел и жиров. В водных растворах обесцвечивание основных красок идет параллельно с увеличением кислотности. Указанием на это и служит связывание таких основных красок, как малахитовая зелень, фуксин, метиленовая синька; кислые краски—эозин, магента и другие—из раствора не удаляются. Однако это поглощение нельзя рассматривать как химическое соединение. Так, некоторые сорта флоридина легко и полно поглощают нафтеновые кислоты. Эти кислоты не м. б. извлечены бензолом, но эфир полностью вымывает их из Г. Сами Г. обладают каталитич. свойствами и в нек-рых случаях могут способствовать реакциям окисления. После обработки растительных масел глинами кислотность этих масел всегда повышается. В литературе встречается указание на то, что при взбалтывании с глиной водного, лишенного кислорода раствора соли Мора имеет место заметное, измеримое окисление. Количественное изучение приводит, однако, к выводу, что если при явлении осветления и приходится признать окисление красок и смол, то дальнейшее удаление этих частично окисленных соединений происходит чисто адсорбционным путем.

Кроме индивидуальных свойств суконовальных Г., на обесцвечивание влияют еще два фактора — крупность помола и $t°$. Поэтому осветляющая характеристика этих Г. дается относительно определенных темп-р и величины зерна. Часть содержащейся в суконовальных Г. воды находится в связанном состоянии; определить влияние действия воды в этих Г. на их обесцвечивающие свойства пока не удалось. Одни сорта Г теряют свои обесцвечивающие свойства при удалении воды, другие сорта хорошо обесцвечивают и в водном и в высушенном состояниях. Адсорбция суконовальных Г. избирательная; поэтому каждый новый сорт этих Г. должен быть опробован для того материала, с которым надлежит провести обесцвечивание. Как правило, красящие вещества из растительных жиров удаляются легче, чем из минеральных. Вероятно, это связано с наличием в жирах белковых защитных коллоидов (см. *Коллоиды*), которые, как выше было сказано, легко удаляются Г. Проба на осветляющие свойства Г. производится в лаборатории; для опытов применяются различные краски. В качестве растворителя берутся масла: сои, сезамовое, подсолнечное, хлопковое, нефтяное смазочное, парафиновое и др. Наиболее употребительными красками являются: *n*-аминофенол, кристал-виолет, аурамин О, жирн. желтая—индантрен G. Удаление красящих и смолистых веществ из раствора Г. производится либо фильтрованием через Г. либо отфильтровыванием осветленного масла от смеси его с глиной.

Для суконовальных глин в лабораториях прежде всего определяют оптимальные условия степени помола, ибо большая тонкость помола может мешать раствору проходить через фильтровальную ткань и сделать совершенно невозможным отфильтровывание. Помол производится следующим образом: глину измельчают на лабораторной кофейной мельнице, пока на сите с 100 отверстиями на $см^2$ не будет оставаться 50% глины. Остаток на сите подвергают вторично такому же измельчению, и это повторяется до тех пор, пока вся глина не пройдет через сито. Часть размолотой глины пропускают через сито с 200 отверстиями на $см^2$.

Активность глины определяется отдельно для обоих помолов глины. Для этого берут раствор желтой анилиновой краски и определяют количество ее, удерживаемое 1 *г* Г. Определение производится или колориметрич. сравнением в аппарате Дюбоска или сравнением с окрашенными стеклами шкалы Левибонда (желтые и красные стекла). Температура смеси глины и окрашенного раствора поддерживается на высоте 95°, при взбалтывании в продолжение 3 минут; более высокого нагревания растительные масла не выдерживают. Минеральные масла

нагревают обычно выше, а для некоторых случаев (церезин) оптимальные условия адсорбции—около 180°.

Впитывающая способность глины определяется следующим путем: в сухую колбу отвешивают 10 *г* Г. определенной тонкости помола и при определенной температуре прибавляют масло до тех пор, пока образовавшиеся комки не станут прилипать к стенкам колбы. Другой способ определения таков: в масло, нагретое до 90—92°, прибавляют 10% Г. и после 30-минутного перемешивания отфильтровывают через простой фильтр до тех пор, пока не перестанет капать масло. Г. экстрагируют в аппарате Сокслета и определяют количество оставшегося масла. Впитываемость зависит от температуры, давления, при котором происходит фильтрование, от сорта глины и очень мало—от природы масла, как это видно из табл. 2.

Табл. 2.—Адсорбирующая способность суконовальных глин по отношению к различным маслам.

Сорта масел	Сорта глины								
	A			B			C		
	20° 760 мм Hg	100° 760 мм Hg	100° 70 мм Hg	20° 760 мм Hg	100° 760 мм Hg	100° 70 мм Hg	20° 760 мм Hg	100° 760 мм Hg	100° 70 мм Hg
Льняное . . .	50,3	45,3	25,6	51,2	45,0	21,8	53,0	47,1	27,6
Хлопковое . .	55,8	45,1	30,4	55,7	45,6	32,4	57,8	47,1	34,4
Минеральное .	45,6	43,3	20,8	45,0	42,8	19,7	47,3	44,4	22,6

Фильтрующая способность суконовальных Г. определяется пропусканием масла через определенный, слой Г. на бюхнеровской воронке. Скорость прохождения зависит от температуры, крупности помола и природы глины (табл. 3).

Табл. 3.—Скорость прохождения масла через бюхнеровскую воронку.

Сорт глины	Число отв/см² в сите	
	100	200
Флоридин	5 мин.	36 мин.
Фуллерова земля	5 »	10 »
Пикер-Пин (Piker-Pean)	4 »	45 »

Остающееся в Г. масло после фильтрации, по продувке паром, удаляют прокаливанием, если желают регенерировать Г. Не все глины сохраняют свою активность после прокаливания, и поэтому для решения вопроса о регенерировании необходимо установить максимальную темп-ру, при которой Г. сохраняет свою активность; такая $t°$ для Г.—около 600°. Некоторые сорта глин допускают многократную обработку до 15 раз. Следующие данные иллюстрируют влияние $t°$ на относительное осветляющее действие Г.

	%
Воздушно-сухая (9,2% влаги)	100
После нагрева до 105°	90
» » » 150°	88
» » » 200°	88
» » » 250°	90
» » » 300°	90
» » » 450°	90
» » » 500°	72

Для сообщения Г. большей активности их подвергают действию к-т, промывке и сушке. Такое активирование широко развито, и имеется ряд установок, выпускающих такой активированный товар в количестве сотен тысяч тонн. Способы активирования разнообразны. Их принципы приведены в соответствующих патентах [1]. Химический состав Г. от обработки кислотами меняется:

	Фуллерова земля	После обработ. 10% раств. HCl		Фуллерова земля	После обработ. 10% раств. HCl
SiO_2 .	48,2	48,45	MgO .	7,9	—
Al_2O_3 .	17,8	8,43	CO_2 .	8,9	6,06
Fe_2O_3 .	10,8	6,03	H_2O .	1,2	—
CaO .	3,3	1,41	P_2O_5 .	2,1	1,7

Увеличение активности происходит благодаря активизации кремневой кислоты и удаления щелочей.

При отбелке масел и жиров применимы, как указано выше, два способа обработки: отфильтровывание их из смеси с глинами или фильтрование через слой глины. В первом случае $t°$ смеси определяется оптимальными условиями отбелки, во втором случае влияние темп-ры сложнее, т. к. при повышении ее уменьшается вязкость масла, увеличивается скорость прохождения масла и требуется бо́льшая высота слоя Г. Впитываемый товар и в первом и во втором случаях извлекается паром или соответственными растворителями; остающуюся Г. регенерируют прокаливанием.

Прокаливание производится или во вращательных печах типа цементных или в шахтных [2]. Сорта глины, не выдерживающие высокой $t°$, после удаления из них жиров и масел прокаливаются до обугливания органического красящего вещества; такое прокаливание сообщает Г. черный цвет, после чего она идет в дело как краска [3]. Некоторые сорта Г., в виду их адсорбционных свойств, употребляются как дополнители для синих и зеленых анилиновых красок.

Лит.: [1]) Г. П. 305452, 304076, 305896, 399919, 394500, 400425, 402154, 407618; Швейцарск. П. 94440; Ан. П. 176333, 227177; Ам. П. 1455955, 1397117, 1492184, 1524843; Ф. П. 571374, 583163; [2]) Ам. П. 1533866, 1490846; [3]) Ам. П. 1424419; Ферсман А. Е., Русские местонахождения суконовальных глин и близких к ним веществ, Петроград, 1920; Земятченский П. А., Поглотительные свойства русских глин, П., 1919; Моносзон А. М., Сравнение поглотительной способности русских и иностр. глин. Сборник работ Химического ин-та им. Л. Карпова, Москва, 1927; Kausch O., Das Kieselsäuregel und die Bleicherden, Berlin, 1927; Parsons C. L., Fuller's Earth, «U. S. Geol. Survey. Bull.», Washington, 1913, 71, p. 14.

Е. Раковский.

Глины цветные, красильные глины, или землистые краски, представляют собою Г. или землистые массы, окрашен. окислами тяжелых металлов, гл. обр. окислами железа и марганца. В воде цветные Г. не растворяются и не теряют своей окраски, в кислотах и щелочах в зависимости от состава частично растворяются. Твердость их 1,5—2 и уд. вес 2,0—3,5.

Цветные Г. с незапамятных времен добывались на Востоке—в Персии и Армении, и до сих пор лучшие торговые образцы носят название восточных. Однако, широкое распространение в настоящее время получили товары, добываемые в центральной Европе, особенно французские Г.

Испытания, производимые над цветными Г., сводятся к определению влажности, чистоты и яркости цвета, однородности, кроющей способности, стойкости к окисляющему

действию воздуха и действия высокой $t°$ в окислительной и восстановительной средах; требуется полное отсутствие таких органич. примесей, которые при окислении на воздухе могут дать кислоты.

Прежде чем приступить к разработке месторождения, отбирают с особенной тщательностью среднюю пробу в различных местах залегания. Г. после добычи обычно отмучивают, отфильтровывают, сушат, измельчают и просеивают.

Применение цветных Г. обусловлено стойкостью краски к атмосферному влиянию и солнечному свету, невыцветаемостью и хорошими кроющей и красящей способностями. Цветные Г. применяются не только в виде клеевых и масляных красок, но также для окраски стекол, фарфора, фаянса, в некоторых видах позитивного фотографического процесса (гуммиарабиковое печатание), для окраски обоев, изготовления цветных карандашей, линолеума и т. д.

Химич. состав как основной массы Г., так и незначительных окрашивающих прибавок непостоянен, мало изучен и при использовании Г. не имеет большого значения. Для характеристики здесь приведены несколько анализов русских охр и цветных Г. Красная Г: 20,40% Fe_2O_3; 10,80% $Al_2O_3+SiO_2$; 15,00% CaO; следы MgO; потеря при прокаливании—18,0%. Красно-бурая охра: 3,21% SiO_2; 63,29% Fe_2O_3; 1,72% Mn_3O_4; следы P_2O_5; 31,21% H_2O и органич. веществ. Ярко желтая охра: 15,7% SiO_2; 4,8% Al_2O_3; 50,3% Fe_2O_3; 4,5% CaO; следы MnO; следы Mn_2O_3; 23,00% летучих. Приведенные анализы указывают на присутствие во всех образцах значительного количества соединений Fe.

Указанная неопределенность химического состава обусловливает классификацию Г. по их цвету. К белым Г. относятся: белый болюс, каолин, фарфоровые Г.; эти Г. повсюду широко распространены. Желтые Г. (собственно охры) являются продуктом выветривания железосодержащих полевых шпатов; цвет их зависит от присутствия окиси и закиси железа, гидратов окиси железа и примеси соединений марганца; последние придают охрам несколько грязноватый цвет. К этой группе относят Г., дающие краски: желтую охру, шамуа, желтую китайскую, желто-золотую и т. п. Все охры этого класса меняют свой цвет от кальцинирования. Особенно сильно меняется при прокаливании цвет тех Г., которые имеют в своем составе гидраты окиси железа и марганца. После прокаливания они получают красную окраску, оттенки которой зависят от $t°$ кальцинирования и продолжительности обжига. Сюда же относятся Г., дающие краски: сиенну, итальянскую землю, terra ombra. Красные Г. дают материал для красного болюса, армянской земли, нюрнбергской, атласной и других красок. Чистые сорта красных Г. идут для приготовления красных карандашей и мелков. К зеленым Г. относятся магниевые алюмосиликаты (авгиты) самого разнообразного состава. Все они не имеют ярко выраженного зеленого цвета и скорее серо-зеленоваты. Из Г. особо ярких зеленых цветов можно отметить Г., добываемые близ Вероны, в Богемии, и в Тироле. По этим местам добычи и называются краски. Эти зеленые Г. находятся в виде включений в основной породе. Цвет их обусловлен соединениями железа. Веронская земля окрашена в цвет ярь-медянки; кипрская Г.—яблочно-зеленого цвета, богемская—травянисто-зеленого. В живописи применяются только особо чистые сорта Г. К коричневым Г. относятся наиболее тонкие и нежные цветные Г. Их окраска обусловлена, вероятно, присутствием соединений марганца, окисленных воздухом, который был растворен в воде, проникшей в Г. К этому виду цветных Г. относятся: умбра, кипрская, турецкая и сицилианская умбра; бурый кармин, Ван-Дейка коричневая и некоторые другие.

К землистым краскам следует отнести аспид (см. *Аспидные сланцы*) и так называемую минеральную сажу, представляющую собою сланец, окрашен. аморфным углем. Эта краска обладает прекрасным сине-черным цветом и хорошей кроющей способностью.

В России до 1916 г. добычей землистых красок и охр занимались б. ч. мелкие кустарные з-ды. Только в центральной России были крупные з-ды, перерабатывавшие цветные Г. До 1914 г. количество добытых в России и проданных цветных Г. доходило в год до 10 000 *m*; средняя продажная цена пуда Г. была ок. 85—95 к. Более высокие сорта ввозились из-за границы в количестве около 10 000 *m*, по цене около 1 р. 50 к. за пуд.

Лит.: Любавин Н. Н., Техническая химия, т. 2, 3, М., 1899. 1903; Киселев В. С., Краски, масла и лаки, 2 изд., Л., 1926; Добрынина М., Сводка месторождений железных охр и красильных глин в России, «Материалы для изучения естеств. производит. сил России», вып. 36, П., 1921; Добрынина М., Охра, Химико-технич. справочник, ч. I, П., 1923; Bersch J. u. Bersch W., Die Fabrikation d. Erdfarben, Wien, 1919. **Е. Раковский.**

ГЛИНКА, каолин, употребляемый в ситцепечатании, особенно при резервировании индиго *вапой* (см.) в ручной набивке, в качестве загустителя и механического резерва. Лучшим сортом считается глуховская Г.

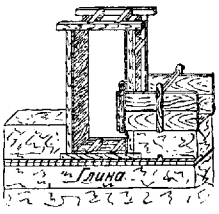
ГЛИНОБИТНЫЕ ПОСТРОЙКИ, строения из необожженной мятой глины или смеси глины с песком и другими добавками. Такие постройки имеют применение в УССР, в Сибири и отчасти в средней и северной части СССР. Для различных построек употребляются разные сорта глины.

Главным условием хорошей постройки является однообразие свойств глины, так как с этим именно связывается прочность ее различных частей, правильность и безопасность осадки по всему периметру строения. Натуральная глина при высыхании сильно сокращается и дает трещины, почему редко применяется без добавки вспомогательн. материалов, уменьшающих ее способность сильно сокращаться. Примесями для получения различных необходимых качеств глины служат песок, шерсть, костра, отброс конопли и льна, мох, вереск, листья, хвойные иглы, солома и др.; иногда для придания глине большей связности кладут в примесь материал, имеющий волокнистое строение с прочными нитями. Количество примешиваемых веществ всецело зависит от жирности глины и может быть найдено и определено

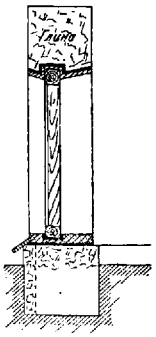
только опытным путем, т. е. путем сравнения по прочности отдельных комьев или кирпичей, изготовленных с разными долями примесей. Необходимо иметь в виду, что примеси, полезные для материала в одном отношении, м. б. вредны в другом. Обыкновенно примеси не должно быть более $^1/_3$—$^1/_4$ объема взятой глины, а волокнистых веществ по весу—15 *кг* на 1 *м*³. Большое значение имеет вопрос о густоте подготовленной к строительству глины (глиномятки); наиболее подходящей является густота хлебного теста; при нормальной густоте, равномерности и готовности мятья глина легко отстает от ног (при этих условиях взаимное притяжение частиц глины становится бóльшим, чем притяжение их к посторонним телам). До применения в дело заготовленной мятой глины необходимо ее покрыть соломой и досками для избежания сильного обсыхания.

Глубина фундамента глинобитных построек в обыкновенных грунтах, в местах, где почва не отличается сухостью, т. е. по всей центральной полосе СССР, д. б. равна глубине промерзания почвы: в средних губерниях РСФСР—1,5 *м*, к северу и востоку—до 2 *м*, а к западу и югу до 1 *м*. Фундамент для Г. п. в городах обыкновенно устраивается из камня или кирпича-железняка, реже—из бетона. В деревнях применяется более дешевый материал. При дешевом камне и кирпиче фундамент кладется на очень тощем растворе портландского или романского цемента, а иногда также на смешанном растворе. Можно здесь применить тощий цементный раствор в пропорции портланд-цемента к песку 1 : 15 до 1 : 20. Часто забутку делают без цементирующих веществ. Тогда кладку ведут из крупного материала рядами, расщебенивая каждый ряд и заливая его песком, разведенным в воде. Цоколь делается значительно более прочным и массивным, чем самые стены. Если материал цоколя по прочности близок или одинаков с материалом стен, то цоколь делается почти всегда толще стены на 15—20 *см*, при чем если материал слаб, то принимают меры по защите цоколя от размыва и вымерзания. Если же материал цоколя прочнее стен (например, кирпич), то ширина цоколя может делаться одинаковой с толщиной стены. Высота цоколя от 0,35 до 0,70 *м*; меньшая—на юге и бóльшая—на севере. Для предохранения стен здания от поднимающейся снизу сырости необходимо иметь в цоколе защитную прослойку. Обыкновенно такую прослойку делают из бересты или толя, проложенного в цоколе на высоте 0,3—0,35 *м* от почвы. В цоколях Г. п. необходимо устраивать вентиляционные отдушины из досчатых желобов-труб размером 0,15×0,15 *м*.

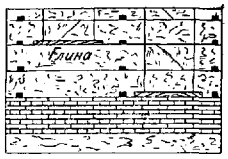
Стены Г. п. требуют особого наблюдения и ухода и ежегодного ремонта. Текущий ремонт стен состоит из периодической смазки и побелки; тогда постройка из сырой глины служит хорошо. Обычной защитой глиняных стен от атмосферных осадков и влияния климата служат оштукатурка прочными растворами и большие свесы крыши. Но хорошая оштукатурка дорога, а свесы требуют подшивки из досок и понижают огнестойкость здания, что уже является серьезным недостатком Г. п. Стены высыхают очень медленно, и даже на юге УССР Г. п. требуют нескольких летних месяцев для своей просушки. Толщина стен Г. п. бывает 0,5—0,6 *м* для нежилых зданий и 0,7 *м* для жилых. Постройка ведется след. образом. Перед кладкой стен фундамент обильно смачивают, затем кладут глину в формовочные ящики (фиг. 1), состоящие из деревянных щитов. Первоначально ящики ставят на фундамент или цоколь. Глина набивается слоем в 10—12 *см*, при чем ее трамбуют деревянными трамбовками. Трамбование ведут от краев ящика к его середине до тех пор, пока уплотнение не будет равномерным и при ударе трамбовок о глину не будет получаться отбой с характерным (деревянным) звуком. Затем приступают к насыпке следующ. слоя, предварительно несколько увлажнив глину и предыдущий слой. По мере набивки ящика его передвигают постепенно по всему периметру здания, после чего массе дают в течение 5—7 дней подсохнуть, затем продолжают набивку. Для обделки оконных и дверных просветов поступают следующим образом. По линиям будущих стен размечают границы просветов. Дверные косяки устанавливают заранее на цоколе здания. Косяки эти состоят из парных обвязок с вынутыми четвертями, обшитых изнутри дверного проема досками толщиной в 2,5 *см* (фиг. 1), или из обыкновенной колоды с пришитыми к ней по периметру дощатыми щитками, обрамляющими дверные откосы отверстия (фиг. 2). Косяки изолируют от стен (как и всегда при закладке их в массивные стены) путем осмолки или обшивки толем их поверхности со стороны стены. Установив дверные косяки, идут набивкой по линии окон. Под уровнем подоконников прокладывают во всю толщину стены доски, запуская их концами в стены на 30 *см* по обе стороны просвета. Получается как бы разгрузочная перемычка, предупреждающая появление у окон трещин и выпучивания под влиянием большей осадки простенков сравнительно с незагруженной частью стены под оконным проемом. Затем продолжают набивку, пропиливая кажд. законченный слой пилой по линии просвета (фиг. 3) и оставляя слой пока на месте. Цель этого приема — обеспечить бóльшую равномерность осадки стен. Дойдя до верха окон, перекрывают места будущих отверстий во всю толщину стены 6,5 *см* досками и продолжают набивку стен по всему пери-



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

метру постройки. Когда стены высохнут, то удаляют из оконных просветов выпиленную часть стен, после чего вставляют косяки. Верх стены оканчивается бревенчатой обвязкой не менее как из 2—3 венцов, заделываемых в массу стен. По этим обвязкам кладут, во избежание продавливания стен, потолочные балки. Установка стропил над глинобитными стенами не должна производиться раньше, как через 1—1,5 месяца после набивки. За это время стены прикрывают сверху от дождей досками или соломой. Через 1—2 года после постройки, когда она окончательно осядет, ее оштукатуривают.

Крыши в Г. п. делают глиносоломенные, толевые, черепичные, асбестово-цементные и другие. Наиболее употребительны крыши из соломы с глиной, так как солома, хорошо пропитанная глиной, не горит. Для покрытия заготовляют самую жирную глину и не слишком перемятую ржаную солому ручного вымолота. Солому вяжут в пучки, диам. 12—15 *см*, при чем колосья соломы обрубают, а пучки соломы пропитывают глиной. Подготовка крыши состоит в обрешетке ее жердями через 15—20 *см*, при чем крайние жерди ската должны отстоять приблизительно на 5—6 *см* от концов стропильной ноги. Обрешетка д. б. ровная, а форма крыши самая простая: по возможности двускатная, без разжелобков. Подъем крыши см. *Крыша*.

Лит.: Бернгард В. Р., Курс гражданской архитектуры, СПБ, 1910; Мачинский В. Д., Огнестойкое строительство, 2 издание, Москва, 1925; Фадеев Н. И., Дешевые огнестойкие постройки, СПБ, 1904. **И. Запорожец.**

ГЛИНОЗЕМ, окись алюминия, существует как в гидратной форме в виде водного Г. $Al(OH)_3$, так и в безводной форме в виде соединения Al_2O_3. Свойства водного Г. еще мало изучены, однако, нужно различать две основные модификации этого соединения: коллоидную, получаемую при осаждении растворов солей алюминия аммиаком, и кристаллическую, выделяемую при разложении алюминатов щелочных металлов с помощью углекислоты или самоосаждения. Обе эти формы являются одновременно, хотя и в различной степени, слабыми к-тами и слабыми основаниями. Растворимость их в кислотах и щелочах также различна, при чем коллоидная форма растворяется быстрее и в более слабых концентрациях растворителя. Безводный Г. получается прокаливанием водного и в этой форме отличается своей нерастворимостью как в к-тах, так и в щелочах. В промышленности нужно различать два вида безводного Г.: плавленый Г., получаемый при сплавлении окиси алюминия под действием электрич. тока и применяемый под названием искусственного корунда или алунда как абразионный материал, и мелкий кристаллич. Г., получаемый при прокаливании водного кристаллического Г. без плавления последнего. Эта форма Г. имеет наибольшее применение в промышленности, т. к. является основным материалом для производства металлич. алюминия.

Материалом для получения Г. служит чистый боксит (см. *Алюминий*); в виду ограниченности запасов бокситов, разработаны новые методы получения Г. из бокситов с сравнительно более высоким содержанием вредных примесей—кремнезема и окиси железа. Отделение кремния и железа в виде сплава ферросилиция производят при помощи восстановительной плавки в электрической печи.

В настоящее время в крупном масштабе испытываются следующие три электротермических способа получения глинозема.

Способ Кузнецова-Жуковского (разработанный в 1915 г.) основан на плавке смеси боксита, угля, железной стружки и витерита или барита в электрич. печи. В результате плавки получается алюминат бария в виде шлака и ферросилиций. Эти продукты разделяются по уд. весу и выпускаются из печи в расплавленном состоянии. Шлак измельчают, пропускают через магнитный сепаратор для удаления попавшего в шлак ферросилиция и подвергают выщелачиванию водой. При этом получается раствор алюмината бария, к-рый после отфильтрования его от нерастворенной части кремнезема, обрабатывают углекислотой. Осажденные углекислый барий и Г. обрабатывают раствором едкого натра, при чем получают раствор алюмината натрия, из которого Г. осаждают способом Байера и подвергают обжигу для получения Al_2O_3.

Способ Хаглунда (Германия) состоит в плавке смеси боксита, пирита и угля в электрич. печи, при чем получаются ферросилиций и шлак, состоящий из окиси алюминия и сернистого алюминия (15—25%). После охлаждения шлак подвергают дроблению и обрабатывают водой, при чем сернистый алюминий разлагается с переходом в водный Г. Смесь выкристаллизовавшейся окиси и водного Г., механически смешанную с небольшими количествами сернистого железа и титана, подвергают разделению на обогатительных аппаратах, при чем кристаллы окиси алюминия отделяют от водного Г. и прочих примесей. Окись промывается серной к-той и высушивается; она служит материалом для получения алюминия. Водный же Г., загрязненный указанными примесями, может быть использован для изготовления алюминиевых соединений, не требующих особой чистоты материала.

Процесс Педерсена (Норвегия) отличается от процесса Кузнецова-Жуковского тем, что вместо соединений бария в плавку вводят известь. Шлак с алюминатом кальция выщелачивается раствором соды, давая алюминат натрия и углекислый кальций. Эти продукты разделяются фильтрованием, после чего окись алюминия осаждается из фильтрата обычными методами.

Lит.: Low F. R., The Manufacture of Alumina. «Chem. Trade Journal a. Chem. Engineer», L., 1923, v. 73, p. 361—362; Willstäter R. u. Kraut H., Zur Kenntnis d. Tonerdehydrate, «B», 1923, B. 56, p. 149—162; Willstäter R. u. Kraut H., Über ein Tonerde-Gel von d. Formel $Al(OH)_3$, ibid., p. 1117—1121; Pascal P., Constitution et évolution des précipités d'alumine, «CR», 1924, t. 178, p. 481—483. **Е. Жуковский.**

ГЛИНОЗЕМИСТЫЙ ФЛЮС, содержащие глинозем материалы, добавляемые к шихте доменной печи. В современной доменной практике находит себе применение большое количество руды с кремнистой пустой

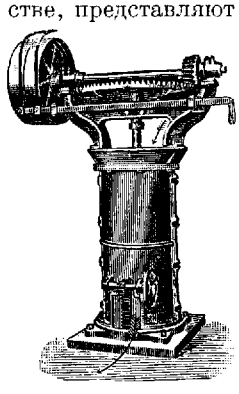
породой, которая для получения нормального шлака, по крайней мере при выплавке литейного чугуна, требует прибавки глинозема. Таковы магнитные железняки Швеции, большая часть красных железняков Верхнего озера (С. Ш. А.), наши красные железняки Криворожских месторождений. Г. ф. до последнего времени применялся очень редко (в штирийских печах при выплавке чугуна на древесном угле из руды Эрцберга применяется глинистый сланец; на з-дах зап. побережья Англии—ирландский железистый боксит; на наших южных заводах — иногда бой шамотового кирпича), обычно вместо Г. ф. в состав шихты стараются вводить железные руды с глиноземистой пустой породой, которые и представляют в таком случае глиноземистый флюс.

Лит.: Л и п и н В. Н., Металлургия чугуна, железа и стали, т. 1, М.—Л., 1926, т. 2, СПБ, 1911, т. 3, ч. I, Л., 1926; Ж е н д з я н С. В., Устройство и ведение доменных печей и производство различных чугунов доменной плавки, СПБ, 1905; H ü t t e, Справ. кн. для металлургов. М.—Л., 1927. **М. Павлов.**

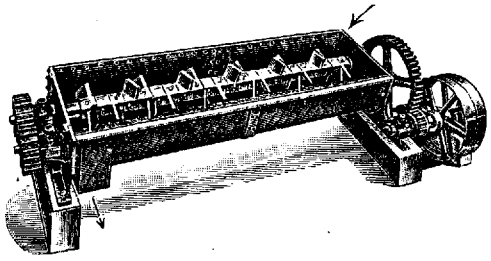
ГЛИНОЗЕМНЫЕ ПРОТРАВЫ, см. *Крашение.*

ГЛИНОМЯТКА, аппарат для приведения керамической массы в пластическое состояние Глиномятка применяется в производстве главн. образом керамических строительных материалов. Масса приготовляется обычно из 2—4 сортов глин с добавлением отощающего материала—шамота, песка, опилок. При употреблении свежедобытых и природновлажных жирных и тощих глин масса подвергается предварительно смешению на бегунах или вальцах, а затем, однократно или повторно, на вертикальных или горизонтальных Г. При особенно тщательном смешении иногда бывает необходимо для размягчения сырой глины добавлять воду.

Существуют четыре основных типа Г. 1) В е р т и к а л ь н ы е Г. с конным приводом, применяемые в кирпичном производстве, представляют собою деревянную кадку с одним или двумя отверстиями внизу для выпуска глины. В центре кадки вращается вертикальный деревянный вал с винтообразно насаженными на нем 24 — 32 трехгран. железными ножами, шириной около 10 *см*. Для лучшего смешения и размипания глины в стенках кадки закрепляются неподвижные ножи из полосового железа, направляющие глину к выводному отверстию. У дна глиномятки глина захватывается широкими, изогнутыми в виде буквы S лопастями и выталкивается наружу. Такая одноконная Г. переминает в час около 8—9 *т* глины, однако, слабо промешанной и неоднородной. В непрерывных заводских производствах (огнеупорные изделия, каменный товар) вертикальные Г. снабжаются механическим приводом (фиг. 1). Корпус их делается из железа или чугуна и закрепляется болтами на фундаментной плите, несущей в центре пяту рабочего вала. Ножи на вертикальном валу состоят из двух частей: нижней—постоянной и верхней—сменной. Последняя изготовляется из особо прочного закаленного металла. Такие Г. строят высотой от 0,6 до 2,0 *м* при диаметре от 0,2 до 0,8 *м*; производительность их—от 400 до 3 600 *кг* шамотной массы в час при затрате



Фиг. 1.



Фиг. 2.

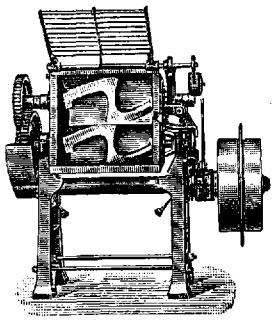
от 1 до 8 HP. Иногда вертикальные глиномятки служат в качестве ленточного пресса при изготовлении кирпича, малых гончарных труб.

2) Г о р и з о н т а л ь н ы е корытные Г. применяются в качестве подготовительного механизма при горизонтальных ленточных прессах. Эти Г. производят предварительное смешение массы (иногда и сухого порошка с последующим увлажнением), окончательное же перемешивание ее получается лишь после прохождения через ленточный пресс. Г. этого типа обычно состоят из клепаного железного или литого корыта, длиной от 1,7 до 3 *м*, шириной от 0,4 до 0,65 *м* и глубиной, соответственно, от 0,5 до 0,8 *м*. Производительность таких Г. от 1 до 6 *т* массы в час, в зависимости от отощающих добавок, увлажнения, числа оборотов вала. Эти машины расходуют от 2 до 8 HP. Иногда устраиваются Г., спаренные из двух корыт, расположенных одно над другим, с общим приводом. Обрабатываемая масса из верхнего корыта поступает в нижнее, при чем переработка массы значительно улучшается. При необходимости увлажнения массы, над Г. продольно укрепляется труба с отверстиями для разбрызгивания воды. Горизонтальные Г. без увлажнения устраиваются также с цилиндрическ. закрытым кожухом и с выводным отверстием по оси вала; их воздействие на переминаемую пластическую массу оказывается более сильным. Этот тип, переходный к ленточному прессу, называется п е р е г о н н ы м п р е с с о м.

3) Корытные Г. д в о й н о г о д е й с т в и я представляют собою те же горизонтальные Г., но с двумя валами, расположенными параллельно и вращающимися с различными скоростями навстречу друг другу (фиг. 2). Оба вала снабжены большим количеством лопастей, ножей, расположенных винтообразно. Взаимное расположение и наклон лопастей таковы, что масса долго задерживается в корыте и очень тщательно перемешивается, пока не продвинется к выходному отверстию. Эти машины применялись долгое время в цементном деле для интенсивной обработки сырой смеси, которая в виде сырца-кирпича обжигалась в шахтных печах. Эти Г. по преимуществу применяются в

тех отраслях керамическ. производства, где необходимо особенно тесно смешивать вязкие и жирные сорта глин различной степени пластичности (каменный товар), или когда необходимо тщательно прорабатывать шамотную огнеупорную массу с уменьшенным количеством воды (ответственные фасонные изделия) и т. д. Размеры таких Г.: длина 3 *м*, ширина 0,5 или 1,0 *м*. Расход мощности, соответственно, 4,7 или 10 HP. Производительность 400—500 *кг/ч* на 1 HP.

4) Г.-мешалки периодич. действия. В производствах сравнительно небольших размеров (графитовых тиглей, стеклоплавильных горшков и т. д.) и в более обширных, где требуется тщательность дозировки сырья и смешения его (напр., в производстве штампованных фарфоровых изделий, в динасовом производстве и т. д.), получает все большее распространение мялка-мешалка системы Вернера и Пфлейдерера, давно применяемая в хлебопекарном деле (фиг. 3).



Фиг. 3.

Эта машина состоит из глубокого корыта, почти квадратного в плане, внутри к-рого имеются лопасти очень сложной фигур вращающиеся рядом на горизонтальн. осях. При вращении лопасти почти касаются стенок и дна корыта, препятствуя этим массе прилипать к ним. Своеобразная форма лопастей и особый характер движения их обусловливают возможность чрезвычайно тесного и полного смешения каких угодно керамических материалов—тощих, пластических и весьма вязких. Машина работает периодически. Замешенные составные материалы помещают в корыто, туда же добавляют потребное количество воды или какой-либо другой жидкости, и машину пускают в ход на определенный промежуток времени. Полезная емкость мешалки составляет от 40 до 400 *л*, при расходе от 1 до 5 HP. Часовая производительность машины может достигнуть 40—100 *л* (68—170 *кг*) средне- и малоувлажненной тестообразной массы на 1 HP. В зависимости от длительности перемешивания, эта производительность для каждой смеси м. б. и меньше и больше. По окончании смешения корыто движением специального рычага опрокидывается, и приготовленная масса выгружается в тачку или вагонетку.

Лит.: Berge A., Chemische Technologie d. Tonwaren, Halle, 1925. **В. Юрганов.**

ГЛИНОСОЛОМЕННЫЕ КРОВЛИ, кровли из соломы, пропитан. глиняным раствором, благодаря чему они, сохраняя преимущества соломенных кровель—легкость и дешевизну,—приобретают значительно бо́льшую прочность, непромокаемость и огнебезопасность. Крутизна Г. к. должна быть такой, чтобы стропила соединялись в гребне под прямым углом. Расстояние между стропилами в двускатной крыше не должно превышать 2 *м*, а между решетинами 0,3 *м*. Снопики вяжутся толщиною до 0,13 *м*, при чем солома идет в дело чисто вымолоченная, а для конька и нижнего ряда—ручного вымолота. Глина употребляется жирная, с малым содержанием песка, тщательно размешанная и разжиженная так, чтобы в ней снопики могли свободно обмакиваться. Снопики для нижнего ряда погружают в раствор с комля, а коньковые обмакивают целиком; в прочих рядах комли, покрываемые мокрыми рядами, оставляют сухими, но так, чтобы вся поверхность крыши была покрыта глиной. Снопики нижнего ряда укладываются комлями вниз и привязываются за нижнюю слегу близ перевязи. Первый ряд покрывают шириною на 1 *м*; затем кладут следующие ряды, при чем каждый ряд кладется на слегу комлем вверх—так, чтобы пояс зацепил за слегу, а вершина, немного распушенная, прикрывала пояс лежащего ниже снопа. Во время работ уложенную часть кровли поливают раствором глины, следя, чтобы солома нигде не оставалась сухой. Коньковые снопы разделяют, не развязывая, пополам для насадки комлями вверх на коньковую слегу так, чтобы солома этих снопов спускалась по сторонам крыши и покрывала комли верхних рядов. Каждый из этих снопиков привязывают к слеге мочалками, прутьями, лыками, соломой или бечевкой. По окончании покрытия конька все снопы еще раз смазывают раствором глины. Если крыша сделана шатром, то она кроется так же, как и двускатная, с тем различием, что когда приближаются к угловой стороне, то верхние концы снопиков нажимают сильнее, чтобы дать заранее снопам косвенное направление параллельно угловому стропилу (см. *Крыша*). Г. к. высыхают очень быстро. Через каждые 2—3 года глиносоломенные кровли целесообразно обливать разжиженной глиной. При этих условиях глиносоломенная кровля может простоять до 25 лет.

Лит.: Гулевич В., Описание способов возведения построек, безопасных от огня, Смоленск, 1880; Возведение несгораемых сельских построек, «Труды Московского общества сельского хозяйства». Москва, 1883; Мачинский В. Д., Огнестойкое строительство, 2 издание, Москва, 1925; Фадеев П., Дешевые огнестойкие постройки, ч. I, СПБ, 1904. **И. Запорожец.**

ГЛИПТАЛИ, смолы, продукты конденсации глицерина с двухосновными органич. к-тами (фталевой, фумаровой, винной и др.) в присутствии жирных кислот (стеариновой, олеиновой, пальмитиновой). Г. отличаются теплостойкостью, кислотоупорностью, твердостью и вместе с тем они не хрупки и обладают прекрасными изолирующими свойствами, вследствие чего Г. получили значительное распространение в промышленности. Глипталевыми лаками покрывают электроды для предохранения их от разъедающего действия кислот или глета; провода и кабели—для предохранения от сырости и воды; металлическ. части машин—для защиты от ржавления и т. д. Наводки из Г. с успехом заменяют наводки из олифы, шеллака или бакелита во всех случаях, где поверхность подвергается значительному нагреванию или где от пленки требуется большая эластичность. Г. пользуются в настоящее время

для изготовления конденсаторов и *миканита* (см.). Г. весьма пригодны для пропитки асбестовых изделий, в частности асбестовых трансмиссионных и тормозных ремней.

По химическ. характеру Г. принадлежат к числу полимеризующихся смол. Различают, согласно Вейсбергу, три стадии: А—первоначальный продукт конденсации глицерина с двухосновными или многоосновными кислотами, растворимый в ацетоне и плавкий, с $t°_{пл.}$ не выше 120°; он легко дезаггрегируется холодной водой; при дальнейшем нагревании переходит в продукт В—промежуточный продукт, нерастворимый в ацетоне и неплавкий, но формующийся под давлением и при нагревании; подобно продукту А, он дезаггрегируется холодной водой; при нагревании переходит в продукт С — конечный продукт, нерастворимый в ацетоне и неплавкий, но штампующийся и формующийся при нагревании и под давлением; весьма устойчив по отношению к холодной и горячей воде.

Предметы, покрытые Г. в стадии А (напр., в ацетоновом растворе), выдерживаются некоторое время в нагретых камерах, чтобы пленка первичного Г. достигла электрической и механической прочности, свойственной ей в стадии В. Для перевода продукта А в продукт С требуется выдерживание его при температуре 160—180° в продолжение 15—20 часов.

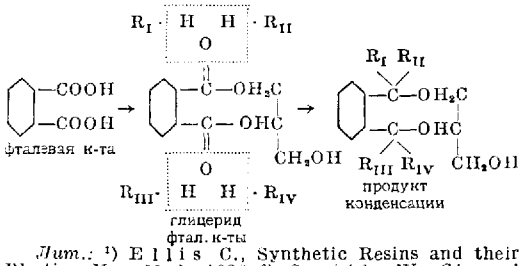
Смолообразн. продукты конденсации многоатомных спиртов с многоосновными кислотами были известны еще Берцелиусу [1].

Ватсон Смит [2] (1901 г.), нагревая глицерин и фталевый ангидрид до темп-ры близкой к кипению смеси, получил ряд твердых, совершенно прозрачных и светлых смол, негигроскопичных и нерастворимых в горячей воде. Он установил при этом, что свойства конечного продукта, при условии отгонки избытка глицерина в вакууме, не зависят от количества взятого глицерина. Во всех случаях получается одна и та же стекловидная масса с $t°_{пл.}$ около 190° и $t°_{разл.}$ около 220°. Каллахан [3], в результате многочисленных опытов, пришел к выводу, что технически наиболее ценные смолы получаются при избытке кислоты. В противном случае всегда замечается нек-рая гигроскопичность и липкость. Оптимальные условия образования смол по Каллахану видны на следующих примерах [4]: 1) Медленно нагревают 1 вес. часть глицерина и 2 ч. фталевого ангидрида. При 100° образуется светлая жидкость, и начинается отгонка воды. При 185° нагревание временно прекращают, чтобы дать возможность выделиться при этой $t°$ всей воде. Затем $t°$ медленно поднимают до 210° и берут пробу: продукт д. б. при охлаждении совершенно твердым, колким, прозрачным и окрашенным в светложелтый цвет. В такой стадии он растворим в ацетоне, частично в спирте и бензоле и гигроскопичен. При дальнейшем прогревании в течение 5—10 часов при 180—250° продукт становится неплавким и нерастворимым. 2) Медленно нагревают 134 вес. части яблочной к-ты и 92 части глицерина. При 110° начинается сильное кипение и выделение воды. После нагревания до 235° охлажденный остаток представляет собой полутвердую массу, растворимую в ацетоне и плавящуюся при 100°. При дальнейшем нагревании в продолжение 15 ч. при 100° она становится твердой, нерастворимой и неплавкой [5]. 3) Медленно нагревают смесь из 46 вес. частей глицерина и 100 ч. камфорной кислоты. После отгонки всей воды и нагревания до 250° охлажденный остаток представит собой прозрачную, твердую, желтого цвета массу, плавящуюся при 110—130°, растворимую нацело в ацетоне и частично в спирте. Для превращения в неплавкую и нерастворимую смолу требуется дальнейшее нагревание в течение нескольких часов при 90—135° [6].

Арсем [7] нашел, что смола получается менее хрупкой, если в реакцию с глицерином взята смесь кислот (одна из к-т м. б. одноосновной кислотой жирного ряда—олеиновой, стеариновой, масляной). Он предлагает, например, следующие рецепты. 1) Медленно нагревают 184 вес. части глицерина и 296 частей фталевого ангидрида при 200—210° до прекращения выделения воды и газа. Затем прибавляют 118 ч. янтарной к-ты и продолжают нагревание при 210—225°, пока консистенция горячей смеси не станет желеобразной. После охлаждения получается продукт весьма твердый, неплавкий, прозрачный, но при нагревании делающийся пластичным и м. б. любым образом формованным. 2) 92 вес. ч. глицерина медленно нагревают с 148 частями фталевого ангидрида до 200—210°, пока не прекратится выделение воды и газа. Затем прибавляют 141 ч. олеиновой к-ты и 37 ч. фталевой к-ты и продолжают нагревание, повышая $t°$ до 220—230°. Через нек-рое время смесь становится однородной, густеет и окрашивается в буро-красный цвет. При остывании получается полутвердая масса, растворимая в бензоле и скипидаре; при дополнительном прогревании при 160° в продолжение 20—30 часов она делается неплавкой, нерастворимой, твердой и вместе с тем эластичной.

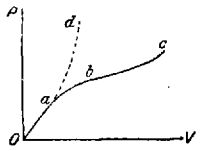
Ховель [8] и Даусон [9] рекомендуют прибавлять к смеси глицерина и к-т касторовое масло, вследствие чего получаются особенно эластичные смолы, напоминающие по консистенции каучук.

Строение Г. следует считать недостаточно еще выясненным. Процесс их образования во всяком случае должен итти через стадии (Арсем): глицерин → сложный эфир глицерина → продукт конденсации молекул эфира → → конечный продукт, смола (возможно циклическ. строения); или через стадии (Вейсберг, Поттер [10]): глицерин → диглицерин → → триглицерин → . . . → полиглицерин → полиглицериновый эфир → продукт конденсации молекул полиглицеринового эфира → конечный продукт. Так как твердость конечного продукта и сопротивляемость его действию воды у многоосновных ароматическ. и оксикислот больше, чем у незамещенных многоосновных кислот жирного ряда, то следует думать, что процесс конденсации у первых к-т, химически более активных, идет значительно сложнее. Для глицерида фталевой к-ты возможна конденсация за счет карбонильного кислорода по схеме: фталевая к-та → → глицерид фтал. к-ты → продукт конденсации:



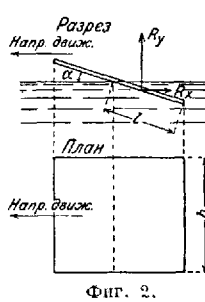
Лит.: [1]) Ellis C., Synthetic Resins and their Plastics, New York, 1923; [2]) Smith W., Glycerol Phthalate, «J. Ch. I.», 1901, v. 20, p. 1075; [3]) Ам. П. 1091732/14; [4]) Ам. П. 1108329/14; [5]) Ам. П. 1091627/14; [6]) Ам. П. 1091628/14; [7]) Ам. П. 1098776/14 и 1098777/14; [8]) Ам. П. 1098728/14; [9]) Ам. П. 1141944/15; [10]) Ам. П. 1413145/22 и 1424137/22; «Soc.», 1922, v. 122, part I, p. 419; «J. Ch. I.», 1922, v. 41, p. 224. **Б. Максоров.**

ГЛИССЕР, быстроходное судно, движение которого происходит по принципу скольжения, в отличие от судов водоизмещающих. Благодаря специальной конструкции плоского днища, при возрастании скорости глиссера его осадк быстро уменьшается вследствие развивающегося динамического давления воды на днище; когда это давление становится по величине близким к весу (водоизмещению) глиссера, он выходит на редан и начинает скользить (планировать). При дальнейшем же возрастании скорости осадка еще несколько уменьшается. Это явление сопровождается относительно резким уменьшением лобового сопротивления по сравнению с водоизмещающим судном и дает возможность глиссеру развивать сравнительно большие скорости. Если на оси ординат (фиг. 1) отложить сопротивление P, а на оси абсцисс—скорость V, то кривая $Oabc$ дает кривую сопротивления Г. Пунктирная линия ad показывает рост сопротивлений для водоизмещающего судна.

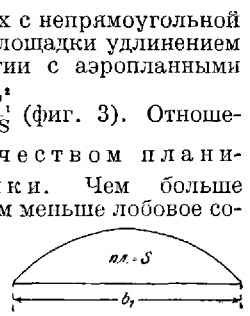


Фиг. 1.

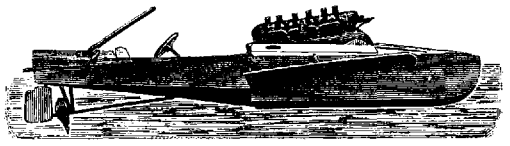
Скольжение Г. основано на том, что плоская пластинка, движущаяся в жидкости с небольшим углом наклона (атаки) к горизонту, способна развивать большую подъемную силу при сравнительно малом лобовом сопротивлении, т. е. на том же принципе, что и полет аэроплана (см. *Аэродинамика*). На фиг. 2 представлена схема движения плоской тонкой пластинки в воде под некоторым углом атаки α. Пусть величина площади погружения $S=l\cdot b$. Полное сопротивление воды движению пластинки м. б. разложено на две составляющие: вертикальную R_y и горизонтальн. R_x. Первую называют подъемной силой пластинки, а вторую—ее лобовым сопротивлением. Для того чтобы нагруженная пластинка (не имеющая водоизмещения) не тонула, ее подъемн. сила R_y д. б. всегда равна нагрузке на пластинку. Величины сил R_y и R_x и их соотношение меняются с изменением скорости V, $\angle\,\alpha$, площади S и удлинения $\lambda=\frac{b}{l}$ погруженной части пластинки. Для пластин неплоских с непрямоугольной формой погруженной площадки удлинением называется, по аналогии с аэропланными крыльями, отношение $\frac{b^2}{S}$ (фиг. 3). Отношение $\frac{R_y}{R_x}$ называют качеством планирующей пластинки. Чем больше подъемная сила R_y и чем меньше лобовое сопротивление R_x, тем выше качество. Качество растет с ростом удлинения и при угле атаки от 4 до 6° достигает максимума, который, по опытам Беккера и Миллера в Англии, находится для пластинок между 7 и 8; для лодок при тех же, примерно, углах максимальное значение $\frac{R_y}{R_x}$ приблизительно составляет $4\div 6$. Полная аналогия между крылом аэроплана и рабочей частью днища Г. нарушается тем, что днище Г. омывается водой с одной нижней стороны, тогда как крыло обтекается воздухом со всех сторон. Это обстоятельство не позволяет получить коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления пластинки или днища.



Фиг. 2.

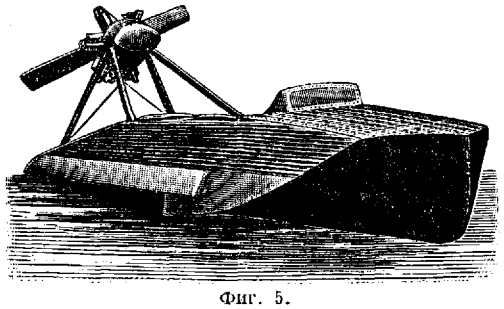


Фиг. 3.



Фиг. 4.

Характерной особенностью Г. является т. н. редан, т. е. поперечный уступ на днище для отделения струй жидкости на значительном участке днища за реданом и уменьшения общего сопротивления путем устранения прилипания и подсасывания струй и ослабления трения (см. *Гидроаэроплан*). На фиг. 4 изображен первый Г. постройки

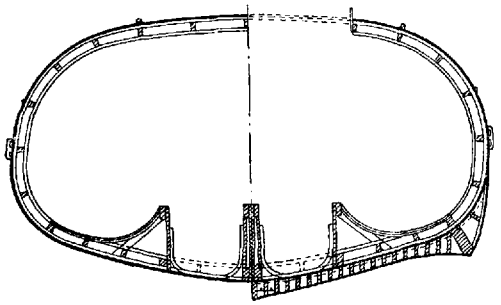


Фиг. 5.

ЦАГИ—АНТ-1 (деревянный), конструкции инж. Туполева (закончен постройкой и испытан в 1920 г.). Он снабжен одним реданом и подвижными плавниками, вместо второго редана, для изменения угла атаки; мотор—Изотта-Фраскини в 160 HP. Этот Г. с 4 пассажирами развивает скорость до 75 *км/ч*.

По числу реданов различают Г. одноредаиные, двухреданные и многореданные. К одноредаиным глиссерам приближаются, до известной степени, водоизмещающие моторные лодки современной формы с плоским к

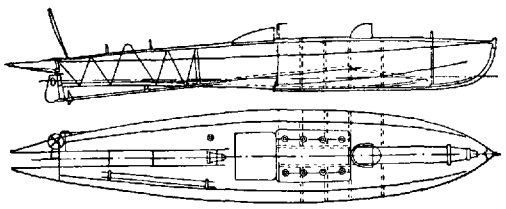
корме днищем и сравнительно широкой срезанной кормой. Для правильной работы Г. необходимо и достаточно иметь два редана, при чем вторым может служить обрез кормы. Увеличение числа реданов свыше двух,



Фиг. 6.

как показала практика, не дает сколько-нибудь значительной выгоды и применяется гл. образом в так наз. плотиках. Плотик—легкий, пустотелый, прямоугольный в плане плот, снабженный реданами. Французский конструктор де-Ламбер составлял свой плотик из нескольких прямоугольных (в плане) поплавков. Главным недостатком Г. с одним реданом является их работа на невыгодных углах атаки, что приводит к потере скорости. Вторым существенным недостатком, при близко к редану расположенном ц. т., является «дельфинирование» на больших скоростях, вследствие недостаточной длины опорной площадки. Центр тяжести двухредан. Г. обычно располагается вблизи переднего редана (лучше немного позади его).

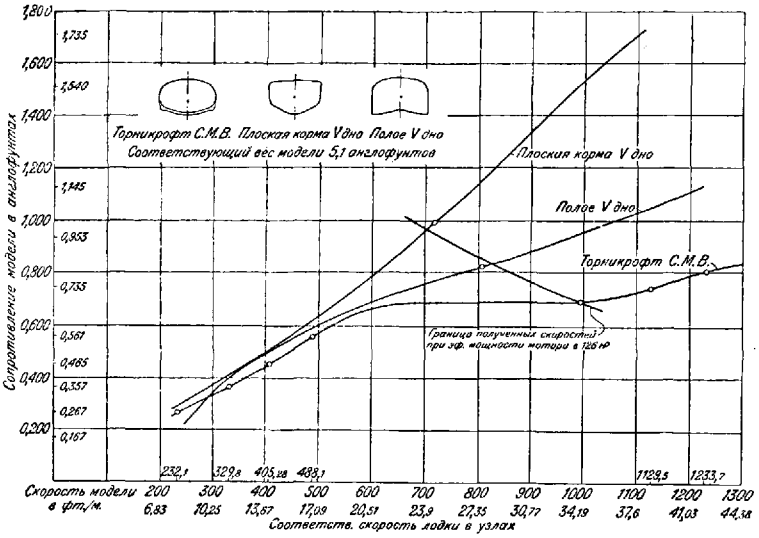
По внешнему виду различают два основных типа Г.: лодки и плотики. Первые лучше справляются с волной и, следовательно, обладают большей мореходностью. Вторые—на тихой воде дают хорошие



Фиг. 7.

результаты, но на волне сильно бьются, и поэтому их применяют только на реках и мелких озерах.

По роду движителя (винта) различают Г. с водяным винтом и воздушным винтом. Правильный подбор винтов—одно из главных условий успешной работы Г. С воздушным винтом Г. незаменимы для движения по мелководью; они также могут хорошо справляться с быстрыми течениями, благодаря своим высоким скоростям. Воздушный винт ставится гл. образом на плотики, в виду их сравнительно большой поперечной остойчивости. Недостатки воздуш. винтов: 1) низкий кпд винта на малых и средних скоростях и вредное влияние встречного ветра; 2) необходимость высокого размещения мотора, что связано с уменьшением остойчивости и с возрастанием воздушных сопротивлений; 3) применение дорого стоящих и ненадежных, при больших оборотах мотора, цепных передач. На фиг. 5 показан второй Г. постройки ЦАГИ—АНТ-2, конструкции инж. Туполева. В 1927 г. на нем (с мотором Сименс 50 HP) при неблагоприятных условиях погоды был совершен поход Москва—Ленинград по водной системе. Общая длина пути составляла ок. 2 615 *км*; средняя скорость достигала 32,6 *км/ч*, при водоизмещении около 920 *кг*; наибольшая достигнутая скорость, при водоизмещении в 850 *кг* (на



Фиг. 8.

участке ок. 200 *км*)—47,9 *км/ч*. Применение водяных винтов требует устройства хорошо обтекаемых кронштейнов и доведения подводных деталей до минимума, с приданием им наиболее обтекаемой формы. Моторы для Г. применяют только авиационные, при чем для Г. с воздушным винтом отдают предпочтение моторам с воздушным охлаждением, как в отношении легкости, так и для уменьшения воздушных сопротивлений. Для Г. с водяным винтом имеются авиационные моторы, приспособленные для лодок (реверс и охлаждение забортной водой). Примером может служить лодочный мотор «Райт-Тайфун» 500 HP (переделанный Райт Т-3).

Основные требования, которым должен в конструктивном отношении удовлетворять хороший глиссер, следующие: 1) рациональная форма днища; 2) размещение нагрузки, обеспечивающее достаточную метацентрич. высоту, а также правильное положение ц. т. по длине; 3) минимальный вес корпуса и

механизмов; 4) прочность; 5) хорошо обтекаемая форма корпуса и всех выступающих из него частей, число к-рых, в особенности в подводной части, д. б. минимальным. Конструкцию корпуса можно понять из фиг. 6, на к-рой показана форма днища Г.-лодки Торникрофта—типа «С. М. В.». Правая половина фигуры представляет поперечн. сечение корпуса Г. впереди редана, а левая—за реданом (в корму). Рабочая часть днища впереди редана имеет килеватую форму с отогнутыми книзу краями у бортов. Угол килеватости ок. 25—30°; к носу килеватость увеличивается. Отогнутые книзу края рабочей части днища впереди редана способствуют увеличению поперечной динамич. остойчивости и быстроте выхода на редан. Непосредственно за реданом (к корме) поперечные обводы сильно приподнимаются и плавно переходят в борт, образуя на боковой проекции борта значительный уступ, обеспечивающий отставание боковых струй и доступ воздуха в зареданное пространство. Необходимо отметить, что для полного отделения струй и устранения подсасывания рабочие поверхности должны заканчиваться острой кромкой. От редана к корме поперечные обводы днища постепенно распрямляются и заканчиваются пологой кривой линией на обрезе кормы. В диаметральной плоскости, как видно на фиг. 7 (боковая проекция), кормовая линия днища за реданом поднимается, образуя с передней носовой линией угол около 3°30′, что примерно соответствует наклону носового участка линии днища при скольжении. Для получения угла атаки кормового рабочего участка днища средняя линия на середине своей длины начинает снова перегибаться книзу и подходит к обрезу кормы с углом атаки около 3°15′.

Материалом для постройки корпуса может служить как дерево, так и легкий металл (дуралюминий или кольчугалюминий). Из древесных пород наиболее употребительны: ясень, вяз, красное дерево, береза, мелкослойная сосна и дуб. Для наружной обшивки деревянных корпусов применяется красное дерево в 2—3 слоя из узких тонких дощечек, укладываемых по диагонали, с прослойкой из полотна, обработанного сырым льняным маслом или масляным лаком для водонепроницаемости. Можно также применять гидроавиационные сорта трехслойной березовой переклейки в два ряда с полотняной прослойкой в подводных частях и на некоторой высоте надводного борта. Для крепления обшивки к шпангоутам и стрингерам служат оцинкованные проволочные гвозди. Между собой слои обшивки проклепываются специальными гвоздями-заклепками красной меди с плоскими потайными головками и с шайбами изнутри. Для непотопляемости обычно каждый корпус снабжается по крайней мере двумя водонепроницаемыми переборками. Одним из главных недостатков деревянной конструкции является намокание дерева и связанное с этим увеличение веса. Торникрофт в своих Г. применяет заполнение пространства между двойным днищем (рабочий участок) мастикой из пробковых опилок в парафине. Это заполнение уменьшает проникновение воды внутрь корпуса и в то же время играет роль буфера при передаче ударов от наружного днища на внутреннее. В металлических корпусах водонепроницаемость швов достигается применением полотняных прокладок на сурике. За границей наряду с суриком применяют для этой цели более легкую мастику на каменноугольном лаке.

Расчет необходимой мощности двигателей и определение главных конструктивных размеров корпуса производятся на основании данных по испытанию моделей, возможно большого масштаба, в опытных бассейнах.

Для расчета, напр., мореходного Г. с водяным винтом, общим водоизмещением $D=5$ *т* и заданной скоростью $V=40$ узлов можно применить следующий метод. На график (фиг. 8) нанесены результаты испытаний, произведенных J. E. Thornykroft и Bremner, трех моделей одинакового веса и размеров, отличающихся только формой днища. Из графика видно, что модель Торникрофта «С.М.В.» имеет наименьшее сопротивление. Зная вес и размеры модели, можно определить ее масштаб относительно проектируемого Г., а затем главные размеры:

Вес модели w	5,1 англ. фн.
Длина модели l	3,33′
Ширина » у редана b . .	0,71′
Вес проектируемого Г. W .	11 040 англ. фн.
Линейный масштаб относительно проектируем. Г. .	$\frac{1}{m}=\sqrt[3]{\frac{5,1}{11\,040}}\cong\frac{1}{13}$
Длина проектируем. Г. L .	$3.33\times 13=43'$
Ширина » » B .	$0,71\times 13=9.2'$
Отношение $\frac{L}{B}$	$\cong 4,7$.

Если, далее, обозначить для полномерного судна: D—водоизмещение, P—тягу и V—скорость, а через d, p и v—соответствующие величины для модели в $1/m$ натуральной величины, то между ними, по закону Фруда, существует следующая зависимость:

$$D=d\cdot m^3;\ P=p\cdot m^3;\ V=v\sqrt{m}.$$

Следовательно, при $V=40$ узлов и $m=13$, соответственная скорость модели: $v=\frac{40}{\sqrt{13}}=\frac{40}{3,6}=11,1$ узлов $=1129$ фт/м., а соответственное сопротивление модели по кривой $p=0,735$ англ. фн. По ф-ле $P=p\cdot m^3$ получается $P=0,735\cdot 13^3=0,735\cdot 2\,200=1\,615$ англ. фн. $=733$ *кг*. К полученному сопротивлению поплавка необходимо прибавить вычисленное сопротивление подводных частей (валов, дейдвудов, кронштейнов, рулей, кингстона и др.), а также воздушные сопротивления надводных частей. Если предположить, что все вычисленные сопротивления в сумме составляют, напр., 30% сопротивления поплавка, то определится необходимая тяга: $P_x=1,30\cdot 733=954$ *кг*. Эфф. мощность Г. $N_e=\frac{P\cdot V}{75}$ IP, где P выражено в *кг* и V — в *м/сек*.

Принимая кпд винта, с учетом трения в валопроводе, $\eta=0,65$, можно определить необходимую тормозную мощность двигателей (40 узл. $\cong 20,5$ *м/сек*):

$$N_b=\frac{P\cdot V}{75\cdot\eta}=\frac{954\cdot 20,5}{75\cdot 0,65}=400\,\text{IP}.$$

Если задаются водоизмещение и располагаемая мощность двигателей, а требуется определить скорость V, то вопрос решается построением кривой сопротивления полномерного Г. по скорости и наложением на нее характеристики винтомоторной группы.

Применение Г. для гражданских целей, вследствие высокой стоимости моторов и дороговизны эксплоатации, ограничивается перевозкой почты, пассажиров, легких ценных грузов и имеет серьезное значение лишь при отсутствии других более дешевых и удобных путей и средств сообщения. Для военных целей Г., вооруженные торпедами и пулеметами, находят применение для охраны берегов и пограничных морских и речных пунктов. Для учебных и спортивных целей в морской авиации применяются легкие Г. с установкой маломощных моторов. Такие

учебные аппараты имеют значение для обучения технике управления гидросамолетом, так как они при скользящем движении дают в точности весь процесс разбега морского самолета.

Лит.: Герман Г., Поплавки и лодки гидросамолетов, «Кораблестроитель», Л., 1927, 7, 1928, 8; Coastal Motor Boats, «The Shipbuilder», Newcastle — London, 1923, v. 28, p. 290; «Trans. of the Instit. of Naval Architects», L., 1927, v. 5; Millar G. H., Design of the Hydro-Aeroplane Floats, «Engineering», L., 1914, v. 98, p. 166; Johns, Ship Resistance a. the Ramus Principle, ibid., 1920, v. 110, p. 395; «Technical Report of the Advisory Committee for Aeronautics», L., 1912; Schaffran K., Schleppversuche für Gleitboote mit Wasser- u. Luftpropellerantrieb, «Schiffbau», B., 1914/15, Jg. 16, *20*, p. 565; «Вестник воздушного флота», М., 1928, *9*. **Н. Некрасов.**

ГЛИФОСКОП, см. *Фотографический аппарат.*

ГЛИЦЕРИДЫ, сложные эфиры *глицерина* (см.), главная составная часть животных и растительных жиров и масел. В природных жирах находятся главн. обр. полные эфиры триглицериды общей ф-лы $C_3H_5(CO_2R)_3$, как трипальмитин, тристеарин, триолеин и др., но найдены и диглицериды, напр., в масле репы—диэруцин $C_3H_5(OH)(O_2C_{22}H_{41})_2$; кроме простых

Свойства важнейших триглицеридов.

Название	Ф-ла	$t°$ пл.	$t°$ кип.	Уд. в.
Трибутирин .	$C_3H_5(O_2C_4H_7)_3$	жидк.	195—196 (18 *мм*)	1,032 (20°)
Трилаурин . .	$C_3H_5(O_2C_{12}H_{23})_3$	+45	260—275 (0 *мм*)	0,894 (60°)
Тримиристин	$C_3H_5(O_2C_{14}H_{27})_3$	+56	240—300 (0 *мм*)	0,885 (60°)
Трипальмитин	$C_3H_5(O_2C_{16}H_{31})_3$	+65	—	0,866 (80°)
Тристеарин . .	$C_3H_5(O_2C_{18}H_{35})_3$	+72	—	0,862 (80°)
Триолеин . . .	$C_3H_5(O_2C_{18}H_{33})_3$	−17	—	0,915 (18°)
Триэруцин . .	$C_3H_5(O_2C_{22}H_{41})_3$	+31	—	—

эфиров, в жирах встречаются и смешанные Г. (см. *Жиры и масла*). Основные данные о важнейших триглицеридах приведены в помещаемой здесь таблице.

ГЛИЦЕРИН, пропантриоль (1, 2, 3), *α*, *β* *γ*-триоксипропан, трехатомный спирт $CH_2OH \cdot CHOH \cdot CH_2OH$. Г. чрезвычайно распространен в природе, где он встречается в виде сложн. эфиров—*глицеридов* (см.) В животных организмах глицерин встречается также в виде лецитинов — эфиров глицерофосфорной кислоты. Кроме того, глицерин является нормальной составной частью вина, так как образуется при брожении виноградного сахара.

Чистый Г. представляет собою сиропообразную, густую жидкость сладкого вкуса, без запаха, нейтральной реакции, $D_4^{20} = 1{,}2604$. При продолжительном сильном охлаждении он затвердевает в кристаллы ромбич. системы, плавящиеся при 17—20°. Г. очень гигроскопичен. С водою и спиртом он смешивается во всех отношениях и растворяет неорганические соли; в эфире и хлороформе нерастворим. При нормальном давлении кипит при 290° с небольшим разложением, под уменьшенным же давлением и с водяным паром перегоняется, не разлагаясь; $t°_{кип.}$ при 50 *мм* 205°, при 0,05 *мм* 115—116°. Безводный Г. возгоняется уже при 100—150°. При быстром нагревании он теряет воду и образует тяжелые пары с запахом *акролеина* (см.), горящие голубым пламенем; при осторожном окислении Г. дает альдегид—глицерозу $CH_2OH \cdot CHOH \cdot COH$; при дальнейшем окислении (действием HNO_3) дает к-ты: глицериновую $CH_2OH \cdot CHOH \cdot COOH$, щавелевую $COOH \cdot COOH$, гликолевую $CH_2OH \cdot COOH$ и глиоксиловую $COH \cdot COOH$. Г. легко реагирует с неорганич. к-тами; так, с фосфорной к-той Г. образует глицеринофосфорную к-ту $CH_2OH \cdot CH(OH) \cdot CH_2O \cdot PO(OH)_2$; нагретый с бурой Г. дает глицеринборат, применяющийся в медицине как антисептик. При действии металлов Г. дает глицераты, б. ч. кристаллич. соединения. Действием галоидоводородных к-т или других галоидных соединений на Г. получают моно-, ди- и тригалоидгидрины Г.; действием галоидгидринов спиртов на глицераты получают смешанные эфиры Г.—жидкости, напоминающие по свойствам эфиры одноатомных спиртов. Подобно гликолям Г., теряя воду, дает ангидрид—

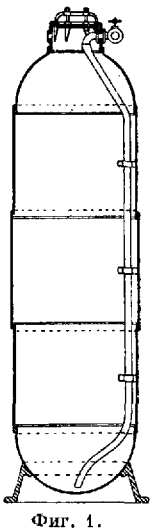


глицид $CH_2 \cdot CH \cdot CH_2OH$. Гомологи Г., трехатомные спирты, так назыв. глицерины, изучены мало; некоторые получены искусственно и представляют собой густые некристаллизующиеся жидкости сладкого вкуса, хорошо растворимые в воде и спирте.

Синтетическ. методы получения Г. не имеют технич. значения. В технике Г. добывают путем расщепления жиров (омыление). Расщепление жира есть разложение глицерида на свободные жирные кислоты и глицерин по уравнению:

$$\underset{\text{глицерид}}{C_3H_5(O \cdot COR)_3} + 3\,H_2O = \underset{\text{глицерин}}{C_3H_5(OH)_3} + 3\,\underset{\text{жирная к-та}}{R \cdot CO_2H}.$$

Способов расщепления существует много; наиболее важными являются: 1) автоклавный способ, 2) способ Твитчела, 3) способ Кребица и 4) ферментативный. Наибольшим распространением пользуется способ Твитчела, а затем—автоклавный. В СССР, кроме автоклавного, применяется еще метод, представляющий собою некоторое видоизменение способа Твитчела, — расщепление посредством «контакта».



Фиг. 1.

1. Расщепление в автоклавах ведется следующим обр.: очищенный жир с водой и с 1—2% извести нагревают в автоклаве (до 150—180°), снабженном доходящей почти до дна трубкой (фиг. 1), при 8—12 *atm* давления. При такой обработке жиры распадаются, образуя кальциевые соли жирных кислот (мыло) и глицерин в водном растворе—глицериновую воду—по уравнению:

$$2\,C_3H_5(OCOR)_3 + 3\,Ca(OH)_2 = 2\,C_3H_5(OH)_3 + 3\,Ca(CO_2R)_2.$$

Операция расщепления продолжается 6—8 час., после чего реакционную смесь не-

сколько охлаждают и выпускают из автоклава. Вследствие оставшегося в автоклаве давления жидкость поднимается по трубке, при чем сначала идет глицериновая вода, к-рую собирают в отдельный приемник и оставляют отстояться. Отстаивание происходит весьма медленно, особенно, если взятый для омыления жир был плохо очищен. Когда примеси всплывут на поверхность, их отделяют, а раствор подвергают дальнейшей обработке для выделения из него Г. В последн. время вместо извести стали применять магнезию или перегретый пар в присутствии окиси цинка и цинковой пыли. На 2 500 *кг* жира берут 15 *кг* окиси цинка, 7 *кг* цинковой пыли и 500 *л* воды. Эти изменения дают возможность вести расщепление при более низком давлении (6—7 *atm*) и получать глицерин с меньшей потерей. В России до войны 1914—18 гг. расщепление жиров велось почти исключительно на мыловаренных и стеариновых з-дах. Правда, кое-где (в Москве, Лодзи, Варшаве) существовали жирорасщепительные з-ды, вырабатывавшие Г. для текстильной промышленности, но их продукция была незначительна. В Западной Европе жирорасщепительное дело поставлено очень широко: кроме получения Г. на мыловаренных и стеариновых заводах в качестве побочного продукта, имеется большое число специальных жирорасщепительных заводов, извлекающих глицерин из жиров.

2. Способ Твитчела (кислотный) является модификацией старого метода расщепления жиров серной к-той, при к-ром серная к-та играет роль образователя эмульсии и в то же время вступает в химич. взаимодействие с глицеридами ненасыщенных к-т и Г., давая сульфокислоты, распадающиеся при кипячении обратно на серную кислоту, жирные к-ты и Г. В основе способа Твитчела лежит эмульгирующее действие предложенного им реактива (смесь жирно-ароматич. сульфокислот)—реактив Твитчела. В состоянии эмульсии жир представляет расщепляющему действию воды огромную поверхность, вследствие чего реакция настолько ускоряется, что становится возможным производить расщепление, не применяя автоклава. Расщепитель—«контакт» Петрова, вытеснивший в настоящее время реактив Твитчела (и ему подобные), представляет собою 40 %-ный водн. раствор сульфокислот циклич. ряда общей ф-лы: $C_n H_{2n-9} SO_3H$ и $C_n H_{2n-11} SO_3H$. Работа по этому методу производится след. обр.: жир помещают в котел, снабженный мешалкой, нагревают до 50° и при сильном взбалтывании к нему прибавляют 1,5% серной кислоты 60° Bé (для разрушения белковых и других примесей). Затем смесь разбавляют водой (20%), прибавляют расщепитель (0,5—1,25%) и кипятят. Через 24 часа обычно 85% жира расщепляется. Массе дают отстояться, отделяют глицериновую воду и подвергают ее дальнейшей обработке для выделения Г. Автоклавный способ дает хорошие выходы и качество продукции, но его оборудование дорого. Установка Твитчела дешевле, но скорее изнашивается; выходы меньше, и продукт получается худшего качества.

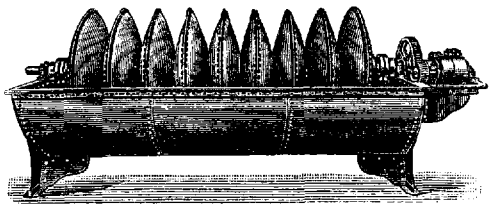
3. Способ Кребица (щелочной), применяемый в мыловарении, также основан на увеличении реагирующей поверхности жира. Это достигается энергичным размешиванием жира с известковым молоком (для расщепления жира достаточно 0,5—3% щелочи) при одновременном пропускании в смесь струи пара. Затем смесь оставляют на 12 ч. За это время омыление оканчивается. Получается известковое мыло в виде пористой ломкой массы, а Г. переходит в раствор. Так как значительная доля Г. захватывается мылом, то мыло измельчают, промывают горячей водой, а промывные воды присоединяют к главному раствору Г.

4. Расщепление жиров ферментативным путем происходит посредством применения специальных (липолитич.) энзимов, находящихся в семенах нек-рых растений, главн. обр. клещевины (Ricinus communis). Для этой цели по удалении масла истолченные семена клещевины растирают со слабой серной к-той до образования эмульсии (нерастворимые части отделяют центрифугированием). Эту эмульсию («ферментное молоко») применяют непосредственно для расщепления, к-рое при $t°$ 30—40° оканчивается в 2—3 дня: жирные к-ты отделяются, а в растворе остается 40—50% Г. На ферментативный метод сначала возлагали большие надежды, но на практике встретилось много затруднений, вследствие к-рых, несмотря на усовершенствования, внесенные работами Вильштеттера, Гойера, Никлу (Wilstätter, Hoyer, Nicloux) и других, он не получил широкого распространения. Во время войны 1914—18 гг., в связи с потребностью в больших количествах Г. и с недостатком жиров, во многих странах было обращено внимание на возможность утилизации отбросов мыловаренного производства. Растворы, получающиеся после высаливания мыла, так наз. подмыльные щелоки, содержащие 5—10 % Г., многие ф-ки просто выливали; немало Г. оставалось также в т. н. клеевых мылах. Так. обр. значительная часть добываемого из жиров Г пропадала непроизводительно. Поэтому в Германии в 1914 г. последовало запрещение вырабатывать клеевые мыла, а подмыльные щелоки стали скупаться большими з-дами для выделения из них Г.

За последние 10 лет много внимания было уделено методу получения Г. путем брожения. Еще Пастер нашел, что при алкогольном брожении сахара образуется небольшое количество глицерина (ок. 3%). Конштейн (Konnstein) и Людеке (Lüdecke) путем прибавления к бродящей смеси сернистокислого натрия Na_2SO_3 повысили выход Г. до 36,7%. Во время войны этот метод был применен в Америке (Порто-Рико) и в Зап. Европе для получения Г. из мелассы (отброса свеклосахарного производства), и при помощи его добыто более 1 млн. *кг* Г. В Германии глицерин, полученный брожением, носит название протоль (Protol) или ферментоль (Fermentol).

Полученные тем или иным путем растворы Г. сильно разбавлены и загрязнены; для выделения из них Г. их обрабатывают различными хим. реагентами (кальций удаляют щавелевой к-той, магний—известковой

водой, цинк — углекислым барием), а затем упаривают в открытых сосудах (фиг. 2) или же в вакуум-аппаратах различной конструкции. Особенное затруднение представляет очистка и упаривание подмыльных щелоков, т. к. они сильно загрязнены коллоидальными растворами мыла и минеральными солями. По способу Domier C° к раствору сначала прибавляют 0,5% извести, а затем его упаривают до начала кристаллизации солей. Образовавшиеся при этом щелочи обмыливают находящиеся в растворе смолистые вещества, и мыло собирается в виде пены на поверхности, увлекая с собою остальные примеси. В новейших способах подмыльные щелоки после нейтрализации обрабатывают сульфатом алюминия или железа, фильтруют для отделения осевших примесей, а слабо кислый фильтрат нейтрализуют содой, смешанной с бумажной массой. Последняя адсорбирует остатки загрязнений, после чего растворы фильтруют и упаривают в особых вакуум-аппаратах, снабженных резервуаром для собирания выпадающих солей. По упаривании глицериновых вод получается сырой Г., имеющий



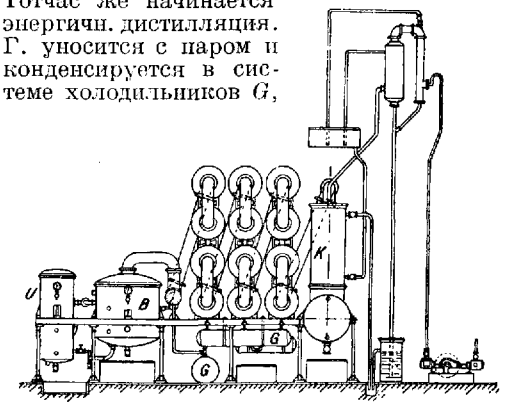
Фиг. 2.

темный цвет и содержащий значительное количество неорганическ. солей. Этот т е х н и ч е с к и й Г. или непосредственно поступает в продажу или подвергается дальнейшей очистке. Для этой цели раствор Г. пропускают через ряд фильтров, наполненных прокаленным костяным углем, с таким расчетом, чтобы Г. проходил сначала через использованный уголь, а под конец через свежий (принцип противотока). Вся батарея фильтров нагревается до 80° паром, пропускаемым между стенками обкладки фильтров. Метод дает хорошие результаты, но применение его ограничено вследствие дороговизны, медленности фильтрования и необходимости периодическ. регенерации костяного угля. Более простой способ—нагревание с обесцвечивающими порошками (животным углем, карборафином и пр.), но он дает худшие результаты. Г. П. 224394 для осветления Г. рекомендует препараты гидросульфита. Этими процессами (рафинированием) достигается только осветление продукта, но не освобождение его от примесей.

Для получения ч и с т о г о Г. приходится прибегать к дистилляции (метод получения чистого Г. кристаллизацией в настоящее время в Запад. Европе оставлен как нерентабельный). Дистилляция производится в медных или железных котлах с применением перегретого пара и вакуума. Этим достигается ускорение процесса, экономия топлива и улучшение качества получающихся продуктов, так как понижение $t°$ перегонки предотвращает возможность разложения Г. от перегрева, и Г. получается почти безводный. Дистилляционные установки разных фирм отличаются одна от другой в деталях, но в общем конструируются по одному принципу. По Руимбеке (Ruymbeke) и Джоллинсу (Jollins) (фиг. 3), пар, до поступления в перегонный куб A, проходит по змеевику c, расположенному в нагревательном кубе E, куда впускают из парового котла пар через трубу f. Благодаря широкому диаметру змеевика c проходящий по нему пар (из трубы d с меньшим диаметром) расширяется, охлаждаясь при этом, но тут же снова нагревается до первоначальной $t°$ окружающим змеевик паром. Расширенный и нагретый пар поступает в перегонный куб A, до $^1/_3$ объема наполненный сырым глицерином; через перфорированную трубу b пар вводится в дистиллируемую массу; дистиллят конденсируется в конденсаторе B, откуда переходит в сосуд C, где и собирается. Таким приемом одновременно избегается как охлаждение пара при расширении его в самом перегонном кубе, так и разложение Г. от перегрева, имевшее место в прежних установках, где пар предварительно проходил через перегреватель. На фиг. 4 показана современная установка дистилляционных аппаратов фирмы Фельд и Форстман. Сырой Г. загружают в котел B так, чтобы он наполнял не более $^1/_3$ его объема. Впускают пар в перегреватель U, чтобы нагреть змеевик, и одновременно в перегонный куб B, чтобы поднять темп-ру Г. Затем впускают пар в змеевик и, когда он расширится и нагреется, его проводят в перегонный куб. Тотчас же начинается энергичн. дистилляция. Г. уносится с паром и конденсируется в системе холодильников G,



Фиг. 3.



Фиг. 4.

пар же проносится дальше в особый водяной холодильник K и тоже конденсируется. Работа происходит при вакууме. С точки зрения экономии топлива интересна мультипликационная установка Маркса и Раволле (Marx & Rawolle) в Нью Йорке (Г. П. 217689), где чрезвычайно целесообразно утилизируется одна и та же струя пара.

В продажу Г. поступает различной чистоты. Различают следующие сорта: 1) дважды перегнанный, химически чистый Г.—Glycerinum purissimum albissimum, 30° или 28° Bé; 2) G. album—тоже чистый продукт, но один раз перегнанный; 3) динамитный Г.—перегнанный и в высшей степени чистый продукт; слегка желтого цвета, 28° Bé; уд. вес 1,261—1,263; 4) рафинированный Г. — неподвергнутый дистилляции, а только осветленный, бывает двух сортов: белый и желтый, 28° и 30° Bé; 5) сырой, неочищенный Г. (технический): а) из подмыльных щелоков и б) сапонификационный (полученный автоклавным способом).

Г. находит широкое применение во многих отраслях промышленности и техники. Большие количества Г. идут для приготовления нитроглицерина и динамита. Г. пользуются для предохранения различных продуктов от высыхания: в мыловаренном производстве, при дублении кож, в табачном производстве и пр. Его консервирующие свойства дают возможность применять его в консервной промышленности и для сохранения анатомич. и ботанич. препаратов. Г. употребляется также как смазывающее вещество для смазки различных механизмов: часов, насосов, холодильных и ледоделательных машин. Затем его применяют для гидравлич. прессов и ж.-д. тормозов. В текстильной промышленности его употребляют при ситцепечатании для различных аппретур. Значительные количества Г. идут для типографских масс, глицериновой желатины, копировальных чернил, пергаментной и переплетной бумаги; в фармацевтической промышленности—для различных косметиков и лекарственных средств (глюкозаль, глицерофосфаты); в красочной промышленности—для приготовления нек-рых красителей (ализариновый голубой, бензантроновые красители). Самые плохие сорта Г. употребляются для сапожных вакс. Остаток после дистилляции Г. находит применение как изолирующий материал при изготовлении электрич. кабелей.

Ежегодное мировое производство Г. превышает 72 000 *т*. В России в 1912 г. оно достигало 5 тыс. *т*, при чем 30—40% всей выработки экспортировалось в Германию, Францию и Америку. Прерванный войной и условиями блокады экспорт Г. из СССР возобновился в 1926/27 году. Общая выработка Г. в СССР, по данным 1925/26 г., была 3,5 тыс. *т*, а в 1926/27 г. за один только 3-й квартал достигла для технич. Г. 896,5 *т* и для химическ. и динамитного Г. 487,1 *т*.

Лит.: Дейтэ—Келльнер, Глицерин, пер. с нем., М.—Л., 1927; Lach B., Die Gewinnung und Verarbeitung des Glyzerins, Halle, 1907; Koppe S. W., Das Glyzerin, Wien, 1913. **А. Беркенгейм.**

ГЛИЦЕРОФОСФАТЫ, соли глицеринофосфорной к-ты. Глицеринофосфорная к-та $C_3H_9O_6P$ представляет собой глицериновый эфир фосфорной к-ты и образует два изомера:

$CH_2OH \cdot CHOH \cdot CH_2OPO(OH)_2$
α-глицеринофосфорная к-та

и $CH_2OH \cdot CHOPO(OH)_2 \cdot CH_2OH$
β-глицеринофосфорная к-та;

α-кислота оптически активна, получается при гидролизе лецитинов, в свободном виде встречается в небольшом количестве в нормальной моче; β-кислота оптически недеятельна, получается синтетическим путем и по свойствам не идентична α-кислоте. Глицеринофосфорная кислота широко распространена в растительном и животном царствах: в соединении с холином $C_5H_{15}NO_2$ и высокомолекулярными жирными к-тами она образует лецитины—вещества, находящиеся в яичном желтке, нервной ткани, кровяных тельцах и пр.

Г. применяются в медицине как тонические и укрепляющие нервную систему средства: в организме они распадаются на глицерин и фосфорную к-ту, но могут также сохраняться неразложившимися и служат материалом для построения лицетинов и нуклеинов, так. обр. они участвуют в ассимиляции и повышают обмен веществ. Г. применяются либо в чистом виде либо в различных смесях, напр. санатоген Бауера—смесь 50%-ного Г. натрия с казеином. Г. растворимы в воде и нерастворимы в алкоголе. Их растворы осаждаются уксуснокислым свинцом. При кипячении с минеральными к-тами Г. распадаются на глицерин и фосфорную к-ту. При нагревании до 130° они устойчивы, при накаливании же переходят в пирофосфаты.

Г. кальция $C_3H_7O_6PCa \cdot H_2O$—белый порошок, состоящий из смеси α- и β-изомеров. В горячей воде он растворим хуже, чем в холодной. Растворимость продажной соли весьма изменчива в зависимости от относительного содержания α- и β-изомеров, из которых β-изомер менее растворим. Для получения Г. кальция нагревают эквивалентные количества глицерина и 66%-ной фосфорной кислоты в вакууме при 105°. Образовавшуюся сиропообразную массу обрабатывают известковым молоком и отфильтровывают от выпавшего фосфата. Фильтрат упаривают и осаждают спиртом.

Г. натрия $C_3H_7O_6PNa_2.7\,H_2O$ получается нагреванием 130 ч. кислого фосфорнокислого натрия $NaH_2PO_4.H_2O$ с 230 ч. глицерина в железном вакуум-аппарате до 145° и последующим кипячением продукта реакции с раствором едкого натра. Избыток глицерина удаляется перегонкой с водяным паром. По охлаждении выпадают кристаллы β-соли. В маточном растворе остается сиропообразная α-соль. В продажу Г. натрия поступает или в виде белых кристаллов β-соли или в виде 50—70%-ного раствора α-соли.

Кроме Г. кальция и натрия, в медицине находят применение глицерофосфаты железа, лития и магния. **А. Беркенгейм.**

ГЛИЦИН, 1) сокращенное название аминоуксусной кислоты или *гликоколя* (см.); 2) фотографический проявитель, *п*-оксифенилглицин $HOC_6H_4NH \cdot CH_2 \cdot CO_2H$.

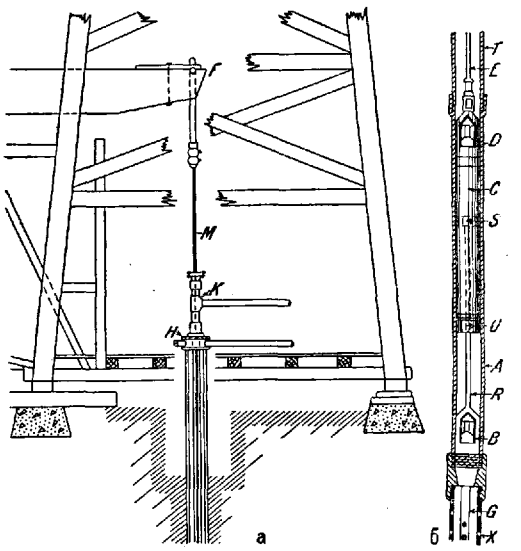
Получается нагреванием *п*-аминофенола с монохлоруксусной кислотой. Рецепты: 1) *А.*—Воды дистиллированной 1 000 *см*³, сульфита натрия (Na_2SO_3) 100 *г*, Г.—20 *г*. *Б.*—Воды дистиллированной 500 *см*³, поташа 100 *г*. Смешивают 2 ч. *А.* с 1 ч. *Б.* и 2 ч. воды. 2) Воды дистиллированной 80 *см*³ сульфита 50 *г*, Г.—10 *г*. К полученной кашице медленно прибавляют 100 *г* поташа. Должно получиться 150 *см*³ кашицы; если

ее получается меньше, то добавляют воды до 150 *см*³. Для проявления кашицу разбавляют водой до 15-кратного объема. Глицин дает очень чистые и ясные негативы, обладает большою гибкостью по отношению к характеру экспозиции и чувствителен к КВг. При очень долгом проявлении дает серебряную *вуаль* (см.).

ГЛОВЕРОВА БАШНЯ, см. *Серная кислота.*

ГЛУБОКИЕ НАСОСЫ, простого действия *насосы* (см.), употребляемые для откачки (помпирование скважин) воды и нефти из буровых скважин при их эксплоатации.

Устройство Г. н. Эти насосы (фиг. 1) состоят из цилиндра *A* и поршня *C*. Цилиндр насоса прикрепляется к нижнему концу специальной колонны опускаемых в скважину насосных труб *T* и снабжен в нижней своей



Фиг. 1.

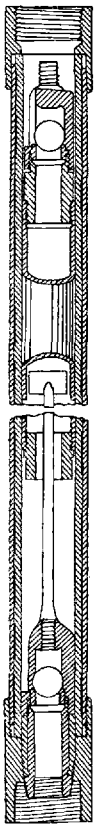
части неподвижным всасывающим клапаном *B*. Полый поршень насоса в верхней своей части имеет нагнетательный клапан *D* и движется вверх и вниз в цилиндре насоса при посредстве штанги *E*, приводимой в движение балансиром *F'* станка, установленного над устьем скважины. Клапаны б. ч. шариковые, с дисковыми седлами, открываются кверху. Для скважин с большим количеством песка к нижней части цилиндра насоса прикрепляется песчаный фильтр *G*, задерживающий поступление песка к клапану, а в случае значительного содержания газа в скважине ставится газоотделитель *X*, уменьшающий количество поступающего в насос газа. Насосные трубы опираются муфтой верхней трубы на крышку головной насадки *H*, навинченной на последнюю колонну обсадных труб и служащей для герметическ. закрытия устья скважины. Головная насадка снабжается боковыми отверстиями, в которые ввинчиваются трубы для отвода газа, а также нефти в случае фонтанирования скважины. Выше головной насадки в тройник *K* ввинчивается труба для отвода нефти в мерники или траппы. Штанга *M* двигается в сальнике. При движении плунжера вверх в цилиндр насоса поступает нефть; при обратном движении нижний клапан закрывается, верхний открывается, и нефть поступает в насосные трубы.

Поршень насоса бывает манжетный или плунжерный. В первом случае рабочую часть поршня составляют манжеты (числом 1—6) из кожи, резины или специальной композиции, зажатые металлич. кольцами. Для работы в глубоких скважинах, с большим содержанием песка, применяют насосы с плунжерами в виде стальной скалки, точно пригнанной к внутренней поверхности цилиндра; толщина стенок плунжера 6—25 *мм*, длина 1,2—1,8 *м*. Обычно плунжеры насоса снабжаются штоком Гарбутта *R*, служащим для подъема из скважин нижнего клапана вместе с плунжером. Нижний конец этого штока соединен с неподвижным клапаном, а верхний снабжен гайкой *S* или особой формы головкой, к-рая может опираться на ниппель *U* плунжера. При отсутствии штока Гарбутта для подъема нижнего клапана поднимают всю колонну насосных труб, но это связано с лишними работами и потерей времени. Имеются также насосы плунжерно-манжетного типа, в к-рых плунжер в верхней или нижней своей части снабжается несколькими манжетами. В так называемых многоступенчатых насосах плунжер состоит из нескольких коротких плунжеров, соединенных при помощи специальной конструкции, несущей на себе кожаные манжеты, предохраняющие плунжер от истирания песком.

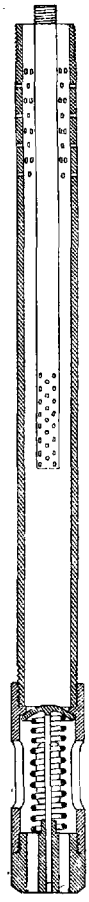
Рабочие цилиндры насосов, 1,5—6 *м* длиной, делаются или в виде сплошной стальной трубы с отшлифованной внутренней поверхностью или в виде сборного цилиндра, состоящего из железного кожуха, в который вставляются цилиндрич. полые втулки из серого плотного чугуна высшего качества. Сборные цилиндры имеют то преимущество перед цельными, что обработка их легче, и в случае износа требуется замена лишь нек-рых секций. Для работы в скважинах с большим содержанием песка рабочий цилиндр насоса удлиняется при помощи ниппеля, ввинченного в его нижнюю часть. Всасывающий клапан в этой конструкции устанавливается в муфте на нижнем конце ниппеля. При таком устройстве для движения плунжера используется вся длина цилиндра, и в него не попадает песок, содержащийся около нижнего клапана. Диаметр ниппеля должен быть несколько больше диаметра цилиндра.

Всасывающий клапан состоит из латунного, бронзового или, чаще, стального шарика, опирающегося на седло из того же материала; иногда стальной шарик в скважине намагничивается, притягивается к клапанной коробке и перестает работать; поэтому в клапанную коробку вставляют пружину, заставляющую шарик опускаться на седло. Клапанная коробка коническим концом плотно входит в соответствующую выточку в муфте, навинченной на нижний конец цилиндра. Верхний клапан также состоит из шарика и седла, укрепленного на коротком ниппеле, который ввинчен в верхней части плунжера.

Системы насосов. Из манжетных насосов особого внимания заслуживает насос Мак-Грегора, применяющийся на Эмбенских нефтяных промыслах. Поршень его состоит из медной трубки, на которую надеваются четыре медных диска, и между ними зажимаются кожаные манжеты. Внизу цилиндра прикрепляется чугунная отливка с внутренней конич. выточкой, в которую при помощи кожаной набивки закрепляется всасывающий клапан. На Бакинских промыслах получили большое распространение насосы Аксельсона и «D and B». В насосах Аксельсона (фиг. 2) как внутренняя поверхность цилиндра, так и нижняя поверхность чугунных втулок протачиваются по калибру. Последние обрабатываются с такою же точностью, как и плунжеры, и входят в кожух впритирку, образуя центрированную шлифованную поверхность цилиндра. Плунжеры насосов не только шлифуются, но и полируются. Пригонка их делается по калибру, при чем зазор не превышает 0,025 *мм*. Плунжеры насосов изготовляются трех размеров: для нормальной работы, недомерки для специальных условий работы (например, при высокой *t*°) и несколько большего размера для работы в сработавшемся цилиндре. Например, для 50-*мм* насоса имеется 12 калибров плунжеров, размеры которых колеблются в пределах от 44,46 до 44,30 *мм*. В насосах «D and B» внутренняя поверхность кожуха не притачивается, чугунные втулки входят в него свободно и центрируются уже в кожухе при помощи специального сборочного стержня, после чего верхняя муфта завинчивается, прижимая втулки друг к другу. Калибровка плунжеров в насосах «D and B» производится в более широких пределах: для 50-*мм* насоса размеры плунжеров изменяются в пределах 44,81—44,45 *мм*. Насосы Аксельсона и «D and B» изготовляются трех категорий: 1) обыкновенного плунжерного типа («Регуляр»), с двумя клапанами и штоком Гарбутта, 2) типа «Топ Коллар» или Паркер, при чем «D and B»—с цилиндром, удлиненным посредством добавочного ниппеля, и 3) плунжерно-манжетного типа с манжетами, расположенными в верхней или нижней части плунжера. В Грозненском районе обычно употребляют насосы трехклапанного типа.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Кроме «D and B», тот же завод изготовляет также насосы «C and W», снабженные приспособлением для осаждения песка. Это приспособление (фиг. 3) состоит из двух концентрическ. труб 18 и 12 *м* длиною, укрепляемых под всасывающим клапаном; наружная труба, снизу закрытая, вверху имеет отверстия. Жидкость поступает в насос через эти отверстия, опускается по кольцевому пространству между трубами и поднимается по внутренней трубе к всасывающему клапану, песок же оседает на дне наружной трубы. Иногда к нижнему концу наружной трубы присоединяется особый тарельчатый клапан для удаления накопившегося песка; для этого плунжер подымают настолько, чтобы он вышел из цилиндра; жидкость стекает вниз, открывает клапан и вместе с грязью и песком выходит к забою, после чего клапан под действием пружины снова закрывается. Кроме того, для удаления песка применяются различного рода фильтры. В насосе Zublin плунжер состоит из нескольких (обычно трех) звеньев, не жестко соединенных между собой, вследствие чего он получает возможность несколько изгибаться и потому может успешно работать даже в недостаточно прямолинейном цилиндре. Каждое звено плунжера снабжается самостоятельным шариковым клапаном. Для работы в скважинах, дающих вместе с нефтью и песок, применяют насосы Белла (Bell), снабженные специальн. карманами, в к-рых оседает выделяющийся из нефти песок.

Диаметр насоса считается по диаметру насосных труб, хотя диам. плунжера обычно на 6 *мм* меньше диаметра труб. Ходовые размеры труб: 50, 64, 76 и 100 *мм*. Наиболее распространены насосы 50 и 64 *мм*; насосы 76 и 100 *мм* применяются при большом содержании воды в скважине. Длина хода плунжера 35,6—76 *см*, чаще всего—50,8—61 *см*. В последнее время возникла тенденция к увеличению хода поршня до 300 *см*, но для этого требуются особые приспособления. Число качаний балансира или число ходов поршня составляет от 15 до 30 в минуту, чаще всего от 20 до 24.

Степень пригонки отдельных частей насоса должна соответствовать тем условиям, в которых ему приходится работать. В мелких скважинах лучше работать со свободно пригнанными плунжерами, при глубоких же скважинах в целях уменьшения утечки необходима плотная их пригонка. При откачке холодной нефти возможна плотная пригонка плунжера, в горячей же нефти пригонка д. б. менее плотной, так как вследствие неодинаковых коэффициентов расширения стали и чугуна плунжер расширяется больше, чем цилиндр, и при недостаточном зазоре между ними может заклиниться в цилиндре. При масляной нефти допустима более плотная пригонка, чем при нефтях с большим содержанием газолина, при которых на рабочих поверхностях насоса вследствие недостаточной смазки их получается большое трение.

Скорость и длина хода плунжера имеют большое значение для правильной работы насоса. При большом числе ходов поршня и небольшой длине его всасываемая

насосом нефть не в состоянии двигаться со скоростью, равной скорости плунжера, вследствие чего при ходе плунжера вверх жидкость не заполнит всего свободного объема цилиндра; благодаря этому при ходе плунжера вниз получается удар верхнего клапана о жидкость, находящуюся в цилиндре; кроме того, м. б. и второй гидравлический удар, происходящий от того, что столб жидкости, подброшенный при движении плунжера вверх, при обратн. движении последнего отстает от него и затем с силой падает на верхнюю часть плунжера. Т. о., при слишком быстрой работе насоса, система будет получать ряд ударов. Для уменьшения числа ударов, в особенности в глубоких скважинах с большим дебитом, применяются насосы с длинным ходом. На американских и бакинских промыслах разработано довольно много конструкций таких насосных установок, при чем нек-рые из них представляют собой видоизменение станков-качалок для индивидуальной эксплоатации скважины с коротким ходом, другие же являются специальными конструкциями для длинного хода. В конструкции Фетти длинный ход насоса достигается при помощи двух шарнирносоединенных шестерен почти одинакового диаметра, из которых одна насажена на главный вал вместо кривошипа, а вторая укреплена на конце шатуна. Шарнирное соединение шестерен выполнено в виде хомута с двумя бронзовыми подшипниками. При работе насоса вторая шестерня вращается вокруг первой, образуя планетарное зацепление шестерен между собой, при чем длина хода насоса получается равной примерно сумме радиусов этих шестерен. Такая качалка применяется в Баку. Имеются также конструкции Берка, Рескей, Фарлей, Бекера, Мартиросова и др. В гидравлической установке Паттерсона с длинным ходом у устья скважины устанавливаются два вертикальных цилиндра, поршни к-рых поднимаются вверх под действием воды, накачиваемой насосами в нижнюю часть цилиндров. Верхние части плунжеров соединены между собой поперечиной, к которой привешиваются штанги насоса. При обратном ходе поршня вода из цилиндров поступает в специальный резервуар, играющий роль противовеса.

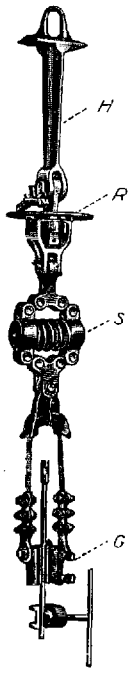
Насосные трубы. В Баку употребляются стандартные цельнотянутые стальные трубы высокого давления (120 *atm*) с временным сопротивлением на разрыв в 55—65 *кг/мм*² при удлинении не менее 15%. Длина труб 5,5—6 *м*; толщина стенок для труб диаметром 50—150 *мм* колеблется от 5 до 6,5 *мм*; длина муфты 100—180 *мм*. Нарезка труб — Селлерса, со скошенными тремя последними нитками; конусность резьбы $^1/_{21}$. Срок службы труб при хороших условиях достигает 4 лет, а при добыче легкой нефти без примеси воды и песка—даже 10 лет. В искривленных скважинах трубы быстро изнашиваются вследствие трения штанг об их внутреннюю поверхность. Уменьшение толщины стенок труб в нарезанной части может служить причиной их разрыва, в виду чего применяются трубы с высаженными концами. Для предупреждения падения оборвавшихся труб, на трубы надеваются специальные труболовки (кетчеры), снабжен. шлипсами, упирающимися при падении насосных труб в стенки обсадных труб.

При работе насоса в скважинах с небольшим количеством газа можно использовать давление последнего для увеличения производительности насоса. Для этого на насосные трубы надеваются резиновые или пеньковые набивки (сальники, или пакеры), герметически закрывающие кольцевое пространство между насосными и обсадными трубами. Газ собирается под пакером, вследствие чего увеличивается его давление на столб нефти в скважине.

Головная насадка представляет собой цилиндрическ. стальную отливку с массивной крышкой, закрепляемой иногда боковыми болтами. Имеются также головные насадки со специальной прокладкой. Закрывающий верхнее отверстие насосных труб штанговый сальник состоит из цилиндрическ. отливки, внутри которой помещается набивка, сжимаемая снизу пружиной, а сверху навинчиваемой крышкой.

Насосные штанги, особенно для работы в глубоких скважинах, изготовляются из вязкой стали высшего качества, которая обладает большим сопротивлением на разрыв (разрывающее усилие 80 *кг/мм*² при пределе пропорциональности в 50 *кг/мм*²). Сталь подвергается тщательн. термической обработке. Длина штанг около 6—9 *м*, ⌀ 16—25 *мм*, наиболее распространенные ⌀ 16 и 20 *мм*. Диаметр штанг выбирается в зависимости от глубины скважины, диаметра насоса, числа качаний и условий работы насоса (характер нефти, количество воды и песка). Для соединения штанг между собой концы их навариваются или высаживаются; штанги с цельновысаженными концами более прочны, чем с приваренными. Штанги соединяются между собой двумя способами: 1) при помощи соединительного замка, для чего на одном конце штанги делается нарезка (Витворта), а на другом — муфта; 2) при помощи специальной муфты, в к-рую ввинчивают концы штанг. Последний способ предпочтительнее, так как замена отдельных муфт дешевле и проще, чем исправление соединительного замка. Большое количество сотрясений, испытываемое штангами при движении плунжера вверх и вниз, вызывает утомление металла и понижает его прочность. Число разрывов штанг по этой причине составляет до 50% всех разрывов. При длин. ходе насосов утомление металла меньше, чем при коротком. Разрыв штанг происходит и в тех случаях, когда поршень заклинивается в нижней части цилиндра вследствие оседания на нем песка, а балансир идет вверх. На прочности штанг отражается и испытываемое ими сжатие, когда при слишком большом числе качаний балансира плунжер при ходе вниз не успевает следовать за движением балансира. В искривленных скважинах у соединительных частей штанг иногда укрепляются особые направляющие из более мягкого металла, чем трубы; они подвергаются трению о трубы, предохраняя от него штанги. Для получения более равномерного истирания

штанг в верхней части их, под балансиром, устанавливают специальное приспособление ротатор, благодаря к-рому при каждом ходе поршня штанги поворачиваются на некоторый угол. На фиг. 4 изображено присоединение штанг к балансиру с дополнительными приспособлениями: *H* — подвеска для штанг, *R*—ротатор, *S*—поглотитель толчков, содержащий горизонтальную пружину, надетую на горизонтальный валик, при чем все соединения сделаны шарнирными, и *G*—зажим для штанг.



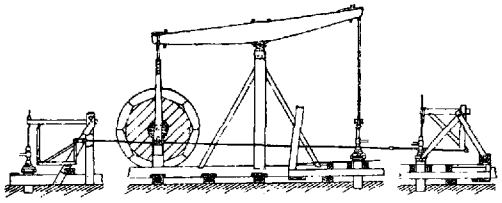
Фиг. 4.

Кроме штанг, для передачи движения плунжеру иногда применяют стальные канаты,—способ, значительно сокращающий время спуска и подъема насоса. Недостатком его является способность канатов к вытягиванию, следствием чего являются потеря длины хода плунжера и понижение производительности насоса. Кроме того, случаи разрыва канатов более часты, чем штанг. По всем этим причинам они применяются редко.

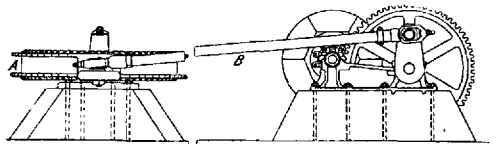
Штанги соединяются с балансиром качалки при помощи полированной штанги.

Приводы. Глубокие насосы могут приводиться в действие от двигателя, обслуживающего только одну скважину (индивидуальная установка) или же целую группу скважин (центральная или групповая установка). Индивидуальные установки применяются: 1) при значительном дебите скважин, 2) при большой глубине их (свыше 900 *м*), 3) при большом количестве воды и песка, 4) при неустановившемся режиме скважин, требующем частых подъемов насосов и чистки скважин, 5) при больших расстояниях между скважинами и 6) в пересеченной местности, затрудняющей обслуживание группы скважин от одного двигателя. Мощность двигателя, необходимая для работы насоса при индивидуальной эксплоатации скважины средней глубины, составляет от 5 до 15 HP, а для подъема и спуска труб и штанг до 30 HP. Удобно применение двухскоростных электромоторов, мощностью в 15—30 HP. Переходным видом к групповым приводам являются установки, в которых движение индивидуального привода передается насосам нескольких близко расположенных друг к другу скважин. Этот способ называется откачиванием с помощью коротких тяг. На фиг. 5 показана одна из установок такого типа: к пальцу кривошипа главного вала прикреплены тяги, соединенные с двумя качалками и передающие движение обслуживаемым ими насосам.

Групповые приводы применяют для эксплоатации скважин небольшой глубины, с небольшим дебитом, с установившимся режимом, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга, в сравнительно ровной местности. Они очень удобны при эксплоатации отдельных скважин только в течение нескольких часов в сутки. Установка группового привода состоит из: 1) двигателя с трансмиссией, 2) группового привода, 3) передаточных линий или полевых тяг, 4) опорных и вспомогательных приспособлений и 5) качалок над устьями скважин. Мощность двигателя (газового или электрического) колеблется в пределах от 1 до 4 HP на скважину. Центральные приводы бывают следующих типов: шатунный, кривошипный, дисковый и эксцентриковый.


Фиг. 5.

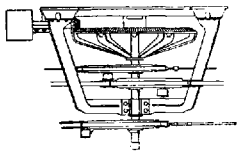
В шатунном приводе, представляющем одну из наиболее ранних конструкций групповых приводов (фиг. 6), горизонтальный шкив *A* помощью шатуна *B*, при повороте кривошипа на 90° может поворачиваться на некоторый угол вокруг своей оси. На окружности шкива имеется ряд отверстий для присоединения к шкиву полевых тяг, получающих при описанном выше движении шкива качательное движение в горизонтальной плоскости. Такой привод с двигателем в 25 HP может обслуживать 12 — 15 скважин средней глубины 500 *м*. В центральном приводе с кривошипом шкив и шатун отсутствуют; тяги, идущие к качалкам насосов, соединены шарнирно с кривошипом. Такие установки обслуживают 4—5 скважин глубиной около 300 *м*. В дисковом приводе на горизонтальном столе, получающем вращение вокруг вертикального вала при помощи конич. шестерни, имеются два кривошипа,



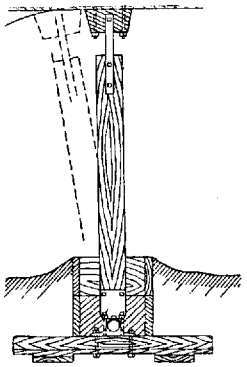
Фиг. 6.

на к-рые насажены чугунные диски, расположенные в разных горизонтальных плоскостях. Каждый диск имеет отверстия для присоединения к нему полевых тяг, идущих к отдельным скважинам. Этот привод может обслуживать 16—17 скважин глубиною 900 *м* при двигателе мощностью в 55 HP. В эксцентриковых приводах, являющихся наиболее распространенным типом групповых приводов, движение полевым тягам передается при помощи одного или нескольких неподвижно закрепленных на вертикальном валу эксцентриковых дисков, эксцентриситет которых равен половине хода поршня двигателя. На каждый из дисков надевается обод, могущий свободно вращаться по окружности диска. На ободе делается ряд отверстий для закрепления в них полевых тяг, идущих к качалкам. При вращении диска обод, удерживаемый от вращения

полевыми тягами, получает качательное движение в горизонтальной плоскости с амплитудой качания, равной двойному эксцентриситету диска. Эксцентриковые приводы получают движение при помощи зубчатой или ременной передачи. В приводах с зубчатой передачей (фиг. 7) на вертикальном валу вместе с эксцентриковым диском укрепляется горизонтальное зубчатое колесо, находящееся в сцеплении с коническ. шестерней, укрепленной на коротком горизонтальном валу вместе со шкивом для ремня, идущего от трансмиссии. Число эксцентриков 1—3; в последнем случае оси эксцентриков образуют углы в 120°. Эксцентрики с верхней передачей (расположенные над зубчатым колесом) применяются в холмистой местности, с нижней передачей—в сравнительно ровной местности. Эксцентриковые приводы с ременной передачей имеют шкив для ремня диам. 5—6 *м*, с ободом 35—38 *см* ширины. Шкив м. б. деревян. или чугунный. Иногда обод шкива состоит из стальной ленты, к внутренней поверхности к-рой прикреплено кольцо таврового сечения; к кольцу с помощью стяжек прикрепляется система спиц. Этот шкив заклинивается на втулке, вращающейся около неподвижного вертикального вала и опирающейся на шариковую пяту. На этой же втулке маховика заклинены 2-3 эксцентриковых диска. Такой привод может обслуживать большее число скважин, чем приводы с зубчатой передачей,



Фиг. 7.

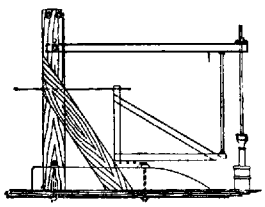


Фиг. 8.

а именно, до 40 скважин глубиной 450 *м* (15 скважин при глубине 900 *м*). К недостаткам его относятся громоздкость и сравнительная трудность установки.

Передаточные линии, или полевые тяги, получившие распространение в Баку, изготовляются из круглой стали и имеют диаметр 13—25 *мм*, длину 6—9 *м*; на концах они снабжены головками, к-рые входят в соответствующие углубления специальных муфт. Для смягчения сотрясений в линии стальных тяг между отдельными частями их вставляют куски стального каната. Иногда в качестве передаточных линий применяются стальные канаты, диаметром от 22 до 38 *мм*. Недостаток их заключается в том, что они подвержены вытягиванию, что влечет за собою потерю хода в качалках. Для соединения отдельн. тяг между собой, а также с центральным приводом и качалками, применяют специальные хомуты, стяжки, крючки, простые и двойные и пр. На время выключения скважины из работ полевые тяги остаются в натянутом состоянии.

Опорные приспособления служат: для поддержания тяг на известном расстоянии от земли, для предупреждения провеса их, могущего вызвать уменьшение хода плунжера, для придания им определенного направления и изменения его в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Опоры делаются неподвижные и качающиеся. Неподвижные опоры состоят из врытых в землю столбов, высотою 1,5—3 *м*, с головкой, в к-рой устроен желобок или ролик. Столбы ставятся на расстоянии 6—9 *м* друг от друга. Иногда тяги поддерживаются роликами. Качающиеся опоры устраиваются в виде деревянной стойки, верхний конец которой врублен в консоль; к последней на шарнире прикрепляется канат для подвешивания полевой тяги. Качающиеся опоры, деревянные и металлические, делаются также маятникового типа с верхней или нижней (фиг. 8) осью качания. Опоры с нижней осью качания применяются в пересеченной оврагами местности. Присоединяя тяги к опорам на различной высоте, получают возможность изменять длину хода плунжера. Качающиеся опоры способствуют уменьшению неровности хода и сотрясений в линии. При помощи качающихся опор достигается также изменение направления движения в вертикальной плоскости. Для изменения направления передаточной линии в горизонтальной плоскости применяются угольники или т. н. бабочки (butterfly), состоящие из двух брусков, скрепленных под углом друг к другу, с осью качания в вершине этого угла. К концам угольника присоединяются тяги передаточной линии.



Фиг. 9.

Качалки устанавливаются у устья скважины и служат для изменения горизонтального качательн. движения, получаемого ими от центрального привода, на вертикальное возвратно-поступательное движение, передаваемое затем насосным штангам и плунжеру. Наиболее распространены два типа качалок: тип Оклагома и пенсильванский. Качалка типа Оклагома (фиг. 9) представляет собой комбинацию балансира и тр-ка. При натяжении полевых тяг, соединенных с верхним углом тр-ка, последний, поворачиваясь на некоторый угол и поднимая при этом шатун, упирающийся своим верхним концом в балансир, тем самым поднимает поршень насоса. При обратном ходе тяг балансир опускается под действием столба жидкости над плунжером и веса штанг. Качалка м. б. железная или комбинированная из деревянной рамы и железных частей. В качалке типа Оклагома длину хода плунжера можно изменять, не прибегая к регулировке передаточной линии, тремя способами: перемещением оси качания треугольника, перемещением точки соединения шатуна с балансиром и точки прикрепления полевых тяг к тр-ку. В качалке пенсильванского типа движение передается при помощи одного только прямоугольного треугольника, к

одному из острых углов которого присоединяются тяги, а к другому подвешиваются штанги. В тех случаях, когда нежелательна установка поворотных приспособлений, устанавливаются особые качалки на линии (фальшивые качалки).

Спуск и подъем штанг и труб производится при помощи приспособлений, оставшихся от бурения скважины, или при помощи особого переносного устройства, которое заключает в себе двигатель, лебедку и приспособление, заменяющее вышку. Одним из таких устройств является трактор сист. Франклин с укрепленной на нем лебедкой и мачтой, состоящей из нескольких телескопически входящих друг в друга труб; наверху мачты устанавливается шкив. Применяются также пуллинг-машины, имеющие внизу лебедку с тормозом и шкив для ремня или звездочку для цепи, а наверху, на двух наклонных стойках с перекладиной—шкив для каната.

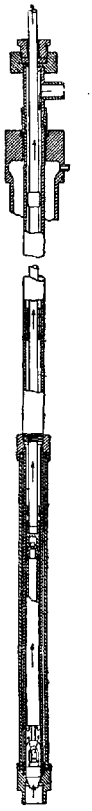
Работа Г. н. Суточную производительность насоса в *кг* определяют по формуле:

$$\frac{24 \cdot 60 \cdot n \cdot \pi d^2 \cdot l \cdot c \cdot \delta}{4 \cdot 1000},$$

где d—диаметр насоса в *см*, l—длина хода плунжера в *см*, n—число ходов в минуту, δ—уд. вес всасываемой жидкости, c—коэфф. наполнения (в среднем равный 0,6).

Так как нефть протекает через всасывающий клапан под влиянием разности давлений внутри и снаружи рабоч. цилиндра, то, чем глубже погружение насоса в жидкость, тем скорость протекания жидкости в цилиндр будет больше. С другой стороны, поддерживая погружение, наивыгоднейшее с точки зрения максимальной производительности насоса, можно создать такое противодавление на забой, что приток жидкости в скважину сильно уменьшится. Поэтому определение наиболее выгодного погружения насоса устанавливается эмпирическ. путем в каждом отдельном случае. Газ, поступивший вместе с нефтью в цилиндр насоса, уменьшает его производительность, так как объем нефти, поступающей из цилиндра насоса в трубы при ходе поршня вниз, уменьшается соответственно на величину объема, занимаемого газом в цилиндре. Газ, поступивший вместе с нефтью в цилиндр насоса, вызывает непроизводительную потерю линейного хода плунжера и запаздывание действия клапанов; при большом количестве газа плунжер при своем ходе вверх и вниз будет производить только работу сжатия и расширения газа, заключенного между обоими клапанами (газовый мешок), сами же клапаны будут оставаться закрытыми. Для устранения или уменьшения этого неудобства применяются следующие мероприятия: а) устанавливаются газоотделители, уменьшающие количество газа, поступающего в насос; б) устанавливается третий клапан в нижней части плунжера; в) применяется длинный ход насоса, при котором процентное отношение потери линейного хода плунжера будет относительно меньше, чем при коротком. Являясь, с одной стороны, отрицательным фактором в смысле уменьшения кпд насоса, газ может, с другой стороны, иногда и усиливать его производительность за счет вызываемых им явлений фонтанирования нефти через насосные трубы.

Циркуляционные Г. н., применяемые для откачки нефти с большим содержанием песка; при работе этих насосов применяется циркуляция чистой нефти, нагнетаемой в насос с дневной поверхности, к-рая производит смазку плунжера, предупреждает возможность попадания песка между плунжером и цилиндром и, смешиваясь с нефтью, поступающей из забоя скважины, увеличивает скорость движения нефти в трубах, увеличивая при этом способность нефти увлекать при своем движении песок. Наиболее известны насосы трех типов: Юлиана, Келли и Каинро. В насосе Юлиана (фиг. 10) плунжер приводится в действие не штангами, а трубами малого диаметра («макароны»), которые вместе с тем служат для подачи наверх извлекаемой из скважины нефти. Чистая нефть накачивается сверху плунжерным насосом двойного действия в пространство между насосными трубами и макаронами, проходит через зазор между плунжером и цилиндром (к-рый делается довольно свободным), смазывая при этом стенки того и другого, и, наконец, попадает в пространство между нижним концом плунжера и нижним клапаном, где смешивается с нефтью, которая поступает из забоя скважины. Эта смесь по макаронам подается на дневную поверхность. Насос Келли отличается от предыдущего тем, что нефть из скважины смешивается с накачиваемой нефтью в особом смесителе, помещаемом над плунжером, а плунжер плотно пригоняется к цилиндру. Смазка плунжера производится нефтью, поступающей из насосных труб в пространство между цилиндром и его рубашкой, и подводится к плунжеру через отверстия в цилиндре. Насос Каинро приводится в действие штангами; чистая нефть дневной поверхности нагнетается через кольцевое пространство между обсадными и насосными трубами.



Фиг. 10.

Групповой привод должен быть установлен в такой точке, в которой равнодействующие всех сил, действующих на него, в каждый данный момент сохраняли бы положительную и по возможности постоян. величину. Наивыгоднейшее месторасположение привода определяется несколькими способами, из которых наиболее известны: 1) способ инж. С. Ницберга, согласно к-рому избирают две произвольные точки среди группируемых скважин и, предполагая привод установленным поочередно в этих точках, чертят суммарную диаграмму тангенциальных усилий для каждого центра в отдельности; каждая из диаграмм определит направления максимума и минимума нагрузки на привод, которые образуют угол, близкий к 180°; пересечение биссектрис обоих углов определит наивыгоднейшее место группового

привода; 2) способ инж. Гейштер, по которому принимается, что привод находится в статическом равновесии, и задача решается при помощи силового мн-ка из всех усилий, действующих на привод.

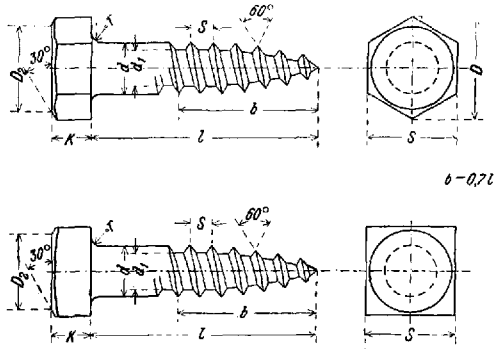
Преимущества Г. н. перед тартанием желонкой сводятся в главнейшем к следующему: а) возможность эксплоатации скважин с меньш. диаметром эксплоатационной колонны труб (15—20 *см* вместо 25—35 *см*); б) меньшая мощность двигателя; в) меньшее количество обслуживающего персонала (в Америке на ряде промыслов среднее количество обслуживающего персонала на одну скважину менее 1 человека); г) меньший расход материалов; д) возможность успешного применения Г. н. для эксплоатации искривленных скважин, в которых работа желонкой затруднительна, а также для эксплоатации скважин с ничтожной добычей, где эксплоатация другими способами совершенно нерентабельна; наконец, е) возможность закрытой системы эксплоатации, обеспечивающей утилизацию газа и предохраняющей нефть от улетучивания легких (бензиновых) фракций, что совершенно неосуществимо при тартании желонкой. По сравнению с эксплоатацией *аэролифтом* (см.) насосная эксплоатация имеет преимущества более дешевой первоначальной установки и меньших эксплоатационных расходов, при чем насосы с длинным ходом не уступают аэролифту в производительности.

Лит.: Сунгарт Т., Бичер С., Джердж Х., Эксплоатация нефтяных месторождений, перераб. и дополн. пер. с англ. под ред. А. Серебровского, Баку, 1926; Юрен Л., Современные методы добычи нефти, пер. с англ. М.—Л., 1928; его же, Эксплоатация глубоких буровых скважин насосами, пер. с англ., «НХ», 1926; Слопим Л. И., Электрификация америк. нефтяной пром., М.—Л., 1927; его же, Групповые приводы для глубоких насосов на нефтяных промыслах, М.—Л., 1928; Глушков И. Н., Эксплоатация буровых скважин, 2 издание, М.—Л., 1923; Сюмэн Д., Методы добычи нефти, перевод с английск., М.—Л., 1924; Ницберг С., Исследование работы глубокого насоса, «АзНХ», 1924, *9*; его же, Элементарная механика групповой установки глубоких насосов, там же, 1926, *4*; его же, Исследование работы глубокого насоса, там же, 1924, *9*; Газиев Г. Н., Факторы, обусловливающие производительность насоса глубокого помпирования, там же, 1926, *12*; его же, К вопросу о расчете групповых установок для глубоких насосов, там же, 1927, *1*; Меликов В. С., О влиянии упругого удлинения штанг на работу глубоких насосов, «НХ», 1927, т. 13, *8*; его же, Задачи применения мощных насосов для глубоких скважин, «АзНХ», 1926, *4*; Делов В., К установке глубоких насосов, там же, 1924, *12*; его же, Еще о групповой установке глубоких насосов, там же, 1926, *1*; его же, Длинный ход в установках глубоких насосов, там же, 1928, *2*; Гейштер Н. Д., К графическ. расчету групповых установок глубоких насосов, «НХ», 1925, т. 9, *9*; Притула А. Ф., Улучшенные методы эксплоатации нефти, там же, 1927, т. 13, *11—12*; Справочник по нефтяному делу, ч. I—III, М., 1925; Uren L., A Textbook of Petroleum Production Engineering, L., 1924.

Л. Процыков.

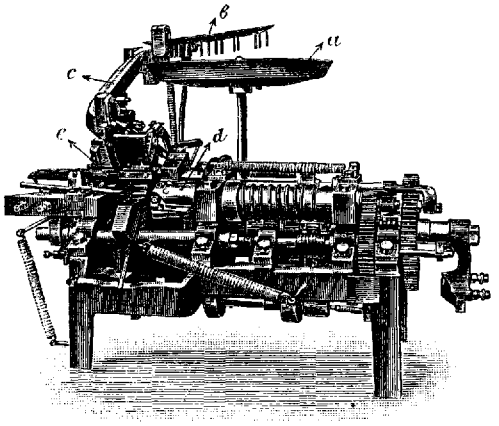
ГЛУХАРИ, винты для дерева с шестигранной и квадратной головкой, имеют распространение в машиностроении, особенно при производстве с.-х. машин, в вагоностроении и в деревообделочном производстве для крепления к дереву. Г. изготовляются (ОСТ 191 и 192) диаметром от 6 до 20 *мм*, с интервалами в 2—4 *мм*, длиной от 35 до 250 *мм*, с интервалами 5—10—20 и 25 *мм* (фиг. 1). На стержне Г., приблизительно на 60—65% всей длины, идет резьба (для дерева) с шагом от 0,40 до 0,45 d. Глубина резьбы равняется ~0,15 d. На последних трех нитках резьба сходит на конус, образуя заостренный конец, удобный для захода в дерево.

Процесс изготовления Г. в массовом производстве состоит из высаживания головки



Фиг. 1.

(заготовка) и получения резьбы. Для диам. от 6 до 12 *мм* заготовка штампуется в холодном состоянии из протянутой проволоки, а для диам. от 12 до 22 *мм*—отковывается в горячем состоянии из предварительно нарезанного сортового железа. Горячая отковка заготовки производится на болтоковочных машинах или фрикционных прессах, а холодная штамповка на одноударных прессах. Процесс получения заготовок проходит так же, как и в *болтовом производстве* (см.). Заготовка с высаженной головкой поступает далее в операцию нарезания резьбы. Глухари диаметром от 6 до 10-12 *мм* обычно нарезают в холодном состоянии на винторезных автоматах (фиг. 2). Заготовку засыпают в тарелку a, которая имеет медленное вращение. При этом на вилку b, к-рая медленно поднимается и опускается, набираются заготовки, которые медленно же соскальзывают между двумя направляющими пластинками c. Отсюда заготовки (по одной),



Фиг. 2.

посредством особо устроенной пружинящей детали—*птички*, подаются в патрон d, к-рый их закрепляет и приводит во вращательное движение.

Нарезание резьбы производится при одновременном действии двух резцов. Основной резец e имеет продольную подачу посред-

ством червяка и сменных шестерен и проходит резьбу заданного шага. Кроме того, резец получает автоматически после каждого прохода поперечную подачу на глубину стружки. Посредством копировального устройства за три нитки до конца резьба сходит на конус. Второй резец в начале операции заостряет конец Г. Благодаря полной автоматичности работы этих машин, один рабочий может обслуживать сразу несколько автоматов (1 пастройщик на 25—30 машин и 1 надсмотрщик на каждые 6—10 машин). Производительность автомата—от 50 до 100 штук в час в зависимости от длины и диаметра обрабатываемого Г.

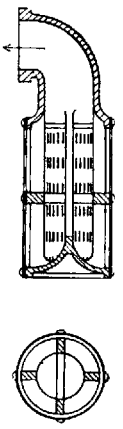
Нарезывать более крупные Г. (*d* от 12 до 22 *мм*) в холодном состоянии путем снятия стружки невыгодно вследствие большого отхода материала (до 25%), малой производительности этой операции и громоздкости, а следовательно и дороговизны специального оборудования.

В настоящее время получил большое распространение за границей и стал применяться в СССР метод получения резьбы без снятия стружки, выдавливанием, при чем, при выработке крупных размеров Г., эта операция производится с нагретыми до красного каления заготовками. Г. закрепляются рабочим в супорте станка и заводятся внутрь между тремя круглыми накатными плашками. На поверхности накатных плашек сделан обратный профиль выдавливаемой на Г. резьбы. Во время включения машины плашки сходятся между собой и, вращаясь от трех длинных валиков, приводят во вращение заготовку Г., накатывают на нем резьбу, и Г. сам выталкивается из машины. При такой полуавтоматичности работы машины, к-рая сводит обязанность рабочего только к закреплению заготовки в супорте, производительность машины значительно увеличивается, достигая 500—750 шт. в час. Благодаря нагреву заготовки, выдавливаемый материал полностью используется в удлинении изделия против заготовки. Резьба, получаемая накаткой в горячем виде, обладает не меньшей прочностью, чем резьба, получаемая снятием стружки.

Лит.: ОСТ, 191—192, 1928; Калек, Детали машин, вып. 2, Москва, 1923; Сидоров А. И., Атлас конструктивных чертежей машин, 4 издание, ч. I, Москва, 1902. **Г. Лурье.**

ГЛУШИТЕЛЬ, специальный резервуар в системах всасывания и выхлопа двигателей внутреннего сгорания, служащий для устранения шума, вызываемого чрезвычайно большими скоростями движения воздушных и газовых потоков при всасывании и резким перепадом давления последних при выхлопе в атмосферу. Шум заглушается в большей или меньшей степени применением всасывающих или выхлопных горшков, основанных либо на постепенном уменьшении скорости всасываемого или выхлопного газового потока путем расширения соответственно входного или выпускного отверстий всасывающей или выхлопной трубы либо на принципе затухания звуковой волны в одной или нескольких последовательно расположенных камерах, образованных соответствующим числом местных расширений всасывающей или выхлопной труб.

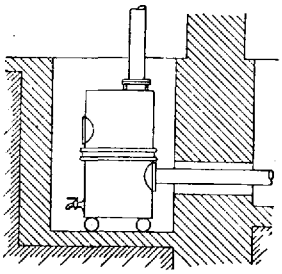
Всасывающие горшки, кроме заглушения шума, должны еще обеспечивать улавливание пыли и т. п. механических примесей, а также избытка влаги в воздухе. В двигателях, работающих на таком газообразном топливе, объем к-рого по сравнению с объемом необходимого для полного сгорания воздуха велик (газогенераторные двигатели), устанавливают иногда два всасывающих горшка: один для газа, другой для воздуха. Объем простого всасывающего горшка должен быть не меньше 5-кратного объема, описываемого поршнем; однако, применение колен, перфорирован. перегородок и т. п. глушащих шум средств позволяет уменьшить размеры горшка. Изготовляют всасывающие горшки либо литые из чугуна, при чем толщина стенок обычно получается в 10—12 *мм*, либо клепанные из железных листов, при чем во избежание шума от дребезжания стенок горшка и ради достаточной прочности на случай обратных вспышек берут листы толщиной в 5 — 6 *мм*. Иногда для заглушения шума достаточно в стенке наружного конца всасывающей воздух трубы сделать параллельно оси трубы ряд узких щелей, живое сечение к-рых значительно больше сечения трубы (фиг. 1). Иногда достаточно в качестве всасывающего горшка пользоваться шатунной коробкой или пустотелой рамой двигателя, из которых засасывается воздух, поступающий в них не со стороны маховика, где воздух богат пылью. В крупных двигателях шум при всасывании устраняется достаточно полно и экономно путем устройства в земле всасывающих камер или шахт, соединенных с двигателем каналами и берущих воздух снаружи здания. Всасывание воздуха из закрытой рамы препятствует распространению по помещению смазочной гари и продуктов сгорания рабочей смеси, содействуя хорошему обмену воздуха в помещении, что особенно важно для установок на судах, а иногда устраняет вредные воздушные течения, дрожание оконных рам и дверей, вызываемые слишком интенсивным всасыванием воздуха непосредственно из помещения; с другой стороны, нагретые части рам, подогревая всасываем. воздух, влияют на ухудшение коэфф-та подачи, повышение $t°$ сжатия и горения рабочей смеси.



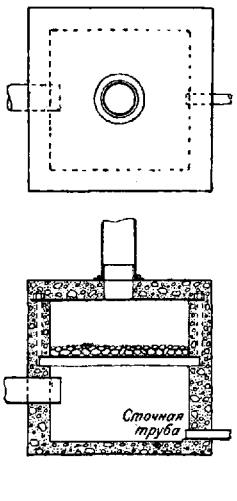
Фиг. 1.

Емкость выхлопных горшков для сравнительно совершенного заглушения шума должна равняться 15—20-кратному рабочему объему поршня, но обычно удовлетворяются 6—8-кратным объемом. Согласно постановлениям НКТ СССР, объем глушителя должен быть не менее 5-кратного объема рабочего хода одного цилиндра. При более строгих требованиях к заглушению шума оказывается более действительным соединение 2—3 небольших выхлопных горшков. Как и во всасывающих горшках, можно способствовать заглушению шума путем устройства соответствующих внутренних перегородок, что позволяет уменьшать размеры

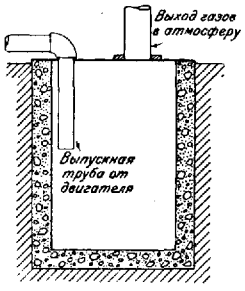
горшков, но при этом необходимо заботиться, чтобы сопротивление выхлопу, оказываемое подобными глушителями, не слишком сильно влияло на понижение мощности двигателя. Выхлопные горшки могут быть тем меньших размеров, чем медленнее происходит открывание выхлопных органов двигателя. В многоцилиндровых установках лучше всего ставить на каждый цилиндр отдельный Г., но, в виду дороговизны подобного устройства, устанавливают большею частью один Г. на каждую пару цилиндров, а часто даже один Г. на группу в 4 цилиндра, если выпускные фазы цилиндров не перекрываются. Размеры чугунных выхлопных горшков можно определять по формуле: $H = (1{,}25$ до $1{,}80)\ D$, где H—высота, D—диаметр горшка в *мм*. Толщину s стенок горшка в *мм* принимают равной $s = 0{,}2\ D + 6$ и во всяком случае $s \geq 15$ *мм*. При $D > 100$ *см* горшки изготовляют из листового железа такой толщины, чтобы при случайных взрывах в выхлопной трубе (давление ≥ 5 *atm*) они оказались достаточно прочными. Подводящую и отводящую трубы горшка располагают подальше одну от другой и притом так, чтобы поток газов от одной к другой не шел по прямой; так, например, одна примыкает к днищу по направлению касательной или диаметра, а другая отходит от крышки горшка в осевом направлении. В днище горшка д. б. пробка для спуска воды и грязи; краны и клапаны для этой цели избегают делать, так как они пригорают и заедают. Для уменьшения теплоты лучеиспускания от больших горшков в крупных двигателях часть отходящей охлаждающей



Фиг. 2.

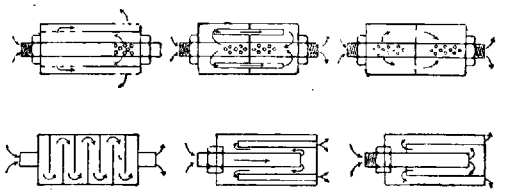


Фиг. 3.



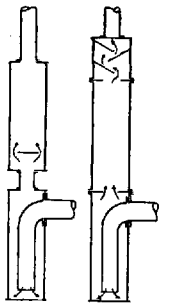
Фиг. 4.

воды впрыскивается в горшок особым распыливателем, или же пользуются для отвода части воды непосредственно выхлопной трубой. Такое устройство обладает следующими недостатками: трубопровод ржавеет, в морозы необходимо тщательно спускать воду из него, а образующийся пар лишает



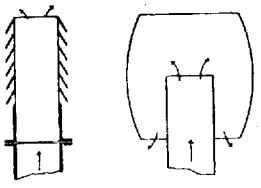
Фиг. 5.

возможности судить на-глаз о составе отходящих газов. В мощных стационарных установках чугунные выхлопные горшки получаются слишком громоздкими, и чаще всего для заглушения шума пользуются подземными каналами, в к-рые газы поступают после того, как давление выхлопа значительно уменьшилось в железном Г. Устраивают также Г. в земле в виде бетонных или кирпичных шахт (последние на цементном растворе). Бетонный Г. с внутренними размерами $2{,}50 \times 1{,}25 \times 2{,}00$ в *м* достаточен для двухцилиндрового двигателя мощностью в 600—800 HP. В верхней части таких Г. обычно устраивают решетку для слоя булыжника с гравием; крышку иногда делают в виде чугунных плит, укрепляемых в кладке болтами. Кирпичную кладку выводят толщиною в $1\frac{1}{2}$ кирпича. Пол покрывают цементным раствором и устраивают сток из низшей точки его. Согласно постановлению НКТ СССР, в новых установках Г. обязательно должны располагаться снаружи, вне помещений здания, а выхлопные трубы д. б. изолированы (в предупреждение ожогов рабочего персонала) и не должны соприкасаться с горючим материалом (пожарная опасность). На фиг. 2 представлен Г. для стационарного двигателя, помещающийся в углублении в земле снаружи стены здания; он поставлен на катки для обеспечения возможности перемещения при удлинении трубы от нагревания; для удаления воды и грязи имеется кран. На фиг. 3 и 4 изображены бетонные Г.



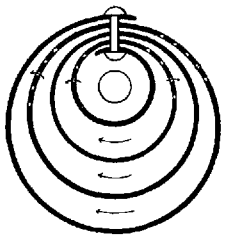
Фиг. 6.

От автомобильного глушителя требуется, чтобы он занимал мало места и отличался малым весом. Для уменьшения объема и веса таких Г. их снабжают внутренними перегородками, регулирующими движение газов так. образом, чтобы они подвергались постепенному расширению и подходили к выпускному отверстию под атмосферным давлением. Подобное устройство вызывает добавочное сопротивление, влекущее за собой потерю части мощности двигателя, размеры к-рой колеблются

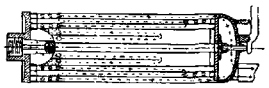


Фиг. 7.

в зависимости от конструкции и размеров Г. Для временного устранения этих потерь выхлопную трубу снабжают управляемым с места сидения шофера клапаном для свободного выхлопа в атмосферу, позволяющим по желанию включать и выключать глушитель. На фиг. 5—9 представлены схемы Г. для автомобильн. двигателей.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

В установках легких двигателей внутреннего сгорания на моторных лодках для заглушения шума обходятся без Г., погружая свободный конец выхлопной трубы в воду.

Лит.: Павлов В. П., Двигатели внутр. сгорания автомоб. типа, П., 1917; Балдин С. Ф., Двигатели внутр. сгорания, Прага, 1923; Соболев М. Ф., Рук-во по исследованию неисправностей работы автомоб. двигателей, Л., 1924; Бергнер Г., Двигатели внутр. сгорания, Л., 1926; Грибов И. В., Двигатели внутр. сгорания, М., 1928; Martinot et Lagarde, Les nouveaux moteurs d'aviation, Paris, 1921; Garuffa E., Motori a combustione interna, Milano, 1925. **Д. Цейтлин.**

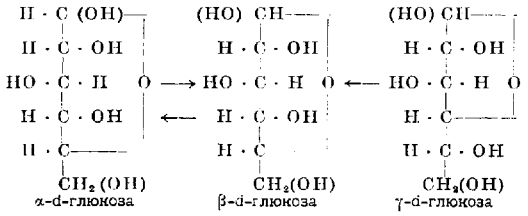
Глушители авиационных моторов. Шум, производимый выхлопными газами авиационных моторов, происходит от того, что газы выбрасываются из выхлопных отверстий в атмосферу с большими скоростями, превосходящими скорость звука. Для уменьшения этого шума необходимо возможно уменьшить скорость газов при выходе их в атмосферу. Этого можно достигнуть, увеличивая поверхность трения газов о стенки выхлопных труб или предоставляя газам свободно расширяться до выхода их в атмосферу путем изменения направления скорости газов. При конструировании того или иного типа Г. необходимо считаться со следующими основными условиями: 1) понижение мощности мотора за счет противодавлений, образующихся при работе с Г., д. б. минимальным; 2) внешнее сопротивление (лобовое) д. б. минимальным; 3) Г. не должен вызывать перегрева клапанов; 4) вес Г. должен быть минимальным; 5) кроме уничтожения или уменьшения шума, Г. должен также уничтожать пламя. Простейшим типом глушителя является длинная труба, присоединяемая к выхлопным отверстиям мотора. Труба выводится обычно к хвосту самолета и имеет иногда отводы для отопления пассажирской кабины. Газы при выходе из глушителя, благодаря трению о стенки, уменьшают свою скорость и давление до выхода их в атмосферу.

Одним из Г., основанных на принципе изменения направления скорости газов и отличающихся небольшим весом и простотой выполнения, является труба, выпускной конец к-рой сплюснут и оттянут и т. о. закрыт. На нем просверлены дыры, площадь которых значительно больше сечения трубы. Т. о. газы не имеют выхода по оси трубы и выходят через дыры, изменив свое направление и уменьшив скорость. За последнее время начинают получать большое распространение глушители, работающие по принципу завихрения и по принципу Вентури. В первом типе уменьшение мощности получается незначительное, а для второго типа наблюдается даже увеличение мощности за счет получаемого разрежения в выхлопных трубах. Г., работающие по принципу завихрения, представляют собою обычную выхлопную трубу, подвод газов в к-рую происходит по касательной перпендикулярно оси трубы. Т. о. газы получают вращательное движение и при выходе имеют скорость значительно ниже первоначальной. Г., устроенный по типу трубки Вентури, состоит из двух концентрических труб, при чем внутренняя по форме представляет собою насадку Вентури и имеет ряд отверстий, просверленных на поверхности. Газы поступают в пространство между наружной и внутренней трубой. Поток воздуха от пропеллера создает разрежение на внутренней поверхности насадки Вентури, что способствует облегчению отвода газов. Здесь также м. б. применен принцип завихрения путем подвода газов по касательной. Имеется целый ряд других принципов, на к-рых м. б. основано устройство Г., как, например, глушение звука путем интерференции волн, путем многократных отражений внутри увеличивающихся объемов двойной кривизны и прочие. Такие типы глушителей практического распространения пока не получили.

Лит.: Marks L., Aircraft Engines, London, 1925; «Aviation», New York, 1928, *25*. **В. Белинов.**

ГЛЮКОЗА, декстроза, виноградный сахар, углевод хим. ф-лы $C_6H_{12}O_6$. Обычная Г., встречающаяся в природе, оптически активна, вращает плоскость поляризации света в растворах вправо и обозначается как d-глюкоза; оптич. антипод ее—левовращающая l-глюкоза — получена синтетически, равно как и рацемическая (dl)-глюкоза; d-глюкоза широко распространена в растительном и животном мире как в свободном, так и в связанном состоянии. Организм человека и животных содержит в нормальном состоянии небольшое количество Г. в крови, лимфе, цереброспинальной жидкости; в нормальной человеч. моче содержание ее меньше 0,1%, в патологической (при заболевании сахарной болезнью)—достигает нескольких процентов; в организме человека и животных содержится высшая полиоза—гликоген, дающая при гидролизе, подобно крахмалу, исключительно Г. В растениях Г. встречается в цветах, плодах, листьях и корнях; в связанном состоянии—в виде полисахаридов и многочисленных глюкозидов; она входит также в состав таннина и растительных красок (антоцианов). Все эти соединения расщепляются при гидролизе к-тами или специфическ. энзимами с образованием или одной Г. (мальтоза, целлобиоза, крахмал, целлюлоза), или же ее смесей с другими моносахаридами (сахароза, лактоза), или с несахаристыми веществами (глюкозиды, таннин, антоцианы). В технике глюкозу получают осахариванием крахмала при нагревании его с разбавленной серной кислотой; по окончании гидролиза прибавляют мел (для осаждения серной кислоты), фильтруют с помощью фильтр-прессов и выпаривают в

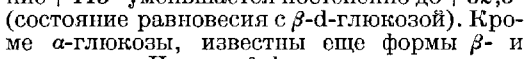
вакуум-аппаратах до получения густого сиропа—*патоки* (см.). В новейшее время в С. Ш. А. в заводскую практику входит получение чистой кристаллич. Г. (из крахмала). При получении Г. из дерева по способу Вильштеттера пользуются свойством целлюлозы количественно превращаться в глюкозу при обработке сверх-концентрированной соляной к-той (содержащей 42% HCl) при обыкновенной $t°$; в настоящее время этот способ начинает осуществляться в заводском масштабе в З. Европе. В лабораториях кристаллич. Г. получают инверсией спиртового раствора сахарозы дымящей соляной кислотой. Обычная Г., обозначаемая как α-d глюкоза, кристаллизуется в моноклин. таблицах с 1 молекулой H_2O, безводная—из абсолютного спирта в иглах с $t°_{пл.}$ 146°; растворяется в 3 ч. воды при 0°; примерно вдвое менее сладка, чем сахароза. Свежеприготовленные растворы ее показывают мутаротацию: первоначальное уд. вращение +113° уменьшается постепенно до +52,5° (состояние равновесия с β-d-глюкозой). Кроме α-глюкозы, известны еще формы β- и γ-глюкозы. Чистая β-d-глюкоза получается из обычной α-формы различными способами, напр., по Гудсону—кристаллизацией из горячей уксусной к-ты с внесением затравки из кристаллов β-формы; β-d-глюкоза образует микроскопич. кристаллы с $t°_{пл.}$ 148—150°, растворяется в 0,65 ч. воды при 15°; первоначальное удельное вращение водных растворов усиливается от + 19° до + 52,5° (состояние равновесия с α-формой).



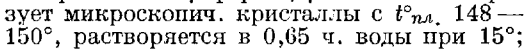
Кроме устойчивых α- и β- форм d-глюкозы, существует еще неустойчивая γ-глюкоза с другим положением кислородного мостика (стереоформулы см. выше); повидимому, она играет важную роль в физиологич. процессах (глюкоза крови) и входит в состав полисахаридов (крахмала, гликогена). В виду ее неустойчивости она не изолирована в свободном состоянии, получена лишь в виде производных (γ-глюкозиды, γ-тетраметилглюкоза и др.). При восстановлении d-глюкоза дает шестиатомный спирт d-сорбит, при окислении дает сначала одноосновную d-глюконовую, а затем двухосновную d-сахарную к-ту. При нагревании в вакууме до 150° α-глюкоза теряет воду (карамелизуется) и превращается в ангидрид Г.—глюкозан $C_6H_{10}O_5$; β-глюкоза при сухой перегонке в вакууме дает изомерный ангидрид—левоглюкозан. При действии разбавленного раствора NaOH Г. отчасти превращается (до состояния равновесия) в d-фруктозу и d-маннозу. С фенилгидразином дает озазон с $t°_{пл.}$ 205°. Г. находит широкое применение в технике. В виде патоки она применяется в кондитерском и в текстильном производствах (при крашении, печатании и аппретировании тканей). Чистая Г. употребляется в С. Ш. А. в хлебопечении, при консервировании плодов, фабрикации бисквитов, мороженого и т. д.; благодаря ее способности образовывать микроскопически малые кристаллы и менее сладкому вкусу, она для нек-рых целей представляет большие преимущества сравнительно с обыкновенным сахаром.

Лит.: Шорыгин П. П., Химия углеводов и ее применения в промышленности, М.—Л., 1926; Lippmann E. O., Die Chemie der Zuckerarten, 3 Aufl., Brschw., 1904 (указ. лит.). **П. Шорыгин.**

ГЛЮКОЗИДЫ, встречающиеся в растениях природные соединения, гидролизующиеся при действии кислот или специфич. энзимов с образованием смеси моносахаридов с другими несахаристыми веществами; из моноз чаще других наблюдается d-глюкоза, реже—d-манноза, d-галактоза, d-фруктоза, l-арабиноза, d-рибоза, рамноза и др. Из различных растений изолировано несколько десятков глюкозидов; все они построены по типу синтетич. алкилглюкозидов:



где R—второй компонент глюкозидов, в качестве к-рого встречаются: фенолы (в арбутине, салицине, конифериие и друг.), оксиантрахиноны (в рубэритриновой к-те), оксифлавоны (в желтых растительных красках), группа бензопирилия (в антоцианах), нитрил миндальной к-ты (в амигдалине, прулауразине, пруназине, самбунигрине), аллиловое горчичное масло (в синигрине), пуриновые основания (в нуклеиновых кислотах). Способы синтетическ. получения Г.: 1) при нагревании моносахаридов со спиртами в присутствии HCl образуются алкилглюкозиды, например:



2) биохимич. методом, действуя энзимами (α-глюкозидазой или β-глюкозидазой) на спиртовые растворы моноз; 3) действием ацетогалогеноз на Ag-соли фенолов, тиофенолов, пуринов, на фенолы в присутствии хинолина, на спирты в присутствии Ag_2O и т. д.; при этом сначала образуются ацетилированные Г., из к-рых сами Г. получаются омылением баритовой водой или NH_3, например:

Нек-рые Г. получены в 3 видоизменениях: α, β и γ, конфигурации к-рых соответствуют α-, β- и γ-глюкозе (см. *Глюкоза*); γ-глюкозиды отличаются от α- и β-изомеров чрезвычайной чувствительностью к к-там; α-глюкозиды гидролизуются специфич. энзимом α-глюкозидазою, содержащейся в инвертине, а β-глюкозиды—β-глюкозидазою, содержащейся в эмульсине. Все природные Г. принадлежат к β-ряду.

Лит.: см. *Глюкоза*. **П. Шорыгин.**

ГЛЯНЦЫ, растворы смесей разных веществ, употребляемые для придания коже блеска. Различают простые глянцы, придающие коже блеск лишь после механич. обработки кожи лощением, и глянц-лаки, делающие кожу блестящей и без лощения. Простые глянцы делятся на водные и жирные. Водные глянцы могут содержать:

1) глянцеобразователи—альбумин, желатину, клей, трагант, отвар корагены, дефибринированную кровь; 2) мягчители глянцевого слоя—глицерин, воск, жирные масла; 3) антисептики, прибавляемые во избежание загнивания Г. (напр., салициловая кислота); 4) очистители лица кожи от красок и избытка жира (напр., органич. к-ты, щелочи и т. п.); 5) красители. Смоляные Г., отличающиеся водоустойчивостью, содержат обычно в качестве глянцеобразователя шеллак, очищенный от воска; для растворения шеллака в воде прибавляют буру, аммиак, различные щелочи. Применяют и спиртовые растворы шеллака, мастики. Шеллаковые Г. обычно применяют в производстве хромового опойка. Глянц-лаки состоят из раствора нитроцеллюлозы, целлюлоида или ацетилцеллюлозы в смеси амилацетата или ацетона с нефтяным эфиром. Кожи с особо плотным лицом (козлы) получают некоторый блеск при лощении без Г.

Рецепт приготовления Г. для гамбургского товара. В нагретой до 60° воде растворяют буру в порошке или кристаллах—100 *г* буры на 1 *л* воды. К раствору прибавляют 20 *г* измельч. туалетного мыла, и все мешают до полного растворения. Затем постепенно всыпают 200 *г* шеллака. Когда шеллак растворится, прибавляют 10 *г* желатины и состав кипятят несколько минут. В кипящий раствор кладут 8 *г* черной анилиновой краски—нигрозина и, спустя нек-рое время после полного растворения всех частей, готовый Г. снимают с огня. По остывании, на его поверхности получается корочка, которую следует снять. Рецепт Г. для яловочного товара (в %): воды 57,8, буры 4,3, рубин-шеллака 16,7, глицерина 8,3, раствора краски 12,9. Способ приготовления—тот же, что и для гамбургского товара. **В. Поварнин.**

ГНЕЙС, кристаллический сланец, состоящий из полевого шпата, кварца и цветного минерала (слюды, амфибола или пироксена); из второстепенных минералов присутствуют: кордиерит, гранат, силлиманит, графит, апатит, рутил, циркон, турмалин, титанит, корунд, эпидот, магнетит, пирит. Г. являются, т. о., аналогами гранитовых пород (граниты, адамелиты, гранодиориты, кварцевые диориты). В зависимости от минерала, характеризующего состав Г., различают Г.: биотитовый, мусковитовый, двуслюдяной, ортоклазовый, плагиоклазовый, альбитовый, амфиболовый, пироксеновый, гранатовый, графитовый, эпидотовый, кордиеритовый. Строение Г. сланцеватое благодаря параллельному расположению пластинок слюды, по плоскости которых Г. легко колется на пластины большей или меньшей толщины. По степени сланцеватости наблюдаются все переходы к гранитам (гранито-гнейс). Происхождение Г. двоякое: это—или гранитовые породы, подвергшиеся динамометаморфизму, благодаря которому пластинки слюды ориентировались в определенном направлении (перпендикулярно направлению давления) и первоначально массивно-кристаллич. порода приобрела сланцеватость (ортогнейсы), или же—осадочные породы, в условиях высокой $t°$ и давления (при горообразовании) перекристаллизовавшиеся и превратившиеся в Г. (парагнейсы). Хим. состав ортогнейсов постоянен, парагнейсов же—зависит от тех осадочных пород, из которых они образовались: происшедшие из глинистых сланцев характеризуются большим содержанием Al_2O_3, преобладанием MgO над CaO; наоборот, большое содержание CaO указывает на мергелистые сланцы как на исходную породу; наконец, большое содержание SiO_2 и малое Al_2O_3 характеризует парагнейсы, происшедшие из песчаников.

Распространение Г. велико (в СССР—Карелия, Украина, Кавказ, Урал, Сибирь). Применение Г. зависит от его свойств. Гранитогнейсы применяются в строительн. и дорожном деле (булыжник, брусчатка и щебень) наряду с гранитом. Г. сланцеватые идут на плиты для тротуаров, набережных, на лестницы; Г. тонко-сланцеватые иногда употребляются как кровельный материал; графитовые Г. (Украина) служат исходными породами для получения чешуйчатого графита. Прочность гнейса в общем уступает гранитам; сопротивление раздавливанию колеблется от 480 до 2 260 и в среднем равно 1 200 *кг/см²*.

Сопротивление гнейса раздавливанию (по Ганншу).

Месторождения	Состояние образца	Разруш. груз в *кг/см²*	Уд. вес	Процент насыщения
Выемка 233 в. Уфа-Златоуст. ж. д.	сух.	2 368	2,62	—
Хутор Кендино, Литинск. у. Подольск. губ.	сух.	1 421	2,62	0,2
	насыщ.	1 352		
С. Губино, Новград-Волынск. у. Вол. губ.	сух.	1 881	2,73	0,3
	насыщ.	1 146		
Днепровские пороги	сух.	1 842	—	—

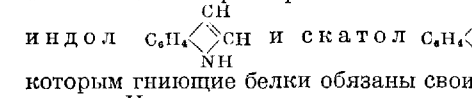
В приведенной выше таблице помещены данные о сопротивляемости раздавливанию Г. некоторых месторождений. Увеличение содержания кварца и мусковита в Г. увеличивает его сопротивление выветриванию. Выветриваясь, Г. образует песчаную глину.

Лит.: См. *Горные породы.* **П. Тополькницкий.**

ГНИЕНИЕ, в ограниченном значении этого слова, совокупность биохимическ. деструктивных превращений белковых веществ или близких к ним азотистых тел (аминокислот, мочевины и проч.), сопровождающихся выделением неприятно пахнущих (зловонных) веществ. Г. вызывается жизнедеятельностью микроорганизмов, главным образом гнилостных бактерий. Химизм процесса не вполне еще выяснен и может быть различен в зависимости от характера гниющего вещества и специфических свойств отдельных представителей бактерий.

В процессе Г. можно отметить следующие стадии: 1) пептонизирование белков под влиянием протеолитическ. ферментов бактерий (типа трипсина), ведущее через образование альбумоз и пептонов к различным аминокислотам; 2) дезамидирование аминокислот с выделением газообразного аммиака и накоплением органич. к-т, к-рые, окисляясь и отщепляя карбоксильные группы, приводят к накоплению

очень разнообразных продуктов. Из последних наиболее характерными можно считать



индол $C_6H_4\langle\rangle CH$ и скатол $C_6H_4\langle\rangle CH$,

которым гниющие белки обязаны своим зловонием. Из других продуктов, характерных для процессов гниения, нужно указать сероводород, H_2S, и его производное—метилмеркаптан, $CH_3 \cdot SH$, а также ряд органич. оснований моно- и диаминов; некоторым из них, объединяемым под названием птомаинов, приписывалось важное значение при отравлении трупным ядом. По выделению сероводорода в культурах отличают гнилостные бактерии от других; смачивание питательного препарата—агар-агара—уксуснокисл. свинцом или примешивание к препарату виннокисл. железа приводят к образованию черной каймы («ореола») вокруг колоний, выделяющих сероводород.

Различают два типа гнилостных процессов: анаэробный (без доступа воздуха) и аэробный. Первый приводит к менее глубокому расщеплению белковой молекулы, чем второй, в котором имеет место окисление за счет кислорода воздуха; при том различные виды бактерий обусловливают не одинаково глубокий распад белковой молекулы. В настоящее время главными возбудителями Г. считаются бактерии рода Bacterium vulgare, Proteus vulgaris и Bacillus putrificus. Кроме них, в процессе Г. принимают участие и другие бактерии, как Bac. mycoides, Bact. megatherium, Bac. mesentericus. К разлагающим белки бактериям нужно отнести и так назыв. кишечную палочку—Bact. coli commune, являющуюся постоянным обитателем пищеварительного канала человека и животных. Вследствие ее способности сбраживать сахар в молочную кислоту она неправильно считалась раньше противогнилостной.

Значение Г. в природе огромно. Благодаря ему происходит разрушение трупов животных и человека, а также различных органич. отбросов (фекальных масс), предотвращающее заполнение ими земной поверхности. Происходящий при Г. распад сложных молекул органическ. вещества приводит к его минерализации, вследствие чего входящие в состав вещества элементы становятся доступными для питания растений (удобрение навозом), чем они снова вводятся в круговорот веществ в природе. В технике процессы Г. имеют значение в кожевен. производстве при «швицевании» шкур—здесь Г. разрушает волосоносный слой и приводит к отделению волоса от глубже лежащих слоев шкуры, идущих на выделку кож.

Т. к. белковые вещества, имеющие большое значение в жизни человека в качестве питательных материалов, легко подвергаются Г., то с гнилостными процессами часто приходится вести борьбу. Способы борьбы указываются самой природой возбудителей и их условиями развития. Т. к. развитие каждого организма возможно только в определенных условиях $t°$ и влажности, а развитие возбудителей процессов Г., как и большинства бактерий,—в условиях отсутствия кислотности среды, то мерами предотвращения гнилостных процессов м. б.: 1) стерилизация высокой $t°$ (консервное дело) для умерщвления бактерий и их спор; 2) погружение в раствор уксусной или молочной кислоты (маринады) для устранения развития бактерий; 3) солка или копчение для той же цели; 4) высушивание (сушка грибов, иногда—мяса); 5) прибавление антисептиков (фенол, бура, салициловая к-та), что, однако, нежелательно в пищевых продуктах; 6) сохранение при низких $t°$ (холодильное дело).

В общежитии под термином Г. объединяют обычно и те процессы, которые связаны с превращением углеводов и приводят к порче растительного сырья (картофеля, дерева и пр.). Эти процессы деструктивного метаморфоза углеводов и пектиновых веществ в микробиологии (см. *Микробиология техническая*) называют брожением (брожение клетчатки, пектиновое брожение при мочке льна, конопли и пр.). В разрушении древесины выдающуюся роль играют различные *грибы домовые* (см.). **В. Шапошников.**

ГНИЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ, процесс, широко распространенный в природе. Гниению подвергается не только мертвая древесина, но и древесина растущих деревьев. Г. д. в большинстве случаев вызывается паразитными и сапрофитными грибами. Грибы, вызывающие гниль древесины, относятся по преимуществу к классу базидиальных грибов, к группе т. н. гифомицетов (частично-трутовиков). Споры этих грибов, попадая в древесину, там прорастают и образуют гифы, которые, выделяя особые ферменты, постепенно разрушают древесину. Главнейшими ферментами, под действием которых происходит разрушение древесины, являются целлюлаза, растворяющая целлюлозу, и лигниназа, растворяющая древесинные вещества. Характерной особенностью гнили является изменение цвета древесины, ее механич., физич. и химич. свойств. В конечной стадии гниения гнилая древесина становится или светлее или темнее окружающей ее здоровой древесины и в зависимости от этого можно различать: 1) белую гниль (светлые цвета: белый, желтый и прочие) и 2) бурую гниль (темные цвета: бурый, темнокоричневый, красный и другие). Гнилая древесина отличается от здоровой своей меньшей прочностью и меньшим уд. весом На ряду с изменением механическ. свойств при Г. д. происходит также изменение и ее физическ. структуры. Различают следующие структуры гнилей: 1) пластинчатую, 2) призматическую, 3) порошкообразную, 4) ямчатую. Все разнообразные виды грибных гнилей сводятся Фальком к двум типам: коррозионному и деструктивному. Коррозионный тип гниения характеризуется тем, что в древесине появляются видимые простым глазом белые пятна целлюлозы, а затем пустоты и ямки; древесина при этом типе гниения сохраняет свою связанность. При деструктивном типе гниения древесина становится темнокоричневой, как бы обугленной, и в ней появляются видимые простым глазом трещины, она распадается на отдельные призматич. кусочки и делается трухлявой, так

что легко перетирается между пальцами в порошок. Химич. изменения, происходящие при гниении, являются следствием воздействия на древесину различных ферментов, выделяемых гифами гриба.

А. Грибные гнили растущих деревьев. В зависимости от места появления гнили в живом дереве различают гниль корневую, стволовую и вершинную. Корневая гниль, начинаясь в корнях, обычно заходит также и в ствол; стволовые гнили, в свою очередь, при сильном разложении иногда переходят в корневые. По месту расположения в стволе можно различать гнили: 1) сердцевинную, 2) периферическую и 3) смешанную.

Наиболее часто встречающиеся гнили растущих хвойных и лиственных деревьев:

1. Сердцевинная гниль сосны и лиственницы, вызываемая грибом Trametes pini Fr. (сосновая губка). Гниль от этого гриба встречается на живых соснах и лиственницах начиная от 40—50 лет, и количество заражен. деревьев с возрастом увеличивается. У ели гниль, подобная описанной, вызывается грибом Trametes abietis Karst.

2. Сердцевинная гниль лиственницы, вызываемая грибом Fomes officinalis Fr. (лиственничная губка).

3. Гниль ели и пихты, вызываемая грибом Polyporus borealis Fr. Гниль обычно сосредоточена в сердцевинной части ствола и не заходит по стволу выше 1—2 *м*.

4. Корневая гниль, ели, сосны и пихты, вызываемая грибом Fomes annosus Fr. (корневая губка). Древесина в конечной стадии заболевания становится ячеистой, дряблой («ситовой»). Гниль заходит в ствол на высоту от 6 до 10 *м*. Как показывают наблюдения, заражение мало связано с возрастом дерева, и гриб нападает как на молодые (5—10-летние) деревья, так и на старые.

5. Корневая гниль сосны и лиственницы, вызываемая грибом Polyporus Schweinitzii Fr. Эта гниль в свежем виде имеет сильный скипидарный запах. В большинстве случаев гниль не заходит по стволу выше 1—1,5 *м*. На сосне гниль, подобная описанной выше, вызывается грибом Poria vaporaria Fr.

6. Сердцевинная гниль лиственных пород, вызываемая грибом Fomes igniarius Fr. (ложный трутовик), встречается на всех лиственных породах, но особенно часто на осине. (Заражение сосны обычно происходит через раны, обломанные сучки, поврежденную кору и пр.).

7. Гниль березы, вызываемая грибом Polyporus betulinus Fr. Эта гниль встречается на живых деревьях довольно редко, т. к. гриб нападает гл. обр. на поврежденные и засыхающие деревья. Обычно гриб встречается на березах, поврежденных пожарами.

8. Гниль березы, бука и других лиственных пород деревьев от гриба Fomes fomentarius Fr. (настоящий трутовик).

9. Сердцевинная гниль дуба вызывается грибом Polyporus dryophilus Berk. Эта гниль дуба является наиболее распространенной, обычно занимает по высоте значительную часть ствола; по диаметру же неразрушенной остается только узкая полоска заболони.

10. Сердцевинная гниль дуба, вызываемая грибом Polyporus sulphureus Fr., встречается реже, чем предыдущая. Зараженная древесина дуба в конечной стадии приобретает однообразную бурую окраску, и в ней появляются многочисленные трещины, в которых наблюдается скопление толстых, похожих на замшу пленок грибницы. Грибом заражаются деревья различного возраста, но чаще всего им бывают заражены старые парковые деревья. Гниль дуба, очень сходная с описанной, вызывается также грибом Daedalea quercina Pers. На старых засыхающих дубах иногда довольно часто встречается гниль от гриба Stereum frustulosum Fr. Гниль эта относится к типу смешанной.

Б. Гнили растущих деревьев смешанного происхождения. Кроме гнили грибного происхождения, в природе встречаются также гнили смешанного происхождения, образующиеся вследствие воздействия сапрофитных грибов на части древесины, отмершие в силу физиологических процессов. Начальной причиной этих гнилей является поранение древесины (напр., затески, ушибы) или корней. По своему цвету эти гнили относятся к типу бурых, и характерной их особенностью является медлен. рост. По месту расположения в стволе эти гнили можно разделить на следующие типы: а) стволовую заболонную (заболонок), б) напенную заболонную, в) сердцевинную вершинную, происходящую часто от слома вершины или пасынка, и г) сердцевинную напенную гниль (напеныш, подпар), происходящую от поранения корней и поднимающуюся по стволу дерева на несколько *м*.

В. Гниль древесины на лесных складах и в строениях. Заготовленная и обработанная древесина, лежащая на складах или употребленная при постройках, также подвергается нападению грибов, вызывающих ее повреждение: гниль древесины или окраску ее. Грибы, вызывающие загнивание срубленной древесины, довольно многочисленны и б. ч. относятся к группе гименомицетов. Из грибов, вызывающих гниль хвойной древесины (сосны, ели) на складах, чаще всего встречаются Lenzites sepiaria Fr., Poria vaporaria Fr., Polyporus destructor Fr. Гниль, вызываемая этими грибами, относится к типу бурой гнили и характеризуется образованием трещин и присутствием грибницы. Главнейшим условием, благоприятствующим заражению и развитию гнили на складах, является влажность древесины. Поэтому для предупреждения развития заражения древесины на складах необходимо такое устройство складов и укладка в них материалов, при к-рых древесина легко бы проветривалась и быстро сохла. Из дефектов древесины, характеризующихся окраской ее, можно отметить синеву древесины хвойных, вызываемую грибом Ceratostomella pilifera Wint.; порозовение древесины хвойных, вызываемое грибами из рода Fusarium; зеленую окраску древесины, вызываемую грибом Chlorosplenium aeruginascens Karst. и другими. Из них наибольший экономич. вред

причиняет синева древесины, которая сильно распространяется на лесных материалах и вызывает громадные убытки вследствие того, что засинелая древесина продается со скидкой, доходящей до 25%. Гниль древесины в постройках вызывается грибами, известными под названием *грибов домовых* (см.).

Лит.: Гартиг Р., Болезни деревьев, М., 1894; Ванин С. И., Гниль дерева, ее причины и меры борьбы, М., 1928; Негер Ф. В., Болезни древесных пород, М., 1927; Schrenk H. a. Shaw H., Some Diseases of New England Conifers, Wsh., 1900; Schrenk H. a. Spaulding P., Diseases of Deciduous Forest Trees, Wsh., 1909; Hubert E., The Diagnosis of Decay in Wood, «Journ. of Agricultural Research», Wsh., 1924, v. 29, *11*; Rankin W. H., Manual of Tree Diseases, N. Y., 1918. **С. Ванин.**

Г. д., разложение древесины деятельностью микроорганизмов при наличии известных физич. и химич. условий. В зависимости от характера этих условий (степень доступа воздуха и воды, $t°$, присутствие неорганич. и органич. соединений), вида биологич. деятелей разложения и природы древесины, разложение идет различными путями, давая гниение различных видов. Наиболее типичны из них: уничтожение (тление) и перегнивание. Процессом уничтожения, или тления (также сухого гниения), называют процесс разложения, после к-рого не остается никакого или почти никакого твердого остатка, а продукты разложения рассеиваются в виде газов, главным обр., углекислоты и воды. Уничтожение есть процесс существенно аэробный, возможный только при изобильном доступе кислорода, и может быть названо медленным сгоранием. Перегнивание — процесс разложения, оставляющий твердый остаток в виде черной или темнобурой массы нейтральной или щелочной реакции (лесной перегной, гумус). Оно происходит при недостатке кислорода и в присутствии влаги. При избытке влаги образуется перегной кислый (торф, луговая черная земля). Дальнейшее гниение торфа ведет к углеобразованию. Наконец, гниение содержащих жир и воск растительных остатков под водою, в отсутствии кислорода, дает начало анаэробному восстановительному процессу с сероводородным брожением, приводящему к битуминизации (сапропель). Действительные процессы в природе обычно меняют свой характер с течением времени и колеблются между вышеуказанными крайними типами.

Со стороны химической Г. д. в природе представляется качественно и количественно весьма различным, в зависимости от того, какие именно составные части растительных остатков признаны исходным материалом для углистых пород. Гоппе-Зейлер (1889 год) указал на участие лигнина в образовании гуминовых кислот торфа и каменного угля. Но, согласно исследованиям Роза и Лисса (1917 год), при тлении дерева содержание целлюлозы постепенно понижается, а метоксильные числа, признанные ими за количественную характеристику лигнина, и растворимость в щелочах постепенно повышаются. На основании этих исследований, Фр. Фишером и Шрадером была развита (1921 год) лигниновая теория углеобразования. По этой теории, целлюлоза при тлении дерева разрушается грибками и рассеивается в виде газов, тогда как остающаяся часть древесины обогащается сравнительно стойким лигнином; в результате, ископаемый уголь и родственные ему породы образуются только из лигнина. (Эта составная часть древесины содержит характерную для него метоксильную группу $CH_3—O^-$, при сухой перегонке дерева дающую начало метиловому спирту $CH_3—OH$). Такова общеизвестная теория, противопоставленная мнению М. Маркуссона (1919 г.), об участии в углеобразовании и лигнина и целлюлозы. Лигниновая теория встретила (1921 г.) возражение со стороны Клевера, Виллыптеттера и Эрдмана, но, имея за собою опытные данные, получила господство. В настоящее время она подверглась существенной критике Маркуссона. На основании своих исследований в 1926—1927 гг. он вновь выдвинул оксицеллюлозную теорию углеобразования. В образовании угля принимает участие, по этой теории, как целлюлоза, так и лигнин. Процесс перегнивания дерева обращает целлюлозу не в газы, а в оксицеллюлозу, которая затем и переходит в уголь. Предполагавшееся (на основании роста метоксильных чисел и повышения растворимости в щелочах) обогащение древесины лигнином не подтвердилось и признано ошибочным истолкованием данных анализа, а именно: высокие метоксильные числа у продуктов распада древесины обусловлены не соответственно большим количеством лигнина, а пектиновыми веществами, т. е. производными сахара, тоже содержащими метоксильную группу и представляющими в строении древесины посредствующие пластинки между целлюлозой и лигнином (пектины химически характеризуются как сложные эфиры пектиновой к-ты и метилового спирта, а также пектиновой кислоты и метилового и этилового спиртов).

Табл. 1.—Данные Маркуссона по исследованию сосновой древесины (%-ное содержание).

Сосновое дерево	Целлюлоза	Лигнин	Вещества, извлекаемые 1%-ной щелочью		Вода	Зола	Летучие кислоты	Метиловый алкоголь
			растворимые в воде глюкуроновые кислоты	нерастворимые в воде гуминовые кислоты				
Здоровое . . .	58	23	4,4	0,7	9,4	0,2	2,6	0,01
Ломкое . . .	47	20	10,3	5,6	10	2	3,7	0,17
Полуистлевш.	23,3	23,6	12,5	12,1	10,6	2,6	5,9	0,4
Вполне истлевшее . .	6	20,1	—	—	—	7,5 содержит песок	—	—

С другой стороны, значительная растворимость в щелочах перегнивающей древесины обусловлена глюкуроновыми кислотами $CHO(CHOH)_4COOH$, представляющими характерный продукт окисления целлюлозы. В подтверждение этих данных непосредственным определением лигнина в древесине различных стадий перегнивания установлено, что содержание лигнина в процессе Г. д. не изменяется. Т. о., в уголь переходит действительно как лигнин, так и целлюлоза, последняя—через посредство оксицеллюлозы. Табл. 1 представляет данные анализов сосновой древесины. Анализ трухи от вполне истлевшего дубового пня дал: целлюлозы (содержащей пентозы) 14%, лигнина 7%, гуминовых кислот 35%, нелетучих водорастворимых к-т 17,7%, летучих к-т (уксусной) 2,7%, золы 11,0%, воды 7,3%. К-ты: водонерастворимые—гуминовые, нелетучие водорастворимые — компоненты глюкуроновых — и летучие происходят из целлюлозы; следовательно, анализ лиственной древесины подтверждает вышеприведенные наблюдения над древесиною хвойною. Последующие анализы дальнейших стадий обугливания (торфы разных возрастов, бурый уголь) опять подтвердили, что в образовании угля участвует не только лигнин, но и целлюлоза. Как показывает табл. 2, более молодой торф содержит большее количество целлюлозы, чем старый, но зато в последнем появляются продукты превращения целлюлозы—оксицеллюлоза, глюкуроновые и гуминовые кислоты, — тогда как содержание лигнина не повышается. Следующие стадии превращения — лигнин древесного строения и землистый бурый уголь—дали при анализе результаты, сопоставленные в табл. 3. Маркуссоновские исследования торфа подтверждаются прежними анализами других исследователей, и в частности, работою Г. Кеппелера, согласно к-рой «полная редукция» (т. е. содержание углеводородов, редуцирующих после инверсии Фелингову жидкость) молодых торфов—от 35 до 57%, а более старых—от 13 до 20%. Между тем слишком малые числа (от следов до 9,5%) С. Одена и С. Линдберга (1926 год), как будто подтверждавшие лигниновую теорию, ошибочны: сернистая кислота, при помощи которой эти исследователи извлекли под давлением лигнин, вместе с тем растворяет и водорастворимые к-ты торфа (глюкуроновые и продукты их превращения) и сильно разъедает также целлюлозу, осахаривая ее. Ход анализа древесины, применявшегося Маркуссоном, может быть представлен схемою табл. 4.

Табл. 2.—Результаты исследования трех образцов торфа (%-ное содержание).

Род торфа	Эфиррастворимый битумен (воск и нормальные восковые вещества)	Бензольноалкогольно-растворимый битумен (окисленная смола и кальциевые мыла)	Целлюлоза, содержащая пентозу	Лигнин	Гуминовые к-ты	Водорастворимые нелетучие к-ты	Летучие к-ты (уксусная к-та)	Вода	Зола
Беломховый торф из Кедингерского болота	2	1,5	43,8	6,3	14	14,5	1,7	14,5	0,9
Более молодой сфагновый торф из устья Мемеля . . .	1,8	2,5	40,1	10,6	15	12	3,0	11,4	0,6
Более старый топливный торф	4	8,4	10,7	10,6	33,7	11,3	1,2	12,8	1,8

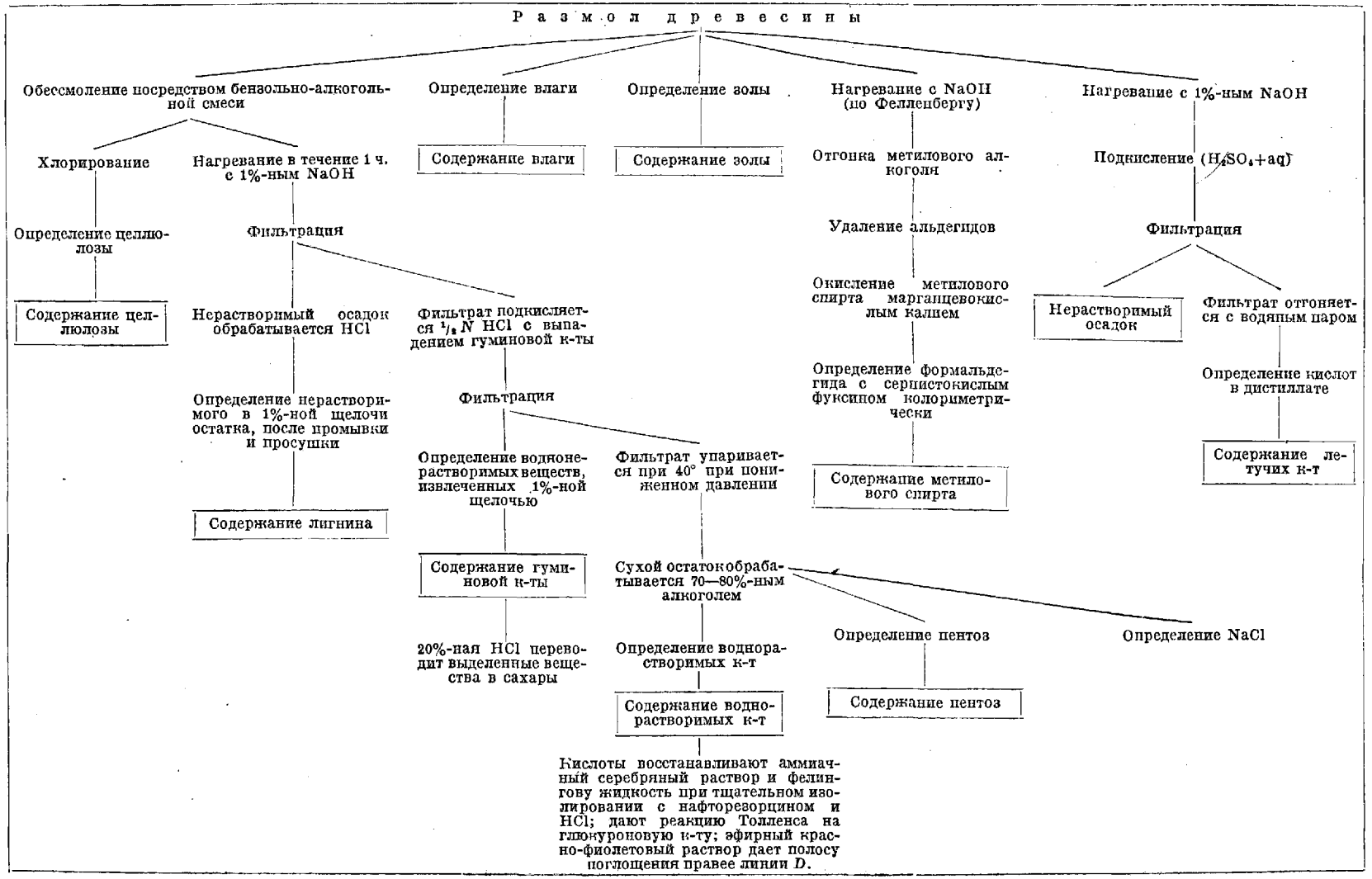
Оксицеллюлозн. теория углеобразования, кроме своего значения для геологии, важна также для изучения процессов искусственного обугливания растительного вещества. По исследованиям Чепея (1919 и 1920 годы) и Брендер-а-Брендиса, активный уголь, получаемый обугливанием древесины, торфа и т. д., состоит из двух модификаций: α-угля, активного или активируемого, и β-угля, неактивного и неактивируемого, которые нельзя считать аллотропич. разностями друг друга. Этот двойственный состав активного угля, вероятно, может быть объяснен двойственным источником углеобразования, устанавливаемого схемою Маркуссона.

Табл. 3.—Данные испытания двух образцов бурых углей (%-ное содержание).

Род угля	Месторождение	Эфиррастворимый битумен (воск и нормальное смолистое вещество)	Бензольноалкогольно-растворимый битумен (окисленная смола и кальциевые мыла)	Целлюлоза (содержащая пентозан)	Лигнин и гумин	Гуминовые к-ты	Водорастворимые нелетучие к-ты	Летучие кислоты (уксусная к-та)	Вода	Зола
Лигнин	Нидерлаузиц (миоцен)	0,7	2	26	30	20	7,4	3,2	9	1,5
Матовый землистый бурый уголь	Грубе Ильзе	4,2	1,3	0,6	7,9	63	2,6	0,6	9,7	10,5

Лит.: Залесский М. Д., Очерк по вопросу образования угля, П., 1914; Потонье Г., Сапропелиты, Петроград, 1920; Potonié H., Die Rezenten Kaustobiolithen u. ihre Lagerstätten, B. 1.—Sapropelite, Berlin, 1908; Marcusson J., Lignin u. Oxycellulosetheorie, «Z. ang. Ch.», 1926, Jg. 39, *30*, p. 898—900; ibid., 1927, Jg. 40, 2, p. 48—50; Rose u. Lisse, «I. Eng. Chem.», 1927, t. 9, p. 284; Cross W., ibid., 1910, t. 43, p. 1526—1528; Erlich, «Biochem. Ztschr.», Berlin, 1926, B. 168, p. 263, B. 169, p. 13; Erlich, «Z. ang. Ch.», 1925, B. 38, p. 339;

Табл. 4. — Схема анализа древесины по Маркуссону.

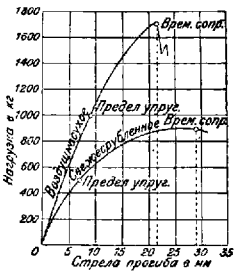


Odén S., Lindberg S., «Brennstoffchemie», Essen, 1926, B. 7, p. 165; Melin u. Odén, «Intern. Mitteilungen für Bodenkunde», Berlin, 1919, B. 9, p. 391; Keppeler G., «Journal f. Landwirtschaft», Berlin, 1920, 1. **П. Флоренский.**

ГНИЕНИЕ ПЛОДОВ, разрушение тканей плодов под влиянием различных грибковых организмов. Мерой борьбы является отбор при начале хранения: мятые, с трещинами, царапинами, уколами, плоды бракуются. В дальнейшем главное внимание необходимо обращать на поддержание температуры в пределах от 0 до 3°, т. к. уже при 5° идет довольно сильное заражение и разложение. Важна также относительная влажность воздуха: она не д. б. выше 70%, так как при большей влажности легко прорастают споры грибов, но она не д. б. и слишком низкой, т. к. в этом случае при большой транспирации происходит быстрое увядание плодов. См. *Холодильное дело.*

Лит.: Наумов Н. А., Общий курс фитопатологии, изд. 2, перераб., М.—Л., 1926; Полная энцикл. русск. сел. хозяйства, т. 12, СПБ, 1912; Behrens J., Beitrage zur Kenntniss d. Obstfäulnis, «Ztrbl. f. Bakteriologie usw.», Jena, 1898, Abt. 2, B. 4; Brooks A., Studies of the Epidemiology of Apple, Phytopathology, Wsh., 1926, v. 16, *10.* **М. Утнин.**

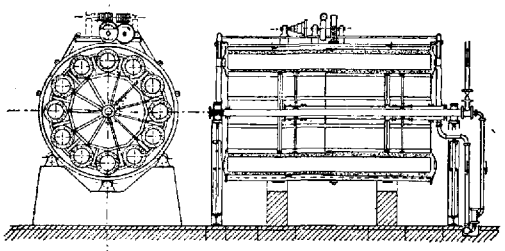
ГНУТИЕ ДЕРЕВА, операция, посредством которой целому куску дерева сообщают искривленную, соответственно требованиям практики, форму, которая сохраняется и по окончании операции. Сухое дерево при изгибе способно воспринимать без нарушения связи между его элементами лишь сравнительно небольшие изменения в своей форме. С увеличением степени сухости возрастает и хрупкость дерева, отчего оно легко ломается даже при незначительных деформациях. Г. д. основано на пластичности дерева, т. е. на свойстве его изменять свою форму под влиянием приложенных внешних усилий и сохранять новую форму после того, как усилие, деформирующее древесину, будет уничтожено. Следовательно, гибкость проявляется за пределами упругости, но до временного сопротивления. У дерева предел упругости при статич. изгибе составляет в среднем $^1/_3$ временного сопротивления; предел пропорциональности близок к точке временного сопротивления. На степень гибкости влияют следующие факторы: 1) Пористость древесных тканей. Обычно, чем многочисленнее и крупнее сосуды, тем больше пластичность. На этом основании лучшими породами для гнутия считаются пористые древесные породы: бук, ясень, клен, береза; из этих пород наибольшее применение получил бук, т. к. из него впервые начали приготовлять венскую мебель и в совершенстве изучили свойства этой породы для данной цели. 2) Влажность и высокая $t°$ увеличивают пластичность древесины. На фиг. 1 изображена диаграмма изгиба при статич. нагрузке свеже-срубленного и воздушно-сухого ясеня размерами $50 \times 50 \times 710$ *мм*. Полная работа деформации почти одинакова, но остаточная деформация больше у свежесрубленного, т. е. сырого, чем у сухого дерева. Отсюда видно, что древесина гнется тем лучше, чем больше ее влажность. Для Г. д. не только нет надобности предварительно сушить дерево, но, наоборот, для большей пластичности необходимо искусственно его увлажнять. Высокая темп-ра, но не выше той, при к-рой происходит химич. изменение структуры клеток, при наличии высокой влажности, придает эластичность волокнам и увеличивает их способность к деформации без механических повреждений. 3) Быстрота роста. Она способствует пластичности: поросле-вый лес лучше гнется, чем лес семенного происхождения, заболон. древесина—лучше, чем ядровая. 4) Возраст дерева. В молодом возрасте дерево гнется лучше, чем в старом: особенной гибкостью отличаются молодые побеги, а также корни. Этим свойством молодых побегов пользуются при производстве плетеной мебели. 5) Всякие пороки (в том числе сучки) сильно уменьшают гибкость дерева.



Фиг. 1.

Если в подлежащей изгибу части имеется достаточное количество собственной влаги и требуемый изгиб незначителен, то для повышения эластичности применяют иногда одно нагревание или нагревание совместно с легким смачиванием дерева водою. Таким приемом пользуются, напр., при изгибании клепок в бочарном производстве, при изготовлении тростей, изогнутых частей простых деревенских повозок, если дерево берется свежесрубленное или малопросохшее. Горячая или кипящая вода, а иногда и распаривание (в банях), применяется кустарями при изготовлении дуг, полозьев, сошников, ободьев колес и тому подобных частей, необходимых в крестьянском обиходе. При изготовлении гнутой мебели, военных повозок всякого рода, городских экипажей и вообще при массовом заводском производстве изделий обыкновенно изгибаемому дереву сообщают эластичность распариванием его в особых камерах. Нагревание подлежащих изгибу кусков дерева можно производить в хорошо вытопленной печке, в специальных отапливаемых снаружи камерах, на горячей плите, над пламенем газовой или спиртовой горелки и т. п. Для вываривания пользуются открытыми или закрытыми котлами, по форме наиболее подходящими для каждого частного случая. В кипящей воде дерево выдерживают обычно в течение нескольких часов. Для пропаривания пользуются чаще всего металлич. сосудами (котлами) большей или меньшей величины, соответственно размерам изгибаемых предметов. В сосуде устанавливают ряд поперечин для размещения на них пропариваемых брусков, а в крышке устраивают одно или несколько отверстий (30—40 *см* шириной и 15—20 *см* высотой) для загрузки и выгрузки. Пар берется мятый или свежий, но влажный. Мятый пар пропускается лишь через сосуд, а свежий удерживается в нем до тех пор, пока внизу не накопится конденсационная вода, которую время от времени удаляют через особый кран, или же вместо крана ставят конденсационный горшок, с автоматическим выпуском воды. При пропаривании мелких кусков дерева в большом

количестве, наприм., при изготовлении гнутой мебели, в котле устраивают целый ряд отделений, или камер, отвечающих размерам кусков. Камеры с задней стороны замкнуты, а с передней снабжены плотно запирающимися крышками и устроены так, что каждую из них можно включать и выключать из общей системы. Это дает возможность производить загрузку и выгрузку кусков в отдельных камерах, не нарушая процесса пропаривания в остальных, и, кроме того, позволяет устанавливать по желанию различную для кусков разной величины продолжительность пропаривания. Число камер в котле должно соответствовать числу обслуживающих его рабочих, а число котлов берется соответственно желаемой производительности завода. Пропаривание в описанных устройствах продолжается, в зависимости от породы и размеров обрабатываемых предметов, от 1,5 до 2 часов при рабочем давлении от 0,5 до 3 *atm*. Указанное время можно сократить до нескольких минут, если применить пар под давлением в 3—5 *atm*. Продолжительность пропаривания мелких кусков бука занимает от 10 до 120 мин., ясень и береза требуют больше времени. Парильные котлы снабжены открывающимися на шарнирах днищами, подводящими паропроводами, трубами для конденсата, а также предохранительными клапанами, воздушными кранами, манометрами, термометрами и изоляцией во избежание отдачи тепла во внешнее пространство. Наиболее совершенными являются револьверные парильные котлы, схема к-рых приведена на фиг. 2. На вращающейся полой



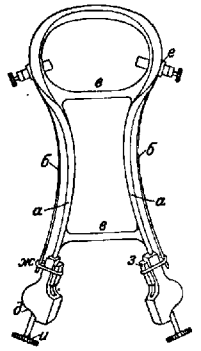
Фиг. 2.

оси по окружности насажены барабаны, снабженные автоматически закрывающимися крышками. Вращение барабанов производится от привода или вручную; загрузка и выгрузка их деталями происходит постепенно; после каждого оборота нижний барабан выгружается и загружается новым материалом. Парильные устройства должны находиться по возможности вблизи машин, служащих для Г. д.

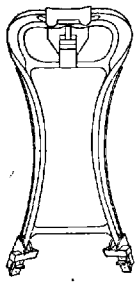
Обработка дерева паром должна производиться с крайней осторожностью. Когда дерево не полностью пропарено, оно плохо поддается изгибанию; если оно перепарено, волокна его сильно размягчаются, и древесина теряет механическую прочность. При изгибе бруска наблюдаются следующие явления. Волокна одного из слоев бруска, а именно перпендикулярного к плоскости изгиба (проходящего в однородном теле через центры тяжести сечений бруска) не изменяют при изгибе своей длины. Этот слой называется нейтральным. Волокна, расположенные по отношению к нему в сторону выпуклости, растягиваются, а в сторону вогнутости — сжимаются. Наибольшие растяжения и сжатия имеют место для крайних выпуклых и крайних вогнутых волокон. Отсюда ясно, что чем тоньше брусок, прут, доска или фанера, тем легче их гнуть и тем больший изгиб могут они допустить без нарушения связи между частицами. Так как дерево сжатию сопротивляется значительно лучше, чем растяжению, то разрушение при изгибе начинается в нем всегда с крайних выпуклых волокон и притом тогда, когда сопротивление вогнутой части бруска далеко еще не достигло предела. Это обстоятельство мешает использовать сопротивление бруска с возможной полнотой и сильно затрудняет изготовление гнутых изделий, в особенности при значительной их кривизне. Чтобы устранить отмеченный недостаток, необходимо переместить нейтральный слой ближе к наружной выпуклой поверхности изогнутого бруска. Это достигается на практике тем, что к выпуклой поверхности в соответствующем месте прикладывают до начала изгибания железную или стальную нетолстую ($^1/_2$—1 *мм*) полосу (оправу), скрепляют ее винтовыми зажимами с деревянным бруском по концам, а иногда и в нескольких местах между ними, и затем изгибают брусок вместе с полосой. В таком случае волокна дерева не в состоянии будут удлиниться более, чем то позволит им полоса, а т. к. удлинение последней незначительно, то и опасность разрыва бруска устраняется или, по крайней мере, в значительной степени ослабляется. Благодаря полосе, при выгибании большая часть волокон бруска будет сжиматься, а не растягиваться, что и требуется.

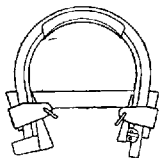
Самое изгибание, за немногими сравнительно исключениями, производится от руки, так как, во-первых, в большинстве случаев сила одного или двух рабочих оказывается достаточной для получения требуемого эффекта, а во-вторых, и потому, что применение специальных машин, в виду большого разнообразия форм гнутых изделий из дерева, представляет известные затруднения. Только при массовом изготовлении простых сравнительно форм или при очень значительных сечениях брусков пользуются для их изгиба машинами; так изготовляют ободья колес, кольца для сидений, ножки столов. При ручной работе необходимо иметь надлежащие формы, сильные тиски, несколько винтовых струбцинок или клиновых зажимов, молотки и стальные полосы соответствующей ширины и толщины. Размягченный в достаточной мере брусок вынимают из котла и укрепляют прочно в зажиме формы вместе с предохранительной полосой; эту полосу соединяют с бруском струбцинкой на другом его конце, после чего брусок начинают огибать вокруг формы до тех пор, пока свободный конец не прижмется вплотную к ней в соответственном месте, где он и связывается с формой зажимом. Рабочий оперирует один или с помощником; при работе, для удобства, он

захватывает брусок тисками. Если дерево где-либо неплотно прилегает к форме, его прижимают к ней при помощи струбцинок. Работу надлежит производить быстро. По окончании работы изогнутую часть вместе с формой помещают в сушильную камеру, где она высушивается при 40—70° в течение одного или



Фиг. 3.


Фиг. 4.


Фиг. 5.

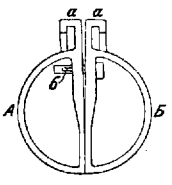
нескольких дней, после чего изделие можно снять с формы без опасения, что оно изменит приданную ему кривизну.

Формы для гнутия изготовляют обычно из чугуна, гораздо реже, для грубых кустарных работ, пользуются деревом. Чугунную отливку для прочности снабжают в нескольких местах связями и ребрами; ей дают обыкновенно такое искривление, чтобы вложенный в нее брусок соприкасался с ней всюду вогнутыми своими частями, а выпуклые оставались свободными. Сторону поперечного сечения формы, к которой должен прилегать брусок, при брусках прямоугольных делают прямолинейной, а при брусках круглых и овальных ограничивают или дугою круга или двумя прямыми, расположенными под углом друг к другу, т. е. сечение получается желобчатое, полукруглое или угловое. Последнее в настоящее время предпочитают, так как в этом случае изгибаемый брусок правильнее ложится на форму и лучше к ней прижимается.

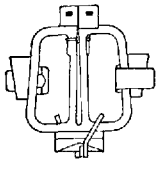
Наибольшее разнообразие форм встречается в производстве гнутой мебели. На фиг. 3 показана форма, служащая для изготовления спинки стула вместе с задними его ножками. Чугунная форма *а* снабжена для прочности поперечинами *в*, сечение ее серпообразное. Круглый брусок, предварительно обработанный на шаблонно-токарном или копировальном станке и пропаренный, вложен в форму вместе со стальной полосой *б* и укреплен тисками *д* и *е*. Брусок и полосу сначала огибают вокруг верхней части формы до места перегиба, где их скрепляют с формой тисками *е*. Затем выгибают свободные концы, после чего на них и на форму накладывают тиски *д* со



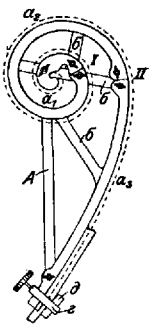
Фиг. 6.



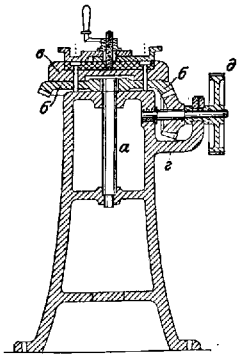
Фиг. 7.

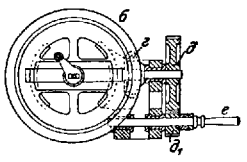

Фиг. 8.

скобами *ж* и клиньями *з*. Подвинчиванием винтов *и*, концы которых упираются в торцы бруска, тиски *д* опускаются несколько вниз, отчего клинья *з* сильнее зажимаются, а дерево плотнее вдавливается в форму. Когда брусок вложен в форму, он вместе с нею помещается в сушильную камеру. По окончании сушки изогнутая часть вынимается из формы и поступает в дальнейшую обработку. На фиг. 4 изображена форма для гнутия спинки с вогнутой верхней частью. Для придания кривизны верхней части спинки служит обойма, имеющая жесткую связь с поперечиной формы; брус вкладывают в обойму и при помощи клина изгибают по профилю. Остальные детали, как у предыдущей формы. На фиг. 5 дана форма для вставок в спинку стула. Сначала брусок и полосу вгоняют в ушко формы (слева), затем их связывают с ней и друг с другом замком при помощи клиньев; полосу с бруском сжимают на другом конце тисками, огибают вместе вокруг формы и, наконец, скрепляют с формой вторым замком (справа). Фиг. 6 дает форму для передней ножки стула. Форму помещают и укрепляют неподвижно на столе. Брусок вместе с полосой вкладывают и зажимают с одного конца клином в нижнем ушке формы. Другой конец вкладывают между щеками верхнего ушка, где на него надевают крючок. Этот крючок ремнем соединяют с особым роликом, который поворачивается рабочим при помощи рукоятки. При навивании ремня на ролик брусок изгибается, и, когда он прижмется вплотную к форме, вкладывают штырь *ж*, удерживающий брусок на месте. На фиг. 7 представлена форма для изгибания круглых колец для сидений. Форма состоит из двух частей *А* и *Б*; концы брусков размером 40×40 *мм* закрепляют в гильзах *а*, *а*. Обе половины соединяют при помощи обоймы клином *б*. При изгибании некруглых колец для сидений употребляют подобные же формы, а для придания прямолинейного направления боковинам кольца имеются обоймы с клиновыми соединениями (фиг. 8). На фиг. 9 приведена форма, составленная из нескольких частей. Подобной формой пользуются при изготовлении полозьев для кресла-качалки. Здесь *А*—отдельная рама, снабженная связями *б*. На этой раме могут быть укреплены последовательно части a_1, a_2, a_3 форм, толщина которых равна примерно половине ширины рамы; другую половину занимает изгибаемый брусок. Вместе со связанной с ним полосой его закладывают сначала в углубление части a_1 и изгибают на ней до *I*; затем на раме укрепляют часть a_2, около которой огибают брусок до *II*; после этого устанавливают часть a_3, брусок гнут по ней и, наконец, скрепляют с формой винтовой струбцинкой *г* и клином *д*. Чтобы дерево не портилось в местах соприкосновения его с металлическ. поверхностями, где появляется вследствие влаги (распаривание) ржавчина, между бруском и формой, с одной стороны, а также и стальной полосой—с другой, полезно помещать деревянные стружки в виде лент, которые получаются при обработке дерева личным рубанком или фуганком. На фиг. 10 показан ручной станок Тонета, служащий для выгибания колец сидений. В станине укреплена вертикальная ось *а*, на которой насажено коническое зубчатое колесо *б*, сцепляющееся с шестерней *г*. Последняя получает движение при помощи пары цилиндрических колес *д* и $д_1$ от рукоятки *е*, приводимой во вращение рабочим по мере надобности. С колесом *б* связан болтами стол *в*, на который кладется форма. На фиг. 11 (А, Б, В) показана машина Кона, предназначенная для тех же целей, что и предыдущая. На станине *1* укреплен цилиндрический кожух *2*, поддерживающий стол *3*. В кожухе помещено винтовое колесо *4*, сцепляющееся с червяком *5*, получающим вращение от привода. На внутренний цилиндрический выступ колеса одевают форму, которая увлекается им во вращение при помощи особого зуба. Перемещение съемной формы вверх предотвращается накладками *6* и зажимной гайкой с рукояткой *7*. Около формы помещается нажимной ролик *8*. Вместе с осью его можно передвигать в горизонтальном направлении при помощи винта *9* с рукояткой *10*, при чем верхняя опора оси



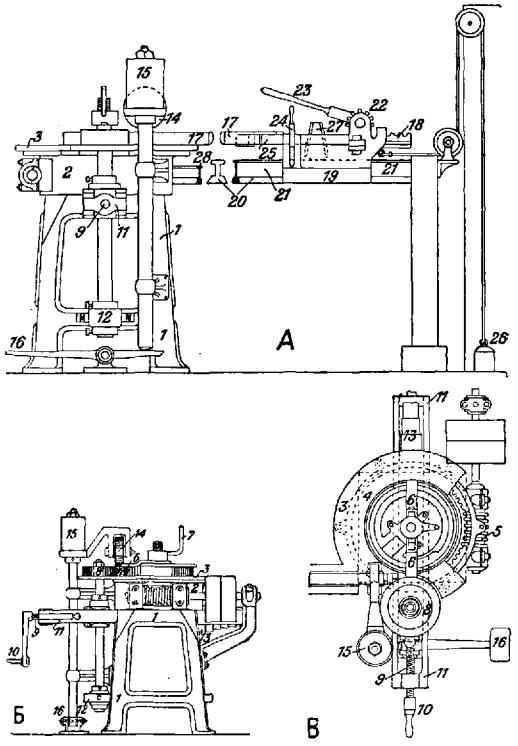
Фиг. 9.





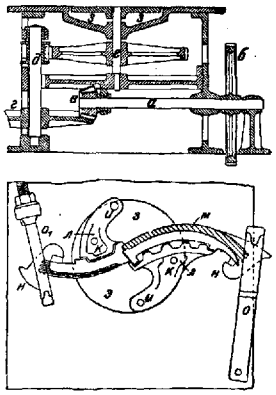
Фиг. 10.

направляется рамой *11*, а нижняя может двигаться вместе с вилкой *12* в станине *1*. Верхняя опора, кроме того, находится под действием сильной пружины *13*, делающей такое устройство эластичным и позволяющей ролику *8* отклоняться под влиянием неровностей изгибаемого бруска. Второй ролик *14* предупреждает случайное приподнимание упомянутого бруска. Этот ролик находится под действием груза *15*, который можно перемещать вверх и вниз при помощи педали *16*. К форме приклепана стальная лента *17*.



Фиг. 11.

Брусок одним концом, несколько скошенным, закладывается между лентой и формой, а другим упирается в полосу *18* каретки *19*; последняя перемещается по направляющей нижней полке *20* балки *21*. Полоса *18* зубчатая; она сцепляется с шестерней *22*, которую можно вращать трещеткой *23*. Указанное соединение, допускающее относительное перемещение частей *18* и *19*, установлено с целью приспособить прибор к брускам различной длины. Когда брусок и полоса *18* соприкасаются, эксцентриком *24* поворачивают рычаг *25*, свободный конец которого захватывает утолщенный конец полосы *17*, благодаря чему она и соединяется с кареткой. После этого приводят форму во вращение, отчего брусок под действием ролика *8* выгибается. Когда же сделан полный оборот, конец бруска и ленты связывают с формой и откидывают рычаг *25*, и каретка *19* под действием груза *26* отводится назад. Описываемая конструкция имеет особое приспособление для регулирования величины растяжений и сжатий в изгибаемом бруске. Через полосу *18* пропущен клин *27*, который опирается на верхнюю полку *28* балки *21*. При перемещении каретки *19* клин опускается до соприкосновения с полкой *28*, отчего брусок и полоса *17* будут относительно передвигаться на определенную величину, установленную опытом, чем и достигается необходимое выгибание. На фиг. 12 приведена машина для изгибания столовых ножек. Вращение от привода она получает при помощи колеса *б*, вала *а*, а от него двумя парами колес *в*, *г* и *д*, *е* оно передается столу *з*. С последним связаны чугунные фасонные части *л* (штифтами *и*, *к*), упирающиеся каждая в соответствующую половинку формы, в которую закладывается изгибаемый брусок *м*. Концы его зажимами *н* удерживаются при вращении стола *з* вместе с формою особыми хомутами *о* и o_1. Хомуты поворачиваются на цапфах верхней доски станины станка, и один из них o_1 для удобства делается переставным при помощи винта и гайки. На том же принципе основана машина, служащая для изгибания угольников, скрепляющих сидение со спинкой стула. На фиг. 13 представлен план небольшой ф-ки гнутой мебели с простейшим оборудованием; стрелки указывают направление движения материала и полуфабрикатов. Материал поступает со склада на круглопильный станок *1*, затем на фуговочный станок *2*, после чего идет на пропускной станок *3* или непосредственно на четырехсторонний строгальный станок *4*. Выстроганные заготовки поступают на двойной круглопильный станок *5* для обрезки по длине, после чего направляются на промежуточный склад. Со склада заготовки идут в парильные камеры *6* и оттуда на гнутарные станки *7*, *8*, *9*, *10*. Формы вместе с изогнутыми брусками грузятся на вагонетки и по траверсу поступают в сушила *11*. После сушки формы возвращаются на вагонетках в гнутарное отделение, а детали идут в окончательную обработку на фрезерные станки *12*, на круглые пилы *13* и на сверлильные станки *14*, *15*. После обработки детали поступают в сборочное отделение, шлифуются, красятся, лакируются и упаковываются.



Фиг. 12.

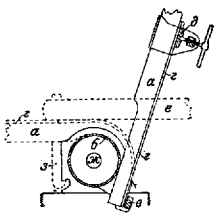
С гнутыми частями приходится иметь дело и при изготовлении других предметов (сел.-хоз. орудий, повозок, тростей). На фиг. 14 указано приспособление для изгибания частей плуга (ручек). Брусок *а* отделывают почти окончательно в тот профиль, к-рый он должен иметь. Затем его пропаривают и в размягченном виде помещают одним концом между формою *б* и неподвижной поперечиной *в*. На него накладывают стальную полосу *г* с Т-образным утолщением внизу, опирающимся и на торец бруска и на поперечину *в*. Второй конец полосы при помощи утолщения *д* защемляют винтовым зажимом, устанавливаемым на бруске *а* в соответствующем месте. Затем брусок огибают вокруг формы до положения, показанного пунктиром, и зажимают хомутом *е* и крючками, подобными *з*. Форма *б* чугунная, неподвижная, соответствующего профиля. Часто изготовляют общую отливку для нескольких брусков. В форму через отверстие *жс* впускается пар, служащий для высушивания готового изделия. Высушивание продолжается $2^1/_2$—3 ч., после чего брусок можно снять с формы. В такой машине Defiance Machine Works (Ohio) имеются четыре формы для одновременного изгиба четырех брусков. Формы укреплены на общей оси, которую вместе с салазками можно перемещать рычагом по направляющим и устанавливать в требуемом положении. Бруски более толстыми концами кладут на массивный неподвижный стол, а тонкие укладывают



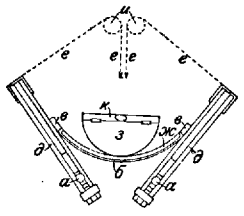
Фиг. 13.

на поворотную платформу, снабженную упорами для бруска и зажимами для стальной ленты, которая другим концом связывается с брусом. Изгибание производится поворотом платформы из горизонтального в вертикальное положение (от привода) при помощи зубчатых колес, кривошипа и тяги. Когда изгибание закончено, концы выгнутых частей вместе с лентой связывают особыми захватами с прямыми частями, затем платформу опускают, формы немного приподнимают, а бруски с захватами выдвигают в сторону и отправляют в сушило.

Изгибанием изготовляют также дышла, оглобли и др. изделия. Приспособление для гнутия схематично приведено на фиг. 15. В неподвижной станине укреплены две цапфы *а*, вокруг которых могут поворачиваться массивные рычаги *д* при помощи цепей или канатов *е*, блоков *и* и особой ручной или приводной лебедки. При горизонтальном положении рычагов на них кладут стальную ленту *б* с загнутыми под прямым углом концами, а на ленту помещают предварительно распаренный изгибаемый брусок *ж*. К его концам подводятся кулаки *в*, связанные с рычагами *д* и передвигаемые по ним от руки или при помощи эксцентриков, кривошипов, клиньев и т. п. После этого форму *з* перемещают по станине, пока нижняя ее часть не соприкоснется с бруском *ж*. Дальше следует изгибание вращением рычагов *д*.



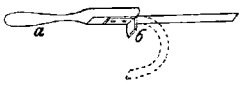
Фиг. 14.



Фиг. 15.

Когда брусок по всей длине соприкоснется с формой, концы его вместе с полосой *б* связывают поверх формы особой стяжкой, рычаги же отводятся вниз. Наконец, изогнутый брусок снимают со станка со всей формой или только с верхней ее частью *к*, легко отделяющейся от *з*, и направляют в сушило. Подобными же машинами пользуются для изгибания шкивов хомутных клещей, дуг, санных полозьев (одновременно двух) и иных подобного рода поделок.

При изготовлении изогнутых ручек тростей, зонтов и т. п. пользуются также особыми приспособлениями. Если трость или палку выделывают из одного куска, то сначала выправляют самый стержень. С этой целью выравниваемое место стержня нагревают довольно сильно (насколько может выдержать рука) над пламенем спиртовой или газовой горелки или в особой печке, после чего приступают к самому выравниванию. Оно производится или на козелке между двумя вставленными в него сбоку деревянными или металлическими штифтами или при помощи особой ложечки с овальным отверстием, которым она одевается на стержень. Штифты служат опорами при выгибании, которое выполняется рукой, пока искривленное место не сделается прямым. При пользовании ложечкой выгибание производят ею, а стержень удерживают на месте. После выправления стержня гнут ручку. На свежесрубленных тонких ветвях можно производить выгибание рукой

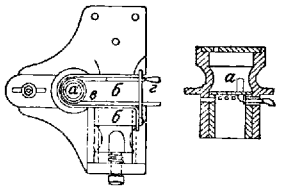


Фиг. 16.

непосредственно, без каких-либо предварительных операций, а затем фиксировать изгиб при помощи обмотки бечевкой или проволокой и высушивать в таком виде стержень в печи или нагретой камере. При большей толщине и сухом дереве приходится предварительно его нагревать или пропаривать и при изгибе пользоваться стальной лентой. Последнюю удобнее всего прикреплять к рукоятке *а* (фиг. 16), снабженной выступом *б*. Этим выступом рукоятку упирают в торец изгибаемого стержня, а свободный конец ленты связывают со стержнем тисками так, чтобы лента располагалась на стороне, долженствующей образовать выпуклость. Затем, отклоняя рукоятку, производят выгибание до нормы, после чего стягивают изогнутую часть шнуром или проволокой и в таком виде сушат. Чтобы предупредить порчу дерева ржавчиной, между ним и полосой прокладывают стружку или обматывают полосу тонким шнуром. Иногда во избежание появления трещин выгибают ручку не в один, а в два или три приема с повторным подогреванием дерева. При массовом, заводском изготовлении тростей и ручек эластичность дереву сообщают пропариванием его в цилиндрических сосудах, при 5 *atm* давления; это в значительной мере ускоряет производство. На фиг. 17 показано одно из механическ. приспособлений для изгибания ручек. Прямолинейная часть стержня у места изгиба зажимается в винтовые тиски *б*. Здесь же укрепляется один конец полосы *в*, другой конец которой связан с рукояткой *г*. Выгибание производится вокруг формы *а*, обогреваемой газовой горелкой. После изгиба концы бруска стягиваются скобой. Высушивание производится тут же. Перед изгибом дерево обыкновенно распаривается.

При изготовлении сит, решет, коробок, цилиндрических оболочек для различных целей приходится изгибать сравнительно тонкие и широкие стружки, пластинки и ленты из дерева, которым дают обыкновенно общее название фанер. Тонкие стружки часто гнутся в сухом состоянии или слегка смоченные; они гнутся непосредственно руками или же на особом цилиндрическ. деревянном стержне подходящего диаметра. Когда стружке придана требуемая форма, ее поддерживают нек-рое время в этом состоянии или укрепляют тем или иным путем. По высыхании налегающие друг на друга концы стружки склеивают или протыкают шилом и сшивают различными вязками. Более толстые фанеры (ободки сит, решет, шляпных коробок и др.) перед изгибанием помещают в сосуд с кипящей водой, где и выдерживают до достаточного размягчения. При заводском, массовом изготовлении фанеру пропаривают, а самое изгибание производят на машинах, при помощи стальной ленты. Фанеру кладут на цилиндрическую вращающуюся форму, в виде колеса или барабана с широким гладким ободом, под ленту, если это нужно, и придавливают к форме нажимным роликом. Таким же путем на широких барабанах, обогреваемых изнутри горячими газами или паром, гнут деревянные трубчатые части для стоек, бочкообразных сосудов из фанер. При изготовлении из фанер фигурных оболочек в форме тела вращения, их пропускают между вращающимся валиком соответствующего профиля и обертывающей его на известном протяжении направляющей поверхностью, установленной на пружинящих опорах. Дерево перед выгибанием размягчают тем или иным путем.

Фанеры, предназначенные для изготовления ободков сит, решет изгибают иногда и в сухом состоянии. Для этого берут два цилиндрических валика, к-рым от привода, при посредстве зубчатых зацеплений, сообщают вращение с различными угловыми скоростями: верхнему валику—меньшую скорость, нижнему—бо́льшую, и пропускают между ними фанеру. При этом нижняя половина фанеры будет вытягиваться сильнее, чем верхняя, в результате чего и получается ее выгибание. По выходе из валиков фанера направляется особым цилиндрическим бугелем. Чтобы выгибание происходило легко, без слишком большого давления между валиками, верхний из них делают рифленым или снабжают на поверхности остриями. Об изгибании клепок при изготовлении из них бочарных изделий см. *Клепки*.



Фиг. 17.

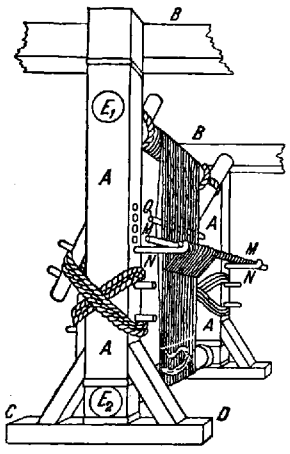
При гнутии лыж обычно пользуются насыщенным паром в 1 *atm* при 100°, при чем материал подвергают действию пара в продолжении $^3/_4$ ч. (см. *Лыжи*). Аналогично ведется серийное производство спортивных саней. В машинах для гнутия деревянных частей новозок применяют стальные полосы, на которые кладется обрабатываемый предмет. Концы стальных полос загнуты крючкообразно кверху, и пропаренную в достаточной мере деревин. часть сгибают извне при помощи поворотных рычагов до плотного прилегания к шаблону. Соответствующие машины строят почти исключительно в Америке. Гнутие деревянных плит для автомобилей производится по направлению волокон. Одну сторону деревянной плиты смачивают губкою; другую подводят к легкому светло горящему пламени. Для получения плит S-образной формы гнутие производят в два приема. Части, не подлежащие гнутию, покрывают мокрыми тряпками. Боковые плиты, высокие по середине и низкие по бокам, смачивают, укладывают на металлическ. плиту соответствующей формы и прессуют под нагревом. Гнутие деревянных частей аэропланов производят при изгибах с малым радиусом кривизны по шаблону из дерева или, лучше, из углового железа. Брус подвергают, до процесса гнутия, действию пара. Продолжительность пропаривания зависит от толщины и сорта дерева. При размере 40×40 *мм*, например, требуется пропаривание в продолжение 3 ч. Груз кладут после пропарки на шаблон, прикрепляют к последнему один конец бруска при помощи струбцинки и, в зависимости от формы изгиба, прижимают его к шаблону также струбцинками через каждые 20—40 *см*. Потом бруску дают остыть в продолжение 20—40 часов, или же сушат его в течение 2—3 часов при помощи паяльного пламени.

Лит.: Exner W., Das Biegen d. Holzes, 4 Aufl., Lpz., 1922; Andès L. E., Die Holzbiegerei, 2 Aufl., Wien, 1923; Lippmann R., Die Holzbiegerei. Jena, 1923.

М. Дешевой, Е. Кротов.

ГОБЕЛЕНЫ, тканные ковры — картины ручной работы, получившие свое название по фамилии Гобеленов, владельцев красильной и ткацкой мастерской, из которой впоследствии возникла мануфактура гобеленов. Родиной гобеленового производства надо считать Фландрию, где в 13 в. начали возникать красильные и ткацкие ф-ки для производства гобеленов. Наибольшего развития производство гобеленов достигло в 17 и 18 веках с учреждением во Франции Королевской мануфактуры.

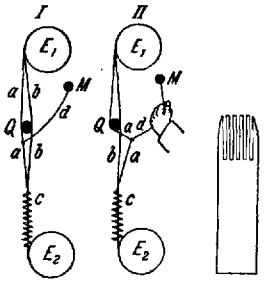
Исторически в технике производства Г. сложились две основные системы, к-рые различаются лишь направлением натяжения и движения основы: в первой основа имеет горизонтальное направление, во второй—вертикальное. Первая система называется низкоремизной, или голландской, по-французски basse-lisse, вторая—высокоремизной, немецкой, или haute-lisse. Наибольшее распространение в настоящее время имеет низкоремизная система как более простая, однако, лучшие Г., как, наприм., Г. Национальной мануфактуры в Париже, вырабатывают до сих пор высокоремизным способом. На фиг. 1 показан высокоремизный гобеленовый станок. Он состоит из двух солидных вертикальных стоек AA, к-рые снизу укреплены в поперечных брусках CD, а сверху при помощи перекладин BB прикреплены к стенам помещения. Существенными частями станка являются верхний и нижний навои E_1E_2. На первом помещается основа, на второй навивается готовая ткань. Нити основы, спускаясь с верхнего навоя, разделяются прутком (це́ною) Q на две части (четные и нечетные нити); нити одной части пробраны в глазки, а глазки прикреплены шнурами к пруту MM, который покоится на держалках NN. Нитка утка́ прокидывается при помощи шпули или катушки след. образом. Взявши в правую руку шпулю с нитью требуемого цвета, ткач просовывает левую руку между обеими группами нитей a и b (фиг. 2, I) и, отобравши требуемое рисунком число нитей группы b, отодвигает их от остальных нитей той же группы. В образовавшийся зев он продевает шпулю с уточною нитью. После этого он вынимает левую руку и опускает введенную нить до опушки c ткани, прижимая ее посредством гребня (фиг. 3). В обратном направлении нитка проводится при противоположном расположении основных нитей. Для этого ткач захватывает левой рукой известное число ремизных шнуров d, так что соответствен. нити (группы a) занимают положение, изображен. на фиг. 2, II, и можно протянуть уток в обратн. направлении.



Фиг. 1.

Гобеленовые станки бывают различной величины. Один рабочий может обслужить по ширине не более 1,25 *м* основы. При более широких заправках (встречаются заправки до 5—6 *м*) на одном станке работают несколько человек.

Г. работают по готовым картонам-рисункам, составляемым художниками. Однако, картоны не представляют собою подробных заправочн. рисунков, как это имеет место в жаккардовом ткачестве; картоны составляются так, что оставляют много места творчеству лица, работающего непосредственно на станке, в особенности в части подбора красок и оттенков. Выработка Г. не является простой ткацкой работой, но требует от рабочего большого мастерства и художественного вкуса. Национальная мануфактура в Париже имеет специальную школу, в к-рой подготовляют специалистов для всех процессов гобеленового производства: рисовальщиков, ткачей, красильщиков. Для Г. применяют самый простой из ткацких переплетений—миткалевый. Основным материалом для производства является шерсть, значительно реже—шелк и в особых случаях—мишура. Были попытки применять для основы хлопчатобумажную или льняную пряжу, но эти попытки положительных результатов не дали. Огромное значение в производстве Г. имеют краски, их приготовление и богатство подбора тонов. Количество различных тонов и оттенков красок, применяемых в гобеленовом производстве, исчисляется тысячами. До сих пор преимущественно применяют краски растительного происхождения.



Фиг. 2.

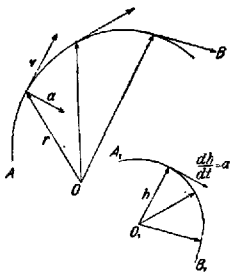
Фиг. 3.

На Г. обычно изображают целые картины, представляющие собою исторические сюжеты, пейзажи, портреты и пр. Темы рисунков Г. в значительной степени отражают характер эпохи. Так, Г. времен Людовика XIV, кроме исторических тем, часто изображают эпизоды из придворной и государственной жизни того времени, пейзажи с дворцами, портреты королей и государственных деятелей; на гобеленах наполеоновской империи, помимо различных эмблем новой власти, можно видеть изображение таких эпизодов, как «Наполеон, принимающий ключи г. Вены», «Вестники мира в Леобене» и др. Из мотивов последних десятилетий следует упомянуть о гобелене, исполненном по картине Рошегросса «Франция колонизирует Африку».

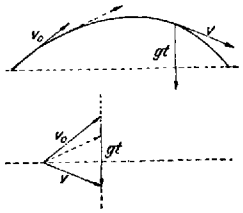
Производство Г. является очень кропотливой работой, требующей много времени и опытных рук, и стоит весьма дорого. Один рабочий в год может выткать не более нескольких $м^2$ Г. Стоимость гобеленов доходит до нескольких десятков тысяч рублей, а в некоторых случаях и до сотни тысяч и выше. См. *Ковровое производство.*

Лит.: Glafey H., Die Textilindustrie. Herstellung textiler Flächengebilde, Lpz., 1913; Häberle A., Die deutsche Teppichfabrikation, Stuttgart, 1919; Guiffrey J., Les manufactures nationales de tapisseries. Les Gobelins et Beauvais, Paris, 1906; Badin J., La manufacture de tapisseries de Beauvais, Paris, 1909; Lacordaire A., Notice historique sur les manufactures impériales de tapisseries des Gobelins, 4 éd., Paris, 1859; Turgan L., Monographie de la manufacture nationale des Gobelins, Paris, 1898; Fraunberger G., Die Wandteppichweberei, Nürnberg, 1920. **В. Линде.**

ГОДОГРАФ СКОРОСТИ. Пусть точка перемещается по некоторой траектории AB. В каждый момент времени вектор скорости $\boldsymbol{v}$ направлен по касательной к траектории в соответствующем положении точки, при чем $\boldsymbol{v} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt}$, где $\boldsymbol{r}$—радиус-вектор, определяющий положение точки на кривой по отношению к нек-рой системе отсчета с произвольным началом O (фиг. 1). Вектор ускорения $\boldsymbol{a}$ равен производной вектора $\boldsymbol{v}$ по времени t (см. *Движение*) $\boldsymbol{a} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt}$. Если от нек-рой произвольной точки O_1 откладывать векторы $\boldsymbol{h} = \boldsymbol{v}$, то, при перемещении точки по своей траектории, вектор $\boldsymbol{h}$ будет менять в общем как свою абсолютную величину, так и направление, имея одно и



Фиг. 1.



Фиг. 2.

то же начало O_1. Конец вектора $\boldsymbol{h}$ будет описывать кривую, называемую годографом скорости. Так как вектор $\boldsymbol{h}$ для кривой A_1B_1 играет ту же роль, что вектор $\boldsymbol{r}$ для кривой AB, то скорость конечной точки вектора $\boldsymbol{h}$, при ее перемещении по A_1B_1, равна $\frac{d\boldsymbol{h}}{dt} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = \boldsymbol{a}$. Таким обр., видно, что вектор ускорения точки, движущейся по нек-рой траектории, равняется в каждый момент соответствующему вектору скорости конца вектора, описывающего Г. с. Плоскость, касательная к Г. с. и проходящая через $\boldsymbol{h}$, будет, очевидно, параллельна плоскости, проходящей через $\boldsymbol{a}$ и $\boldsymbol{v}$, т. е. она будет параллельна соприкасающейся плоскости кривой AB. При прямолинейном равномерном движении ($\boldsymbol{v}$ = Const) Г. с. стягивается в одну точку. Если точка перемещается по кривой, имея одну и ту же линейную скорость (v = Const), то Г. с. представляет собою кривую, описанную на шаровой поверхности радиуса v. При плоском движении, Г. с.—плоская кривая. Для свободной материальной точки, брошенной под углом к горизонту с некоторой начальной скоростью $\boldsymbol{v}_0$, имеем: $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}_0 + \boldsymbol{g}t$, где $\boldsymbol{v}$—вектор скорости точки по истечении времени t, а $\boldsymbol{g}$ = Const—вектор ускорения силы тяжести. Так как $\boldsymbol{h}_0 = \boldsymbol{v}_0$ = Const, а вектор $\boldsymbol{g}t$ сохраняет постоянно вертикальное направление, то конец вектора $\boldsymbol{h} = \boldsymbol{v}$ постоянно лежит на вертикали, т. е. Г. с. для рассматриваемого случая представляет собою вертикальную прямую (фиг. 2). Если точка описывает конич. сечение с постоянною секториальною скоростью (см. *Движение*) относительно фокуса конич. сечения, то Г. с. представляет собою окружность. Г. с. впервые был рассмотрен Гамильтоном, а затем Мёбиусом.

Лит.: Суслов Г., Основы аналитическ. механики, т. 1, ч. I—Кинематика, Киев, 1911; Möbius A., Elemente d. Mechanik d. Himmels, Lpz., 1843; Hamilton W., Elements of Quaternions, London, 1846; Gerlach O., Zur Theorie d. Hodographen, Rostock, 1889; Alt H., Zur Theorie der Geschwindigkeits- und Beschleunigungspläne einer komplan bewegten Ebene, Dresden, 1914; Mehmke R., Zur graphischen Kinematik u. Dynamik, Jahrbuch der deutschen Mathematiker-Vereinigung, Halle a/S., p. 561, 1903; Hamel G., Elementare Mechanik, 2 Aufl., Lpz., 1922; Wittenbauer F., Graphische Dynamik, Berlin, 1923. **М. Серебренников.**

ГОЛОВНИКИ, лампы для освещения сцены сверху («головных» частей декораций), при киносъемке в ателье. Они укрепляются у потолка и вследствие затрудненного к ним доступа должны быть особенно надежны в работе. При дуговых источниках света Г. имеют в одном аггрегате одну, две и (реже) четыре саморегулирующиеся дуги, при ртутн. свете—от двух и более ртутных колб, наконец, при освещении полуваттными лампами—от одной и более ламп накаливания в одном аггрегате. Для лучшего использования света головники всегда снабжают металлическ. рефлекторами, направляющими свет в нужном направлении. К Г. относятся и небольшие прожекторы (с диам. зеркала около 250 *мм*), служащие для более яркого освещения и выделения головы кино-актера.

Сила света, создаваемая Г., зависит от рода питающего лампу тока (постоянный или переменный), от числа горящих дуг и в значительной степени от системы применяемой арматуры. Например, однодужный 25-амперный Г. при питании постоянным током дает около 8 000 свечей, в то время как тот же головник, работая на переменном токе, дает лишь 1 500 свечей. Тот же Г., питаемый постоянным током, при применении зеркального отражателя может вместо 8 000 дать 50 000 (и более) свечей. Расход энергии в Г. обычно составляет от 15 до 50 А при напряжении от 40 (переменный ток) до 60 (постоянный ток) вольт на дуге.

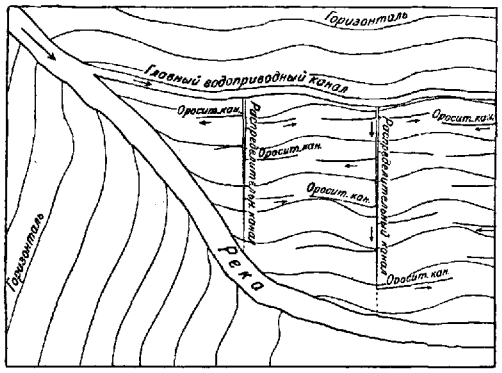
Лит.: Голдовский Е., Освещение киноателье, М., 1927; Schmidt H., Kino-Taschenbuch, f. Amateure u. Fachleute, Lpz., 1927. **Е. Голдовский.**

ГОЛОВНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, сооружения, устраиваемые для направления воды из рек самотеком в каналы. Устройство самотечного орошения из рек основано на трасировании канала с уклоном несколько меньшим, чем уклон реки. Канал постепенно отдаляется от реки, и между ним и рекой образуется пространство земли, могущее быть орошаемо из канала (фиг. 1). Если уклон реки по сравнению с уклоном канала достаточно велик, Г. с. по своей конструкции бывают просты, в противном случае они значительно сложнее. Г. с. ирригационных каналов могут быть разделены на две группы: 1) сооружения без подпора и 2) сооружения с подпором.

При сооружениях без подпора дно оросительного канала в головной его части намечается почти на одном уровне с дном реки. При таких условиях Г. с. состоит

обычно только из одного шлюза—регулятора, впускающего в канал требуемое количество воды и препятствующего каналу переполняться.

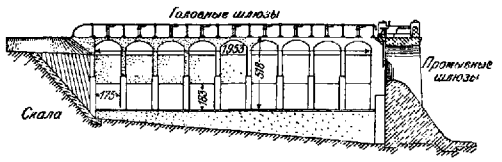
При Г. с. с подпором дно канала сразу несколько возвышается над дном реки, самые же сооружения состоят из: 1) плотины, дающей необходимый подпор в реке, 2) промывных шлюзов, спускающих по мере необходимости задержанные плотиной



Фиг. 1.

наносы, и 3) водовпускных шлюзов, регулирующих впуск воды в канал. При этом отметка порогов промывных шлюзов почти соответствует дну реки; несколько выше, сообразно расчету, располагаются пороги водовпускных шлюзов, и, наконец, еще выше — гребень плотины, образующей подпор. Примером такого рода сооружений может служить Г. с. оросительного канала Интерстет в С. Ш. А., орошающего водою р. Сев. Платты около 55 000 *га* земли (фиг. 2, размеры в *см*). Иногда плотины, устанавливающие подпор на реках, делают не глухими, а разборными, барражного или вальцового типов; в таких случаях промывных шлюзов не бывает.

Г. с. без подпора значительно проще и дешевле, чем Г. с. с подпором, но имеют по сравнению с ними следующие недостатки:



Фиг. 2.

1) затруднительность борьбы с наносами, входящими из реки в канал, 2) необходимость устройства значительно более длинной холостой части магистрального канала и 3) затруднительность устройства водосбросов и промывных приспособлений в головной части канала. Г. с. с подпором дают, кроме того, возможность получать некоторое количество гидравлической энергии (см. на вкл. листе изображение Г. с. канала Бойс в С. Америке с пристроенной к нему гидроэлектрическ. станцией на 12 000 HP). Г. с. без подпора устраиваются б. ч. при выводе из больших рек сравнительно небольших каналов, орошающих такие площади, при к-рых сооружение дорогих плотин не может окупиться. Наоборот, Г. с. с подпором устраиваются в тех случаях, когда оросительным каналом приходится брать бóльшую часть расхода воды реки.

Описанные выше Г. с. представляют собою сооружения инженерного типа, применяемые на технически правильных ирригационных системах. Особо д. б. отмечены Г. с., применяемые на мелких оросительных системах Ср. Азии и Закавказья. Эти Г. с. состоят большей частью из деревянных и фашинных дамб: «сипаи» (треноги), «ишаки» (козлы), «карабуры» (камышевые фашины, груженные камнем) и проч. Такие сооружения устраиваются самим населением, пользующимся оросительной водой, и потому стоимость их редко учитывается. Обыкновенно при каждом значительном паводке эти сооружения сносятся, и населению приходится возобновлять их заново. Т. о., дешевизна таких сооружений в значительной степени только кажущаяся. В настоящее время в Ср. Азии и в Закавказьи входит в практику особый водный налог, предназначенный для возведения и ремонта Г. с., которым постепенно придается более современный в техническом отношении вид.

Лит.: Арканов Б. С., Орошение, стр. 185—216, Москва—Ленинград, 1926; Скорняков Е. Е., Искусственное орошение в Азиатской России, Петроград, 1914. **Е. Скорняков.**

ГОЛОВНЯ, болезнь хлебных и кормовых растений, вызываемая головневыми грибами (Ustilaginae). Г. причиняет народному хозяйству СССР большие убытки. Так, по одному Терскому округу недобор хлебов за 1926 г. вследствие распространения головни исчисляют в 55—95 тысяч *т*. В С. Ш. А. считают, что хозяйство ежегодно теряет от Г.: 20 млн. бушелей пшеницы (1 бушель = 36,37 *л*), 50 млн. бушелей овса и 6 млн. бушелей ячменя. Заболевание Г. узнается легко: зерно, колосья, метелки, листья и стебли у пораженных растений превращаются в черную пыльную массу. Г. заражает растения или во время цветения или во время прорастания зерна. В зависимости от способа поражения растения головней выбирают способы борьбы с ней. С твердой Г. пшеницы и ячменя, с Г. ржи, овса, проса, сорго и могара борются: 1) химическ. протравливанием семян — погружением их в раствор формалина (0,125% концентрации) и выдерживанием под брезентом или веретищем в течение 2 ч. или 2) выдерживанием зерна в течение 10 м. в бордоской жидкости (концентрация: 1 *кг* медного купороса и 0,67 *кг* негашеной извести на 30 *л* воды). В последнее время распространяется сухое протравливание безводным медным купоросом (0,3—0,32 *кг* на 100 *кг* зерна) путем простого перемешивания их или выдерживанием зерна в течение 1—3 ч. в пространстве, насыщенном парами формальдегида, из расчета 0,8 *кг* 40%-ного формалина на 35 $м^3$ пространства. Последний метод является более удобным, т. к. протравливание может быть производимо задолго до посева без порчи зерна. Борьба с пыльной Г. пшеницы и ячменя (Ustilago segetum Bull.) производится выдержкой зерна перед посевом в чистой воде при $t°$ 30—35° в тече-

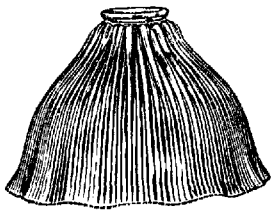
ние 4 ч. и после этого—в воде при 50—56° в течение 10 м., после чего зерно медленно охлаждают. В борьбе с Г. кукурузы (Ustilago maydis) кроме химического протравливания следует применять и плодосмен.

Лит.: Сигрианский А. М., Что такое головня и как с ней бороться, Москва, 1925; Heald F., Zundel G. a. Boyle L., The Dusting of Wheat and Oats from Smut, «Phytopathology», Lancaster, Pa, 1923; Lang W., Über d. Beeinflussung d. Wirtpflanze durch «Tilletia tritici, «Zeitschrift. für Pflanzenkrankheiten», Stuttgart, 1917, B. 27, p. 80. **М. Уткин.**

ГОЛОФАНЫ, прессованные прозрачные стекла, выпущенные под таким названием в начале текущего столетия и нашедшие применение в качестве отражающих, преломляющих или светорассеивающих деталей осветительных приборов. Главной особенностью Г. является то, что они строятся на основании точных теоретич. расчетов, по принципам геометрической оптики. Изобретатель, франц. физик Блондель разработал вопрос о том, как заранее определить форму и характер призматич. поверхности колпака, чтобы получить от него желательное светораспределение. Г. изготовляются путем прессования в специальных металлич. формах с точно обработанными поверхностями. Потери света в Г. невелики (ок. 8—10%); в этом отношении они уступают только зеркальным рефлекторам. Внешние очертания Г. могут быть сделаны в соответствии с архитектурными формами и характером отделки освещаемых помещений, без ухудшения светотехническ. свойств самих колпаков. К недостаткам Г. следует отнести следующее: 1) прозрачное стекло колпаков недостаточно уменьшает яркость светящегося тела, так что слепящее действие на глаз источников света с Г. лишь немного слабее действия так наз. «голых» источников; 2) пыль, оседая на призматич. поверхности рефлектора, попадает довольно глубоко в промежутки между призматическ. выступами, так что для удаления пыли приходится колпак снимать и мыть в воде. Сложность чистки Г. явилась главным препятствием к их широкому распространению. В последние годы появились Г., снабженные наружной алюминиевой покрышкой для уменьшения загрязнения стеклянных рефлекторов.

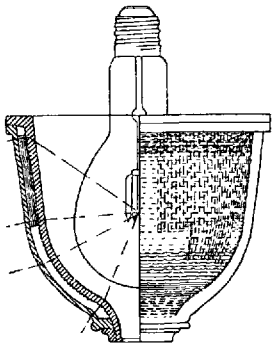
Г. делятся на следующие основные группы: 1) открытые колпаки, 2) рефракторы для симметричного и несимметричного светораспределения и 3) замкнутые осветительные приборы.

Открытые колпаки действуют б. ч. по принципу полного внутреннего отражения света; для осуществления такого отражения, на наружной поверхности открытых Г. выпрессованы такие призмы, чтобы весь падающий на них световой поток после полного внутреннего отражения поступал в освещаемое пространство (фиг. 1). Открытые Г. строятся трех типов: тип Е (экстенсивный), тип I (интенсивный) и тип F (фокусирующий). Колпаки типа Е дают максимальную силу света под углом 45—50° от надира и предназначаются для тех случаев практики, когда нужно осветить небольшое помещение при помощи одного прибора, подвешенного в центре его, или же для освещения продолговатых помещений при помощи одного ряда осветительных приборов; между высотой подвеса H и расстоянием приборов друг от друга L рекомендуется соотношение: $L \leqslant 2H$. Колпаки типа I дают максимальную силу света под углом в 25—35° от надира; применяются они для освещения больших и высоких помещений; при размещении приборов рекомендуется брать $L \leqslant 1{,}5H$. Колпаки типа F дают концентрирован. светораспределение с максимальной силой света под углом от 0 до 10° от надира; применяются они для освещения очень высоких помещений, а также в тех случаях, когда необходимо получить сильное освещение отдельных мест помещения, напр., операционного стола, витрины, прилавка и т. п.; между L и H рекомендуется соотношение: $L \leqslant H$.

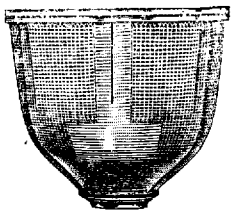


Фиг. 1.

Рефракторы для наружного освещения, называемые иногда диоптрическими стеклами, составляются обычно из двух частей, уложенных одна в другую (фиг. 2). Внешний колпак имеет гладкую наружную поверхность и призматическую внутреннюю, при чем призмы на ней идут вертикально; внутренний колпак имеет гладкую внутреннюю поверхность и призматическую наружную, при чем призмы на ней идут кольцевыми рядами. Назначение внутреннего рефлектора заключается в том, чтобы при его помощи лучи света, идущие внутри зоны под углом 0—50° от надира, преломились и направились внутри зоны под углом 50—80°; призмы этого колпака, отклоняя падающие лучи к своему основанию, именно так и перераспределяют световой поток. Для фонарей наружного освещения такие рефракторы являются весьма подходящими. Внешний колпак, не меняя светораспределения, созданного внутренним колпаком, лишь ослабляет яркость. Рефракторы несимметрич. светораспределения получили распространение главн. образом в приборах наружного освещения, помещаемых на пересечении улиц. На фиг. 3 представлен тип голофана, концентрирующий световой поток только в двух взаимно перпендикулярных направлениях; при таком рефракторе один осветительный прибор может удовлетворительно осветить каждую из пересекающихся улиц.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Замкнутые Г. получили распространение главным образом в декоративных осветительных арматурах.

Лит.: Сиротинский Л. И., Основы техники электрич. освещения, М.—Л., 1924; Зеленцов М. Е., Световая техника, Л., 1925; Ferguson O. J., Electric Lighting, N. Y., 1920. **Л. Белкинд.**

ГОЛУБАЯ МЕДЯНКА, франц. ярь-медянка, минеральная краска, по хим. составу основная уксуснокислая соль меди $Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot Cu(OH)_2 \cdot 5H_2O$. Лучшая Г. м.—французская, приготовляемая на юге Франции при брожении прессованных виноградных выжимок на медных листах, закладываемых в особые горшки. При изготовлении краски следят, чтобы $t°$ не превышала 25°, а для избежания значительной потери уксусной кислоты, образующейся при брожении, обеспечивают достаточный избыток воздуха. Процесс образования краски продолжается 4—5 дней. Окончание процесса узнается при помощи термометра в медной трубке, опускаемого в горшки: понижение темп-ры и обильное выделение зелени на трубке свидетельствуют об окончании процесса. Медные листы с коркой кристаллов краски вынимают и встряхивают, а неотставшие кристаллы отмачивают уксусной кислотой и счищают медным ножом. Краску прессуют в кожаных мешках и сушат.

В СССР Г. м. получают действием соды или поташа на медный купорос; полученный осадок обрабатывают уксусной кислотой. Средний состав такой краски: от 39 до 43% CuO, от 27 до 30% уксусного ангидрида и от 24 до 27% воды. Тон краски, в сравнении с французской, грязнее.

Г. м. в к-тах и щелочах растворима, от сероводорода чернеет; ядовита. Применяется как масляная краска, как в смеси со свинцовыми белилами, так и самостоятельно, и дает очень прочную окраску металлических частей. В продажу Г. м. поступает в виде плотных шаров, зереп или порошка. Фальсифицируется глиной, гипсом и шпатом.

Лит.: Михайлов С. Н., Производство минеральных и земляных красок, Петроград, 1915; Ullm. Enz., B. 5, p. 17. **С. Михайлов.**

ГОЛУБЕЦ, синяя минеральная краска, смесь гидрата окиси меди с углекислым кальцием. Краска получается из раствора медного купороса приливанием раствора хлористого кальция с примесью известкового молока. По выделении зеленого осадка—основной окиси меди—для полноты реакции добавляют раствор поташа с известковым молоком. В зависимости от содержания извести получают светлый или темный тон краски. В продажу Г. поступает в виде теста (синяя в тесте) или же в виде сухого порошка; сушку производят сухим воздухом, чтобы избежать образования окиси меди, придающей краске грязный тон. Г. имеет красивый тон, не изменяющийся при окраске с известью; в практике применяется для разбелов как клеевая краска.

ГОЛЬЕ, блессе, кожа, лишенная волоса и кератинового слоя, подготовляемая к дублению. Особенное значение имеет определение веса Г., служащее для дальнейших расчетов производства. При этом различают: собственно «гольевой» вес и белый, или зольный, вес; первый снимается после мягчения или обеззоливания, второй—после золки. Вес голья определяется после 12 час. висения кож на козлах; при изменении времени висения вводят поправку на время. Зольный вес определяется непосредственно после «мездрения», без промывки. Количество воды в Г. колеблется между 70 и 89%: чем мельче и рыхлее кожа, тем больше в ней воды. Вес Г. зависит также от времени года: летом он меньше, чем зимой. Белый вес в этом отношении устойчивее. Характерны отношения гольевого и зольного веса к весу сырья, служащие одним из моментов для определения качества сырья. Эти отношения для русского подошвенного мокро-соленого сырья могут быть больше и меньше единицы.

Лит.: Единый всесоюзный метод исследования в кожевенном производстве (В. Е. М.), стр. 49, М., 1925; Гольденберг А. М., «Вестник Всероссийского кожевенного синдиката», Москва, 1926, *8/9*, стр. 14; Вайсберг И. Е., Об отмочном весе, там же, 1925, *7/8*, стр. 64; Wagner A. u. Pässler J., Handbuch f. d. gesamte Gerberei u. Lederindustrie, Leipzig, 1924—25. **Г. Поварнин.**

ГОЛЬМИЙ, Но, химич. элемент из группы *редких земель* (см.), ат. в. 163,4, порядковый номер 67; Г. впервые извлечен из эвксенита; выделен путем фракционированной кристаллизации щавелевокислых солей редкоземельных металлов; средние фракции, содержащие Г., иттрий и эрбий фракционируются далее в виде солей нитробензолсульфоновой кислоты; затем для отделения от гадолиния и эрбия соли Г. кристаллизуются в виде нитратов из HNO_3 в присутствии $Bi(NO_3)_3$, после чего фракционированно осаждаются аммиаком. Физические свойства Г.—см. *Справочник физ., хим. и технолог. величин Т. Э.*, т. I.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, т. 2, М.—Л., 1928.

ГОМОГЕННЫЕ УГЛИ, см. *Угли искусственные.*

ГОМОДИННЫЙ ПРИЕМ, метод приема телеграфных и телефонных сигналов, передаваемых по радио или по проволоке (высокой частотой), в к-ром процесс детектирования принятых токов высокой частоты совершается помощью наложения колебаний токов от местного гетеродина с частотою, в точности совпадающей с несущей частотой сигнала. Г. п., впервые примененный в Америке, является частным случаем *гетеродинного приема* (см.) и называется также приемом при нулевом биении. Существуют два вида Г. п.: 1) Прием обычных радиотелефонных сигналов с несущей частотой. В этом случае частота гетеродина на приеме точно настраивается на несущую частоту. Подобный прием радиотелефонных сигналов чрезвычайно чувствителен, т. к. колебательный ток от местного гетеродина значительно повышает чувствительность работы детекторной лампы, приводя ее рабочую точку в такую область детекторной характеристики лампы, где то же самое входящее напряжение сигнала вызывает большое изменение анодного тока—большой детекторный эффект (оптимальное гетеродинирование). Однако, широкого практич. применения этот метод не нашел, так как для отсутствия искажения он требует: а) весьма точной настройки приемника, б) чрезвычайной устойчивости волны передатчика и приемника (примерно

порядка ±20 пер/ск.), что для радиовещательного диапазона представляет большие трудности. 2) Прием радиотелефонных сигналов с устраненной в передатчике несущей частотой, т. е. имеющих только боковые полосы частот, при чем гомодинный прием осуществляется для случаев: а) передачи обеих боковых полос частоты и б) передачи одной боковой полосы.

В первом случае для одной из составляющих радиотелефонного (или радиотелеграфного) сигнала в приемном контуре ток равен:

$$I = a\cos(\omega t - \varphi) + b\cos[(\omega + \Omega)t + \theta - \varphi_1] + c\cos[(\omega - \Omega)t - \theta - \varphi_2], \quad (1)$$

где $a\cos(\omega t - \varphi)$—слагаемое, учитывающее несущую частоту, полученную от местного гетеродина, φ, φ_1 и φ_2—сдвиги фазы, зависящие от условий передачи и местных причин, к-рые м. б. любыми, θ—фаза составляющей частоты сигнала. Составляющая частота, воспроизводимая из обеих боковых частот, имеющих вид

$$a\{b\cos[\Omega t + \theta - (\varphi_1 - \varphi)] + c\cos[\Omega t + \theta - (\varphi - \varphi_2)]\}, \quad (2)$$

при $a \gg b$ и $a \gg c$, характеризуется соотношением:

$$I = A\cos(\Omega t + \theta - \psi), \quad (3)$$

где

$$A = a\sqrt{b^2 + c^2 + 2bc\cos[(\varphi_1 - \varphi) - (\varphi - \varphi_2)]} \quad (4)$$

и

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{b\sin(\varphi_1 - \varphi) + c\sin(\varphi - \varphi_2)}{b\cos(\varphi_1 - \varphi) + c\cos(\varphi - \varphi_2)}. \quad (5)$$

Т. о. амплитуда и фаза воспроизводимой составляющей зависят от амплитуды и фазы местного гетеродина и боковых частот. В случае передачи одной боковой полосы, т. е. когда, напр., $c = 0$, $A = ab$ и $\psi = \varphi_1 - \varphi$; следовательно, амплитуда не зависит от фазы местн. гетеродина и боковой частоты. Качество телефонной передачи серьезно не ухудшается от изменения фаз различных составляющих



сигнала даже на несколько периодов; в телеграфной же передаче сохранение фаз чрезвычайно важно. Поэтому для радиотелефонии наибольшие преимущества в отношении искажений дает метод Г. п. при излучении одной полосы боковых частот.

Г. п., примененный на установках с одной боковой частотой, работающих для коммерческой радиотелефон. связи между Англией (Регби) и Америкой (Рокки-Пойнт), осуществлен (см. *Беспроволочная связь*) по следующей схеме, изображенной на фиг., где *1*—детектор повышенной частоты, *2*—гетеродин 90 000 пер/ск , *3*—фильтр, пропускающий 31 500—34 200 пер ск., *4*—усилитель повышенной частоты, *5*– детектор низкой частоты, *6*—гетеродин 34 500 пер ск. (генератор несущей частоты), *7*—усилитель низкой частоты. Здесь прием ведется на рамку; для избавления от остаточной амплитуды несущей частоты, излучаемой передатчиком и вызывающей постоянный дополнительный тон, применена схема супергетеродинного приема с понижением частоты и с фильтром, отсеивающим все, кроме принятой, полосы боковых частот. Приемные установки расположены: для приема Америки в Англии—в Купере, для приема Англии в Америке—в Гультоне. Прием радиостанций Регби и Рокки-Пойнт может осуществляться и на обычный регенеративный приемник, но с нек-рыми искажениями, заметными, впрочем, только при прослушивании приема на громкоговоритель. В радиотелеграфии Г. п. пока распространения не получил по причинам, указанным выше. В последнее время метод Г. п. и радиотелефония одной боковой полосой стали находить применение в области коротких волн для получения устойчивого радиотелефонирования без искажений.

Лит.: Куксенко П. Н., Новое в радиотелефонной модуляции, «Техника связи», Москва, 1924, т. 2, вып. 3—4, стр. 318; Hartley R. V. L. Relations of Cavier and Side-Bands in Radio Transmission, «Proceedings of the Institute of Radio Engineers», New York, 1923, vol. 11, 1, p. 57; Robinson E. H., Some Experiments with Side-Band Telephony on Short Waves, «Experimental Wireless», London, 1927, v. 4, 51, p. 715. **П. Куксенко.**

ГОМОЛОГИЯ, термин, обозначающий принцип классификации органич. соединений с одинаков. хим. функцией, но отличающихся друг от друга одной или нескольк. метиленовыми (CH_2) группами. Если в простейшем соединении ряда насыщенных жирных углеводородов—метане CH_4—один из атомов водорода заменить группой CH_3, то получится этан $CH_3 \cdot CH_3$; из последнего в результате той же замены может быть образован пропан $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_3$, из последнего—бутан $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$ и т. д. Метан, пропан, бутан и т. д. составляют гомологический ряд насыщенных жирных углеводородов, в котором каждый последующий член является гомологом предыдущих. Этим путем составляются и другие гомологич. ряды: алкоголей, альдегидов, кетонов, эфиров, кислот и т. д. Все соединения, входящие в один и тот же гомологический ряд, обладают схожими, изменяющимися постепенно с повышением мол. веса химическ. свойствами, получаются аналогичными способами и вступают с определенными реактивами в б. или м. однородные реакции. Часто первые члены гомологич. рядов обнаруживают нек-рые отклонения от свойств остальных членов этого же ряда; наприм.: легкая окисляемость и ненормально большая константа диссоциации кислот—муравьиной (ряд жирных одноосновных к-т) и щавелевой (ряд насыщенных двухосновных кислот). Подобные отклонения наблюдаются и в других гомологических рядах.

В виду того, что отдельные члены гомологич. рядов по своему составу отличаются друг от друга на постоянную величину, выражающуюся группой CH_2 или кратной ей, можно было бы ожидать вполне определенных закономерностей и в изменениях физическ. свойств. Действительно, подобные закономерности наблюдаются, хотя в полной мере правило аддитивности (см. *Аддитивные свойства*) наблюдается только в

отношении мол. веса. Мол. объемы от одного члена к другому возрастают, при чем это возрастание в гомологических рядах кислот, углеводородов, кетонов, альдегидов, сложных эфиров и алкоголей, в среднем, выражается величиной 22; например:

Жирные к-ты	Мол. объем
Муравьиная H·COOH	42
Уксусная CH_3·COOH	64
Пропионовая C_2H_5·COOH	86
Масляная C_3H_7·COOH	108

Теплота сгорания каждого следующего гомолога увеличивается на более или менее постоянную величину (154—158 Cal), к-рую, т. о., принимают за теплоту сгорания группы CH_2. Это постоянство послужило основанием для вычисления атомных теплот сгорания и теплот образования (энергии образования) связей между атомами углерода (связь C—C) и атомами углерода и водорода (связь C—H) в органич. соединениях (см. *Термохимия*). Мол. рефракция и мол. дисперсия в гомологич. рядах возрастают вполне равномерно. Каждая группа CH_2 вызывает увеличение мол. рефракции (для линии *D* натриевого пламени) на 4,6 единиц. Точка плавления в гомологич. рядах с возрастанием мол. в. постепенно изменяется, чаще всего в сторону повышения. Однако, возрастание $t°_{пл.}$ происходит далеко не равномерно, а в высших членах влияние гомологии почти совершенно исчезает. В общем различают два основных типа гомологических рядов: 1) ряды, в которых $t°_{пл.}$ повышается постепенно (хотя и неравномерно), 2) ряды, в которых $t°_{пл.}$ испытывает определенные периодич. колебания (альтернирующий эффект). К первому типу относятся алкоголи, кетоны и амиды жирных кислот. Примером второго типа могут служить диамины, двуосновные и особенно одноосновные к-ты. В последнем ряду члены с нечетным числом атомов углерода обладают более высокой $t°_{пл.}$, чем следующие за ними к-ты с четным числом атомов C:

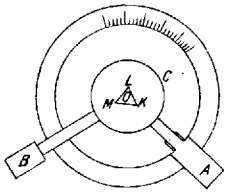
Жирные к-ты	$t°_{пл.}$	Разности для CH_2
Муравьиная H·COOH	+ 8,6	
Уксусная CH_3·COOH	+16,7	+ 8,1
Пропионовая C_2H_5·COOH	−22,0	−38,7
Масляная C_3H_7·COOH	− 7,9	+14,1
Валериановая C_4H_9·COOH	−58,5	−50,6
Капроновая C_5H_{11}·COOH	+ 8,0	+66,5
Гептиловая C_6H_{13}·COOH	−10,5	−18,5
Каприловая C_7H_{15}·COOH	+16,5	+27
Пеларгоновая C_8H_{17}·COOH	+12,5	−4
Каприновая C_9H_{19}·COOH	+31,4	+18,9

Таким образом при переходе от члена с четным числом углеродных атомов к следующему члену с нечетным числом углеродных атомов, $t°_{пл.}$ понижается, при обратном переходе (от нечетного к следующему четному), наоборот, повышается. В точках кипения гомологов альтернирующих изменений не наблюдается. Обычно $t°_{кип.}$ с возрастанием мол. веса повышается, при чем повышение при переходе от одного члена гомологическ. ряда к следующему составляет 19—30°, в зависимости от того или иного ряда. У высших членов разница $t°_{кип.}$ значительно меньше, чем у низших.

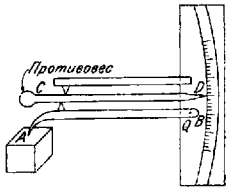
Лит.: Meyer V. u. Jakobson P., Lehrbuch d. organ. Chemie, B. I, p. 142, B., 1922; Smiles S., Chem. Konstitution und physik. Eigenschaften, aus d. Engl. übers., Dresden, 1914. **С. Медведев.**

ГОМОЦЕНТРИК, см. *Фотографический аппарат.*

ГОНИОМЕТР, прибор для измерения двугранных углов, гл. обр., кристаллов. 1) Г. отражательный — состоит из коллиматора *A*, зрительной трубы *B* и столика *C* для изучаемого кристалла (фиг. 1). Коллиматор неподвижен, а труба *B* и столик *C* могут вращаться независимо друг от друга ок. общей оси *O*. При помощи микрометрических винтов ребро измеряемого угла устанавливают так, чтобы оно совпадало с этой осью. Параллельный пучок лучей из коллиматора направляется на ребро кристалла и разделяется им надвое: часть лучей отражается от грани *KM*, а другая часть—от грани *KL*. Через трубу наблюдают отражение щели коллиматора сперва в грани *KM*, а потом в грани *KL*. Для этого вращают либо трубу либо столик *C* с изучаемым телом и производят отсчеты по лимбу. В первом случае разность отсчетов равна удвоенному измеряемому углу, во втором—дополнению



Фиг. 1.



Фиг. 2.

этого угла до 180°. Конструкции этого прибора весьма разнообразны: ось м. б. вертикальной или горизонтальной; иногда коллиматор отсутствует, и тогда наблюдают отражение в грани кристалла какого-нибудь отдаленного предмета. Отражательным Г. можно пользоваться для определения показателя преломления. Точность прибора зависит от точности делений его лимбов, верньеров и других деталей устройства и м. б. сделана очень большой. 2) Г. рычажный—служит для измерения двугранных углов, грани которых не представляют собою зеркальных поверхностей. Ось его горизонтальна. Как и в отражательном Г., одно из ребер кристалла приводят к совпадению с этой осью и вращают кристалл около нее. При этом сначала одна, затем другая грань измеряемого угла делается горизонтальною. Горизонтальное положение данной грани находят при помощи весьма легкой системы двух рычагов: *AB* и *CD* (фиг. 2). Изогнутый книзу конец *A* горизонтально расположенного рычага *AB* касается данной грани кристалла. Рычаг *AB* может вращаться в вертикальной плоскости около оси *Q*. Кроме того, его можно передвигать в горизонтальной плоскости вместе с осью *Q* и со всей системой рычагов, перемещая стойку так, что конец его *A* будет скользить по грани кристалла. Если при этом конец *A* рычага *AB* не перемещается в вертикальном направлении, то это служит признаком горизонтальности данной грани. Т. к. вертикальное перемещение конца *A* весьма незначительно, то его наблюдают не непосредственно, а по длинному плечу *D* рычага (указателя) *CD*, короткое плечо которого связано с кон-

цом A. Достигнув горизонтального положения грани, производят отсчет по вертикальному кругу. Разность таких отсчетов для двух граней дает величину двугранного угла между ними. 3) Г. с микроскопом. При пользовании этим Г. устанавливают сначала одну, а потом и другую грань измеряемого двугранного угла кристалла в плоскости, перпендикулярной оптическ. оси микроскопа. Для этого кристалл вращают около ребра измеряемого угла. Угол поворота кристалла, даваемый непосредственно отсчетами, равен искомому двугранному углу. Микроскоп можно передвигать отдельно от кристалла в плоскости, перпендикулярной его оптической оси. Если при этом данная грань остается все время ясно видимой, то это и служит признаком того, что данная грань также перпендикулярна этой оси. 4) Г. прикладной—состоит из круга с делениями и двух линеек. Линейки могут вращаться независимо друг от друга в плоскости, параллельной плоскости круга, около оси, проходящей через его центр. Грани измеряемого угла приводят в соприкосновение с краями линеек и по их концам делают отсчеты.

Для измерения плоских углов, образуемых ребрами кристалла, служит микрогониометр. Данную грань кристалла наблюдают в микроскоп и приводят к совпадению с окулярной нитью микроскопа сначала одно ребро его, а потом другое.

Лит.: Грот П., Физическая кристаллография. СПБ, 1897. **М. Левицкая.**

Гониометр в радиотехнике, устройство, состоящее из двух равных взаимно перпендикулярных, симметрично расположенных относительно общей вертикальной оси неподвижных катушек, называемых гониометрическими, внутри к-рых на оси, совпадающей с общей осью симметрии гониометрических катушек, вращается третья катушка, называемая искательной. К гониометрическим катушкам присоединяются две совершенно одинаковые взаимно перпендикулярные антенны замкнутого или открытого вида, направляющее действие которых выражается законом $\cos\alpha$. К искательной катушке приключаются, в зависимости от назначения, или цепь радиопередатчика для возбуждения через посредство ее антенн или цепи приемника, при чем в этом последнем случае в искательной катушке происходит складывание эффектов приема обеих антенн. В современной радиотехнике идея гониометра используется для целей направленной радиопередачи и направленного радиоприема. В технике радиопередачи Г. нашел применение в радиомаяках В радиоприеме гониометр употребляется: 1) в пеленгаторах, гл. обр. разработанных Комп. Маркони, и 2) в коммерческих приемных центрах многократного приема—для целей направленного радиоприема.

Теория действия Г. при приеме. Если передающая радиостанция находится в направлении, составляющем азимутальный угол α (фиг. 1) с плоскостью антенны AB (обычно в виде замкнутого контура; центр катушек O считается за начало координат), то эдс, возбуждаемая электромагнитным полем волны в антенне AB,

$$E' = E \cdot \sin \omega t \cdot \cos \alpha$$

и в антенне CD

$$E'' = E \cdot \sin \omega t \cdot \sin \alpha,$$

где E—максимальная амплитуда эдс, к-рая индуктировалась бы в любой из антенн, если бы направление на передающую станцию совпадало с плоскостью этой антенны. Эти эдс, в свою очередь, индуктируют в искательной катушке, находящейся относительно антенны AB под углом β, эдс, относительное значение которых

$$E_2' = E' \cos \omega t \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

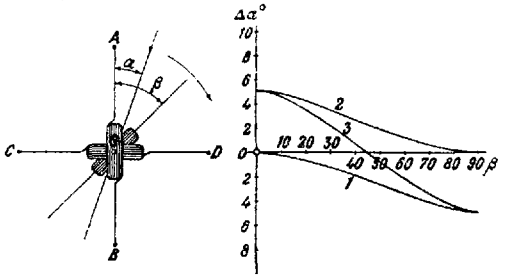
и

$$E_2'' = E'' \cos \omega t \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta.$$

Полная эдс в катушке равна

$$E_2 = E_2' + E_2'' = E \cos \omega t \cdot \cos (\alpha - \beta).$$

Максимум E_2 будет при $\alpha = \beta$, т. е. когда плоскость искательной катушки совпадает с направлением на передающую станцию;



Фиг. 1.

Фиг. 2.

минимум E_2 будет при $\beta = \alpha \pm 90°$. Таким образом, Г. при двух неподвижных антеннах дает такую же 8-образную направленную характеристику, как вращающаяся *рамка* (см.). Гониометр работает согласно приведенной теории только в том случае, если соблюдены следующие идеальные условия.

1) Токи в обеих антеннах должны точно совпадать по фазе. Если токи не в фазе, то возбуждаемые ими магнитные поля в гониометрических катушках будут:

$H_1 = E' \sin \omega t = x$ и $H_2 = E'' \sin (\omega t + \varphi) = y$,

где φ — угол сдвига фазы токов. Поле H_2 можно разложить на два составляющих поля:

$H_2 = E'' \cos \varphi \cdot \sin \omega t + E'' \sin \varphi \cdot \cos \omega t = H_3 + H_4$.

Поля H_4 и H_1 создают эллиптическое вращающееся поле с осями E' и $E'' \sin \varphi$; уравнение поля $\left(\frac{x}{E'}\right)^2 + \left(\frac{y}{E'' \sin \varphi}\right)^2 = 1$. Поле $H_3 = y = E'' \cos \varphi \cdot \sin \omega t$ — нормальное переменное поле, обусловливающее правильную работу гониометра согласно приведенной выше теории; вращающееся же поле приводит к искажению минимумов, а также к нарушению их резкости.

2) Обмотки гониометрич. катушек должны иметь точно одинаковое число витков, одинаковые размеры, равные сопротивления и д. б. строго симметрично расположены относительно искательной катушки. Если одна из катушек сдвинута на некоторый $\angle\ \psi$ относительно своего правильн. положения, то $\angle\ \beta$ для минимума определится из ур-ия:

$$tg\,\beta = -\frac{1}{\cos\psi} \cdot \operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \psi.$$

На фиг. 2 кривая *1* изображает сдвиг минимума при $\psi = 5°$. Минимум может терять

при этом свою резкость из-за появления вращающейся слагаемой поля в полости катушки.

3) Антенны Г. должны быть: а) одинаковых размеров и иметь одинаковые сопротивления высокой частоте, б) симметрично расположены относительно общей оси (мачты, к к-рой они подвешены).

а) Если антенны по размерам не равны, то в этом случае

$$E' = E_1 \sin \omega t \cdot \cos \alpha \text{ и } E'' = E_2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha$$

и при минимуме

$$\operatorname{tg} \beta = -\frac{E_1}{E_2} \operatorname{ctg} \alpha.$$

В табл. 1 показаны отклонения $\Delta\alpha$ при различных $\frac{E_1}{E_2}$:

Табл. 1.—Отклонения $\Delta\alpha$ при различных $\frac{E_1}{E_2}$.

Величина угла α	$\frac{E_1}{E_2} = 0{,}95$	$\frac{E_1}{E_2} = 1{,}05$	$\frac{E_1}{E_2} = 1{,}1$
0°	0°	0°	0°
15°	+0°45′	−0°41′	−1°19′
30°	+1°17′	−1°12′	−2°18′
45°	+1°28′	−1°24′	−2°44′
60°	+1°15′	−1°13′	−2°25′
75°	+0°43′	−0°43′	−1°25′
90°	0°	0°	0°

Если одна из антенн сдвинута на некоторый угол относительно своего правильного положения, то

$$\operatorname{tg} \beta = -\frac{1}{\cos \xi} \cdot \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{1 + \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \xi}.$$

На фиг. 2 кривая *2* изображает отклонение минимума в $\Delta\alpha$ при $\xi = 5°$. Если сдвинута одна из катушек и одна из антенн, то искажения минимумов будут еще больше; в этом случае

$$\operatorname{tg} \beta = -\frac{1}{\cos \psi \cdot \cos \xi} \cdot \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{1 + \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \xi} - \operatorname{tg} \psi.$$

Кривая *3* на фиг. 2 изображает отклонение минимумов при $\psi = 5°$ и $\xi = 5°$.

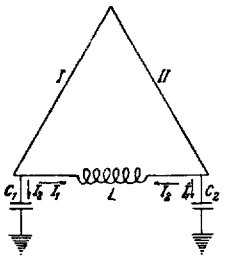
б) Электрич. несимметрия антенн, помимо чисто механическ. причин (несимметричной конфигурации антенн, различной высоты над землей при провесах и др.), к-рых в большинстве случаев практики можно избежать, обусловливается также и вводами, обычно длиною в несколько *м*, которые создают неизбежную электростатич. несимметрию всей системы. При неравенстве емкостей C_1 и C_2 (фиг. 3) токи в гониометрической катушке L от половины *I* и *II* антенны относительно земли (антенный эффект замкнутых антенн) оказываются в минимуме приема неравными по величине, разность их $I_1 - I_2$ примерно пропорциональна $\omega (C_1 - C_2)$; токи сдвинуты по фазе, так как для тока I_1

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C_2}}{R}$$

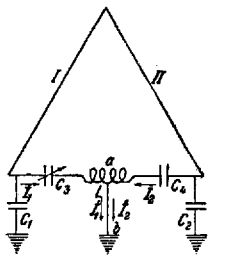
и для тока I_2

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C_1}}{R}.$$

Следовательно, схема фиг. 3 при невозможности компенсации антенного эффекта не может обеспечить резкого минимума и для правильной работы Г. непригодна. Последствия неравенства емкостей C_1 и C_2 в значительной мере м. б. ослаблены если центр катушки L заземлить (фиг. 4). В этом случае токи I_1 и I_2 не ответвляются соответственно на емкости C_1 и C_2, а следовательно, в каждой половине катушки токи равны по фазе и приблиз. величине ($I_1 - I_2 = 0$). Незначительные неточности в намотке катушек, а также неравенство емкостей C_1 и C_2 м. б. затем скомпенсированы соответствующим подбором конденсаторов C_3 и C_4. Если в заземляющий провод *ab* (фиг. 4) для каких-либо



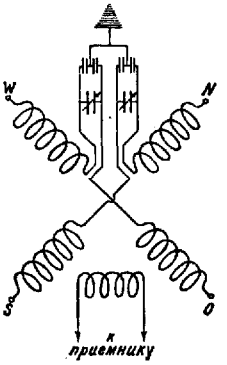
Фиг. 3.



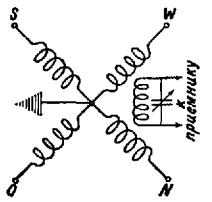
Фиг. 4.

целей (напр., использование антенного эффекта замкнутой антенны) будет включена катушка самоиндукции, то симметрия системы снова нарушится, т. к. токи I_1 и I_2 начнут ответвляться соответственно на емкости C_2 и C_1, с последующим расхождением по величине и сдвигом фаз. Т. о., для получения резкого минимума в Г. средние точки гониометрических катушек должны быть обязательно заземлены.

Схемы включения Г. Для целей радиоприема антенны Г. или настраивают или имеют ненастроенными—апериодическими. В первом случае связь между катушками гониометрическими и искательной



Фиг. 5.

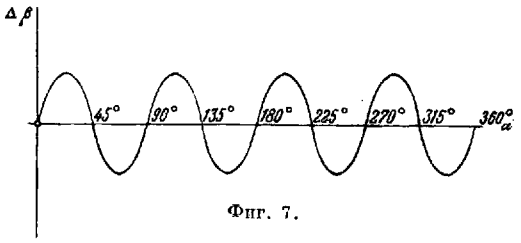


Фиг. 6.

берут слабой (коэффициент связи—порядка 3—5%), а наиболее рациональная схема всего устройства для реализации приведенных выше условий получает вид, показанный на фиг. 5.

Схема Г. с ненастроенными антеннами имеет вид, показанный на фиг. 6. Схема эта предложена Маркони и широко используется современной техникой радиоприема. Коэфф. связи между искательной и гониометрич. катушками в этом случае доводят до 50—80%. Наилучший по силе прием полу-

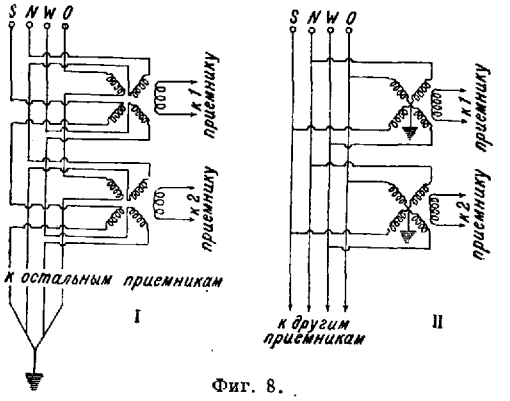
чается при условии $M_{opt} = L_1\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$, где L_1—суммарная самоиндукция гониометрич. катушки и антенны (обычно L_g катушки берут равной L_a антенны), R_1—сопротивление антенной цепи, R_2—сопротивление искательной катушки, M_{opt} — наивыгоднейшая взаимоиндукция; при M_{opt} напряжение на зажимах искательной катушки $E_{2_{max}} = \frac{E \cdot L_2 \cdot \omega}{2\sqrt{R_1 \cdot R_2}}$, где E—эдс, возбуждаемая в антенне сигналами, а L_2—самоиндукция искательной катушки. Так как поле внутри гониометрич. катушек не равномерно, а именно, как во всяком соленоиде, сгущается ближе к намотке и ослабляется к центру, то результирующее поле будет несколько отклоняться от своего правильного направления и эта ошибка Г. имеет октанальный характер, как показано на фиг. 7. При слабых связях она незначительна—меньше 1°, при сильных



Фиг. 7.

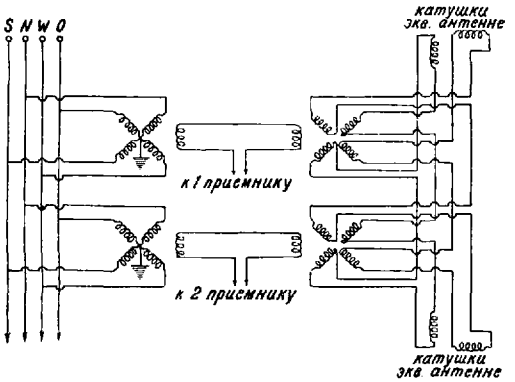
связях в апериодическом Г. может достигать 4°. Для устранения ее, главн. образом, в пеленгаторах, где точность показания искательной катушки играет большую роль, намотка последней делается из двух секций, сдвинутых одна по отношению к другой приблизительно на 45°.

Гониометр с апериодическими антеннами нашел широкое применение для многократного приема в коммерческих приемных узлах Англии, Германии и Франции. По сравнению с другими видами направленных антенн Г. имеет следующие преимущества:



Фиг. 8.

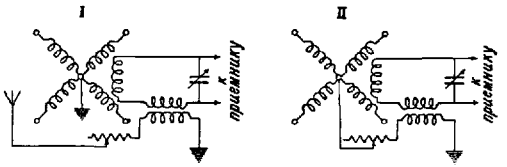
1) при одном антенном устройстве возможен одновременный многократный направленный прием со всех желаемых направлений почти на любое число приемников на разных волнах; 2) характеристика направленного действия может быть легко проверена поворотом искательной катушки; это свойство гониометра позволяет, в случае необходимости, очень точно установить минимум приема от мешающей станции, несколько смещая катушку относительно максимума на принимаемую станцию (корреспондента),



Фиг. 9.

благодаря этому за счет небольшого ослабления силы приема от корреспондента самый прием получается без помех; 3) Г. обеспечивает хорошие условия для получения однонаправленного приема на любом приемнике в системе многократного приема.

Многократный прием м. б. получен путем включения гониометрич. катушек последовательно (фиг. 8, *I*) или параллельно (фиг. 8, *II*). Опыт показывает, что параллельное включение катушек более рационально, чем последовательное, по той причине, что при параллельном включении

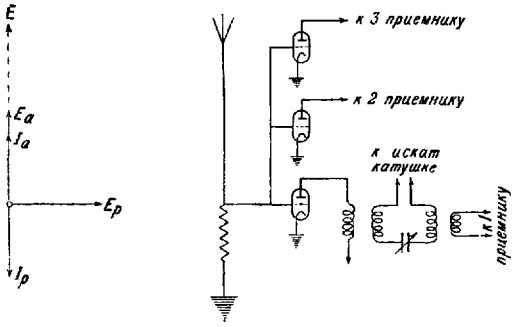


Фиг. 10.

возможность заземления центров всех гониометрических катушек обеспечивает сохранение резких минимумов в направленной характеристике каждого Г. (см. выше). Выбор коэфф. связи между гониометрическими и искательной катушками при многократном приеме определяется следующими условиями: 1) если прием ведется на фиксированных различных волнах, то связь берется сильной, порядка 40%; 2) если прием берется на близких волнах, при чем в процессе эксплоатации настройка приемников изменяется, связь берется слабой, порядка 5%. Устранение влияния одного приемника на другой путем ослабления связи приводит к уменьшению напряжения от принимаемой станции на зажимах искательной катушки обычно в 3—4 раза. Для получения приема на близких волнах в оптимальных условиях гониометрич. катушки для случая параллельного включения связываются со специальным отвязывающим контуром по схеме, приведенной на фиг. 9.

Однонаправленный прием при Г. осуществляется по схеме фиг. 10 путем комбинирования приема от замкнутой и

открытой антенн; получающаяся в результате характеристика имеет ур-ие в полярных координатах $e=E(\cos\alpha+1)$, т. е. ур-ие кардиоиды. В качестве открытой антенны часто применяется или вертикальный луч, подвешенный к той же мачте, на которой подвешены замкнутые антенны (фиг. 10,I), или же сами замкнутые относительно земли антенны (фиг. 10,II), для чего в провод,



Фиг. 11.

Фиг. 12.

заземляющий середины гониометрических катушек, включается катушка для связи с промежуточным контуром. Вызываемое этой катушкой искажение минимумов замкнутых антенн роли не играет, т. к. минимум однонаправленной характеристики получается в максимуме двусторонней характеристики (по закону $\cos\alpha$). На фиг. 11 изображена векторная диаграмма получения кардиоидной характеристики при Г.: вектор $\boldsymbol{E}$ (пунктир)—напряжение поля волны, $\boldsymbol{E}_a$ и $\boldsymbol{I}_a$—эдс и ток в открытой антенне, $\boldsymbol{E}_p$ и $\boldsymbol{I}_p$—напряжение и ток в замкнутой антенне. Эта диаграмма получается при условии, что 1) открытая антенна безусловно апериодична $R_a \gg \omega L_a - \frac{1}{\omega C_a}$, 2) замкнутые антенны имеют $R_p \ll \omega L_p$, 3) настроенный контур приемника не влияет на антенные цепи. Реализовать эти условия практически очень трудно; потому фазовые соотношения, указанные в диаграмме на фиг. 11, практически несколько искажаются. В результате минимум однонаправлен. характеристики теряет резкость. Если замкнутые антенны дают в контуре приемника эдс $E\cdot\cos\alpha\cdot\sin\omega t$, а открытая антенна дает $E\cdot\sin(\omega t+\varphi)$, то результирующая характеристика получает следующий вид:

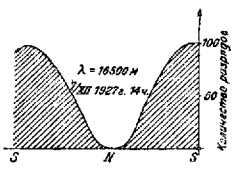
$$e=E\sqrt{\cos\alpha(\cos\alpha+2\cos\varphi)+1}.$$

Для получения резкого минимума открытую антенну связывают с контуром приемника помощью промежуточного фазирующего контура. При изменении настройки в контуре фазовый угол изменяется согласно ур-ию

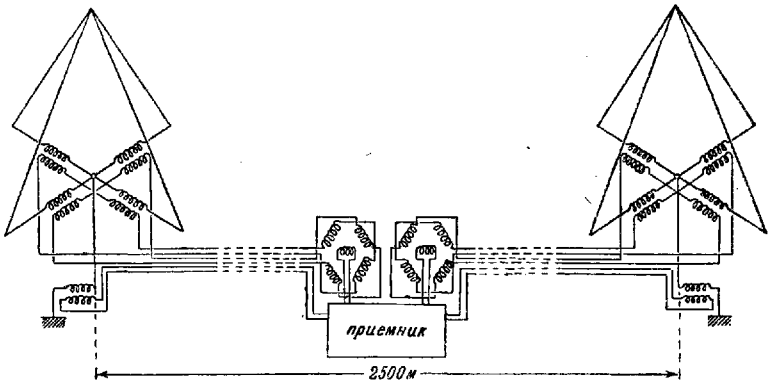
$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{2\pi}{\delta}\cdot\frac{\lambda_0-\lambda_1}{\lambda_0},$$

где λ_0—резонансная волна, λ_1—волна расстройки и δ—декремент контура. Т. о., меняя настройку фазирующего контура, можно подобрать такую фазу тока в нем, что φ в приведенном выше уравнении станет равным 0. При многократном приеме одна и та же открытая антенна используется для получения однонаправленного приема во всех приемниках. Открытая антенна в этом случае связывается с настроенным фазирующим контуром каждого приемника через лампу по схеме фиг. 12. Также находит применение и связь без посредства лампы.

Кроме фазовых соотношений, для получения правильной однонаправленной характеристики необходимо, чтобы эдс, получаемая в контуре приемника от замкнутой антенны, была равна эдс, получаемой от открытой антенны. Обычно, при той же самой геометрической высоте подвеса замкнутой антенны, как и у открытой, действующая высота открытой антенны больше. Отношение действующих высот открытой и замкнутой антенн $\frac{h_n}{h_p}=\frac{\lambda}{2\pi Hn}$, где H—высота подвеса антенн, а n—число витков замкнутой антенны (замкнутая антенна предполагается треугольной). Поэтому связь с открытой антенной берут слабой; кроме того нек-рая потеря в слышимости от открытой антенны получается на фазирующем контуре. В установках многократного приема антенны обычно подвешивают к мачтам высотой в 40—70 *м*. Для приема волн порядка только 1 000—5 000 *м* рационально применять мачты более низкие, порядка 20—30 *м*. Замкнутой антенне обычно придают конфигурацию равносторон. или равнобедренного



Фиг. 13.

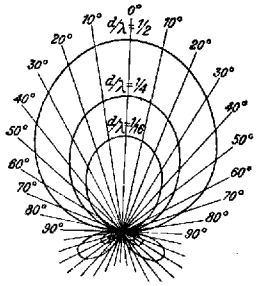


Фиг. 14.

треугольника. Самоиндукция таких антенн—порядка 800 000 *см*.

Характеристика направленности современных Г. Направленный прием в современных приемных станциях является основным средством для борьбы с *атмосферными помехами* (см.); атмосферные разряды часто принимаются по преимуществу с одного направления. В качестве примера на фиг. 13 показана зави-

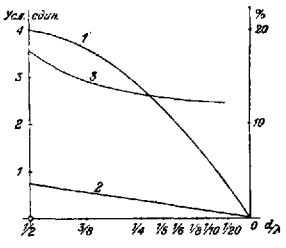
симость между направлением и количеством атмосферных разрядов при одностороннем приеме на гониометре на волне порядка 15 000 *м* близ Москвы. Для получения наибольшего эффекта в смысле освобождения от действия атмосферных разрядов на прием, в современных приемных эксплоатационных установках стараются возможно более резко развить направленное действие антенных устройств. Для увеличения направленности в настоящее время пользуются комбинацией двух гониометрических устройств, расставлен. на нек-ром расстоянии друг от друга (фиг. 14). При помещении приемника в середине на линии, соединяющей два гониометра, и при приеме с направлений, являющихся продолжением этой линии, кривая направленности выражается ур-ием:



Фиг. 15.

$$e = 2E(1 + \cos\alpha)\cdot\sin\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cdot\cos\alpha\right),$$

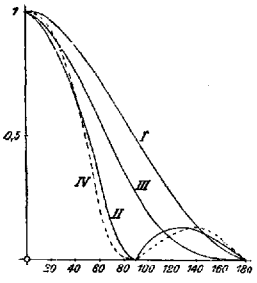
где d—расстояние между гониометрами. На фиг. 15 показана характеристика направленности этого устройства при различных $\frac{d}{\lambda}$. На фиг. 16 кривая *1* показывает изменение величины максимумов (верхняя часть кривых на фиг. 15) приема при изменении $\frac{d}{\lambda}$, кривая *2*—то же для обратных побочных максимумов (нижняя часть кривых фиг. 15) и кривая *3*—то же для отношений побочных максимумов к приемным максимумам. При применении дополнительного искусственного фазирования Г. могут быть расположены в любых расстояниях от места расположения приемников. В этом случае кривая направленности выражается ур-ием:



Фиг. 16.

$$e = 2E(1 + \cos\alpha)\cdot\sin\left[\frac{\pi d}{\lambda}(1 + \cos\alpha)\right].$$

На фиг. 17 кривая *III* показывает в декартовых координатах характеристику двух Г. при искусствен. фазировании; для сравнения на этой же фиг. показаны в приведенных масштабах характеристика кардиоиды (кривая *I*) и характеристика двух Г. без искусственного фазирования (кривая *II*); пунктирная кривая *IV* показывает характеристику *волновой антенны* (см.), принятой в Америке для тех же целей. Хотя кривая ее направленности имеет такую же резкость, как и у двух Г., но возможности, даваемые ею, невелики: она позволяет иметь прием с одного направления нескольких корреспондентов в очень узком диапазоне волн. Критерием направленности антенн служат площади их характеристик с приведенными к одной величине приемными максимумами. В табл. 2 даны сравнительн. величины площадей рассмотренных выше антенных устройств по сравнению с открытой антенной и рамкой, площади которых принимаются за единицу.



Фиг. 17.

Табл. 2.—Сравнительная характеристика направленности различных антенн.

Виды антенн	По сравнению с открытой антенной	По сравнению с замкнутой антенной
Рамка или гониометр при двустороннем приеме (простая замкнутая антенна)	0,5	1,0
Гониометр с односторонним приемом	0,375	0,75
Два гониометра при $d/\lambda = 1/8$	0,235	0,47
Два гониометра с искусственным фазированием	0,28	0,56
Четыре гониометра	0,15	0,3
Волновая антенна при длине, равной λ	0,215	0,43

Устройство, состоящее из двух Г., в настоящее время находит применение в приемных центрах в Гельтове (Германия) и в Тоуин (Англия), а также в других приемных центрах, установленных Компанией Маркони и об-вом Телефункен, владеющим патентами Компании Маркони.

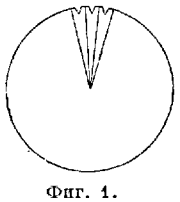
В заграничной литературе, гл. обр. французской, Г. часто называют также вообще все устройства, предназначенные для пеленгования по радио. У нас такое использование этого термина не принято.

Лит.: Баженов В. И., Направляемый радиоприем, «Радиотехник», Н.-Новгород, 1921, *13—14*; Keen R., Direction a. Position Finding by Wireless, «Wireless Press», L., 1927; Green E., The Polar Curves of Reception for Space Aerial Systems, «Experimental Wireless», L., 1925, v. *2*, *25*; Esau A., Rahmen u. Goniometerteilungen, «Jahrbuch d. drahtlosen Telegraphie», B., 1927, B. 29; Esau A., Richtcharakteristiken von Antennenkombinationen, ibidem, 1926, B. 27.

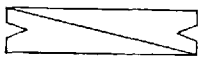
П. Кунсенко.

ГОНОК, необходимая и ответственная принадлежность погонялки, служащая для передачи действия ткацкому челноку. Г. изготовляются из доброкачественной свиной или буйволовой кожи специальной выделки. См. *Ткацкое производство*.

ГОНТ, тонкие дощечки, идущие для покрытия крыш. Дощечки имеют клинообразное сечение, при чем в толстой (до $1\frac{1}{2}$ *см*) кромке сделан шпунт, в к-рый при покрытии крыши входит острый край соседней гонтины; длина Г. около 50 *см*, ширина около 12 *см*. Г. готовится или ручной—путем раскалывания по радиусу отрезков бревна (фиг. 1)—или машинный. Напиленные машинной пилой дощечки, обычно заготовляемые из горбылей и браковых досок или из браковых кряжей


Фиг. 1.

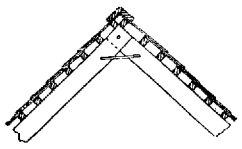
пускают в гонтовый станок, где сначала выбираются два шпунта с кромок, а потом дощечки распиливают по диагонали каждая на две гонтины (фиг. 2). Ручной Г. лучше, так как благодаря радиальной заготовке почти не коробится. Один рабочий заготовляет вручную около 500 штук Г. в день, с средним выходом из 10 складочных кубометров кряжей 4 500 гонтин. Гонтовый станок обслуживается одним рабочим, требует до 3 HP и дает в смену ок. 3 000 гонтин. Лучший Г. готовится из ели, но вполне пригодны также сосна и осина. Для обеспечения рентабельности заготовки толщина здоровых кряжей д. б. немного больше двойной ширины. Раскалывать на Г. более толстые кряжи невыгодно из-за увеличения % отхода. При фаутных же стволах с сердцевинной гнилью большая толщина отрубка значения не имеет, важно только, чтобы ширина здоровой краевой части кряжа была не меньше ширины гонта. Учитывается Г. к о п а м и (60 штук) или тысячами. Наибольшим спросом Г. пользуется в Белоруссии, на Волыни и в немецких селениях степной части УССР. Гонтовая крыша кроется с напуском дощечек обычно в три слоя, сохраняется очень долго, не пропускает воды и отличается легкостью.



Фиг. 2.

Лит.: А р н о л ь д Ф. К., Русский лес, т. 2, СПБ, 1899; Р о ш е ф о р Н., Иллюстриров. урочное положение, М., 1927; Ф а д е е в Н., Строительное искусство, ч. I—Материалы и работы, М.—П., 1923; П е с о ц к и й Н., Лесоцильное дело, книга 7, Л., 1924; А б у т к о в Б. В., Об эксплоатации осины в Лисинском лесничестве, сборник «Природа и хозяйство учебно-опытных лесничеств Ленинградского лесного института», М., 1928. **В. Петровский.**

ГОНТОВАЯ КРОВЛЯ, кровля, состоящая из гонта—шпунтового (с пазом и гребнем) или шведского (без паза). В последнем случае каждая гонтина в ряду перекрывает предыдущую на половину ее ширины. Г. к. кроются шведским гонтом по обрешетке из 50—65-*мм* брусков, набитых на расстоянии 13—18 *см* один от другого. Каждый ряд гонта перекрывает предыдущий на $^1/_3$—$^3/_4$ его ширины (длины гонта); т. о. получается 3—4 слоя. Каждая дощечка гонта прибивается к решетине в верхнем своем конце гонтовым гвоздем или же ряды гонтин для большей прочности прикрепляются к крыше рейками. Обыкновенно в разжелобки под них подкладывается лоток из кровельного железа или же здесь ряды гонтин сдваиваются. Конек и ребра покрываются двумя 25-*мм* досками в перекрой швов (см. фиг.). Перед употреблением в дело гонт следует слегка смочить водой. При надлежащей окраске (через каждые 4—5 лет) гонтовая кровля из шпунтового гонта может продержаться до 40 лет; из шведского, прибитая гвоздями,—20 лет, настланная по рейкам—35 лет. См. *Крыша.*



Лит.: С т а ц е н к о В., Части здания, ч. II, Петроград, 1923. **И. Запорожец.**

ГОНЧАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, изготовление разного рода изделий из глины с последующим обжигом их для получения плотного черепка. Сюда относятся: производство гончарной посуды, гончарных (не глазурованных) дренажных труб, черепицы, а также обыкновенных печных изразцов.

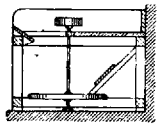
Г о н ч а р н а я п о с у д а. Глина для гончарной посуды должна обладать высокой пластичностью и одновременно умеренной усадкой при обжиге. Предпочтительно употребляются красные глины, содержащие примесь мелкозернистого кварцевого песка, благодаря присутствию к-рого они, сохраняя достаточную пластичность, дают в обжиге плотный черепок. В виду того, что глины необходимого для Г. п. состава встречаются сравнительно редко, приходится б. ч. составлять смеси различных глин (иногда с добавкою песка), которые путем тщательного перемешивания приводятся в однородное состояние. Крупнозернистые песчаные примеси для гладкостенных гончарных изделий вредны, так как делают поверхность изделий неровной и шероховатой; такие примеси удаляют отмучиванием. Углеизвестковые примеси (до 10%) в мелкозернистом состоянии и при условии равномерного распределения их в глине увеличивают прочность черепка. На небольших предприятиях, при кустарном производстве, разрыхление свежедобытой глины, для облегчения ее дальнейшей обработки, часто достигается ее выдерживанием и промораживанием на открытом воздухе в кучах. В более крупных заводских предприятиях измельчение и перемешивание природных глин производится на вальцах и в *глиномятках* (см.), которые нередко монтируются в одном агрегате. В последнее время для измельчения и перемешивания глины применяются бегуны (коллерганги), движущиеся по чугунной тарелке, снабженной отверстиями. Глина, забрасываемая под бегуны, растирается, перемешивается и с силою продавливается через узкие отверстия тарелки, благодаря чему достигается большая степень однородности. После этого глина проходит через вальцы и глиномес. Лучшее тесто получается, если глину предварительно высушить, затем измельчить в порошок и, замочив водой, пропустить через вальцы и глиномятку. Улучшение пластичных свойств глинян. теста достигается его вылеживанием (гноением) в условиях умерен. $t°$ и достаточной влажности в течение $^1/_2$—2 мес. Рекомендуется такую глину перед формованием еще раз пропустить через глиномятку.

Изготовление гончарной посуды производится почти исключительно на гончарном круге вручную. Движение круга производится ударом ноги гончара по нижнему маховику (фиг. 1) или же путем передачи от ручного или механич. привода (фиг. 2). На гончарн. круге возможно изготовлять лишь такие предметы, к-рые по форме своей представляют тела вращения; прочие изделия изготовляются при помощи гипсовых форм. В массовом производстве однородных изделий применяют шаблон.

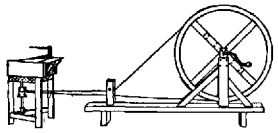
Для высушивания гончарных изделий обыкновенно пользуются отходящим теплом обжигательных печей, около которых помещают сырые изделия на деревянных полках, но так, чтобы они не подвергались

действию сквозного ветра; для удаления влажн. воздуха в потолке проделываются отверстия. Темп-ра сушильного помещения в наиболее нагретых местах не должна значительно превосходить 40°. Там, где размеры производства допускают, возможно применение и специальных сушилок, как и в *фаянсовом* и *фарфоровом производствах* (см.).

Перед обжигом гончарные изделия большей частью покрываются легкоплавкой *глазурью* (см.). Черный цвет неглазурованной гончарной посуды достигается при условии получения густого дыма в печном пространстве, иногда даже путем введения в печь сильно коптящего горючего, как то: бересты,



Фиг. 1.



Фиг. 2.

дегтя, сала. Лучшие сорта гончарных изделий, подобно фарфору, подвергаются двойному обжигу: сначала без глазури, а затем с глазурью. Для обжига гончарн. посуды употребляются такие же печи, как и для других глиняных изделий. Темп-ра обжига гончарной посуды не превосходит 1 000°; в кустарн. производстве она достигает, в среднем, 700°. Для наблюдения за $t°$ обжига пользуются пироскопами Зегера. Опытн. обжигальщики определяют на глаз $t°$ конца обжига гончарного товара (светлокрасное каление).

Прочие гончарные изделия—см. *Дренажные трубы, Черепица, Изразцы.*

Лит.: Юрганов В. В., Справочник Отд. хим. промышлен. ВСНХ, вып. 2, М., 1922; Соколов А., Гончарно-черепичное производство в Екатеринославской и Таврической губ., «Сельское огнестойкое строительство», СПБ, 1914, *1—2*. **П. Философов.**

Техника безопасности и гигиена. Заготовка сырья, т. е. добыча глины, производится на глубине 7—8 *м* и больше, в сырости, а иногда и в сильные морозы (сезонная работа). Вследствие этого, у глинщиков не редки ревматич. заболевания суставов и перегруженных работой мышечных групп, а также простудные заболевания дыхательных путей (бронхиты, воспаление легких и т. д.). Подготовка сырья к формовке чаще всего, даже и в заводск. обстановке, производится ногами и вручную. При этом, несмотря на низкую температуру рабочего помещения, рабочие сильно потеют, что еще более предрасполагает к ревматическ. заболеваниям. У рабочих этих профессий часто наблюдаются хронические формы ревматизма, с последующим обезображиванием суставов кистей рук и пальцев ног. Нередки, кроме того, поранения ног посторонними примесями. Ручная формовка изделий, особенно на ручном станке, производится в сильно согнутом положении, со сдавленной грудной клеткой, что способствует заболеваниям легочным туберкулезом, малокровием, искривлением позвоночника. Приготовление глазури и глазуровка изделий—особенно вредные работы в Г. п., т. к. рабочим приходится вдыхать свинцовую пыль, содержание к-рой (при кустарном производстве) доходит до 800 *мг* в 1 $м^3$ воздуха. Обточка и чистка изделий также весьма вредные процессы: в результате вдыхания больших количеств пыли у рабочих развиваются специфич. пылевые заболевания дыхательных путей, особенно пневмокониоз. Эти заболевания настолько свойственны данной профессии, что у гигиенистов существует специальное выражение: «гончарные легкие». Обжиг изделий. При выгрузке горнов рабочие подвергаются действию высокой $t°$ (до 70° и выше), поэтому среди них наблюдается большой % сердечных заболеваний.

В статистике профессиональной смертности в нек-рых странах Европы гончары стоят не ниже рабочих таких вредных производств, как стекольное, химическое и текстильное. Оздоровление труда в гончарном производстве должно итти по линии механизации производства и улучшения общей санитарной обстановки мастерских.

Лит.: Ходжаш А., Опыт обследов. кустарей-гончаров Можайск. уезда, сб. «Оздоровление труда и революция быта», М., 1926, вып. 12; Каплун С., Санит. статистика труда, М.—Л., 1924; XV Научное совещание Ленингр. ин-та по изучению проф. заболеваний, «ГТ», 1927, *3*, стр. 116. **Е. Шиловцева.**

ГОПЕР-ФИДЕР, автоматический питатель, подающий волокно на трепальных машинах. См. *Прядение, Хлопкопрядение.*

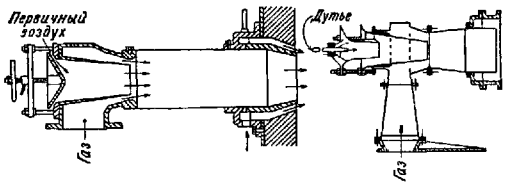
ГОПКАЛИТ, катализатор, применяемый в современных промышленных и военно-морских противогазах для защиты путем окисления от окиси углерода. Защитное действие Г. основано на ускорении реакции между CO и кислородом воздуха: $2\,CO+O_2=2\,CO_2$. В противогазах толщина слоя Г. (в виде зерен) д. б. не менее 4 *см*. Примерный состав гопкалита: 50% MnO_2, 30% CuO, 15% Co_2O_3, 5% Ag_2O. Это соотношение может изменяться, некоторые из компонентов (CuO, Co_2O_3) могут отсутствовать. Важнейшая составная часть—MnO_2 в активной форме, получаемая действием $KMnO_4$ на безводн. $MnSO_4$ в присутствии конц. H_2SO_4. При фабрикации Г. смесь свежеосажденных окислов тщательно отмывают от солей, отфильтровывают, высушивают при умеренной $t°$ и затем дробят в зерна определенного размера. Недостатки Г. как катализатора: он действует только при отсутствии влаги (необходимо осушение воздуха слоем $CaCl_2$ в 7—10 *см*); реакция окисления сильно экзотермична; поэтому в противогазах за слоем Г. помещают охладительную камеру, заполненную веществом большой теплоемкости, напр., сплавленным гипосульфитом. Срок действия катализатора на практике ограничен сроком службы осушающего слоя, к-рый не может быть сделан слишком большим, во избежание чрезмерн. утяжеления противогаза. Повышение $t°$ благоприятствует сохранению активности Г.

Лит.: Фрайс А. и Вест К., Химич. война, 2 изд., стр. 219—221, Москва, 1924; «I. Eng. Chem.», 1920, v. 20, *12*, p. 213. **В. Яновский.**

ГОРЕЛКА, см. *Автогенная сварка.*

ГОРЕЛКА ГАЗОВАЯ, прибор для смешивания естественного или генераторного газа с необходимым для горения воздухом, регулирования этой смеси, ввода в топочное пространство и сжигания ее. Г. г. устанавливается часто в *газовых топках* (см.). Наиболее употребительна Г. г. конструкции Тербека (фиг. 1), в к-рой воздух подводится

двояким образом: как первичный—внутрь струи газа (с помощью коническ. насадки) и, дополнительно, как вторичный—по периферии горящей струи. Подвод как первичного, так и вторичного воздуха регулируется так, что осуществляется полное горение бесцветным пламенем, подобным пламени бунзеновской горелки. Это достигается для первичного воздуха вращением винта, меняющим ширину щели между конич. крышкой и кромкой насадки для притока воздуха. Вторичный воздух засасывается в кольцевое пространство (у стен топки) через щели в стенке трубы, охватываемой обоймой с такими же щелями. Обойма вращается вокруг горизонтальной оси; простенками между своими щелями она может в различной мере прикрывать щели в неподвижной



Фиг. 1. Фиг. 2.

трубе. Количество засасываемого воздуха зависит не только от живого сечения всех щелей, но и от разрежения, производимого в топке тягой трубы. Количество газа регулируется положением клапана или задвижки в газопроводе, что легко осуществляется автоматически: при понижении давления в газопроводе клапан или заслонка приподнимаются, а при повышении — закрываются.

В Г. г. конструкции Фрейна (фиг. 2) засасывание воздуха производится конич. насадкой, через к-рую вентилятором подается дутье; от давления дутья зависит количество поступающего в горелку воздуха, к-рое может автоматич. регулироваться числом об. вентилятора. В более новых конструкциях и воздух для горения и газ подаются вентиляторами, что допускает автоматич. регулировку притока того и другого. **М. Павлов.**

ГОРЕНИЕ, в широком смысле—всякая быстро протекающая химич. реакция с выделением теплоты и света; так, говорят, что фосфор горит в хлоре, магний—в углекислоте и т. п. В более узком смысле, Г.—реакция соединения вещества с кислородом, при чем обычно под Г. разумеют соединение топлива с кислородом, протекающее с выделением тепла и света. Для горения необходимы определенное соотношение между количествами горючего вещества и кислорода (или воздуха) и надлежащие физич. условия: начальная $t°$, концентрация реагирующих веществ, физич. строение горючего и пр. Физическ. условиями, особенно $t°$, обусловливается скорость реакции: чем ниже $t°$, тем медленнее реакция. См. *Вспышка*. При Г. органических веществ в конечном результате образуются углекислота CO_2 и вода H_2O.

Поскольку углекислота и вода образуются при дыхании, тлении и гниении, в свое время была высказана мысль, что эти явления, протекающие при комнатных темп-рах, представляют собой «медленное Г.» (Лавуазье). Поскольку скорость химической реакции убывает непрерывно с понижением $t°$, была высказана мысль, что Г. как чисто химический процесс (т. е. без участия бактерий и энзимов) идет и при обыкновенной $t°$, но только с чрезвычайно малой скоростью: дрова горят не только в печке, но и перед печкой (Оствальд). Этой точке зрения противоставляется другая (Урбен): дрова перед печкой при наличии воздуха совершенно не горят, а находятся в ложном (кажущемся) равновесии,—для начала процесса (Г.) необходимо изменение внешних условий, наприм., $t°$.

Г. в технике имеет целью дать или свет, или теплоту, или продукты неполного сгорания. Если вещество газообразно или если жидкие и твердые вещества в процессе сгорания образуют горючие пары и газы, то Г. сопровождается пламенем.

Пламя—горящие и накаленные от горения пары и газы. Яркость пламени зависит от твердых накаленных частиц в горящем газе; если их нет (пламя водорода, спирта), пламя бледно; яркое пламя натрия обусловливается присутствием в пламени частиц перекиси натрия; в пламени дерева, свечи находятся частички угля (копоть); бледное пламя можно сделать ярким, внося в него твердые вещества или добавляя к данному горючему другого горючего, способного давать копоть при сгорании, напр., водород, пропущенный через бензин, дает яркое пламя.

Теплота, получаемая при Г., наиболее ценна с технической точки зрения. Каждое химическ. вещество при сгорании дает определенное количество теплоты. Сгорание вещества не происходит моментально, в виду чего полезные эффекты Г. (максимальная температура, количество теплоты, получаемое в единицу времени) зависят от условий Г. Если Г. происходит в надлежащих условиях при достаточном доступе воздуха, то конечными продуктами сгорания являются H_2O и CO_2; при недостаточном количестве воздуха реакции образования CO и реакции, в к-рых принимает участие CO, играют видную роль. См. *Газ* топочный и дымовой. *Генераторный газ и Газогенераторы.*

Необходимым условием полного сгорания является достаточное количество кислорода (о теоретически необходимом количестве воздуха и о коэффициенте избытка воздуха, см. *Газ* топочный и дымовой, *Двигатели внутреннего сгорания*).

Пирометрическим эффектом Г. или жаропроизводительностью называют наивысш. предел $t°$, к-рого можно достигнуть при Г. данного горючего, в предположении, что процесс протекает без потерь, с теоретическ. количеством воздуха. Если теплопроизводительность горючего обозначить через Q, веса различных продуктов Г.—через ΣP, а теплоемкость их—через c, то для пирометр. эффекта $T°$ получим ф-лу:

$$T° = \frac{Q}{\Sigma P \cdot c},$$

свидетельствующую о том, что пирометрический эффект Г. прямо пропорционален теплотворной способности и обратно пропорционален количеству продуктов Г. и их теплоемкости. Если начальная $t° > 0°$, то

$$T° = \frac{Q + t\Sigma P \cdot c}{\Sigma P \cdot c}.$$

При пользовании этими ф-лами необходимо принять во внимание изменение удельной теплоты продуктов Г. с $t°$ и диссоциацией CO_2 и H_2O при высоких $t°$-ных напряжениях. Теплоемкость газов при $p = \text{Const}$ приведена в табл. 1, составленной проф. Блахером на основании данных Менделеева, Курнакова, Бласса и Фишера. Из табл. 1 видно, что теплоемкость воздуха и газообразных продуктов горения увеличивается с $t°$. Для вычисления пирометрическ. эффекта Г.

Табл. 1.—Теплоемкость газов при p=Const.

Темп-ра $t°$	CO_2				H_2O			H К.*	O К.*	CO и N К.*	Воздух К.*
	К.*	Бл.*	М.*	Ф.*	К.*	Бл.*	М.*				
200	0,217		0,204	0,216	0,480		0,451	3,409	0,217	0,244	0,237
500	0,252		0,227		0,511		0,513	3,550	0,222	0,253	0,246
1 000	0,295	0,407	0,265	0,289	0,605	0,783	0,616	3,700	0,231	0,264	0,256
1 500	0,327		0,303	0,318	0,694		0,718	3,850	0,244	0,275	0,268
2 000	0,409	0,520	0,341	0,329	0,844	1,148	0,822	4,000	0,250	0,286	0,278
2 500	0,434		0,379		0,911		0,925	4,050	0,253	0,289	0,281
3 000	0,402		0,417		1,017		1,028	4,150	0,261	0,296	0,288
3 500	0,398		0,455		1,050		1,130	4,550	0,284	0,325	0,316

* К.—Курнаков, Бл.—Бласс, М.—Менделеев, Ф.—Фишер.
Менделеев дает: для CO_2 c_p [кг] = 0,189+0,000076 $T°$, для H_2O c_p [кг] = 0,41 + 0,000206 $T°$.

существует ряд формул, учитывающих как влияние диссоциации газов при высоких температурах, так и изменение теплоемкости с повышением температуры, из них формула Курнакова:

$$Q(1-K)=(1-K)cGT°+Kc_1GT°+c_2G_1T°,$$

где $T°$—пирометрич. эффект Г.; K—коэфф. диссоциации; c, c_1—теплоемкости продуктов Г. в соединенном и диссоциированном состоянии [для технич. расчетов допускается приравнение величин коэфф-тов диссоциации H_2O (пара) и CO_2]; Q—теплотворная способность горючего, c_2—теплоемкость азота и G и G_1—веса продуктов Г. и азота. Значения пирометрическ. эффекта Г. приведены в табл. 2. Для определения теоретич.

Табл. 2.—Значения пирометрического эффекта горения.

1 кг горючего	При сгорании в	Теплопроизводительность в Cal/кг	Жаропроизводительность в °C	
			в кислороде	в воздухе
C	2,33 кг CO	2 473	4 279	1 484
CO	1,57 » CO_2	2 403	7 026	2 974
C	3,67 » CO_2	8 080	10 176	2 718
H	9,00 » H_2O	34 462	8 061	3 192
		29 000	6 782	2 685
CH_4	2,75 » CO_2	13 063	4 514	2 202
	2,75 » H_2O			
C_2H_4	3,14 » CO_2	11 875	9 256	2 915
	1,29 » H_2O			

$t°$ сгорания ($T_г$.) проф. А. А. Надежин дает следующую формулу:

$$Q_T=G_{п.с.}\cdot C_{п.с.}\cdot T_t,$$

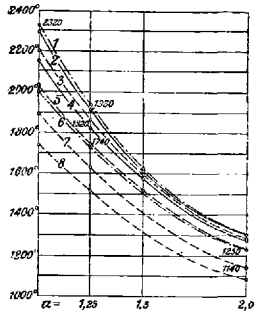
где Q_T—общее количество введенного тепла; $G_{п.с.}$—вес продуктов сгорания 1 кг топлива; $C_{п.с.}$—средняя теплоемкость их (в Cal). Выражая произведение $G_{п.с.}\cdot C_{п.с.}$ равенством:

$$G_{п.с.}\cdot C_{п.с.}=G_{с.г.}\cdot C_{с.г.}+G_{в.п.}\cdot C_{в.п.},$$

где $G_{с.г.}$—вес сухих газов, $G_{в.п.}$—вес водяных паров, $C_{с.г.}$ и $C_{в.п.}$—соответствующие теплоемкости, проф. Надежин приходит к следующей конечной ф-ле:

$$T_t=\frac{Q_T}{G_{с.г.}\cdot C_{с.г.}+G_{в.п.}\cdot C_{в.п.}},$$

практич. пользование к-рой основано на методе подстановки, при к-ром предварительно задаются ожидаемой $T_г$. и, определив по ней $C_{с.г.}$ и $C_{в.п.}$ подставляют их в формулу. Анализ этой формулы обнаруживает весьма сильную зависимость $T_г$. от коэфф-та избытка воздуха, рода топлива и метода его сжигания. Зависимость эта видна из диаграммы проф. К. В. Кирш (см. фиг.), который построил ее для полного сгорания топлива. Значение кривых диаграммы следующ.: *1*—антрацит, *2*—камен. уголь (25% летуч. веществ), *3* и *6*—подмосковный курный уголь с влажностью w в 10 и 32%, *4*—нефтян. остатки; *5*, *7* и *8*—дрова при влажности в 20, 30, 40%, не считаясь с влажностью воздуха.



Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, 9 издание, Москва—Ленинград., 1927—28; Свен П. В., Азбука горения, перевод с английского, Л., 1925; Федоров В. П., Основные уравнения процесса горения, Москва, 1926; Аппель П., Экономика топлива, перевод с французского, Москва, 1926; Нубер Ф., Справочная книжка теплотехника, расчет котельных и топочных установок, перевод с немецкого, Харьков, 1926; Бауэр Г., Расчеты и конструкции судовых машин и котлов, СПБ, 1903; Дементьев К. Г., Теплота и заводские печи, Киев, 1911; Нирский Ф., Расчеты процессов горения, 2 издание, Л., 1925; Надежин А. А., Тепловой расчет котельной установки, М.—Л., 1927; Ломшаков А., Испытание паровых котлов, 3 изд., Л., 1927; Дуббель Г., Справочная книга по теплотехнике, Одесса, 1928; Кнорре Г., Тепловые расчеты котельных установок по газовому анализу, Л., 1928; Гумц В., Подогрев воздуха в котельных установках, пер. с нем., Л., 1928; Лурье М., О теплоемкостях газов, «Изв. Теплотехнич. ин-та», М., 1926, *I (14)*; Menzel H., Die Theorie d. Verbrennung, Lpz., 1924; Gensch M., Berechnung, Entwurf u. Betrieb rationeller Kesselanlagen, B., 1913; Tetzner F., Die Dampfkessel, Lehr- u. Handbuch, bearb. v. O. Heinrich, 7 Aufl., B., 1923; Seufert F., Verbrennungslehre u. Feuerungstechnik, 2 Aufl., Berlin, 1923; Herberg G., Handbuch d. Feuerungstechnik und d. Dampfkesselbetriebes, B., 1922; Grounds A., Fuel Economy in Steam Plants, London, 1924; Mahler P., Études sur les combustibles solides, liquides et gaseux, P., 1903; Perelli G., Per l'economia dei combustibili, Milano, 1919; Calcagni G., La combustione ei combustibili, Torino, 1923; Boncinelli L., Combustione e combustibili, v. 1, 2, Milano, 1927. **Д. Цейтлин.**

ГОРЕНИЕ, в печах, смотря по роду процесса или способу и цели нагрева, устанавливается полное и неполное.

1) Полное Г., при котором 1 килограмм-молекула углерода топлива, нацело сгорая в

углекислоту по ф-ле $C+O_2=CO_2$ с освобождением 97 650 Cal, дает наивысшую $t°$—ок. 2 330°—в продуктах Г., при чем последние состоят из 21% (объемн.) CO_2 и 79% N_2. На практике полное Г. не м. б. осуществлено без избытка кислорода, который сопровождается соответственным количеством азота воздуха; избыток же воздуха, увеличивая вес продуктов Г., понижает их $t°$, замедляет теплопередачу и увеличивает тем самым потерю тепла с отходящими газами и расход топлива. В прилагаемой таблице даны: содержание углекислоты в продуктах горения (определение его служит средством контроля Г.), потери тепла в них, а также теоретические, т. е. наибольшие расчетные, температуры, достигаемые при разных количествах воздуха сожиганием чистого углерода и каменного угля с теплотворной способностью 8 137 и 7 500 Cal. Так как из топлива в процессе разложения под влиянием высокой $t°$ выделяется некоторое количество свободного водорода, который при горении дает воду, то в составе продуктов горения разных видов топлива оказывается азота более, чем его получается от Г. углерода, углекислоты же меньше (см. табл.);

Горение при разных количествах воздуха.

Количество воздуха (теорет. необходимое=1)	Содержание CO_2 в дыме	Потери тепла при $t°$			$t°$ горения
		500°	300°	100°	
	в %				
	Углерод: C—100%				
1	21	18,1	10,3	2,9	2 330
1¼	16	22,2	12,7	3,6	1 965
1½	14	26,3	15,1	4,2	1 690
2	10,5	34,6	19,9	5,5	1 340
	Кам. уголь: C—75%, H_2—5%, влаги—3%				
1	18	19	11	3	2 165
1¼	14,2	24	13,5	4	1 855
1½	12	28	16	4,5	1 620
2	9	36	21	6	1 285

нефтяные остатки, содержащие ок. 12% водорода, при Г. с избытком воздуха в 25% дают в продуктах Г. до 87%N_2. Наоборот, газы печей, в к-рых происходит восстановительный процесс и где часть углерода сожигается кислородом руды, дают в продуктах Г. пониженное содержание N_2 и повышенное содержание CO_2 (напр., 75% N_2 и 25% CO_2 при Г. без избытка воздуха). Избыток воздуха, необходимый для полного Г., зависит от физическ. свойств топлива (размеры кусков, степень пористости), конструкции топки, способа подачи воздуха и тщательности ухода за процессом горения. Последнее обстоятельство имеет огромное значение при сожигании твердого топлива на обыкновенной колосниковой решетке (см. *Топки*): нормально горение идет с избытком воздуха в 50%, но может дойти при ненадлежащем уходе за топкой и до 100%. Сожигание пылевидного, жидкого и газообразного топлива легко регулируется автоматически (см. *Форсунка*, *Горелка газовая*), что снижает избыток воздуха до 25% нормально, а в исключительных случаях—до 15%. Анализы дымовых газов часто указывают на более значительный избыток, но это объясняется засасыванием атмосферн. воздуха через кладку стен топок, рабочего пространства, боровов.

2) Неполное Г., с целью превращения углерода топлива только в CO по ф-ле

$$C_2 + O_2 = 2\,CO \qquad + 2 \times 29'430\ Cal$$

устанавливается в генераторах для того, чтобы использовать теплоту Г. окиси углерода

$$2\,CO + O_2 = 2\,CO_2 \qquad + 2 \times 68\,220\ Cal$$

в газовых печах (см. *Печи*, Газовые топки). В т. н. полугазовых печах углерод топлива умышленно сожигается частью в CO_2 (чтобы иметь горячий газ, не нуждающийся в подогреве) и частью в CO, которая уже в рабочем пространстве печи сожигается вторичным воздухом, почти всегда подогретым в *рекуператорах* (см.). Продуктами неполного Г. углерода являются: 34,7% (объемн.) CO и 65,3% N_2, но в полугазовых печах возможно осуществить все степени полноты Г. и иметь в продуктах горения от 65 до 79% N_2 (остаток равен сумме CO_2+CO). И в этом случае летучие вещества обыкновенных видов топлива понижают содержание N_2 в продуктах Г., повышая соответственно сумму CO_2+CO.

Зная химич. состав горючего, можно определить при помощи расчета возможный состав газов для разных степеней полноты Г. и тем контролировать аналитическ. данные, часто грешащие ошибками (преувеличенное содержание азота, недостаточное—окиси углерода). Для неполного Г. в генераторах и полугазовых топках метод расчета был дан проф. В. Е. Грум-Гржимайло [1], а для Г., сопровождаемого восстановительным процессом (в доменных печах), автором настоящей статьи.

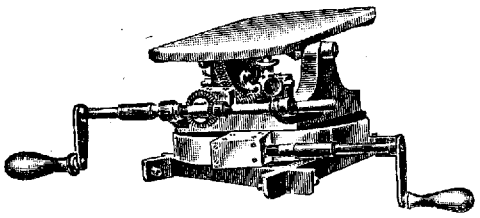
Лит.: [1]) «Журнал Русского металлургического об-ва», СПБ, 1910, ч. I, *3*. **М. Павлов.**

ГОРИЗОНТ, плоскость, касательная к поверхности земного сфероида в данной точке, определяемая положением уровня и перпендикулярная к линии направления силы тяжести в данной точке. Линией Г. называется линия пересечения горизонтальной плоскости с видимым небесным сводом. В геодезии различаются Г.: а) истинный, образуемый плоскостью, проходящею через центр земли перпендикулярно к линии отвеса данной точки, б) видимый, образуемый поверхностью конуса, вершина к-рого находится в точке наблюдения, а образующая скользит по поверхности сфероида, по линии Г. Чем выше точка наблюдения, тем больше видимый Г. Принимая во внимание земную рефракцию, можно по ф-ле $S=\sqrt{\frac{R}{0,42}}\cdot\sqrt{h}$ вычислить по данной высоте h точки наблюдения и радиусу земли R—радиус Г., или дальность видимости. Так, с высоты в 25 *м* радиус Г. будет 18 *км*, с 50 *м*—25 *км* и т. д. Если обозначить угол между осью конуса и его образующей через α, то $90°-\alpha$ называется углом понижения видимого Г. При работе с секстантом приходится пользоваться искусственным Г. в виде поверхности спокойной ртути; этим Г. пользуются для измерения высоты светил. На линии или плоскости Г. находятся главные точки: север и юг (пересечения линии Г. с меридиа-

ном точки наблюдения) и восток и запад (пересечения линии Г. с первым вертикалом места). **П. Орлов.**

ГОРИЗОНТАЛИ, линии, соединяющие на плане точки с одинаковой высотой (см. *Изогипсы*).

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПАНОРАМА, приспособление в головке кинематографического штатива, при помощи к-рого во время киносъемки следят за движущимся предметом. Приспособление имеет вид горизонтальной платформы, к к-рой крепко притягивается винтом съемочный аппарат; при помощи несложного механизма можно вращать платформу вокруг вертикальной оси и тем



самым поворачивать камеру на любое число градусов в ту или другую сторону. При необходимости быстро и резко повернуть аппарат, Г. п., при помощи эксцентрика, отжимающего червяк от зубчатки, освобождается, и тогда аппарат свободно вращается вокруг вертикальной оси. Обычно Г. п. комбинируется в один механизм с вертикальной панорамой—аналогичным приспособлением, позволяющим вращать аппарат вокруг горизонтальной оси (см. фигуру). В съемочной технике нередко горизонтальной панорамой называется также съемочный прием, когда при помощи вышеописанного приспособления аппарат следит за снимаемым предметом или просто поворачивается в горизонтальной плоскости. **Ю. Желябужский.**

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ, проекция пространственной фигуры на горизонтальную плоскость. При помощи этой проекции в геодезии поверхность земли (пространственная фигура) изображается на бумаге в виде плана. См. *Проекция*.

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СЪЕМКА, см. *Съемка*.

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПАРОВЫЕ МАШИНЫ, см. *Паровые машины*.

ГОРИЗОНТЫ ВОДЫ, положения уровня открытых вод. *Водомерные наблюдения* (см.) за определенный период времени, при обработке результатов этих наблюдений, выражаются соответствующими горизонтами, характеризующими быт изучаемого водного источника. Поскольку уровень воды подвержен постоянным периодич. изменениям, сообразно временам года, характерные Г. в. приводятся для календарных отрезков времени—месяца, года, ряда лет. Вместо календарного, часто принимается гидрологический год, который считается с начала зимы. Начало гидрологического года определяется климатич. условиями и бытом рек. Поэтому оно неодинаково для различных стран и районов: в Туркестане гидрологич. год начинался с 1/X, а в Закавказьи с 1/XII старого стиля. Наиболее принятой характеристикой режима водного источника является средний горизонт—месячный, годовой, многолетний,—являющийся средней арифметической всех водомерных наблюдений за данный отрезок времени. Для целого ряда случаев необходимо знать не средние величины, а крайние, т. е. наивысшие и наинизшие горизонты за месяц, год и ряд лет. Высокими и низкими годовыми и многолетними горизонтами считаются средние арифметич. величины из наивысших и наинизших месячных и годовых горизонтов. Однако, средние арифметические величины часто не дают правильной картины протекания исследуемого явления. Один и тот же средний месячный горизонт может получиться как при стоянии воды в течение всего месяца около средней величины, так и при низких водах, державшихся в течение почти всего месяца, и значительном повышении их в течение всего нескольких дней. Для практических целей гидротехники, мелиорации и водоснабжения оба эти случая имеют весьма различное значение, и характеристика их одной и той же величиной, средним горизонтом, явно недостаточна. Кроме того, в гидротехнической практике часто необходимо знать, в течение какого срока вода будет держаться выше или ниже определенного горизонта; поэтому средние горизонты приходится дополнить другими характеристиками, положив в основу их учет продолжительности или частоты отдельн. горизонтов.

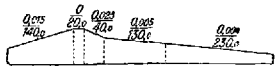
Серединным горизонтом, или медианой, считают такой Г. в., ниже и выше к-рого приходится половина всех наблюдений. При учете годовых запасов *белого угля* (см.) называют средним промышленным горизонтом такой, ниже которого вода бывает не больше 180 дн. в году а низким промышленным, ниже которого вода держится не больше 10 дн. в году. Число дней, приходящихся на отдельные горизонты за время наблюдений (месяц, год), называется повторяемостью, или частотой, горизонта. Продолжительностью горизонта называется то время, в течение к-рого вода достигает данного горизонта или бывает выше его. Продолжительность каждого горизонта равна сумме повторяемости его и всех вышележащих горизонтов, т. к. вода, доходя до высшего горизонта, покрывает все ниже его лежащие деления водомерной рейки. Если откладывать продолжительность горизонта по оси абсцисс, а горизонты по ординатам, то получается кривая продолжительности горизонтов. Обычно ее строят для года. Если взять для многолетних (< 10 лет) наблюдений высокие (h_{max}), средние (h_0) и низкие горизонты (h_{min}), то $\eta_1 = {}^1/_2 (h_{min} + h_0)$ является границей низких вод, а $\eta_2 = {}^1/_2 (h_0 + h_{max})$—границей высоких вод. Беря по кривой продолжительности абсциссы, соответствующие η_1 и η_2, получаем продолжительность низких, средних и высоких вод. Обработка водомерных наблюдений как со стороны отдельных горизонтов, так и продолжительности их дает наиболее полную характеристику водного режима.

Лит.: Эссен А. М., Обработка водомерн. наблюдений, Отчет гидрометр. части на Кавказе за 1910—12 гг., ч. II, Тифлис, 1913; Gravelius H., Grundriss d. ges. Gewässerkunde, B. 1—Flusskunde, B., 1914;

Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, T. III—Der Wasserbau, B. 1—Die Gewässerkunde, Lpz., 1911. **А. Эссен.**

ГОРКА сортировочная, ж. д. путь, являющийся продолжением сортировочного парка и имеющий определен. профиль: довольно крутой подъем со стороны, противоположной сортировочному парку, затем небольшую площадку и, наконец, пологие уклоны в сторону сортировочн. парка (фиг. 1, размеры в *м*).

Сортируемые вагоны выталкиваются на Г. паровозом, затем у вершины Г. последовательно отцепляются и спускаются с нее в сортировочный парк уже под действием собственной силы тяжести. На соответственных местах сортировочного парка вагоны останавливаются посредством т. н. *башмаков тормозных* (см.) или других более совершенных тормозных средств. Профиль горки должен быть рассчитан так, чтобы спускаемые вагоны за счет полученного ими при спуске с горки ускорения дошли до определенного места сортировочного парка. Если уклон Г. недостаточен, то для полного использования длины сортировочного пути вагоны приходится продвигать к концу парка. В условиях СССР высота сортировочных Г. бывает обычно от 5 до 7 *м*. Чтобы уменьшить влияние $t°$, имеющее в средней полосе СССР большое значение, в настоящее время устраивают в каждом сортировочном парке две Г.: зимнюю—с более крутыми уклонами и летнюю—более пологую (фиг. 2). Это облегчает работу с Г., позволяя пользоваться зимним или летним профилем в зависимости от условий погоды: чем ниже $t°$ воздуха, чем меньше нагрузка вагона, чем хуже состояние ходовых частей вагона и качество смазки и чем больше поверхность вагона, тем больше сопротивление движению и тем, следовательно, меньше скорость движения вагона. Скорость хода вагонов зависит также от количества вагонов в спускаемой одновременно с Г. группе и от условий погоды (встречный ветер, мятель и пр.). Наличие двух Г. оказывается, однако, недостаточным, так как не может парализовать действия указанных выше разнообразных и многочисленных факторов, влияющих на величину сопротивления движению вагонов; поэтому на нек-рых заграничных дорогах пытались пользоваться Г. переменного профиля, применяя подъемные механизмы, искусственно повышающие и понижающие высоту горки. Такие Г., однако, не нашли широкого распространения. Для регулировки сопротивления и скорости спускаемых с Г. вагонов за последние годы получили более широкое распространение пневматическ., гидравлические и электрическ. тормозные приспособления или замедлители, позволяющие устраивать Г. с весьма крутыми уклонами, при к-рых даже вагоны с большим сопротивлением развивают достаточную скорость. Необходимо отметить, что в отдельных случаях находит применение и обратный принцип: Г. устраивают с малыми уклонами, рассчитанными на вагоны с малым сопротивлением; при спуске с таких Г. вагонам с большим сопротивлением сообщается дополнительная скорость при помощи особых приспособлений, так наз. ускорителей. Применение ускорителей и замедлителей значительно улучшает условия эксплоатации Г., ускоряя самый процесс сортировки вагонов и устраняя в значительной мере порчу и износ вагонов, неизбежные при торможении башмаками. Однако, эти устройства требуют сравнительно больших затрат, вследствие чего они пока мало распространены на дорогах СССР, где для торможения повсеместно применяются башмаки.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Работу Г. можно несколько улучшить также организационными мероприятиями, напр.: сортировкой вагонов в зимнее время с хода, т. е. пропуская вагоны через Г. сейчас же по прибытии поезда на станцию, не давая ходовым частям вагонов остыть; большое значение для успешности работы Г. имеет также степень согласованности работы всех участвующих агентов, что достигается как организационными мероприятиями, так и улучшением средств сигнализации.

Несмотря на указанные трудности работы с Г. этот способ сортировки является лучшим. При работе паровозом на вытяжке в сутки можно рассортировать максимум 400—500 вагонов; при потребности в большей сортировке надо строить уже не только две вытяжки, но и два сортировочных парка и притом отдельных, чтобы разграничить районы маневрирующих паровозов; это требует больших и часто нерациональных расходов, и устройство горки при таких условиях обходится дешевле и является более целесообразным, так как пропускная способность одной Г. и, следовательно, одного парка при ней достигает 1 500 вагонов в сутки даже при несовершенных способах торможения. Различн. механические и электрические оборудования сортировочн. парков, широко применяемые сейчас за границей, устраняя многие из указанных выше дефектов работы с Г., повышают пропускную способность Г., доводя ее до 4 000 вагонов в сутки, и вместе с тем удешевляют сортировочн. работу, позволяя производить ее по принципу массового производства.

Лит.: Гибшман Е. А., Схемы сортировочных станций, М., 1918—26; Сеньковский М. В., Ж.-д. станции, М., 1924; «Ж.-д. дело», М., 1924—28; Verschiebebahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb, B. 1—2, Berlin, 1922—25; «Verkehrs-technische Woche u. Eisenbahn-technische Ztschr.», Berlin, 1922; «Ztg. d. Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen», Berlin, 1925—28. **А. Бабичков.**

ГОРН. 1) Г.—нижняя часть шахтной печи, в которой производится сжигание топлива почти всегда дутьем, подаваемым через металлическ. коробки—фурмы, двойные стенки которых обыкновенно охлаждаются водой. Г. служит копежом для расплавленных материалов (металлов, шлаков, штейнов, руд), которые периодически выпускаются через лётку, выпускное отверстие, расположенное у дна Г.—лещади; реже продукты плавки переливаются непрерывно в передовой горн, находящийся рядом с горном, получающим дутье. Стены горна и лещади, подвергающиеся разъедающему

действию продуктов плавки и давлению столба жидких материалов, а также газов, должны быть прочны, непроницаемы и нейтральны по отношению к хим. составу шлаков, получающихся в Г. Последнее условие до нек-рой степени соблюдается подбором огнеупорных материалов: шамотный кирпич—для глиноземистых шлаков; кремнистый (см. *Динас*)—для кислых; доломитовая или магнезитовая набойка—для основных. Из них только магнезит вполне удовлетворяет своему назначению, но дороговизна ограничивает его применение. Для удлинения срока службы стен горна их охлаждают водой, циркулирующей в коробках, заложенных в толщу кладки. Прочность и непроницаемость стен осуществляются специальной формой кирпича, укладкой его с возможно тонкими швами и стягиванием сплошным герметич. панцырем из стальных склепан. листов или литых плит.

2) Г.—печь, рабочее пространство к-рой отличается небольшими размерами вообще и, в частности, незначительным отношением высоты к поперечнику, обыкновенно не выше 1:1 (при более значительном отношении Г. переходит в шахтную печь). Г. открыт сверху, так что продукты горения уходят в атмосферу или в отсасывающую их трубу, оставляя свое тепло неиспользованным. Последнее обстоятельство, а также малые размеры установки и малая производительность ее делают очень значительными все потери тепла, снижая кпд Г. до 2—5%. Однако малые размеры и небольшая производительность представляют в нек-рых случаях преимущества—незначительный расход топлива на разогрев и небольшие потери тепла при охлаждении в случае периодического действия. Поэтому горн и теперь находит себе применение: для получения железа непосредственно из руды — сыродутный Г. (см. *Железо*); для переделки чугуна в железо—кричный Г.; для нагрева и сваривания железа—кузнечный Г. (см. *Кузнечное производство*); для переплавки металлов в тиглях (см. *Литейное производство*).

Лит.: Павлов М. А., Печи и топки, П., 1923; его же, Металлургия чугуна, Л., 1924; Лишин В. Н., Металлургия чугуна, железа и стали, т. 1, М.—Л., 1926; Жендзян С. В., Устройство и ведение доменных печей и производство различн. чугунов доменной плавки, СПБ, 1905. **М. Павлов.**

3) Г. в керамич. производстве — лабораторная или промышленная печь, имеющая специальное назначение накаливать помещаемые в нее предметы до нек-рой определенной, обычно высокой, $t°$, при к-рой форма предмета чаще сохраняется или слегка только изменяется. Примером лабораторного Г. может служить Г. Девиля, употребляемый в технич. лабораториях для определения $t°$ плавкости глин и др. керамич. материалов. В керамич. производстве, особенно в фарфор. и фаянс. деле, Г. применяется для обжига при высок. $t°$ готовых изделий. **П. Философов.**

ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, см. *Добывающая промышленность*.

ГОРНАЯ ЭКОНОМИКА, особая дисциплина в системе экономическ. наук, изучающая специфические экономические особенности и закономерности горного дела. Поскольку социальные отношения определяются условиями производства и распределения, можно отметить в Г. э. два основных цикла вопросов, подлежащих изучению: в сфере самой горно-промышленной деятельности и в сфере ее взаимоотношений с народным хозяйством в целом (внутренняя и внешняя стороны Г. э.). К внутренней стороне Г. э. относится изучение законов движения и образования ценностей в горном производстве, изучение строения и динамики капитала в производстве, в частности—его амортизации, и изучение организации труда в смысле экономич. выражения и эффекта технич. форм предприятия. Основн. задачей внешней стороны Г. э. является изучение условий рынка и кредита.

См. *Добывающая промышленность*, *Каменноугольная промышленность* и *Нефтяная промышленность*.

Лит.: Сегаль А. И., Беседы по горной экономике. Уголь, нефть, железо и марганец, М., 1927; Пальчинский П. А., Введение в горную экономику, Л., 1925; Emmons W. H., The Principles of Economic Geology, N. Y., 1918. **А. Сегаль.**

ГОРНОЕ ДЕЛО, отыскание, извлечение и доставка заключенных в земной коре минеральных веществ на поверхность, а также приведение их механич., термич. или химич. обработкой в такое состояние, при котором они могут быт использованы. Таким обр., Г. д. представляет собою сложный комплекс операций весьма разнообразного характера, зависящих от того, какое именно минеральное вещество является предметом добычи.

Г. д. началось с незапамятных времен: уже на самой заре развития человеч. жизни оно существовало, хотя и в самых зачаточных формах, как это доказывается памятниками, оставшимися от доисторич. периодов. Развитию Г. д. долгое время препятствовало отсутствие технич. приспособлений для более или менее значительного проникания в толщу земной коры. Водоотливные средства, методы вентиляции были чрезвычайно примитивны. Поэтому первоначально добывались, главн. обр., богатые руды открытыми разработками. Лишь по мере успехов техники и геологии явилась возможность современного широкого развития Г. д. В настоящее время горный промысел, поставляющий основное сырье для промышленной деятельности и энергетич. ресурсы, служит основой развития человечества.

Три стадии Г. д.—разведка, добыча и обогащение,—тесно связанные между собою, являются в то же время предметом особых циклов науки: разведочное дело руководится законами и данными *геологии* (см.); методами проникновения в толщу земной коры и извлечения минеральных веществ занимается горное искусство, а способы приведения их в наиболее выгодное для применения состояние составляют предмет обогащения полезных ископаемых.

Поисковая деятельность человека идет в двух направлениях: 1) чисто практическом, когда на основе лишь одного опыта, пользуясь, главн. образ., методом аналогии, стремятся отыскивать полезн. ископаемые; 2) при посредстве планомерного научного изучения геологич. строения. В обоих случаях месторождение полезного ископаемого разведывается с помощью сравнительно несложных технически и недорого стоящих

работ (см. *Горные выработки*, *Горные работы*). Подготовка месторождения к эксплоатации и самая эксплоатация зависят от характера полезного ископаемого и условий его залегания в толще земной коры. Минеральные вещества бывают в трех видах: твердом (каменный уголь, каменная соль, железные, медные и другие руды), жидком (нефть, минеральные и питьевые воды) и газообразном (горючие газы, гелий). Редко полезное ископаемое выбирается нацело; обычно известная его часть (до 20%) остается нетронутой, в зависимости от системы разработок, которая, в свою очередь, определяется как экономическ., так и техническ. факторами. Газообразные и жидкие минеральные вещества эксплоатируются обычно проведением к месту их залегания буровых скважин, через которые они и поступают на поверхность либо естественным притоком (фонтаны нефти, воды, газов) либо путем откачивания насосами; применяются также и другие способы: тартание нефти желонками, *аэролифты* (см.), *газлифты* (см.). При производстве подземных работ необходимо создавать возможные для применения человеческого труда условия, что достигается, прежде всего, доставкой в подземные работы воздуха (см. *Вентиляция* рудничная), а также света (см. *Освещение рудничное*). Одной из самых сложных проблем в Г. д. является организация транспортирования добытого ископаемого на поверхность, в целях направления его для дальнейшего использования (см. *Доставка рудничная*).

Добытое из недр полезное ископаемое не всегда годно к непосредственному использованию, поэтому его нередко подвергают различным механич. операциям, увеличивая в нем содержание полезной части и удаляя вредные примеси. Особенно широко эти процессы развились за последнюю четверть века в рудном деле и отчасти в каменноугольном (см. *Обогащение полезных ископаемых*). Все Г. д. в совокупности представляет собою в настоящее время крайне сложную организацию, использующую весь прогресс современной техники, позволяющей проникать в толщу земной коры на глубину до 2 *км*. Горное дело является одним из опаснейших занятий человека. Этим объясняется многочисленность законодательных актов, регулирующих горный промысел в целях его безопасности.

Лит.: Бокий Б. И., Аналит. курс горного искусства, Л., 1926; Демонэ Ш., Курс разработки каменноугольных месторождений, пер. с фр., т. 1, 2, П., 1902—1907; Colomier F., Exploitation des mines, 3 éd., P., 1923; Treptow E., Die Mineralbenutzung in vor- u. frühgeschichtlicher Zeit, Freiberg, 1901; Binder H., Die Bergwerke im römischen Staatshaushalte, Jahresberichte d. Staatsoberrealschule in Laibach, 1880—1881, Laibach, 1882; Treptow E., Die Geschichte des Bergbaues im 19 Jahrhundert, Freiberg, 1901. **С. Малявкин.**

ГОРНОЕ МАСЛО, см. *Нефти*.

ГОРНОЕ СОЛНЦЕ, см. *Кварцевая лампа*.

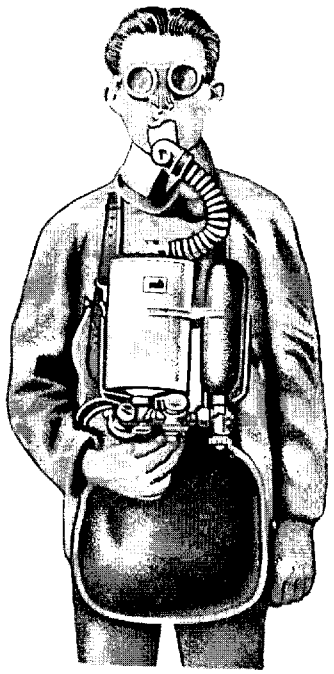
ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО, совокупность мер для борьбы с катастрофами в рудниках и спасания людей, захваченных при этом в подземных выработках. Взрывы рудничного газа и каменноугольной пыли в рудниках и подземные пожары во многих случаях влекут за собою гибель десятков и сотен людей (см. *Взрыв пыли* и *Газ рудничный*). Многочисленность жертв при взрывах и пожарах в рудниках объясняется тем, что образующиеся при этом удушливые газы быстро заполняют подземные выработки и отравляют людей, прежде чем они успеют выйти на поверхность. Такими газами являются: окись углерода, углекислота, сернистый газ, а также удушливый дым. Присутствие окиси углерода в воздухе в количестве 0,5% вызывает смерть человека через несколько минут. При содержании углекислоты в воздухе до 5—6% работа для человека становится невозможной вследствие появления сильной одышки, головокружения и быстрого утомления, а при более высоком содержании углекислоты наступает смерть от удушья. Сернистый газ образуется при пожарах в рудниках, разрабатывающих сернистые руды или каменный уголь, содержащий серу (серный колчедан). Этот газ очень ядовит; действие его даже в слабых дозах вызывает головную боль, кашель, раздражение глаз, а при содержании его в воздухе 0,5% и выше—удушье. Дым, образующийся при пожаре в руднике, содержит в значит. количестве мельчайшие частицы сажи, смол и альдегидные пары (формальдегид), к-рые в высшей степени раздражают глаза и дыхательные пути человека. Действие их на людей в некоторых случаях совершенно исключает возможность производства работы, даже вызывает потерю сознания. Из др. вредных для дыхания газов, встречающихся в рудниках, можно указать еще на сероводород.

Борьба с этими катастрофами и спасение людей, захваченных ими, представляют весьма трудную задачу, прежде всего, потому, что проникнуть в выработки, заполненные удушливыми газами, невозможно без специальных приборов. Кроме того, работа в руднике после взрыва бывает обычно весьма затруднительна, благодаря высокой $t°$ воздуха, обвалам и пр. Еще в конце прошлого столетия Г. д. было в зачаточном состоянии и средства защиты от удушливых газов довольно примитивны. В настоящее время во всех странах с развитой каменноугольн. промышленностью существуют специальные горноспасательные станции, при которых находятся подготовленные для работы по ликвидации катастроф в рудниках команды, снабженные специальными приборами—респираторами—для работ в удушливой атмосфере.

Респиратор представляет собою прибор, предназначенный для защиты органов дыхания человека от проникания в них вредных газов. На вкладном листе изображен фильтрующий респиратор америк. типа. Этот респиратор состоит из маски, ребристого шланга и патрона-поглотителя. Маска надевается на лицо и укрепляется на голове с помощью ремней; она имеет смотровые окна, а в нижней части—резиновый выдыхательный клапан, через к-рый выдыхаемый человеком воздух удаляется наружу; клапан устроен так, что наружный воздух не может проникнуть внутрь маски. Шланг, соединяющий маску с патроном-поглотителем, обеспечивает сво-



Фильтрующий респиратор американского типа.



Регенеративный респиратор облегченного типа (самоспасатель).



Регенеративный респиратор Дрегера (вид спереди).



Регенеративный респиратор Дрегера (вид сбоку).

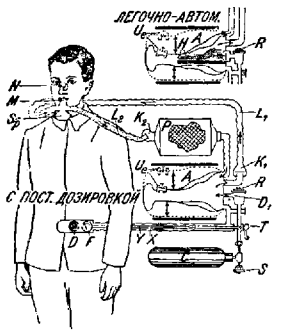
ТРЕСТ «ПОЛИГРАФОМ»

бодное движение головы человека при неподвижном положении патрона-поглотителя. Последний представляет собою металлич. коробку, в которой помещаются: активированный уголь, едкий натр, плавленный хлористый кальций, гопкалит, кремневый гель и ватный фильтр. Эти вещества располагаются слоями между проволочными сетками в указанном выше порядке, считая снизу вверх. Патрон имеет внизу отверстие, через к-рое наружный воздух при вдыхании поступает в патрон и здесь очищается от посторонних газов. Активированный уголь и кремневый гель поглощают органическ. пары, а едкий натр—углекислоту, сернистый и другие кислые газы. Гопкалит предназначается для поглощения окиси углерода. Он представляет собою смесь окисей магнезии, меди и иногда серебра и кобальта и действует на окись углерода каталитически, превращая ее в углекислоту. Эта реакция сопровождается значительным выделением тепла, поэтому в патрон-поглотитель помещают иногда охлаждающие смеси, например, серноватистокислый натрий ($Na_2S_2O_3 . 5H_2O$), плавящийся при 48° и поглощающий при этом значительное количество тепла. Нормальное действие гопкалита возможно только при сухом воздухе, поэтому на пути движения воздуха в патроне-поглотителе располагают впереди слоя гопкалита слои хлористого кальция и ваты, которые и поглощают заключающиеся в воздухе водяные пары.

Описанный респиратор представляет собою простейший прибор, пользуясь к-рым возможно производить работы в удушливой атмосфере. Благодаря простоте конструкции, малому весу (3,5 *кг*) и удобству применения, он имеет большое распространение. Продолжительность действия его—ок. 6 часов. Однако, такой респиратор имеет ограниченное применение при работах в удушливой атмосфере в руднике. После взрыва рудничного газа или каменноугольной пыли содержание кислорода в рудничн. воздухе резко понижается, и такой воздух большей частью уже не годен для дыхания (если содержание кислорода ниже 13%), независимо от содержания в нем ядовитых и удушливых газов. Поэтому фильтрующие респираторы применяются только при пожарах на поверхности или в таком руднике, где обеспечен приток свежего воздуха к месту спасательных работ.

Изолирующий респиратор представляет собою надеваемый на голову шлем (маску), соединенный резиновым шлангом с воздушным насосом (мехом), при помощи к-рого подается человеку нормального дыхания необходимый свежий воздух; при этом мех должен помещаться вне удушлив. атмосферы. Выдыхаемый человеком воздух и избыток подаваемого свежего воздуха удаляются через особый клапан в шлеме. Такого рода респираторы стесняют работающих в них, не позволяют проникать в отдаленные выработки (длина шланга до 200 *м*) и совершать тяжелую работу, например, выносить пострадавших при взрыве людей. Они применяются при возведении противопожарных перемычек в удушливой руднич. атмосфере.

Основным типом респираторов, применяемых рудничными спасательными командами, являются так называемые регенеративные респираторы. Схема такого респиратора (модель Дрегера 1924 года) изображена на фиг. 1, а общий вид—на вкладном листе. Этот респиратор состоит из следующих основных частей (см. схему): *C*—стальной баллон для кислорода, *A*—дыхательный мешок, *P*—регенеративный патрон, L_1 и L_2—дыхательные шланги, *M*—мундштучная коробка, *N*—носовой зажим. Стальн. баллон, емкостью в 2 *л*, наполняется кислородом под давлением 150 *atm*, что соответствует 300 *л* газа, приведенного к атмосферному давлению; *S*—запорный вентиль баллона, при открытии которого кислород из баллона поступает в редуцирующий вентиль *R*, по выходе из которого он имеет уже постоянное давление в 3 *atm*. Отсюда кислород проходит через узкое дозирующее отверстие D_1, диаметром 0,2 *мм*, и в количестве 2,3 *л* в минуту поступает в дыхательный мешок. Между баллоном и редуктором имеется отвод, запираемый краном *T*; через этот отвод кислород поступает по гибкой металлической трубке *Y* к манометру *F* и к вентилю с кнопкой *D*. Эта трубка заключена в прочный резиновый шланг *X* так, что между ней и шлангом имеется зазор, по которому кислород при нажатии кнопки *D* поступает из трубки *Y* в дыхательный мешок, минуя редуктор. Такое устройство позволяет подавать кислород из баллона в дыхательный мешок в тех случаях, когда испортится редуктор или для дыхания потребуется более значительное количество кислорода, чем то, которое поступает через дозирующее отверстие D_1. Дыхательный мешок емкостью 7 *л*, делается из плотной прорезинен. ткани. Он имеет предохранительный клапан U_e, через который выходит избыток кислорода. Короткий резиновый шланг соединяет дыхательный мешок с регенеративным патроном *P*, представляющим собою жестяную, овальной формы, коробку, наполненную щелочью (NaOH). Щелочь, в количестве около 1 *кг*, располагается в патроне слоями, между волнистыми железными сетками. Гибкий резиновый шланг L_2 соединяет мундштучную коробку *M* с патроном *P* и в месте присоединения последнего имеет выдыхательный клапан K_2, открывающийся в сторону патрона. Шланг L_1, соединяющий мундштучную коробку с дыхательным мешком, снабжается вдыхательным клапаном K_1, который открывается в сторону мундштучной коробки. Мундштучная коробка имеет отросток с надетым на него резиновым мундштуком (загубником) и слюноотсасывательницу S_p. Вместо мундштука можно пользоваться маской, изображенной на вкладном листе.



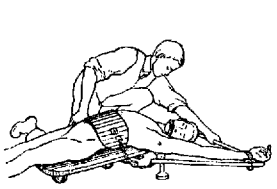
Фиг. 1.

Описанный респиратор функционирует след. образом. Человек берет мундштук в рот

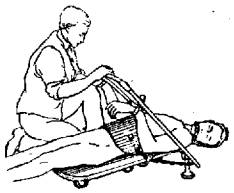
и удерживает его зубами; носовые отверстия закрываются зажимом, и таким образом органы дыхания человека изолируются от наружного воздуха. Выдыхаемый воздух по шлангу L_2, через клапан K_2 поступает в регенеративный патрон; здесь заключающаяся в воздухе углекислота и водяные пары поглощаются щелочью, и очищенный воздух поступает далее в дыхательный мешок. Этот воздух имеет, однако, пониженное содержание кислорода (около 16%) и не годен для дыхания; в дыхательном мешке он смешивается с поступающим из баллона кислородом, и т. о. совершается полная регенерация выдыхаемого человеком воздуха.

Вес респиратора около 17 *кг*; продолжительность действия ограничивается запасом кислорода в баллоне. Если количество поступающего в дыхательный мешок кислорода будет постоянным и равным 2,3 *л* в минуту, то запаса кислорода хватает, примерно, на два-три часа. Между тем потребление кислорода человеком происходит довольно неравномерно. При спокойном состоянии для дыхания требуется ок. 0,5 *л*, а при усиленной работе—до 3,5 *л* кислорода в минуту. Поэтому при описанной выше системе подача кислорода в момент усиленной работы м. б. недостаточной. Для устранения этого неудобства дыхательный мешок снабжается иногда особым автоматическим клапаном H, через который из редуктора поступает добавочное количество кислорода в тот момент, когда дыхательный мешок сжимается, т. е. при усиленном потреблении кислорода. Респиратор, снабженный подобным устройством, называется легочно-автоматическим.

В тех случаях, когда пребывание в удушливой атмосфере ограничивается небольшим промежутком времени и притом без производства усиленной работы, пользуются



Фиг. 2а.



Фиг. 2б.

часто регенеративными респираторами облегченного типа, или так называемыми самоспасателями (изображен. на вкладном листе). Их вес—около 6 *кг*, продолжительность действия $^1/_2$—1 ч.

Кроме респираторов, спасательные команды для работы в рудниках пользуются целым рядом специальных приборов и принадлежностей. Кислородные насосы служат для перекачивания кислорода из запасных баллонов, доставляемых заводами, в баллон респиратора. Такие насосы бывают стационарные с электрическим приводом или ручные, при чем насосы последнего типа делаются складными, для удобства перевозки их к месту работ спасательных команд. Для оказания помощи при отравлении газами спасательные команды пользуются особыми оживляющими аппаратами и кислородными ингаляторами. Из современных оживляющих аппаратов, применяемых в Г. д., наибольшим распространением пользуется аппарат фирмы Inhabad-Gesellschaft (Берлин). Он состоит из деревянной доски для помещения пострадавшего, вращающейся металлической рамы, к к-рой прикрепляются его руки, брюшного пресса и кислородного баллона. При передвижении рамы по направлению к голове пострадавшего (фиг. 2а и 2б) грудная клетка расширяется, происходит вдыхание, и кислород из баллона по резиновой трубке поступает в рот пострадавшего. При движении рамы в обратном направлении, грудная клетка сжимается, брюшной пресс при помощи прикрепленных к раме цепочек сжимает живот пострадавшего, и т. о. происходит выдох. При помощи такого прибора один человек может легко производить искусственное дыхание обмершему, тогда как выполнение этой операции вручную очень утомительно и требует участия не менее двух лиц. В тех случаях, когда искусственное дыхание производится вручную или когда пострадавший, несмотря на обморочное состояние, дышит, снабжение его кислородом производится при помощи особых ингаляторов, состоящих из баллона с кислородом, трубки для подвода последнего и маски, надеваемой на лицо пострадавшего.

Формирование рудничных спасательных команд и их обучение производится на особых горноспасательных станциях, где хранится и весь необходимый инвентарь. Горноспасательные станции обслуживают или отдельные рудники (команды по 8—10 чел.), или группу рудников (12—15 человек), или целый район (15—20 чел.). Деятельность станций отдельных каменноугольных районов объединяется центральными станциями. В СССР роль центральной горноспасательной станции выполняет Макеевский научно-исследовательский ин-т НКТ СССР по безопасности горных работ и по Г. д. На всех крупных каменноугольных рудниках СССР, помимо постоянных профессиональных команд, организованы вспомогательные спасательные команды из рабочих рудника. Все лица, к-рые входят в состав спасательных команд, подвергаются предварительному медицинскому освидетельствованию; кроме хорошего здоровья и выносливости они должны иметь большое самообладание и развитый интеллект. Команды проходят установленный курс обучения Г. д. с практич. упражнениями в искусственных подземных выработках или специальных камерах, наполняемых дымом и удушливыми газами. Во всех странах вопросы горноспасательного дела регулируются особыми законоположениями и правилами, издаваемыми правительственными органами горного надзора.

Лит.: Гриндлер Б., Рудничное спасат. дело, Харьков, 1915; Гармаш А., Новые спасат. аппараты без инжектора, «ГЖ», 1924, *3—5*; Труды I Донец.съезда по безоп.горных работ,ч.III—Горноспасат. дело, Москва, 1926; Яковенко В., Противогазы в горн. промышл. и в пожарном деле, «ГЖ», 1926, *8, 9*; First and Second Report of the Mine Rescue Apparatus Research Committee, London, 1920; Henderson J. and Paul J., Oxygen Mine Rescue Apparatus and Physiological Effects on Users «U. S. Bureau of Mines. Papers», Washington, 1917, *82*; Haase W. und Lampe W., Sauerstoffrettungswesen und Gasschutz, Lübeck, 1924.

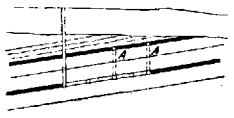
А. Гармаш.

ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ, пустые пространства, которые остаются в результате производства горных работ. Г. в. называются открытыми, если они проведены под открытым небом, на дневной поверхности, и подземными, если они проведены на глубине, под поверхностью земли. Та сторона подземной выработки, которой она выходит на дневную поверхность, называется началом выработки, противоположная — концом или вершиной. Если выработка удлиняется, то подвигающийся конец ее называется забоем. Плоскости, ограничивающие выработку с боков, называются стенами или боками выработки; плоскость, ограничивающая выработку снизу,—почвой или подошвой, сверху—кровлей или крышей. Совокупность работ, имеющих целью устройство той или иной Г. в., называется проходкой. Если Г. в. проводится сверху вниз, то в этом случае проходка носит название углубки, а забой углубляющейся выработки—дна или зумпфа; если Г. в. проводится снизу вверх, то проходка ее называется заработкой вверх. В зависимости от цели Г. в. бывают разведочные и эксплоатационные; в зависимости от направления — вертикальные, наклонные и горизонтальные. При вертикальных Г. в. пустую породу, получающуюся при проходке, полезное ископаемое, а также притекающую в выработки воду приходится поднимать на дневную поверхность при помощи тех или иных механических приспособлений. Если рельеф местности позволяет достигнуть полезного ископаемого при помощи горизонтальной выработки, то для доставки пустой породы и полезного ископаемого не требуется специальных подъемных устройств, а вода спускается из выработки самотеком. Наконец, в некоторых случаях оказывается выгодным проводить наклонную выработку, непосредственно по самому полезному ископаемому: выгода здесь заключается в том, что часть полезного ископаемого будет получаться при самом проведении выработки.

Главные типы Г. в.: 1) Вертикальные (шахтообразные) Г. в. Шахтой называется такая вертикально направленная вниз Г. в., которая при более или менее значительной глубине имеет сравнительно небольшие поперечные размеры и обладает одним выходом на дневную поверхность. В зависимости от назначения, шахты бывают: разведочные, предназначенные для целей детального исследования месторождения, и эксплоатационные, проводимые для целей эксплоатации полезного ископаемого. Шахты последнего вида нередко получают и свои специальные названия, напр., подъемные шахты, через к-рые полезное ископаемое поднимается на дневную поверхность; водоотливные шахты, служащие исключительно для откачки воды; вентиляционные, или воздушные, шахты, через которые входит или выходит необходимый для дыхания рабочих воздух; путевые шахты, служащие для спуска и подъема рабочих в подземные выработки. Обычно одна и та же шахта выполняет несколько назначений,— подъемная шахта служит одновременно и путевой и водоотливной, а иногда и вентиляционной. Совокупность нескольких шахт, соединенных между собой подземными выработками, которые проводятся по известному плану, составляет рудник. Наиболее глубокая и солидно оборудованная подъемная шахта на руднике носит название главной, или капитальной, а все остальные по отношению к ней—вспомогательными. К шахтообразным выработкам относятся также шурфы, колодцы, дудки, лихтлохи и гезенки. Шурфы— разведочные шахтообразные Г. в., имеющие



Фиг. 1.

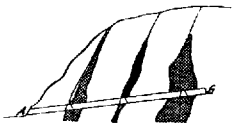


Фиг. 2.

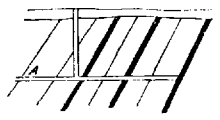
непосредственный выход на дневную поверхность и предназначенные только для вскрытия пласта полезного ископаемого при разведках или для пересечения ряда пластов при геологических исследованиях. Глубина шурфов обычно бывает незначительной: от 5 до 20—30 *м*. Колодцы—шахтообразные Г. в., предназначенные для эксплоатации жидких полезных ископаемых, например, воды, рассолов, нефти и т. д. При разработке твердых полезных ископаемых колодцами называют и шахтообразные Г. в., от к-рых не проводятся никакие дополнительные выработки, и таким образом выбирается только та часть полезного ископаемого, которая непосредственно прилегает к колодцу. Дудки—неглубокие шахтообразные Г. в. круглого поперечного сечения, проходимые для эксплоатации гнездовых месторождений. Лихтлохи—шахтообразные Г. в., назначенные для ускорения проведения штолен или тоннелей (фиг. 1, *А*). Гезенки, или слепые шахты, — шахтообразные Г. в., не имеющие непосредственного выхода на дневную поверхность и назначенные для эксплоатации тех частей месторождения, которые находятся выше или ниже рабочего горизонта шахты (фиг. 2, *А*). В зависимости от назначения, гезенки, как и шахты, приобретают свои специальные названия: подъемных, спускных, путевых, воздушных и т. д. Поперечное сечение шахтообразных выработок бывает квадратное, прямоугольное, многоугольное, криволикое, эллиптическое и круглое. Наиболее устойчивым является круглое сечение. Шахты круглого, эллиптическ. и криволикого сечения обычно закрепляются каменной крепью или бетоном, а квадратные и прямоугольные—крепятся деревом. Поперечное сечение шахты, имеющей несколько назначений, обычно разделяется на несколько отделений: подъемное, лестничное, трубное и т. д.

2) Горизонтальные (штольнеобразные) Г. в. Штольней называется такая горизонтальная, пройденная по простиранию или вкрест простирания месторождения, Г. в., которая при значительной длине имеет сравнительно небольшие поперечные размеры и, кроме того, один

непосредственный выход на дневную поверхность (фиг. 3, *АБ*). В зависимости от назначения, штольни бывают разведочные, откаточные, водоотливные, вентиляционные и т. д.; на рудниках обычно одна и та же штольня исполняет несколько назначений. Для облегчения откатки полезного ископаемого и стока воды штольнеобразным выработкам придается некоторый незначительный уклон. К штольнеобразным выработкам относятся: тоннели, квершлаги и горизонтальные штреки, пройденные по месторождению полезного ископаемого. Т о н н е л е м называется штольнеобразная выработка, имеющая два выхода на дневную поверхность и служащая обыкновенно не для эксплоатации месторождения, а для сообщения противоположных склонов горы. К в е р ш л а г и—штольнеобразные выработки, не имеющие непосредственного выхода на дневную поверхность и пересекающие месторождение вкрест простирания пород (фиг. 4, *А*). Ш т р е к и — штольнеобразные выработки, проводимые главн. образом по пласту полезного ископаемого и не имеющие непосредственного выхода на дневную поверхность. П о л е в ы е штреки—это штреки, идущие не по пласту полезного ископаемого, а по соседнему пласту пустой породы; в о д о с т о ч н ы е—штреки, проводимые ниже горизонта основного откаточного штрека и назначенные для подвода воды к водоотливной шахте. О р т о м называется горизонтальный штрек, проводимый в мощных пластах или жилах от висячего к лежачему



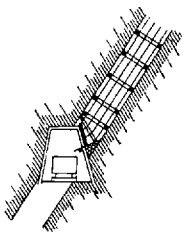
Фиг. 3.



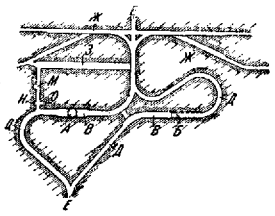
Фиг. 4.

боку месторождения, т. е. не выходящий из пределов пласта или жилы. Поперечное сечение штольнеобразных выработок бывает прямоугольное, трапецоидальное, сводчатое, эллиптическое и т. д. Крепление бывает чаще деревянное или бетонное, реже каменное, кирпичное и железобетонное.

3) Н а к л о н н ы е Г. в. проводятся как по пустым породам, так и по месторождению полезного ископаемого. Эти выработки могут иметь непосредственный выход на дневную поверхность, но могут и не иметь его. К первым относятся: наклонные шахты, шурфы и наклонные штольни; ко вторым—наклонные гезенки, квершлаги и штреки. К наклонным штрекам принадлежат: бремсберги, скаты, уклоны (или наклоны), диагональные штреки и восстающие выемочные штреки. Б р е м с б е р г о м называется восстающий штрек, назначенный для спуска полезного ископаемого с верхних горизонтов на нижние, при чем спуск вагонеток с полезным ископаемым происходит здесь под влиянием собственного веса. С к а т (фиг. 5)—это наклонный штрек, проводимый также для спуска полезного ископаемого с верхних горизонтов на нижние, при чем полезное ископаемое здесь непосредственно скатывается по почве выработки, без откаточных сосудов. Скаты устраиваются обычно при крутом падении. У к л о н о м называется штрек, пройденный по падению пласта и назначенный для подъема полезного ископаемого из нижних горизонтов работ на верхние помощью конной или, чаще, механическ. тяги. Д и а г о н а л ь н ы е ш т р е к и проводятся как по восстанию, так и по



Фиг. 5.



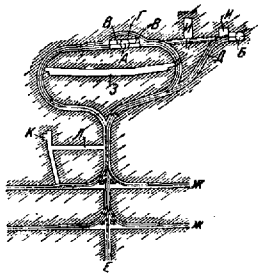
Фиг. 6.

падению для доставки полезного ископаемого, и в этом случае заменяют собой или бремсберги или уклоны. Наклонные в ы е м о ч н ы е штреки являются вспомогательными выработками, проводимыми при очистных и подготовительных работах. Наклонные горные выработки имеют те же формы сечения и крепятся так же, как и горизонтальные.

4) К а м е р н ы е в ы р а б о т к и—подземные помещения, имеющие при сравнительно больших поперечных размерах небольшую длину. К числу камер относятся: рудничный двор, насосная и машинные камеры, депо для возов, конюшни, ламповая, динамитный склад, колесницы, горные мельницы, выемочные и погрузочные камеры.

На фиг. 6 и 7 представлено расположение рудничного двора и прилегающих к нему подземных Г. в. на двух разных горизонтах на одном из каменноугольных рудников Донецкого бассейна: *А*—капитальная шахта, *Б*—вспомогательная шахта, *В*—рудничный двор, *Г*—обходная выработка, *Д*—обходные квершлаги, *Е*—откаточные квершлаги, *Ж*—откаточные штреки, *З*—конюшни, *И*—насосные камеры, *К*—динамитный склад, соединенный выработкой *Л* с откаточным квершлагом, *М*—конторка, *Н*—шорная, *О*—сенник.

Р у д н и ч н ы й д в о р—камера на рабочем горизонте, непосредственно примыкающая к шахте; в ней производится нагрузка и разгрузка движущихся по шахте подъемных приспособлений. Ширина рудничного двора делается часто равной ширине шахты, но высота рудничного двора у шахты больше, чем в остальной его части, для того чтобы иметь возможность доставлять в рудник наиболее длинные предметы (рельсы, балки и проч.); длина рудничного двора определяется специальным расчетом. Прилегая одним концом к шахте, рудничный двор вторым своим концом сопрягается с квершлагом или коренным откаточным штреком. На рудничный двор подаются поезда с груженными вагонетками, здесь же принимаются порожние вагонетки, которые поступают с по-



Фиг. 7.

верхности, формируются поезда, а иногда производится и предварительная сортировка полезного ископаемого. Насосная камера предназначается для установки водоотливных аггрегатов; нередко в ней же помещается и трансформаторная подстанция. Насосная камера располагается обыкновенно поблизости к шахте. При насосной камере устраивается резервуар или зумпф (колодец), в который собираются рудничные воды, подводимые канавками. Зумпфом иногда служит и нижняя часть шахты, которая в этом случае углубляется ниже горизонта рудничного двора. При большом притоке воды, а также для отстойки ее, устраиваются часто зумпфштреки, т. е. резервуары для воды, имеющие вид б. или м. длинных штреков. Машинные камеры—помещения для установки машин и механизмов, обслуживающих механическ. откатку рудничных вагонеток. Депо для возов—камера, где производится текущий ремонт подвижных двигателей; здесь же помещаются и запасные возы. Подземные конюшни устраиваются на рудниках, применяющих конную откатку. Ламповая устраивается обычно только на газовых рудниках и служит для хранения запаса готовых, заправленных предохранительных ламп для обмена их на потухшие во время работ. Динамитный склад—камера для хранения взрывчатых веществ, необходимых для производства горных работ. По правилам безопасности, динамитный склад должен отстоять от шахты не менее, чем на 65 *м* и от ближайшего откаточного штрека на 20 *м*. К динамитному складу д. б. устроены два отдельных хода. Колесницы—камеры для гидравлическ. колес. Горные мельницы—камеры для добычи пустой породы, идущей в закладку выработанного пространства. Выемочные камеры—выработки, применяемые при нек-рых системах очистных работ, служат для добычи из них полезного ископаемого. Погрузочные камеры устраиваются при устьях восстающих выемочных и откаточных штреков и служат для образования нек-рого запаса полезного ископаемого, доставляемого из очистных работ.

При открытых горных работах проводятся следующие Г. в.: разрезы, разносы, карьеры, ломки, глинокопни и т. д. Разрез—разведочная открытая Г. в., имеющая при значительной длине небольшую глубину, иначе называется рвом или канавой. Разнос—открытая эксплоатационная Г. в. более или менее значительных поперечных размеров при сравнительно небольш. глубине. Карьер—разнос, служащий для добычи руды, песка и строительного камня. Ломка—разнос для добычи строительных камней. Глинокопня (или глинище)—разнос для добычи глины. Кроме перечисленных Г. в., при разведочных работах, а также для добычи жидких и газообразных полезных ископаемых в толще земной коры проводятся небольшого диаметра и значительной длины цилиндрич. углубления, называемые буровыми скважинами. Буровые скважины проводятся как с поверхности, так и из подземных выработок и могут иметь различные направления: вверх, вниз, наклонно и горизонтально. См. *Бурение*.

Лит.: Бокий Б. И., Практич. курс горного искусства, т. 1, Л., 1924; Ключанский Г. В., Горные выработки, Берлин, 1923. **А. Попов.**

ГОРНЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ, см. *Железные дороги горные.*

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, главные составные части земной коры. Г. п. играют огромную роль как естественный строительный камень (гранит, гнейс, песчаник, мрамор, известняк), как материал для мощения дорог (булыжный камень, диабаз, базальт, кремень, кварцит), для железобетонного строительства (гравий, песок), в производстве фарфора, кирпича, цемента, динаса и стекла (каолин, глины, известняки, мергеля, трассы, песчаники, пески, кварциты), в химической промышленности (каменная соль, карналит, сильвин, фосфорит, гипс).

Горные породы разделяются на три большие группы: 1) изверженные, 2) осадочные и 3) метаморфические.

1) Изверженные Г. п. образовались благодаря застыванию подземных расплавленных масс (магмы), при чем, в зависимости от условий застывания, изверженные породы разделяются на глубинные (интрузивные) и излившиеся (эффузивные). Первые застыли медленно на большой глубине, благодаря чему расплавленная масса имела время и благоприятные условия (наличие минерализаторов) для кристаллизации (полнокристаллич. структура). Породы, излившиеся на земной поверхности и на дне морей, застывали быстро, почему кристаллизация их не полная, и в них мы имеем переход от структур порфировых до стекловатых (вулканическое стекло). По содержанию кремнекислоты изверженные породы делятся на:

Ультракислые, с содержанием SiO_2			выше	75%
Кислые	»	»	от	75—65%
Средние	»	»	»	65—52%
Основные	»	»	»	52—40%
Ультраосновные, с содержанием			менее	40%

Форма залегания глубинных пород—жилы, штоки, лакколиты, батолиты; для излившихся—потоки, покровы.

Отдельность. Наличие в породе трещин или направлений, по к-рым порода легко раскалывается и выветривается, носит название отдельности. Различают параллелепипедальную, столбчатую, шаровую и глыбовую отдельности. Легче всего отдельность наблюдать на естественных обнажениях пород, подвергшихся продолжительному выветриванию. Определение характера отдельности крайне существенно для разработки и использования породы, так как, в конечном итоге, она определяет величину добываемых монолитов камня.

Минералогич. состав. В образовании изверженных пород наиболее существенную роль играют следующие минералы: кварц, щелочные полевые шпаты (ортоклаз, микроклин, санидин), фельдшпатоиды (лейцит, нефелин, содалит, нозеан, гаюин), плагиоклазы (альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит), пироксены, амфиболы, биотит, мусковит, оливин. Породы, богатые кварцем, полевыми шпатами и фельдшпатоидами, имеют в общем

светлый цвет (породы лейкократовые) в отличие от пород темного цвета, богатых пироксеном, амфиболом, биотитом и оливином (породы меланократовые).

2) Осадочные породы образуются путем отложений продуктов механич. разрушения горн. пород (обломочные породы),— выпадения из растворов (химич. породы) или накопления органич. осадков известковых или кремневых раковин (органогенные породы). Осадочные породы характеризуются слоистостью в отличие от изверженных пород, имеющих массивн. сложение. По мере накопления осадков происходит их уплотнение; так, рыхлый ракушечник, отложившийся на дне моря, слеживается в ракушечный известняк, поры заполняются кальцитом, и постепенно может образоваться плотный известняк.

3) Метаморфич. породы (кристаллические сланцы) происходят как из изверженных, так и из осадочных пород, благодаря последующему их изменению. Главнейшие метаморфические породы: гнейсы, слюдяные сланцы и филлиты; известковые и магнезиальные сланцы; железистые сланцы, богатые магнетитным и красным железняком (Кривой Рог); кварциты и кремнистые сланцы; мраморы.

Технич. свойства Г. п. а) Твердость, или сопротивляемость истиранию, имеет значение для пород, используемых для изготовления тротуаров, ступеней, полов, мостовых. Породы должны быть однородны, чтобы при долгом употреблении не образовывались неровности. Сопротивление истиранию определяется шлифованием наждачным порошком испытываемого образца на круге стирания (200 об/мин., поверхность стирания—50 *см*²). Твердость шоссейного щебня определяется испытанием образцов во вращающихся барабанных аппаратах по потере в весе взятой щебенки и количеству образовавшейся мелочи и муки.

б) Крепость. Породы, идущие на строительство, обязательно испытываются на временное сопротивление сжатию. Крепкими считаются породы, обладающие временным сопротивлением на сжатие свыше 750 *кг/см*², средними—свыше 250—300 *кг/см*² и мягкими — ниже 250 *кг/см*². Испытание производят опытным раздавливанием нескольких кубиков из данной породы (ребро куба 7 или 10 *см*). Средние величины для временного сопротивления на сжатие для различных пород следующие (в *кг/см*²):

Диориты	2 400	Кварциты	1 390
Базальты	2 600	Трахиты и фонолиты	1 700
Граниты крупнозернистые	1 500	Гнейсы	1 200
Граниты среднезерн.	1 695	Известняки плотные сухие	1 100
» мелкозерн.	1 720	Известняки мергелистые сухие	650
Порфиры	1 850		

При расчетах сооружений берут от $^1/_{10}$ до $^1/_{40}$ времен. сопротивления на сжатие в зависимости от характера построек. Сопротивление пород на разрыв, изгиб и скалывание— обычно меньше сопротивления на сжатие.

в) Вес единицы объема (*кг/м*³) наиболее употребительных пород:

Булыжный камень:	
крупный (0,16 пустот)	2 280
средний (0,22 »)	2 100
мелкий (0,32 »)	1 860
Бутовая плита в укладке (с 0,3 пустот)	1 690
Гранит, в среднем	2 700
Сланец кровельный	2 700
Известняк плотный	2 000—2 680
» ракушечный	1 600
Мел в кусках	1 280
Песчаник	2 300—2 500

г) Пористость и влагоемкость определяются взвешиванием кубиков породы в сухом и в насыщенном водой состоянии.

д) Морозоупорность. Наличие в породе пор значительно ухудшает качество камня, так как заполнение пор водой и последующее замерзание быстро разрушают породу. Морозоупорной считают породу не потерявшую прочности при 25-кратном замораживании и оттаивании.

е) Стойкость на выветривание весьма существенна для пород, идущих на строительные цели. Остроребрность и прочность обломков пород, пролежавших много лет в карьере, хорошие указатели прочности породы.

ж) Породы, применяющиеся в абразионной промышленности (песчаники, сланцы, песок, диатомит), должны обладать способностью «обдирать» обрабатываемую поверхность предмета. Для этого зерна породы (кварц) д. б. режущими и не должны быстро отполировываться.

Огромное значение Г. п. в жизни страны обязывает к тщательному их изучению. К плановому изучению пород Союза приступлено не так давно; из тех данных, которые получены, можно заключить, что многое ввозимое из-за границы мы можем заменить отечественными породами; так, успешно развивается добыча онежской диабазовой брусчатки, мрамора Урала, кровельных сланцев Кривого Рога, Кавказа, Урала, литографского камня Грузии. См. *Справочник физ., хим. и технолог. величин.*

Лит.: Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Петрография, Л., 1925; Лучицкий В. И., Курс петрографии, М., 1922; Камен. и строит. материалы, Л., сб. 1, 1923, сб. 2, 1924; Гейслер А. Н., Белянкин Д., Добрынина М. И. и Яхонтов Н. П., Карта месторождений каменных строит. материалов (с табл. испытаний), Л., 1925; Богданович К., Камен. строит. материалы, СПБ, 1913; Глинка К., Каменные строит. материалы, СПБ, 1891; Естественные минер. строит. материалы Европейской России, под ред. С. Ф. Малявкина и П. А. Пальчинского (Крым. Кавказ, Ю.-В.), Л., 1924 — 25; Эвальд В. В., Строительные материалы, их приготовление, свойства и испытание, М.—Л., 1928; Аршинов В. В., Кровельные сланцы, «Минеральное сырье», М., 1926, 1927, «СП».

Г. Топольницкий.

Применение Г. п. в стеклоделии, основано на сходстве их составов с составом стеклянной массы. Самой ценной составной частью Г. п. являются щелочи, содержание к-рых колеблется от 5 до 17%. Из остальных составных частей они содержат окиси железа в пределах от 1,0 до 14%, окиси алюминия от 12 до 25% и щелочноземельные окислы (окись кальция и магния) в количестве от 1,0 до 5%. Окись железа придает стеклу более или менее сильное окрашивание в зеленый цвет, а в избыточных количествах является плавнем. Окись алюминия придает стеклу значительную вязкость и твердость, большую стойкость при механических воздействиях и при резких изменениях $t°$ и высокую устойчивость в отношении кислот и щелочей. Последние три свойства делают стекла с большим содержанием глинозема весьма

Химический состав горных пород.

Название породы	SiO_2	TiO_2	ZrO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O	Потери при прокал.
Горные породы СССР:												
1. Андезит кавказский . . .	54,73	1,01	—	11,66	11,91	—	9,49	4,90	3,53	3,24	—	—
2. Анортит ильменский . .	57,72	0,13	—	19,72	3,70	—	0,69	0,50	7,86	6,44	—	—
3. Мариуполит — Мариупольский окр., УССР .	62,53	—	1,08	18,72	3,26	0,34	0,54	0,08	0,79	11,77	0,68	—
4. Миаскит с Урала—Вишневая гора	55,17	—	—	23,25	0,69	2,95	2,02	0,48	6.19	6,33	0,17	—
5. Миаскит ильменский . .	58,36	—	0.13	22,36	2,30	—	2,08	0,62	6,11	8,17	0,06	0,50
6. Обсидиан из Эривани . .	74,03	—	0,44	15,01	1,08	—	1,44	0,84	1,84	5,76	—	0,23
7. Обсидиан (черный) из Закавказья—Кетан-Даг . .	74,23	—	—	13,88	0,96	0,75	0,92	0,15	5,01	4,68	—	—
8. Пемза из Эривани . . .	69,84	—	—	15,66	2.45	—	1,53	0,41	4 02	3,38	—	3,32
8а. Пемза из Эривани . . .	62,26	—	0,37	14,71	1,61	—	2,24	0,02	4.02	4,02	—	4,24
9. Сиениты мурманские . .	54,30	—	0.99	23.14	2,57	—	1,01	0,58	7,70	8,52	0,22	1,15
10. Сиенит ильменский . . .	62,14	—	—	18,74	3,39	—	2,17	0,70	6,05	6,23	0,10	0,32
Горные породы заграницы:												
1. Базальт	45,47	—	—	15,16	13,98	—	10,51	4,53	3,37	2,47	4,40	—
2. Гранит Пассау	73,13	—	—	10,50	3,16	—	—	1,12	9,04	1,80	0,45	—
3. Ортофир Тейско, ю.-зап. Финляндия	67,40	—	—	15,62	3,15	—	1,87	0,56	7,10	2,51	0,50	—
4. Сиениты Дрездена	59,83	—	—	16,85	2,31	—	4.43	2,61	6,57	2,44	1,29	—
5. Трахит Драхенфельда . .	65,14	—	—	17,45	4,72	—	1,80	1,02	4,72	4,51	0,62	—
6. Трахит Пью-де-Дом, Овернь, Франция	68,78	—	—	16,12	3,54	0,34	1,94	1,15	3,64	4,00	0,68	—
7. Трахит Кельберг, Германия	65,01	—	—	18,28	0,84	0,83	1,50	0,80	4,34	6,79	0,74	—
8. Фонолит Ренания	50,30	—	—	24,00	2,30	—	1,20	0,30	9,50	8,10	3,20	—

ценными. Недостаточное количество щелочей в Г. п. при высоком содержании глинозема может быть компенсировано при варке стекла соответствующей добавкой щелочноземельных окислов, например, CaO.

В стекольном производстве могут иметь применение Г. п., химический состав которых приведен в табл. (см. выше).

Первые опыты по применению Г. п. в стеклоделии были произведены в Германии Ф. Сименсом. В СССР в Государственном экспериментальном институте силикатов закончено подробное исследование, касающееся применения Г. п.—трахит-бештаулит района Минеральных вод. Государственный керамический исследовательский институт в Ленинграде исследовал нефелины-сиениты Мурманского района.

В настоящее время для производства бутылок применяют следующий состав:

Фонолит	1 000,0 вес. ч.
Песок	750,0 » »
Известковый камень	415,0 » »
Сульфат	365,0 » »
Кокс	16,0 » »

В Англии з-д Stockton Bottle Works плавил следующий состав шихты для бутылочного стекла:

Песок	50,0 вес. ч.
Глина	20,0 » »
Известь	25,0 » »
Мергель	5,0 » »

Во Франции завод St. Juste sur Loire получал стекло из полевого шпата и витерита по следующему составу:

Полевой шпат	100,0 вес. ч,
Витерит	100,0 » »
Мел	72,3 » »
Песок	94,3 » »

В России в 80-х годах вопросом об использовании Г. п. занимался проф. А. К. Крупский, производя опытные плавки стекла из финского гранита (раппакиви) по следующему составу:

Раппакиви	500,0 вес. ч.
Известняк	150,0 » »
Сода	75,0 » »

В начале 90-х годов С. П. Петухов производил варки стекла из андезитов Боржомского имения следующего состава:

Андезит	100,0 вес. ч.
Песок	20,0 » »
Известь	19,0 » »

Применение андезита практикуется и до сего времени на Боржомском бутылочном заводе, но, с введением в состав шихты щелочей,—по следующему рецепту:

	вес. ч.	%
Песок	150,0	36,23
Мел	50,0	12,08
Мирабилит	86,0	20,77
Андезит	113.0	27,30
Перекись марганца	—	4,50
Опилки	—	10,50

Лит.: Петухов С. П., Опыт плавки стекла из андезитов Боржомского имения на Кавказе, «Записки Рус. техн. о-ва», 1891; Китайгородский И. И. и Родин С. В., Горные породы в стеклоделии. Москва, 1928. **И. Китайгородский.**

ГОРНЫЕ РАБОТЫ, работы, производимые с целью разведки и добычи полезных ископаемых. Г. р. разделяются на разведочные, работы по вскрытию, подготовительные и очистные. Разведочные работы заключаются в проведении разрезов, шурфов, буровых скважин и друг. выработок, имеющих целью выяснить рентабельность месторождения при последующей эксплоатации. Вскрытие месторождения—совокупность горных работ, имеющих целью путем проведения шахт, штолен, квершлагов достигнуть месторождения полезного ископаемого и сделать его т. о. доступным для последующей добычи. Подготовительные работы, состоящие в проведении горизонтальных и наклонных штреков, гезенков, бремсбергов, уклонов, имеют в виду подготовить месторождение для эксплоатации. Очистные работы преследуют цель извлечения полезного ископаемого из месторождения со всей возможной полнотой. По роду двигательной силы работы бывают ручные и машинные. Ручные работы, в зависимости

от инструментов, которыми они производятся, имеют следующие названия: 1) л о п а т н а я р а б о т а, применяемая при добыче рыхлых и мягких пород и при нагрузке добытых и находящихся в раздробленном состоянии пород; инструменты, применяемые при этих работах: лопата, заступ, гребок, лоток, вилы; 2) к а й л о в а я р а б о т а применяется при добыче гл. обр. ломких пород и как вспомогательная (производство врубов) при клиновой или *взрывной работе* (см.); применяемая при этих работах кайла бывает простая—односторонняя или двусторонняя—и составная—со вставной лопастью или со вставным острием (обушком); самый распространенный тип кайл—угольная кайла «Акме»; длина лопасти ее—45 *см*, вес—0,58—0,91 *кг*; 3) к и р к о в а я р а б о т а в настоящее время применяется очень редко, напр., при добыче массивов камня для нужд строительного дела и для скульптурных работ; инструменты при этой работе: кирка (без рукояти или с рукоятью) и молоток; 4) к л и н о в а я р а б о т а, как самостоятельная, применяется при трещиноватых породах; эта работа производится главным образом в соединении с кайловой работой; инструменты при клиновой работе: к л и н, б а л д а, п о д д и р, л о м.

Машинная работа имеет применение и как самостоятельная (напр., добыча глины экскаваторами, вскрытие торфов, добыча золотоносных песков драгами) и как вспомогательная при других работах (бурение шпуров, производство врубов). Кроме перечисленных горных работ, в горном деле применяются еще так называемая о г н е н н а я р а б о т а в связи с действием низкой температуры (см. *Вымораживание*) и г и д р а в л и ч е с к а я р а б о т а (см. *Гидравлические разработки*).

Лит.: Описание Донецкого бассейна, т. 1, вып. 1, Екатеринослав, 1914; П р о т о д ь я к о н о в М., Материалы для Урочн. положн. горных работ, ч. I, II, М., 1926; Б о к и й Б. И., Практич. курс горного искусства, т. 2, М.—Л., 1925. **А. Глаголев.**

ГОРНЫЕ РЕКИ имеют большую скорость течения, паводочн. волны проходят быстро, с крутыми подъемами и спадами, и график изменения горизонта воды состоит из большого числа острых пик, в противоположность относительно плавным кривым равнинных рек. Отношение максимального расхода к минимальному велико, в особенности для потоков, которые питаются исключительно ливнями и периодическими снегами; для рек, питающихся отчасти и вечными снегами, это отношение меньше. Кроме бóльших скоростей, отличие Г. р. от равнинных заключается также в большей амплитуде изменения скоростей в продольном направлении. Долина горного потока, в зависимости от ее геологич. возраста и степени проработанности ее денудацией потока, т. е. процессами, способствующими нивелировке поверхности, имеет более или менее определенно выраженный ступенчатый характер, т. е. большое изменение уклонов в продольном направлении. Если реки стекают с гор средней высоты или с гор, расположенных в относительно теплых странах, то режим этих рек будет преимущественно зависеть от количества выпадающих в их бассейне дождей; их меженний уровень имеет место в сухой сезон, т. е. обыкновенно летом. Если же водные потоки спускаются с бассейнов, которыми командуют покрытые вечными снегами и ледниками горы, то их режим зависит главн. обр. от темп-ры, которая ускоряет или замедляет таяние снега; они обыкновенно имеют низкие уровни зимою и свой средний расход летом. Леса имеют на ход разливов важное регулирующее влияние. Обезлесение скатов имеет последствием увеличение бедствий от наводнений, так как дождевая вода стекает тем быстрее в тальвег, чем меньше она встречает на своем пути препятствий.

Сток Г. р. может быть использован для орошения или как источник энергии, для чего обычно в узких местах Г. р. преграждают высокими плотинами. Образовавшееся водохранилище иногда может собрать в себе весь свободный годовой сток бассейна Г. р. или, при большой разности горизонтов и их бьефов, дать огромные количества водной энергии для промышленных или иных целей. Использование Г. р. для сплава требует регулировки, которая состоит в уменьшении кривизны и уборке деревьев, крупных камней или порогов в их русле и является простейшим видом регулировки. Однако, большое количество речных наносов и камней, которые выносят Г. р. в долинные части реки, а также резкие их паводки вредно отражаются в долинной их части на судоходных условиях реки и могут вызывать затопление культурных районов. Поэтому приходится производить общее регулирование Г. р. (см. *Выправление рек*). При больших колебаниях расходов воды часто применяется двойной поперечный профиль для разных горизонтов, в особенности при сравнительно пологом дне и значительной ширине долины. Стрежень реки и его очертания определяются затопляемыми направляющими сооружениями. Если количество высоких вод не слишком велико или во всяком случае не значительно превышает количество меженних вод, то применяется б. ч. простое (не двойное) поперечное сечение. В узких и глубоких долинах с высокими берегами, где легко могут быть устроены более высокие направляющие и оградительные дамбы, последние устраиваются незатопляемыми и для отложения наносов снабжаются высокими траверсами с пропусками (пролетами). Иногда же продольные дамбы и при простых поперечных сечениях регулируемого русла устраиваются сперва затопляемыми и только впоследствии, после поднятия наносами пространства за ними, обращаются в незатопляемые оградительные дамбы. Притоки могут входить в Г. р. под всевозможными углами, вплоть до впадения по касательной к дуге окружности. В последнем случае обычно происходят в самом устьи или непосредственно ниже его, в русле главной реки, отложения наносов. Изменением устья притока и отнесением его вниз по течению можно достигнуть или углубления ложа главной реки у устья притока и выше его, если падение реки здесь значительно больше, чем до первоначального устья, или же повышения дна—при про-

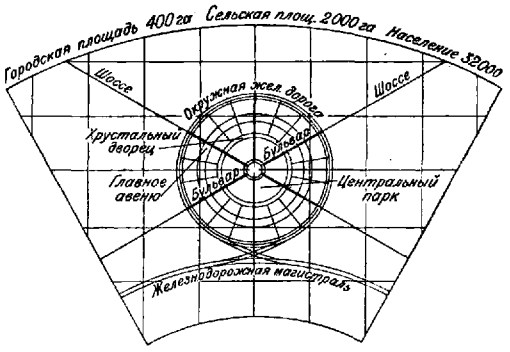
тивоположных условиях. Кроме спрямлений и изменения устьев, при регулировании Г. р. применяются и другие обычные способы регулирования рек, с целью придания им нормального правильного профиля, посредством продольных и поперечных сооружений, которые у Г. р. имеют весьма разнообразную форму.

Улучшение речных потоков в их верхнем течении вообще, а Г. р., в частности, может иметь и неблагоприятные последствия: чрезмерное углубление дна реки, что вызывает надобность в особых укреплениях, ранее не предусмотренных; слишком сильное повышение или понижение уровня грунтовых вод в соседних частях бассейна; неблагоприятное влияние на дебит источников. Чтобы работы по урегулированию горных рек могли иметь полный успех, необходимо, чтобы рука об руку с ними шли (или даже их опережали) работы по регулированию всех входящих в них горных потоков и оврагов, путей передвижения лавин,—по осушению и укреплению всех второстепенных скатов, облесению и засаживанию кустарником голых склонов и берегов для возможного уменьшения наносов на местах их первоначального возникновения и, наконец, работы по осушению пространств за регуляционными сооружениями—регулирование т. н. внутренних вод и улучшение условий стока во всех притоках путем регулирования или перенесения на другое место их устьев или устройства особого водосборного канала для внутренних вод. Все эти работы в их совокупности составляют то, что называется регуляционными работами.

Лит.: Дингельштет В., С.-х. гидравлика, ч. I, стр. 26—27, СПБ, 1904; Великанов М. А., Гидрология суши, стр. 160, Москва, 1925; Беляев И. И., Постановка опытн. изучения приемов мелиорации в З. Европе, II., 1915; Franzius O., Verkehrswasserbau, p. 131—137, B., 1927. **Б. Шлегель.**

ГОРНЫЙ ВОСК, см. *Озокерит.*

ГОРОД-САД, небольшой (30—50 тыс. жителей) вполне благоустроенный город, гармонично соединяющий все преимущества как городских, так и сельских условий жизни и лишенный их отрицательных сторон. Идея города-сада практически нашла осуществление в образцовых рабочих поселках, выстроенных в Англии в конце прошлого века (Порт Сенлайт близ Ливерпуля, Борнвиль близ Бирмингама); теоретически же она разработана в Англии Э. Говардом. По проекту Говарда Г.-с. имеет круглую форму и разделен на 6 равных секторов. Основными элементами Г.-с. являются (фиг. 1): 1) центральная площадь, окруженная главнейшими общественными зданиями; 2) большой центральный парк, заключенный в кольцо стеклянной галлереи—хрустального дворца; 3) поясной парк (главное авеню), в к-ром располагаются культурно-просветительные учреждения и к к-рому примыкают торговые и общественные здания, имеющие районный характер; 4) окружная жел. дорога с 6 пассажирскими станциями и расположенными вдоль нее складами и промышленными предприятиями; 5) жилые кварталы, располагаемые двумя кольцами по обе стороны поясного парка; они разбиты на 5 500 участков, размером каждый ок. 240 $м^2$; на участке может быть выстроен только один дом особняк в два этажа (коттедж); в Г.-с. строго соблюдается правило: на один дом—одна семья; 6) сельскохозяйственная, иначе парковая или защитная, зона охватывает город со всех сторон; она занимает территорию в пять раз бо́льшую самого Г.-с. и рассчитывается так, чтобы с нее можно было



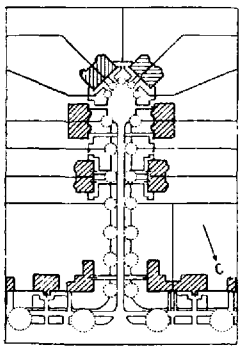
Фиг. 1.

удовлетворить потребность Г.-с. в сел.-хоз. продуктах. Большое количество зелени, высокая степень благоустройства и забота об эстетике должны обеспечить Г.-с. чистоту, красоту и здоровье.

Рост Г.-с. ограничен; достигнув определенных размеров, он может выделить новые и новые Г.-с. и превратиться в группу Г.-с., каждый из которых остается, однако, стабильным, связанным с остальными хорошими путями, но обычно отделенным своей защитной зоной.

Движение в пользу постройки Г.-с. началось в начале настоящего столетия. Основатели его ставили себе задачи не столько технические, сколько политико-экономические: частной собственности на землю в Г.-с. не допускается (аренда на 999 лет), нет поэтому земельной спекуляции, а земельная рента остается в распоряжении города. Однако в большинстве случаев это правило не соблюдалось. Кроме того, выяснилось, что Г.-с. самостоятельными единицами быть не могут, а развиваются как пригороды или города-спутники вблизи крупных, уже сложившихся, центров. Первый же Г.-с.—Лечворс, выстроенный в Англии под непосредственным руководством Говарда, значительно отошел от его теоретической формы. Причина—необходимость считаться с целым рядом местных условий: рельефом местности, расположением существующих дорог, направлением ветров и другими обстоятельствами. Оказалось также невозможным обеспечить Г.-с. соответствующей сельскохозяйственной зоной, и последняя свелась к нейтральной полосе, гарантирующей Г.-с. от возможности срастись с друг. поселениями. Вскоре выяснилось, что система особняков-коттеджей слишком дорога и не м. б. основой для серьезного разрешения жилищного вопроса. Второй Г.-с.—Вельвин дает уже значительный сдвиг в сторону укрупнения строительства. Система застройки состоит из группировки зданий вокруг внутренних

скверов, детских площадок и газонов; это придает уютность и спокойствие и сокращает расходы на устройство улиц и их мощение (фиг. 2—расположение коттеджей в тупике). Континентальные европейские государства, привыкшие вообще к многоквартирным домам, пошли еще дальше, и в настоящее время Г.-с. уже не связывается непременно с понятием коттеджа. Теперь городами-садами называют благоустроенные, с большим количеством зелени пригороды, дачные места, рабочие поселки. В них обычно ставятся известные ограничения плотности населения (около 100 человек на 1 *га*) и застройки (около 10% площади участков), высоте построек (не более 2—3 этажей), обращено большое внимание на зелень, спорт и общее санитарно-техническ. оборудование. Типы их зависят от характера применяемого жилищного строительства, а самые формы плана—от господствующих в стране архитектурных направлений. Наиболее известные Г.-с.: в Германии, Геллерау близ Дрездена — типичный для немецкой школы планировщиков, пытающейся возродить романтику готического города; целый ряд французских Г.-с.—cités-jardins, характерных правильными линиями, осями и перспективами, и, наконец, послевоенные Г.-с., голландские и французские, на планах и застройке к-рых сказались уже новейшие архитектурные формы—простота, рационализация и влияние новых материалов—бетона, железобетона—и всякого рода облегченных конструкций. Наиболее известный из этих Г.-с.—Пессак, близ Бордо, построенный по проекту известного архитектора Корбюзье. В России Г.-с. распространения не получили. В 1913—14 гг. было приступлено к организации Г.-с. на Моск.-Казан. ж. д. при платформе Прозоровской, после войны 1914—18 гг. было приступлено к постройке многих пригородов и благоустроенных рабочих поселков. Технически они схожи с городами-садами, по организации же и своим принципам исходят из общих новейших основ градоустройства вообще.



Фиг. 2.

Все движение в пользу Г.-с. объединено в международном обществе Г.-с. с правлением в Лондоне и отделениями почти во всех странах. Об-во созывает ежегодные съезды и издает собственные журналы: «Garden Cities a. Town Planning» в Лондоне и «La vie urbaine» в Париже.

Лит.: Семенов В., Благоустройство городов, М., 1912; Howard E., Garden Cities of Tomorrow, 2 ed., London, 1902; Unwin R., Town Planning in Practice, L., 1909; Purdom C. B., The Building of Satellite Towns, L., 1925; Wolf P., Wohnung und Siedlung, B., 1926; Le Corbusier, Urbanisme, Paris, 1925. **В. Семенов.**

ГОРОДСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ—*трамвай* (см.) и *метрополитен* (см.)—служат для пассажирского движения в городе и на ближайших его окраинах; грузовое движение по ним производится редко.

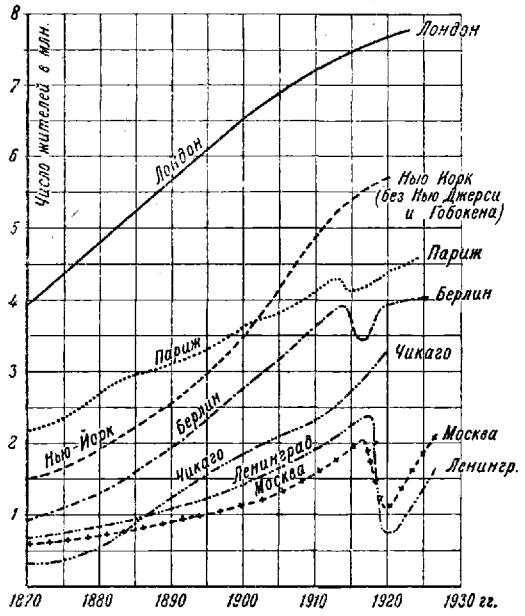
Трамваем называется Г. ж. д., проложенная на уровне мостовой. Как исключение, по топографическ. условиям или вследствие чрезвычайной перегруженности нек-рых артерий, трамвайные пути иногда на коротком протяжении проводятся вне улицы (Гепуя, Берлин). Основной признак трамвайного верхнего строения заключается в том, что рельсы втапливаются в мостовую заподлицо с ее поверхностью (см. *Верхнее строение*, II). Электрическ. тяга окончательно вытеснила на трамвае все остальные виды тяги: конную, паровую, пневматическую. Для тяги на трамваях исключительно применяется постоянный ток не свыше 500—600 V, так как дальнейшее повышение напряжения могло бы оказывать вредное влияние на соседние провода слабого тока, а также на всякого рода подземные кабели, водопровод, газопроводы и прочее и вообще было бы небезопасно для уличного движения. Рабочий провод на трамваях почти всюду устраивается сверху и лишь в нек-рых городах (Париж, Вена) по эстетическим соображениям он прокладывается под землей в особых каналах. Как железная дорога, проходящая среди уличного движения, трамвай не может развивать скоростей свыше 12—13 *км/ч* в центральных частях города и 25 *км/ч* за городом, при максимальной технической скорости в 25—40 *км/ч*.

Метрополитен—Г. ж. д. большой скорости, проводимая вне поверхности улицы, т. е. либо на эстакадах (или насыпях в малонаселенных участках), либо в тоннелях (или выемках в малонаселенных участках). С введением электрическ. тяги и сильным развитием уличного автомобильного движения, для которого эстакады являлись препятствием, метрополитены стали проводить почти исключительно в тоннелях. Верхнее строение метрополитена отличается от трамвайного и более приближается к железнодорожному (см. *Верхнее строение*, III). Для тяги на метрополитенах применяется, как и на трамваях, постоянный ток, но более высокого напряжения, до 600—850 V и иногда даже до 1 500 V (Барселона), что объясняется возможностью ограничить в тоннелях метрополитена влияние блуждающих токов на подземные трубопроводы. В качестве рабочего провода на метрополитене, в отличие от трамвая, применяется почти всюду третий рельс, что дает возможность сократить размеры тоннеля по высоте, не представляя в то же время опасности для публики, доступ которой на пути закрыт.

Не стесняемые уличным движением, поезда метрополитена могут развивать значительные скорости, ограничиваемые только необходимостью частых остановок на станциях, примерно через 500—600 *м*; при таких условиях средняя коммерческая скорость на метрополитенах выражается в 20—30 *км/ч*, при максимальной техническ. скорости 50—60 *км/ч*, а на метрополитенах-экспрессах, с остановками через несколько *км*, средняя коммерческ. скорость достигает 35—45 *км/ч*, при максимальн.—70—90 *км/ч*. Частота движения на метрополитене и большие скорости

требуют особых мер для предупреждения столкновений поездов. Поэтому, помимо усовершенствованной блокировки и сигнализации, само расположение путей на метрополитене должно исключать возможность столкновений. Линии метрополитена устраиваются двухпутными, без стрелок, так что

РОСТ НАСЕЛЕНИЯ в БОЛЬШИХ ГОРОДАХ



Фиг. 1.

поезда могут только следовать друг за другом, но не встречаться. При пересечении разных линий метрополитена, они располагаются на разных уровнях.

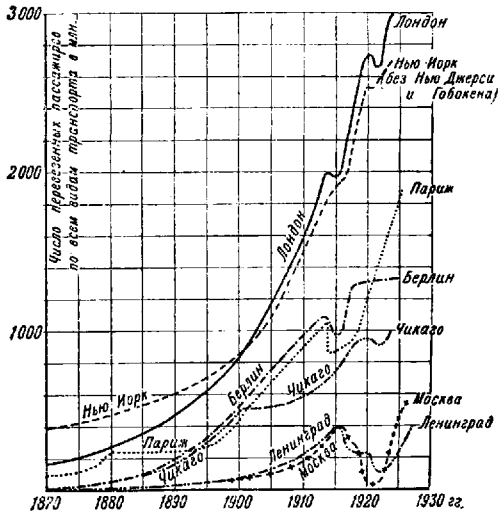
Опыт больших городов Европы, Америки и Австралии показывает, что существует определенная зависимость между ростом города и состоянием его пассажирского транспорта. Город, лишенный всяких средств сообщения, не может разрастись на территории радиусом более 3 *км*; при средней коммерческой скорости городского пассажирского транспорта в 10—15 *км/ч*, территория города может иметь радиус в 5—7 *км*; для дальнейшего роста города необходим быстроходный метрополитен. Некоторые исследователи городского хозяйства приводят эту зависимость к численности населения и указывают, что современный город с населением свыше 60 000 человек уже должен быть оборудован сетью Г. ж. д. и автобусов, а при населении свыше 600 000 чел. ему трудно обойтись без метрополитена.

Для обоснования проведения новых линий массового транспорта необходимо иметь более или менее надежные данные относительно вероятного числа пассажиров. Задача решается разнообразно, в зависимости от численности, группировки и активности населения, планировки города, распределения учреждений, предприятий, вокзалов и пр. Для приблизительного подсчета при данной протяженности города число вероятных пассажиров в год выражается формулой $N = aQ$, где Q—число жителей в полосе, шириной в 400 *м* по обе стороны обслуживающей линии, а a—эмпирический коэфф-т, зависящий от подвижности жителей и колеблющийся, при отсутствии других конкурирующих средств сообщения, от 100 до 350. Но, помимо годового числа пассажиров, необходимо для расчета знать число пассажиров в часы максимальной нагрузки, или т. н. «пики», которые также расцениваются известным коэфф-том, в зависимости от распорядка рабочего дня, прибытия поездов, открытия рынков и пр.

Приведенные здесь диаграммы роста населения в главнейших мировых центрах (фиг. 1), роста перевозок (фиг. 2) и роста числа поездок каждого жителя в год, т. е. подвижности населения (фиг. 3), показывают, что последняя обгоняет рост городов. Весьма характерна кривая Парижа, показывающая, насколько отсутствие метрополитена задерживало до 1900 г. рост поездок жителей. Большой пик 1920 года для Ленинграда соответствует периоду бесплатной перевозки пассажиров на трамваях. Рост трамвайных перевозок с 1923 года, наблюдаемый во всех городах СССР, объясняется колоссальным ростом городского населения (в среднем 8% ежегодно).

Метрополитен представляет собою высшее развитие городского сообщения. Кроме размеров городской территории или численности населения, сооружение метрополитена может диктоваться еще перегруженностью какой-либо артерии города, особенностями его планировки или особыми топографическими условиями, стесняющими развитие путей сообщения. Метрополитен отличается не только большой скоростью, но и большой провозной способностью, в виду чего эксплоатационные расходы на пассажира очень

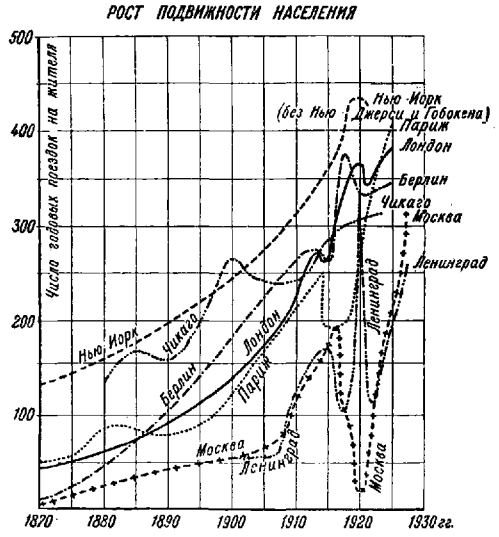
РОСТ ЧИСЛА ПАССАЖИРОВ в БОЛЬШИХ ГОРОДАХ



Фиг. 2.

низки и, следовательно, тарифы м. б. ниже трамвайных. Но при высокой строительной стоимости метрополитена уплата процентов и амортизация так велики, что предприятие может окупаться только при очень большом

числе пассажиров. Поэтому для метрополитена более, чем для других видов транспорта, необходимы тщательные предварительные изыскания относительно вероятного числа пассажиров. Во всяком случае только густо заселенные городские кварталы могут обеспечить метрополитену необходимое число пассажиров, вывод линий далеко за город может сделать все предприятие убыточным (Лондон). Иногда, впрочем, намеренно



Фиг. 3.

проводят такие линии для оживления окраин, если при этом одновременно ведется крупная застройка пустырей, которая и делает предприятие рентабельным (Мадрид). В некоторых городах для удешевления постройки загородные линии метрополитена укладывают на простом земляном полотне, хотя этим и создается ряд неудобств при эксплоатации (Гамбург, Буенос-Айрес).

Метрополитен решает задачу внутригородского сообщения, но играет также большую роль для жителей дальних загородных местностей, пользующихся обыкновенными ж. д., связывая вокзалы с городом. Но при известном развитии загородного пассажирского движения, в целях беспересадочного сообщения с центром города, загородные ж. д. вводятся далеко вглубь города. Эти глубокие вводы устраиваются, как и метрополитены, вне уровня улицы. Иногда они пронизывают весь город по его диаметру (Берлин), иногда же окружают его центральное ядро небольшим кольцом (Сидней). Эти глубокие вводы с обыкновенным ж.-д. подвижным составом устраиваются с соблюдением всех ж.-д. технич. условий в отношении габарита, предельных радиусов кривых, уклонов и проч., а потому обходятся значительно дороже метрополитенов, на которых обычно допускаются облегченные технич. условия. Поэтому устройство глубоких жел.-дорожных вводов экономически может быть оправдано лишь при массовом характере пригородного движения и при наличии перспектив дальнейшего привлечения пассажиров.

В отличие от трамвая и автобусов, для метрополитена целесообразнее всего иметь одинаковый тариф, независимый от расстояния и с правом пересадки на другие линии метрополитена (Нью Йорк, Париж) или даже на автобус и трамвай и обратно (Нью Йорк, Берлин). Сообщение с ближайшими пригородными местностями, где потоки пассажиров значительно ослабевают, обеспечивается лучше всего трамваями и автобусами, которые, вырвавшись из городской толчеи, могут развивать за городом большие скорости, мало уступающие метрополитену.

За исключением крупных центров, где главные потоки пассажиров направляются по метрополитену, основным средством городского сообщения до сих пор служит трамвай. Но за последние 15—20 лет в качестве конкурента трамваю выступил а в т о б у с, и в настоящее время автобусное движение стало особенно сильно развиваться даже в междугородных сообщениях. Этот рост автобусного движения обнаруживается особенно резко, если его измерять не числом перевезенных пассажиров, а протяжением линий. Табл. 1 показывает, как распределяются пассажиры по разным видам транспорта в наиболее крупных городах. Из этих данных видно, что, за исключением Лондона, где в центре города трамваи совершенно не допускаются, и Парижа, где число их в центре ограничено, во всех городах автобусное движение развивается сравнительно слабо, несмотря на 20 лет существования. Если бы, вместо числа пассажиров, за основу расчета взять число пассажиро-километров, то процентное отношение для метрополитена оказалось бы значительно выше, а для автобусов—ниже; для Парижа, например, это дало бы: 55% для метрополитена, 35% для трамвая и 10% для автобуса, а для Нью Йорка разница была бы еще резче. Если при этом принять во внимание, что трамваи обслуживают главн. образом пригороды, то преобладающее влияние метрополитена станет еще виднее. Причины, вследствие которых трамваи так стойко выдерживают конкуренцию автобусов, заклю-

Табл. 1.—Распределение пассажиров по видам транспорта в крупнейших городах.

Название города	Годы	Число жителей в млн.	Число пассажиров в млн.	Распределение пассажиров по разным видам транспорта в %		
				Метрополит.	Трамваи	Автобусы
Нью Йорк (без Нью Джерси и Гобокена) . . .	1926	5,7	2 810	60	35	5
Чикаго	1925	2,8	1 050	19	78	3
Лондон	1926	7,7	3 300	20	35	45
Париж	1926	4,6	1 860	40	40	20
Берлин	1927	4,2	1 480	30	59	11
Москва	1927/28	2,2	650	—	92	8
Ленинград	1926/27	1,7	400	—	98	2

чаются, прежде всего, в меньшей стоимости эксплоатации трамвая (почти в два раза), в связи с чем и тарифы на трамваях бывают обычно ниже автобусных; затем—в том, что они дают лучшее использование вагона (0,45 $м^2$ на одного пассажира в автобусах и 0,25 $м^2$ нормально для трамваев, а при уплотнении в московских условиях даже 0,15 $м^2$), и, наконец, на трамваях легче можно справиться с наплывом пассажиров в часы пиков, пуская моторные вагоны с одним или двумя прицепами. Эксплоатационные расходы трамваев и автобусов в Берлине приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Эксплоатационные расходы берлинских трамваев и автобусов (в пф. на 1 ваг.-км).

Статьи расходов	Трамваи	Автобусы
Заработная плата	15,8	21,0
Энергия	5,8	—
Горючее	—	14,0
Шины	—	5,0
Содержание верхн. строения и ул.	3,3	—
» улицы	—	8,0
» проводов	0,5	—
» подвижного состава	5,2	15,0
Амортизация имущества	6,6	11,5
Общие расходы по управлению и эксплоатации	6,0	10,0
Итого	43,2	84,5
% на капитал (с погашением)	10,0	5,5
Всего	53,2	90,0

Для сравнения этих данных проф. Гизе переводит их на километр-место (считая 70 мест в трамвайном вагоне и 54 места в автобусе с империалом):

	Для трамвая	Для автобуса
Расходы	0,62	1,57
% на капитал (с погашением)	0,14	0,10
Всего	0,76	1,67

В Москве себестоимость 1 пассажиро-станции с включением амортизации составляет для трамвая—5,92 к., для автобуса—9,31 к., не считая стоимости содержания мостовой, которую следовало бы относить на долю автобусов (для Москвы приблизительно 1 к. на пассажиро-станцию). Но стоимость проведения трамвайной линии обходится выше автобусной. Прокладка 1 *км* одиночн. трамвайного пути с электрическим оборудованием в городах СССР теперь определяется в 60—100 тысяч р., а стоимость двухосного трамвайного вагона московского типа: моторного—32 тыс. р. и прицепного—20 тыс. р. Для автобусных же линий укладки пути не требуется, а стоимость одного автобуса в Москве определяется в 14—18 тыс. р.

Автобусы прежде всего применяются там, где, по условиям кредита и небольшому ожидаемому движению, благоразумнее решиться на высокие эксплоатационные расходы, чем на единовременные большие затраты по постройке трамвая, а также для замены малодоходных трамвайных линий, требующих дорогого капитального ремонта. В европейских условиях считается, что при 3 000 пассажиров в день на 1 *км* линии следует отдавать предпочтение автобусам. Автобусы применяются также в тех частях города, где вследствие узкости улиц и интенсивности уличн. движения трамвайное движение недопустимо. Далее, они уместны в качестве подъездных линий к магистралям трамваев и особенно метрополитенов, при чем в этом случае можно мириться даже с их убыточностью, если это компенсируется увеличением доходности магистрали. Наконец, автобусы применимы для движения временного характера, напр., для сезонных курортов, для прокладки новых линий сомнительной рентабельности, впредь до выяснения результатов. На стороне автобусов есть еще ряд технических преимуществ: 1) скорость автобусов на загруженных улицах несколько выше трамвайной; 2) в случае порчи одного автобуса, движение остальных может продолжаться без задержек; 3) при остановках автобусы подъезжают непосредственно к тротуарам; 4) в любой момент автобусы могут менять направление своих рейсов; 5) автобусы представляют собою резервный фонд на случай войны. Тем не менее проблема массового передвижения в сильно перегруженных движением городах не м. б. разрешена автобусами. Во-первых, скорость автобусов на людных улицах в два или три раза меньше скорости метрополитена, а во-вторых, по провозоспособности автобусы значительно уступают метрополитену. Линия современного метрополитена может перевозить в одном направлении до 60—70 тыс. и более пассажиров в час, тогда как в таком богатом автобусами городе, как Лондон, на самых перегруженных автобусами улицах (Пиккадилли, Флитстрит, Оксфордстрит), в часы густого движения, когда автобусы тянутся двумя непрерывными лентами, проходит не более 200—280 автобусов в час, что соответствует перевозке 10—15 тысяч пассажиров.

Лит.: Большие города З. Европы, по данным заграничной делегации Моск.совета, М., 1926; Статистич. справочник Моск. коммун. хоз., М., 1928; Труды Пост. бюро всесоюзных трамвайных съездов 1927 г., М., 1928; По вопросу о сооружении метрополитена и развитии сети городских ж. д. в Петрограде, П., 1918; Гербко А. В., Московский метрополитен, М., 1927; Розанов С. Н., Метрополитен и пригородное сообщение в больших городах, М., 1927; Giese E., Das zukünftige Schnellbahnnetz für Groß-Berlin, B., 1919; Soberski G., Die Betriebsausgaben der Strassen- u. Vorortbahnen sowie der Omnibüssegesellschaften im Auslande vor und nach d. Kriege, «Verkehrstechnik», Berlin, 1923, *30*; Giese E., Über die Wirtschaftlichkeit d. Strassenbahnen u. d. Kraftomnibüsse im Großstadtverkehr, *ibid.*, *1926*, p. 281; Studienreise amerik. Verkehrsfachleute nach Westeuropa, ibid., 1924, *50—52*. **С. Розанов.**

ГОРЧИЧНОЕ МАСЛО получается из семян многочисленных разновидностей растений рода Sinapis, по преимуществу же из семян черной горчицы (Sinapis nigra L.), белой горчицы (S. alba L.) и сарептской горчицы (S. juncea L.). Первую разводят в Южн. Европе (в том числе и в СССР), Китае, Индии, С. Африке и С. Америке, вторую—в С. Африке, в южн. и ср. Европе, третью—в СССР, преимущественно в г. Красноармейске, Сталинградского окр. (прежн. назв. Сарепта) и, в небольших количествах, в Тамбовском окр. и в С.-Кавказском крае; разводят ее отчасти и в Индии.

Семена горчицы заключают в себе два рода масла: жирное, состоящее из смеси глицеридов жирных кислот, и эфирное масло, придающее горчице специфич. запах и вкус (см. *Аллиловое горчичное масло*). Жирное горчичное масло добывается прессованием дробленого семени, но, в отличие от других масел, дробление производится более мелкое, и дробленые семена при подогревании перед прессованием не увлажняются. Более мелкое дробление (см. *Маслобойное производство*) производится с целью получить порошкообразный жмых, который и представляет собою т. н. столовую горчицу, применяемую в качестве приправы к кушаньям и как лечебн. средство. Увлажнять семя при нагревании перед прессованием нельзя, потому что тогда произойдет гидролиз синигрина, и жирное масло приобретет запах и привкус горчичного эфирного масла. В семенах жирн. масло содержится в количестве 26—28,5% и состоит гл. обр. из глицеридов олеиновой и льняной к-т с небольшой примесью глицеридов к-т: стеариновой, арахиновой, эруковой и, возможно, рапиновой.

Г. м. относится к числу полувысыхающих. Масло черной горчицы имеет следующие главнейшие константы: уд. вес при 15° 0,9155—0,9193, $t°_{заст.}$—17,5°, иодное число 96—114, коэфф-т омыления 173,3—181,9; коэфф-т преломления 1,4655. Константы масла белой горчицы: удельный вес 0,9125—0,916, $t°_{заст.}$—16,3°, иодное число 92,1—103, коэфф-т омыления 170,3—174,6. Константы масла сарептской горчицы: уд. вес 0,9206, коэфф. омыления 180,1, иодное число 108,3. По Л. Сарси масло сарептской горчицы состоит из глицеридов насыщенных кислот (5,05%), глицеридов кислот ряда олеиновой (78%), ряда льняной (9,5%) и ряда линоленовой (6,5%).

Г. м. употребляется главн. обр. в пищевом производстве (в хлебопечении), затем как прекрасная смазка для быстровращающихся осей, в фармации и парфюмерии и, наконец, в качестве средства для поглощения различных запахов (например, при очистке старых бутылок, бочек и т. п.). Мировая продукция Г. м.—ок. 1 000 *т* в год, но эта цифра весьма гадательна, т. к. в статистике Г. м. обычно фигурирует в числе «прочих масел».

Лит.: Нагурский А., Больной вопрос горчично-маслобойн. производства, «Маслоб.-жир. дело», М., 1927, 2; Фильберг А., там же, 1926, *10—11*; Farcy L., Annales des falsifications, t. 6, p. 282, Paris—Genève (ref. «Ch. Ztrbl.», 1913, B. 2, p. 291); см. также *Маслобойное производство*. **Л. Ляпин.**

ГОРЧИЧНЫЕ ЭФИРНЫЕ МАСЛА, изотиоциановые эфиры, встречаются в растениях в виде глюкозидов, которые при действии соответствующих ферментов расщепляются с образованием Г. э. м. Синтетически Г. э. м. получаются: 1) изомеризацией эфиров роданистоводородной кислоты

$$\underset{\text{эфир роданисто-водородной к-ты}}{R \cdot S \cdot C \vdots N} \rightarrow \underset{\text{горчич. эфирн. масло}}{R \cdot N : C : S}$$

(R—одновалентный радикал); 2) при перегонке диалкильных производн. тиомочевины

$$CS\langle^{NH \cdot R}_{NH \cdot R} \rightarrow R \cdot N : C : S + R \cdot NH_2;$$

3) при действии сероуглерода на первичные амины и дальнейшем кипячении полученных продуктов с серебряными, ртутными или железными солями. Г. э. м.—бесцветные жидкости, почти не растворимые в воде; они обладают резким характерным запахом, раздражают слизистые оболочки и вызывают слезоточение. Благодаря этому последнему свойству Г. э. м. находят применение в военном деле как слезоточивое средство. Наиболее известно *аллиловое горчичное масло* (см.). Бутиловое Г. э. м. формулы $S:C:N \cdot CH\langle^{CH_3}_{CH_2CH_3}$ содержится в ложечной траве (Cochlearia officinalis L.); его $t°_{кип.}$ 159°. Продажное синтетическ. бутиловое Г. э. м. есть изобутиловый эфир тиоциановой кислоты $S:C:N \cdot CH_2 \cdot CH\langle^{CH_3}_{CH_3}$, с $t°_{кип.}$ 162°; применяется в медицине. Бензиловое Г. э. м. $S:C:N \cdot CH_2 \cdot C_6H_5$ получается из растения Tropeolum majus L. Фенилэтиловое Г. э. м. $S:C:N \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot C_6H_5$ является главной составной частью эфирного масла резеды и получается из корней последней. **Б. Рутовский.**

ГОРЧИЧНЫЙ ГАЗ, см. *Иприт*.

ГОРШЕЧНЫЙ КАМЕНЬ, см. *Тальк*.

ГОРЬКОМИНДАЛЬНОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО, Oleum amygdalarum amararum, добывается из зерен горького миндаля (Amygdalus communis сем. Rosaceae, растущего в южной Европе, Азии, сев. Африке и Калифорнии), а чаще—из ядер косточек абрикоса (Prunus armeniaca), растущего в Малой Азии, Сирии, Марокко, Калифорнии и Японии. Из миндаля и ядер абрикосовых косточек предварительно выжимают жирн. масло, к-рого миндаль содержит до 50%, а ядра абрикосов—до 35%; оставшиеся жмыхи размалывают в порошок и подвергают длительному нагреванию до 50—60° в 6—8 ч. воды, после чего массе дают отстояться в течение 12 ч. При этом глюкозид *амигдалин* (см.), находящийся в массе, действием фермента эмульсина разлагается соответственно ф-лам:

$$\underset{\text{амигдалин}}{C_6H_5 \cdot CH(CN)OC_{12}H_{21}O_{10}} + 2H_2O =$$
$$= \underset{\substack{\text{эфирное масло горьких миндалей}}}{C_6H_5 \cdot COH} + \underset{\text{синильная к-та}}{HCN} + 2\underset{\text{глюкоза}}{C_6H_{12}O_6}$$

Т. о., главную часть эфирного масла составляет бензойный альдегид $C_6H_5 \cdot COH$; кроме того, оно содержит в небольшом количестве бензиловый алкоголь и фенилоксиацетонитрил. Выход эфирного масла у миндаля 0,5—0,7%, у ядер абрикоса 0,6—1%. Чтобы освободить эфирное масло от весьма ядовитой синильной к-ты, его обрабатывают известковым молоком и железным купоросом, с к-рыми синильная кислота образует нерастворимый ферроцианид кальция. Очищенное от синильной к-ты эфирное масло—бесцветная, желтеющая от времени жидкость характерного запаха горького миндаля, растворяющаяся в 300 частях воды и сильно преломляющая; показатель преломления 1,532—1,534, удельн. вес 1,045—1,070, $t°_{кип.}$ 179—180°. При правильном получении Г. э. м. содержит 1,5—4% синильной кислоты, которая оказывает консервирующее действие (как и прибавление 10%-ного алкоголя), т. к. бензальдегид при действии света легко окисляется воздухом в бензойную кис-

лоту. Горькоминдальное эфирное масло применяется в парфюмерии, ликерном и мыловаренном производствах. Об искусственном получении Г. э. м. см. *Бензальдегид*.

ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ, изменение свойств металлов и сплавов *деформацией* (см.) без снятия стружки при темп-ре выше температуры *рекристаллизации* (см.). Если деформация производится при более низкой температуре, то процесс называется *холодной обработкой* (см.). Последнюю не следует смешивать с *механической обработкой* (см.), т. е. со снятием стружки. Другой вид горячей обработки металлов заключается только в нагревании металлов или их сплавов до определенных $t°$ и охлаждении их с нек-рыми, тоже определенными, скоростями; в этом случае имеет место изменение структуры металла, сопровождающееся изменением его механических свойств. К этому виду обработки относится термическая обработка стали (см. *Термическая обработка*). Так как Г. о. м. происходит при темп-ре, отличной от атмосферной, то Г. о. м. всегда сопровождается термической обработкой, но оба эти приема следует отделять, когда говорится о горячей обработке металлов в смысле деформации металла.

Все металлы и их сплавы имеют кристаллическую структуру. Примеси в металлах или в сплавах, образующих *твердые растворы* (см.), располагаются между кристаллами и обычно являются более хрупкими, чем сами кристаллы металла. Сплавы металлов, состоящие из двух и более составляющих (см. *Металлография*), обычно имеют одну из составляющих хрупкую; например, в стали феррит является мягкой составляющей, а цементит—хрупкой; в латуни при содержании Zn до 33% имеется твердый раствор α—вязкая составляющая, при большем же содержании Zn появляется вторая составляющая β—хрупкая. Сущность Г. о. м. заключается в деформации (измельчении) хрупких составляющих, находящихся между отдельными кристаллитами (группами кристаллов) металла, уничтожении пустот между ними, а в некоторых случаях—и сварке кристаллитов между собой. Форма кристаллов изменяется, но внутренние их свойства остаются неизменными. Изменениями формы определяются различия в механических свойствах литого металла и металла, подвергнутого горячей обработке, а именно: в последнем уже нет пустот и неметаллические включения значительно раздроблены; поэтому благодаря Г. о. м. литые металлы теряют свою хрупкость, увеличивается удлинение, отчасти увеличивается сопротивление на разрыв; однако пределы упругости и текучести не изменяются, а равно мало изменяется и твердость. Цель Г. о. м. заключается главным образом в изменении внешней формы металла, с наименьшей затратой работы; при этом некоторые свойства металла улучшаются.

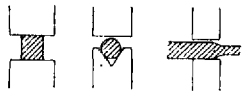
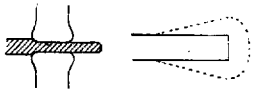
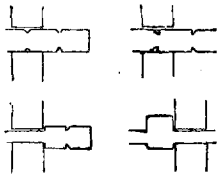
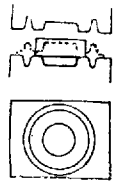
Технически Г. о. м. производится при помощи специальных деформирующих механизмов, развивающих некоторое давление. При деформации непосредственным давлением изделие изменяет форму под действием двух движущихся в противоположные стороны поверхностей; сюда относятся: кузнечное производство, где имеет место осадка, штамповка, вытяжка или фасонная ковка, и прокатное, где металл прокатывается в полосу или в какой-нибудь другой сложный профиль. При деформации непрямым давлением изделие протягивается или протаскивается через наклонные поверхности или же деформируется возникающими между этими поверхностями усилиями: протяжка, прошивка дыр, бортование или загибы (в последнем случае имеет место изгиб металла). В табл. 1 приведены деформационные процессы, соответствующие им машины и применение деформированных изделий в технике.

Кузнечные работы исполняются при помощи молотов и прессов. Для тяжелых поковок (весом 10—100 *т*) применяются главным образом гидравлич. и парогидравлич. прессы; для мелких работ—а) паровые (пневматич.) молоты, б) воздушные молоты * и в) падающие молоты, при чем паровые и воздушные молоты применяются преимущественно для подготовительных работ (свободная или фасонная ковка), а падающие—для штамповки (английский метод). Впрочем, часто применяются (американск. метод) паровые, а в последнее время, благодаря усовершенствованиям, и воздушные молоты—для штамповок; усовершенствование воздушных молотов заключается в том, что они могут давать не только автоматические, но и индивидуальные (отдельные) удары и размер этих молотов доходит до 2 *т* (1928 год). Для высадочных работ (имеющих в настоящий момент громадное значение) применяются винтовые фрикционные прессы и эксцентриковые или с коленчатым валом. Из последних ковальноосадочная машина приобрела в комбинации со штамповкой важнейшее значение для техники.

Прокатные работы совершаются на прокатных станах (см. *Прокатное дело*), смотря по назначению изделия той или иной системы (см. табл. 1). Валки имеют различные размеры, как по длине так и по диаметру, и различную скорость вращения (заготовочные 40—80 об/м., отделочные 100—200, мелкосортные 200—400, проволочные 500—600, листовые 40—90 и кровельные 35—55). Большие тяжелые заготовочные станы (блюминги) б. ч. строятся как реверсивные дуо; средние и легкие—трио; для мелких точных работ применяется двойное дуо; для листов применяется б. ч. трио, при чем для лучшей вытяжки средний вал имеет меньший диаметр—трио Лаута (Lauth). Число клетей и их расположение обусловливаются планом работ (и калибровкой валков). В Германии предпочитают строить все клети в одну линию с установкой небольшого числа (2—3) клетей впереди для заготовки; эта работа пригодна для средней производительности и большого разнообразия профилей. Американский метод применим для массового производства малого числа профилей; в этом случае клети, имеющие разное число

* Пневматическим рекомендуется называть молот, работающий от центрального компрессора, а воздушным—молот, заключающий в своей конструкции компрессор.

Табл. 1.—Горячая обработка (деформация в горячем состоянии).

Название операции	Методы	Действие обработки	Машины	Главное применение
1) Кузнечно-ковочное производство		Прямое действие давления:		
а) Вытяжка		Протягивание слитка или полосы вдоль оси с уменьшением сечения (уковка)	Паровой (или пневматическ.) молот Воздушный молот Механический молот Гидравлический пресс	Проковка на квадратные, круглые и другие профильные полосы, особенно из инструментальной стали
б) Разгонка		Расплющивание изделия или полосы	Воздушный молот Механический молот	Проковка лопат, ножей, кос, мотыг
в) Осадка		Уменьшение высоты давлением или ударом по оси изделия или полосы	Паровой (или пневматическ.) молот Воздушный молот (конструкции 1927 г.) Гидравлический пресс	Заготовка бандажей Раздача буферных тарелок Заготовка из слитков
г) Прошивка		Прошивка дыр вставляемым прошивнем	Паровой (или пневматическ.) молот Воздушный молот Гидравлический пресс	Прошивка дыр бандажей
д) Фасонная ковка (свободная)		Деформирование металла вытяжкой, надрубкой, высадкой и изгибом	Паровой (или пневматическ.) молот Воздушный молот Гидравлический пресс	Изготовление валов, осей, коленчатых валов, скалок, валков и прочих легких и средних поковок. Проковка колец и бандажей Подготовительные работы для штамповки; легкие поковки и подготовительные работы Тяжелые поковки, как то: корабельные валы, турбинные диски, роторы, крупные орудия. Проковка труб и больших бандажей
2) Штамповка		Действие давлением или ударом (главн. обр.) на металл, растекающийся в форму (штамп) Особенность: из большого сечения деформируется в меньшее; металл растекается; избыток в виде заусенца обрезается	Паровой (или пневматическ.) молот Воздушный молот (последн. конструкции) Падающий молот (главный механизм) Гидравлический пресс Винтовой пресс	Изготовление всевозможных фасонных поковок, особенно шестерен, колес и прочих деталей авто-, авиаизделий, сел.-хоз. и ж.-д. принадлежностей Всевозможные детали велосипеда, автомобиля, авиамотора, детали сел.-хоз. машин, шатуны паровозов и проч. Особенно широкое применение для стали падающих и паровых молотов, штамповок со многими переходами под одним и тем же молотом (Англия и С. Ш. А.)

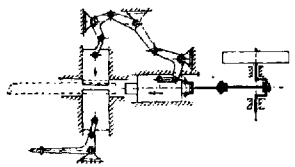
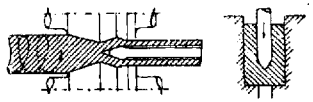
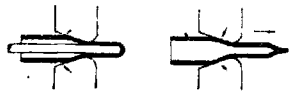
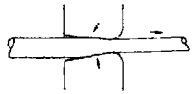
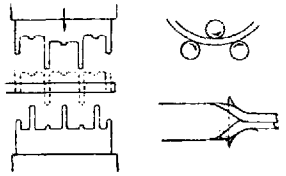
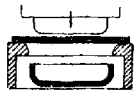
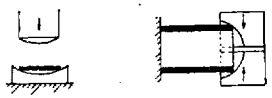
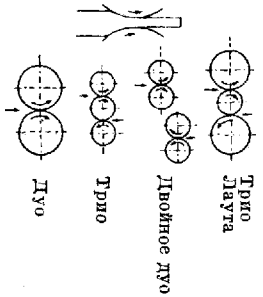
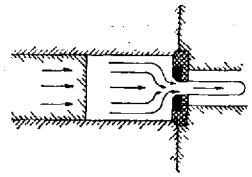
3) Высадка		Действие давлением штемпеля на металл, осаживаемый в форму (разъемный штамп) Особенность: из меньшего сечения деформируется в большее; заусенца почти нет	Ковально-осадочные или высадочные машины (горизонтальный эксцентриковый пресс)	Получение увеличенного сечения на конце, на середине полосы, особенно круглого сечения, возможно и прямоугольного. Громадная производительность при хорошем подборе материала для штампов и штемпелей. Бо́льшая часть автоавиачастей готовится методом высадки, особенно с методом прошивки дыр. Громадное техническое применение комбинированного процесса — высадка на заготовках и окончание в штампах
		Непрямое действие давления:		
1) Прошивка дыр		Изготовление пустотелых изделий: а) косая прокатка с дорном, б) прошивка пуансоном в матрице	Валки для косой прокатки Гидравлический пресс	Изготовление заготовок для цельнотянутых труб, по Маннесману или Штифелю То же для эргардовского способа заготовки для снарядов
2) Протяжка труб (волочение)		а) Уменьшение толщины стенки трубы вытяжкой и непосредственно получаемым давлением между глазком и дорном б) Уменьшение диам. трубы вытяжкой и реакцией давления глазка волочильной доски	Гидравлический вытягивающий пресс Горячая волочилка на цепном станке	Изготовление корпусов снарядов, труб большого и среднего размера Изготовление труб бесшовных и со швом
3) Волочение проволоки		Вытягивание вдоль прокатанной заготовки с уменьшением сечения реакцией давления волочильной доски	Волочильный стан или волочильный барабан	Изготовление вольфрамовой проволоки
4) Выгибка		а) Изгиб валов (коленч.), полос и плоского материала б) Изгиб листов и штрипсов для труб (сварных)	Гидравлический пресс Бульдозер Гибочные валки Волочильный станок	Подготовка для штамповки коленчатых моторных валов. Изгиб частей для коробок Изготовление коленч. валов для с.-х. машин Заготовка барабанов для котлов как клепаных, так и сварных Заготовка штрипсов для сварных труб при помощи воронки
5) Бортование		Изгиб края (бортов) листового железа: а) штемпелем, б) раскаткой	Гидравлический пресс Специальные валки	Изготовление доньев для разных котлов и цистерн Изготовление доньев для корабельных котлов

Табл. 1.—Горячая обработка (деформация в горячем состоянии). (Продолжение.)

Название операции	Методы	Действие обработки	Машины	Главное применение
6) Штамповка (немецк. Kümpeln) листовая		а) Изгиб листов закругленным штемпелем в круглый штамп	Гидравлический пресс	Штамповка броневых плит, доньев, котлов и цистерн
		б) Образование загибов у конца крупных труб в штампах непосредственным давлением или косвенным	Т о ж е	Загиб краев для больших труб и цистерн
7) Прокатка		Вытягивание по оси с приданием произвольного сечения полосе давлением и вытяжкой вращающихся валов	Обжимной стан	Обжим крупных слитков
			Крупносортный стан	Прокатка заготовок, пластин крупного сечения, рельсов, больших балок
			Среднесортный стан	Изготовление полосового материала: круглого, квадратного, треугольного, прямоугольного и др. сечений
			Мелкосортный стан	Изготовление полосового материала—проволоки и других мелких профилей
			Листовой стан	Прокатка панцырных плит, котельного железа и обшивочного
			Универсальный стан	Прокатка универсального железа и широкофланцевых балок
			Трубопрокатный стан	Сварка труб в нахлестку, косая прокатка (см. выше), уменьшение толщины стенок труб и их диаметра
			Специальный стан	Изготовление бандажей, колесных дисков, котельных лазов
				Накатка резьбы, острия полосы (секторная прокатка)
8) Выдавливание (только для цветных металлов) (Немецк. Pressen, англ. Extrusion)		Выдавливание горячего слитка в полосу фасонного профиля	*Пресс Дика* (см.)	Получение полос и прутков разнообразн. профиля—круглого, квадратного, прямоугольного и разных других сечений, по возможности симметричных, из чистых металлов: меди, алюминия, цинка, олова, свинца; из сплавов: латуни ($\alpha+\beta$), (α до 70% Cu), алюминия, магния (электрон). Главнейшим материалом является латунь ($\alpha+\beta$) и другие ее составы. Полученные фасонные профили иногда являются заготовкой для горячей штамповки цветных металлов

оборотов (увеличивающееся в зависимости от увеличения длины прокатываемой полосы), ставят в затылок одну за другой, благодаря чему получается непрерывная прокатка.

Для производства деформаций с непрямым давлением служат главным образом прессы специального назначения и протяжн. станы. На выбор метода для деформации влияют: 1) внешний вид требуемого профиля, 2) механические качества получаемого продукта и 3) экономичность работы. Если деформацию можно произвести несколькими способами, то предпочтение следует отдать тому способу, к-рый обеспечивает наилучшее качество изделия; если таких особых заданий нет, то преимущество имеет экономичность работы, особенно при массовом задании.

От размера деформации зависит изменение крупнокристаллическ. строения металла в мелкокристаллическое, что значительно улучшает механическ. свойства металла, но изменение строения гл. обр. определяется $t°$-ными условиями, в которых происходит механическая деформация. Для стали, например, важно окончание деформации производить вблизи точки A_{r_3} (см. *Термическая обработка*).

Температура нагревания для Г. о. м. приведена в табл. 2.

Табл. 2.—Температура нагрева для горячей обработки некоторых металлов.

Металл	$t°$	Вид обработки
Cu, слиток	950°	Пресс Дика
(α+β) латунь	~750°	Прокатка и штамповка
Марганцовая бронза (5—15% Mn, ост. Cu)	650—600°	Ковка и прокатка
Дуралюминий	470—480°	Ковка
Алудур (алюмин. сплав)	400—450°	Штамповка и прокатка
Лауталь » »	440—480°	Ковка
Алдрей » »	400—450°	Прокатка и штамповка
Электрон	320—400°	Ковка и штамповка
	270—350° (зависит от состава)	Прокатка листов и профилей
Хромо-никелевые сплавы (60—90% Ni; 35—10% Cr; 0—25% Fe)	980—1 100° (тонкие листы на холоду)	Ковка и прокатка
Мельхиор	700—800°	Прокатка
Железо-сталь	850—1 250° (зависит от состава)	Ковка, прокатка, и штамповка

Лит.: «ЖРМО», 1925—28; Tafel, Walzen und Walzenkalibrieren, Dortmund, 1923; «Journal of Iron a. Steel Inst.», L.; «St. u. E.»; «Ztschr. f. Metallkunde», Berlin; «RM»; «Heat Treating a. Forging», Pittsburgh; «The Drop Forger», Birmingham; «Z. d. VDI»; «Maschinenbau», Berlin.

К. Грачев.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПЛАНОВАЯ КОМИССИЯ (ГОСПЛАН) СССР, высший плановый орган, в котором сосредоточено составление перспективных и годовых планов народного хозяйства, и высший орган руководства плановой работой ведомств и союзных республик.

Система плановых органов. Госплан учрежден, декретом СНК 22 февраля 1921 года, при СТО «для разработки единого общегосударственного хозяйственного плана на основе одобренного VIII Съездом советов плана электрификации и для общего наблюдения за осуществлением этого плана». Однако, декретом предусматривается (и это оказало значительное влияние на направление работы первого периода деятельности Госплана и находится в несомненной связи с идеями В. И. Ленина о его работе), что «хозяйственные задачи первой очереди, в особенности те, к-рые д. б. осуществлены в ближайший срок, в частности, в течение 1921 г., должны быть разработаны Общеплановой комиссией или ее подкомиссией наиболее детально, с полным учетом наличных условий конкретной экономической действительности». В этом первом Положении о Госплане мы можем, таким образом, в зародыше различить две категории общегосударственного плана хозяйства—«строительный план» и «эксплоатационный план»; эту идею развил на опыте первых нескольких месяцев работы Госплана Г. М. Кржижановский. В последующих положениях о Госплане расчленение плана на «строительный» и «эксплоатационный» находит свое выражение в различении «перспективного» и «эксплоатационного» планов (Положение о Гос. общепл. комиссии, декрет ВЦИК от 8 июня 1922 г.), «перспективного» и «календарных» годовых планов (Положение о Гос. общепл. комиссии, Постановление СНК СССР от 21 августа 1923 г.). Положение о Госплане изменялось два раза: 8 июня 1922 г. и 21 августа 1923 г. Последнее изменение было связано с образованием Союза ССР и с превращением Госплана РСФСР в Госплан СССР. Одновременно с учреждением Госплана декретом СНК от 17 марта 1921 года учреждается ряд плановых комиссий при наркоматах и СТО «для устранения параллелизма и несогласованности, для увеличения стройности и упрощения экономического аппарата и для создания правильной соподчиненности его частей». Согласно декрету, с момента учреждения плановой комиссии при каком-либо наркомате упраздняются все междуведомственные комиссии и постоянные совещания, существующие при *данном наркомате*, и впредь воспрещается организовывать междуведомственные совещания по вопросам, входящим в компетенцию плановых комиссий при СТО и при данном наркомате. Все учрежденные плановые комиссии как при СТО, так и при наркоматах, имели по своему составу междуведомственный характер. Вышеуказанным декретом СНК были учреждены следующие плановые комиссии. 1) При Наркомземе: а) по выработке общего плана сел. и лес. хозяйства и по согласованию работы Наркомзема со всеми остальными наркоматами и б) по сырью. 2) При ВСНХ: а) по выработке общего плана промышленности, рассмотрению производственных программ всех отраслей промышленности и согласованию всей соответственной работы ВСНХ с деятельностью других наркоматов; б) по согласованию работы Гл. к-та гос. сооружений с работой всех комиссариатов и учреждений в области строительства, разработке общего плана по всем отраслям государственного строительства и

планированию строительной работы наркоматов; в) по выработке топливного плана (при Главтопе). 3) При НКПС: плановая комиссия не учреждается (впоследствии был учрежден Трансплан); функции ОТК, состоящей при СТО, расширяются путем включения в ведение ОТК предметов верхнего оборудования пути и ремонтно-восстановительных работ грузового и пассажирского флота; при этом сохраняется и Высший совет по перевозкам, который попрежнему остается в подчинении СТО. 4) При НКВТ: плановые функции возлагаются на Совет внешней торговли. 5) При Наркомпроде: по установлению программ разверсток и натурального налога на заготовляемые наркоматом продукты сел. хозяйства и сырья. 6) При НКФ: плановая комиссия не учреждается; вопросы о бюджете и распределении денежных знаков рассматриваются наркоматом с участием представителей заинтересованных ведомств; одновременно упраздняются все междуведомственные комиссии при НКФ и междуведомственные сметные совещания при наркоматах. 7) Наконец, по распределению сохраняется Комиссия использования, но передается из ВСНХ в СТО.

Не все эти плановые комиссии оказались жизненными и вошли в систему плановых органов страны. Некоторые комиссии имели эпизодич. характер, другие слились между собой, и, наконец, впоследствии при ряде наркоматов (НКПС, Наркомтруд, Наркомторг) образовались плановые комиссии, не предусмотренные декретом. Значение декрета СНК от 17 марта 1921 г. заключалось не в тех конкретных плановых комиссиях, которые согласно ему д. б. учреждены, а в самом принципе концентрации плановых усилий и в стремлении придать самой плановой работе планомерный характер. Однако, эта цель не была достигнута, да она и не могла быть достигнута одним актом. Создание системы плановых органов представляло собой длительный процесс творческих усилий, происходивший параллельно с восстановлением хозяйства страны на основе новых методов борьбы за план в обстановке нэпа. Организационный период плановых органов имел затяжной характер и по существу не закончен до сего времени.

В соответствии с характером задач, очерченных в Положении о Госплане, и в соответствии со всей хозяйственной обстановкой 1921 года, в Госплане были учреждены следующие секции и подкомиссии: 1) Подкомиссия плановых хоз. задач текущего года; 2) Секция энергетики (преобразованная из Гоэлро); 3) Секция с.-х.; 4) Секция промышленности; 5) Секция транспорта; 6) Подкомиссия учета и распределения материальных ресурсов; 7) Подкомиссия внешней торговли и концессий. Впоследствии нек-рые подкомиссии были переименованы в секции, одни были упразднены (Подкомиссия хозяйств. задач тек. года, Подкомиссия учета и распределения), другие возникли вновь (напр., Секция районирования, Экономико-статистическ. секция), но в общем эта структура Госплана продержалась до конца 1923 г., т. е. до момента осеннего кризиса сбыта, к-рый заставил пересмотреть методы плановой работы и самую структуру Госплана. Связь Госплана с ведомствами носит в этот период неоформленный, элементарный характер «сотрудничества», а связь Госплана с плановыми органами устанавливается почти на год позже—с изданием Положения об областных плановых комиссиях (8 июня 1922 г.). Издание этого Положения мотивируется необходимостью «согласования как между отдельными отраслями народного хозяйства, так и между отдельными областями Советской федерации». Создание областных плановых комиссий тесно связано с проблемой районирования, которая с момента Октябрьской революции не сходит со сцены как метод хозяйственного строительства и организации плановой работы. Одновременно с Положением об областных плановых комиссиях декретом от того же 8 июня 1922 года изменяется редакция Положения о Госплане, и оба Положения, наряду с декретом СНК от 17 марта 1921 года о плановых комиссиях и фактически организованными госпланами союзных республик, представляют собой остов системы плановых органов страны.

Согласно положению, разрабатываемый Госпланом перспективный план нар. хозяйства, а также эксплоатационный план текущего года распространяется как на РСФСР, так и на все Союзные советские республики. В своей работе Госплан опирается на плановые комиссии хозяйствен. наркоматов и на областные плановые комиссии, которые представляют в Госплан свои предварительные планы для окончательной сводки и внесения на утверждение СТО. В свою очередь, и областные плановые комиссии опираются на работу ведомственных областных органов, корректируют плановые предположения последних и сводят их в областной хозяйственный план. Последнее звено в системе плановых органов—губ. плановые комиссии—не были созданы специальным законодательным актом и до сего времени в законодательном порядке не оформлены. О плановой работе губ. исп. комитетов упоминается только в положениях о губ. отделах внутрен. торговли, где говорится об обязанностях губ. исп. к-тов в отношении разработки перспективного плана развития внутреннего торгового оборота. Но нельзя сказать, чтобы закон совершенно игнорировал существование губ. плановых комиссий: п. 10 Положения о губ. экосо устанавливает, что «общеплановые комиссии... являются подсобными комиссиями Губэкономсовещания». Второй раз губ. плановые комиссии упоминаются в постановлениях об упразднении губ. экосо: постановление III Сессии ВЦИК X созыва от 3 ноября 1923 года считает необходимым при упразднении губ. экосо сохранить губ. плановые комиссии как комиссии губ. исп. к-тов.

Госпланы союзных республик были образованы постановлениями соответств. органов республик и в настоящее время действуют на основании следующих положений: 1) в РСФСР—на основании постановления Экосо РСФСР от 28 февраля 1925 г.; 2) в УССР—на основании постановления СНК УССР от

10 апреля 1925 г.; 3) в БССР—на основании постановления СНК БССР от 18 ноября 1925 г.; 4) в Узбекской ССР—на основании постановления ЦИК и СНК Узбекской ССР от 6 апреля 1927 г. Но задолго до издания указанных положений госпланы союзных республик (за исключением РСФСР) фактически существовали при республиканских СНК и экосо, как их плановые комиссии, на основании временных положений, а Госплан УССР и до сих пор действует на основании «временного» положения.

В организации плановых органов после создания Госплана можно отметить несколько этапов: 1) 1921—1924 гг.—первоначальный период создания материальных и организационных предпосылок планового охвата хозяйства; 2) 1924—1926 гг.—период интенсивного, так называемого, «восстановительного» процесса и усиления наркоматского регулирования; 3) 1926/1927 г.—начальный период так называемого «реконструктивного» процесса и организация обобщающей работы плановых органов; 4) период после XV Съезда партии—незаконченный еще переломный период в организации плановых органов и методов их работы. Само собой разумеется, что на каждом плановом этапе можно наблюдать черты следующего и остатки предыдущего этапов.

Первый период работы плановых органов. Г. М. Кржижановский в своей книге «Товарообмен и плановая работа» отмечает то исключительное внимание, к-рое В. И. Ленин уделял Госплану на первых порах деятельности последнего, и то огромное влияние, которое он оказал на организацию и первые шаги Госплана. Организация Подкомиссии хозяйственных задач, несомненно, находилась под воздействием идей В. И. Ленина. В письме к Г. М. Кржижановскому 25 февраля 1921 г. В. И. Ленин пишет: «Исключительную важность должна иметь подкомиссия по изучению, проверке, «увязке», согласованию, внесению предложений об изменении текущих хозяйственных планов». И дальше, в ответ на стенограмму речи Г. М. Кржижановского на торжественном заседании впервые утвержденного президиума Госплана 5 апреля 1921 года, В. И. Ленин писал: «Главный недостаток ее: слишком много об электрификации, слишком мало о текущих хозяйственных планах. Не на том сделано главное ударение, на чем надо... Займитесь ими теперь, гг. профессора. Ваша электрификация—in allen Ehren! Ему же честь, честь!.. А Общеплановая комиссия государства не этим сейчас должна заняться, а немедленно из всех сил взяться за текущие хозяйственные планы. Топливо—сегодня, на 1921 год, сейчас, весной! Сбор хлама, отбросов, мертвых материалов. Использование их для обмена на хлеб. 1—2 подкомиссии на электрификацию, 9—8 подкомиссий на текущие хозяйственные планы. Вот как распределить силы на 1921 год». Если подытожить мысли, разбросанные в письмах В. И. Ленина к Г. М. Кржижановскому и президиуму Госплана, то путь, на который им направлялась работа Госплана в первый организационный период последнего, представляется путем интенсивнейшей работы над конкретным материалом живой экономической жизни, в постоянной неослабной связи с конкретной действительностью. «Самая большая опасность,—пишет В. И. Ленин,—это забюрократизировать дело с планом государственного хозяйства. Это опасность великая... Целый, цельный, настоящий план для нас теперь—бюрократическая утопия... Не гоняйтесь за ней. Тотчас, не медля ни дня, ни часа, по кусочкам, выделить важнейшее, минимум предприятий и их поставить».

Директивы, которые, под влиянием тяжелой хозяйственной обстановки 1921 года, В. И. Ленин дал Госплану, отодвинули на первых порах назад проблему перспективного плана и заставили Госплан вплотную подойти к непосредственной хозяйственной работе, к тем «текущим вопросам», которые впоследствии начали оцениваться отрицательно и действительно оказались в известной степени помехой плановой работе. Но в 1921 году и даже в следующий год именно эта текущая «экспертная» работа Госплана и местных плановых комиссий сыграла исключительную роль в хозяйственном строительстве и в организации крепких ведомственных аппаратов в центре и на местах. В этот же первый период своей работы Госплан сыграл еще одну крупную роль—роль толкача для тогда еще колебавшейся массы технических и научных сил путем установления более тесной связи между верхушкой технической интеллигенции и хозяйственным строительством, благодаря чему широкая масса интеллигенции была окончательно перетянута на сторону советской власти.

Первый период работы Госплана все еще характеризуется ударностью. Вернее сказать, Госплану пришлось на первых порах очищать принцип ударности от тех наслоений, которые лишали ударность значения метода концентрации сил. К началу второй половины 1921 года Госплан составляет топливный план и одновременно принимает участие в реорганизации Главтопа. В том же 1921 году составляется продовольственный план, который уменьшает число иждивенцев государства (кроме армии) с 35 млн. до 7 млн. чел., и делается первая прикидка по планированию транспорта. Голодный 1921 г. заставляет Госплан заняться вопросами о борьбе с засухой и о мероприятиях по ликвидации последствий голода. Тем не менее эти разрозненные, мало напоминавшие собой «единый хозяйственный план» работы Госплана первого периода деятельности имели большое организующее значение и оказали огромное влияние на работу наркоматов. Выработанные Госпланом «Основные положения по составлению промышленного плана на 1922/23 г.», индексное исчисление и целый ряд других работ создали, наряду с материальными предпосылками восстановительного процесса, организационные предпосылки планомерного «наркоматского» регулирования. «Экспертная» работа Госплана, несмотря на ее огромную организующую роль, таила в себе, однако, опасности, которые не замедлили сказаться во время осеннего кризиса сбыта 1923 г. Ни в самом

Госплане, ни во всей советской системе не было органа, к-рый наблюдал бы и изучал всю совокупность экономических факторов, обусловливающих изменения хозяйственной обстановки, и который во-время сигнализировал бы необходимость тех или иных хозяйственных маневренных мероприятий. Кризис 1923 года привел к учреждению при Госплане Конъюнктурного совета, который в очень короткий срок покрыл всю страну сетью наблюдательных станций—областных конъюнктурных бюро. Созданием конъюнктурных бюро, наряду с ранее созданным (в марте 1923 года) Постоянным бюро съездов по изучению производительных сил СССР, завершается первый период организации системы плановых органов. В ней, однако, еще отсутствуют Госплан РСФСР и одно значительное звено хозяйственной работы, а именно, звено социально-культурного строительства. Организация этой отрасли плановой деятельности начата уже в следующий период, и прежде всего республиканскими госпланами, особенно РСФСР, и только в самое последнее время ее объединение завершается в Госплане СССР.

Усиление наркоматского регулирования. XII Съезд партии 17—25 апреля 1923 года и XIII партконференция 16—18 марта 1924 г. подводят итоги первому организационному этапу плановых органов и намечают направление их дальнейшей работы на достигнутом к 1923/24 г. уровне хоз. строительства. Согласование планов отдельных отраслей, областей и национальных республик, хозяйственное предвидение и инструктирование соответственных органов относительно тех или других явлений—вот те элементы плановой работы, которые XII Съездом намечаются для Госплана. XIII партконференция проходит под знаком усиления планового начала и усиления Госплана. Но, наряду с этим, на конференции больше, чем когда либо до нее и после нее, можно отметить чрезвычайно настороженное отношение к централизации планового руководства и к «твердым» планам, охватывающим все народное хозяйство и весь Союз в целом.

Резолюция XIII партконференции подчеркивает значение успеха в создании основных предпосылок планового руководства, без которых планирование легко могло бы превратиться в бюрократическую утопию. Эти предпосылки успешного планирования заключаются: 1) в создании твердой валюты, 2) в организации кредита, 3) в накоплении материальных фондов, допускающих маневрирование ими, 4) в осуществлении и укреплении определенных форм организации хозяйства (тресты и т. д.), 5) в наличии ряда отдельных, построенных на основе опыта, планов,—в первую очередь, реальных бюджетных планов, и т. п. XIII партконференция выдвинула первоочередной задачей усиление Госплана, повышение его роли в области финансовой и кредитной политики, установление более тесной связи с работой Наркомфина, ВСНХ, Наркомзема, Комвнуторга и т. д., усиление его местных органов и в качестве ближайшей его задачи поставила систематическое изучение текущей рыночной конъюнктуры и выработку основных мероприятий в целях воздействия на складывающиеся рыночные отношения.

Этап организации плановой работы в период от XII Съезда партии до 1926 года, т. е. приблизительно до I Съезда президиумов госпланов, формально находится под действием директив XIII партконференции по усилению плановых органов; фактически—он представляет собой сложное переплетение различных течений плановой мысли от скептич. отношения к плану и к планированию вообще до признания необходимости «твердой» плановой дисциплины. Чрезвычайно интенсивный рост нар. хозяйства в период 1924—26 гг., при недостаточ. в то время еще обобщающей работе Госплана и при разрозненном фронте плановой работы,—рост хозяйства, в к-ром закономерности могли быть уловлены только эмпирически, а предвидения самым неожиданным образом опрокидывались сочетанием неучтенных факторов и недоучетом внутренних технико-производственных резервов,—этот интенсивный «восстановительный процесс» особенно благоприятствовал скептическому отношению к плановым предположениям и к стеснениям «маневренных» действий. Антиплановая струя захватывала широкие круги оперативн. работников, получая подкрепление со стороны все усиливающегося наркоматского регулирования, которое в этот период начинает делать значительные успехи. По мере того как распространялись навыки плановой работы в условиях товарно-денежных связей и по мере того как в наркоматах, при содействии госпланов, крепли плановые или заменяющие их органы, наркоматское регулирование начинает занимать видное место, и вместе с этим все больше и больше проявляется тенденция отделить «плановую работу» от «текущего планирования», оторвав последнее от Госплана и плановых органов. Эта тенденция в своей логич. завершенности не была претворена в жизнь, но она заставила обратить внимание на опасность разрыва единства планового руководства и дала новое направление организации плановой работы. Этот вопрос служил предметом обсуждения на первом расширенном совещании Госплана РСФСР с местными работниками, но особенно настойчиво он был выдвинут на I Всесоюзном съезде плановых органов.

Синтетическая работа Госплана. Первый Съезд президиумов госпланов 10—17 марта 1926 года наметил ряд важных проблем методологии планирования и попутно установил ряд положений по организации плановой работы, т. е. установил то, что Г. М. Кржижановский назвал «регламентом плановой дисциплины» для многообразия типов, обусловленного эволюцией форм и территориальным перекрещиванием плановой работы. Экспертная работа Госплана и его периферии, при всех заслугах этой формы работы и при всем ее значении для методологии планирования, отжила свое время, а синтетическ. работа требовала иных форм связи между центральными и нисходящими плановыми органами и между плановыми и оперативными органами. В связи с этим Съезд, кроме того, разработал ряд положений, устанавливающих систематическое

организованное сотрудничество плановых органов между собою, а именно: 1) периодич. созыв совещаний президиумов плановых органов; 2) установление единых методов и директив для республиканских и областных плановых органов по разработке контрольных цифр, перспективного и генерального планов; 3) информацию республиканских госпланов и областных плановых комиссий общесоюзными хозяйственными органами и организациями, работающими частично или полностью на территории республики или области, о всех плановых предположениях и начинаниях; 4) обеспечение постоянного сотрудничества руководителей РКИ, ЦСУ и объединений профсоюзов в президиуме госпланов и плановых комиссий. Кроме того, Съезд разработал основы типового положения госпланов союзных республик и областных плановых комиссий. Одни из указанных постановлений Съезда не осуществлены до сего времени, другие получили законодательное оформление в постановлении СНК от 8 июня 1927 года, которое, подчинив плановые органы ведомств непосредственно руководству соответствующих народных комиссариатов, оставило для них обязательными директивы Госплана СССР в области методологии, программы работ и календарных сроков их выполнения и обязало ведомства представлять Госплану все необходимые материалы. Госпланы союзных республик, согласно тому же постановлению, подчиняются руководству Госплана СССР на директивных началах. Если взаимоотношения плановых органов Союза с Госпланом СССР т. о. юридически оформлены, то взаимоотношения ведомственных плановых органов республик с госпланами республик, а тем более взаимоотношения местных ведомственных органов с местными плановыми комиссиями (обл- и губпланами), остаются неоформленными до сего времени.

Первый Съезд президиумов госпланов формулировал следующие основные задачи плановой работы: а) пересмотр плана электрификации «как основного стержня генерального плана реконструкции народного хозяйства на энергетических основах»; б) перспективный народно-хозяйств. план; в) годовые контрольные цифры, «предваряющие и заключающие годовые операционные планы»; г) систему конъюнктурн. наблюдений; д) работы над комплексом социально-культурных явлений. Эти же задачи включены и в постановления СНК СССР от 8 июня 1927 г.

Первый Съезд президиумов госпланов и постановление СНК от 8 июня 1927 г, дают оформление и подводят итоги той большой синтетической работе, которая была проделана Госпланом в предыдущие этапы его деятельности. Синтетическая работа Госплана и всей системы плановых органов в предыдущие периоды их деятельности является доминирующей, но отнюдь не единственной формой плановой работы. Не говоря уже о работах по районированию, отдельные секции Госплана, начиная с 1921 года, т. е. с момента образования Госплана, а затем и чистые плановые комиссии производят ряд обобщающих работ по перспективному планированию.

Синтетич. работа в Госплане и в республиканских и местных плановых органах велась и по другим линиям плановой деятельности—по линии бюджетной работы, по линии научно-исследовательской работы и особенно по линии изучения динамики народного хозяйства в органах конъюнктурного наблюдения. В течение известного периода, до первой попытки составления нар.-хоз. плана в форме контрольных цифр нар. хозяйства. именно конъюнктурные наблюдения давали возможность устанавливать взаимозависимость отдельных отраслей нар. хозяйства и тем корректировать разрывы, неизбежные при разработке и рассмотрении отдельных, разрозненных планов. Сама форма планирования, которая получила в 1925 г. известность как «контрольные цифры народн. хоз-ва», стала возможной только на основе опыта, материалов и организации конъюнктурных наблюдений. К первому же Съезду президиумов получила завершение и структура Госплана, приспособленная к синтетическ. плановой работе. Госплан был разбит на три основных сектора: 1) Сектор реконструкции; 2) Сектор экономический и 3) Сектор производственный. Каждый сектор объединяет ряд секций. Так, Сектор реконструкции включает в себе секции: Электрификации, Топливную, Строительную, Районирования и Бюро съездов по изучению производительных сил; Сектор экономический — Торговую, Бюджетно-финансовую, Экономико-статистическую и Конъюнктурное бюро; Сектор производственный— Промышленную, Сельскохозяйственную и Транспортную. Для объединения работ секторов по составлению контрольных цифр, перспективного плана и по пересмотру плана Гоэлро (генерального плана) были образованы три специальные комиссии: Комиссия по контрольным цифрам, Комиссия по перспективному плану и Комиссия по генеральному плану, задачи которых заключались в разработке методологии соответствующих планов, в рассмотрении отдельн. разделов планов и в сводке их в единый план. Указанные 3 комиссии слиты в 1928 г. в единую Центральную комиссию перспективного планирования (ЦКПП). Таким образом, к I Съезду президиумов уже были налицо организационные и, в известной степени, методологич. предпосылки и опыт тех новых форм работы, к-рые требовали от плановых органов усложнившиеся задачи народн. хозяйства. Но фронт плановой работы был все еще разрознен. Съезд президиумов дал толчок для объединения разрозненных плановых работ, и весь следующий за ним период проходит под знаком консолидации и концентрации плановых усилий над разрешением основных проблем хозяйствен. строительства. II Съезд президиумов госпланов, 25—31 марта 1927 г., посвященный рассмотрению материалов по перспективному пятилетнему плану, снова возвращается к проблеме организации плановой работы, снова выдвигает задачу дальнейших работ по экономич. районированию СССР и снова подчеркивает необходимость полного сотрудничества наркоматов и плановых органов с Госпланом СССР. В специальной резолюции

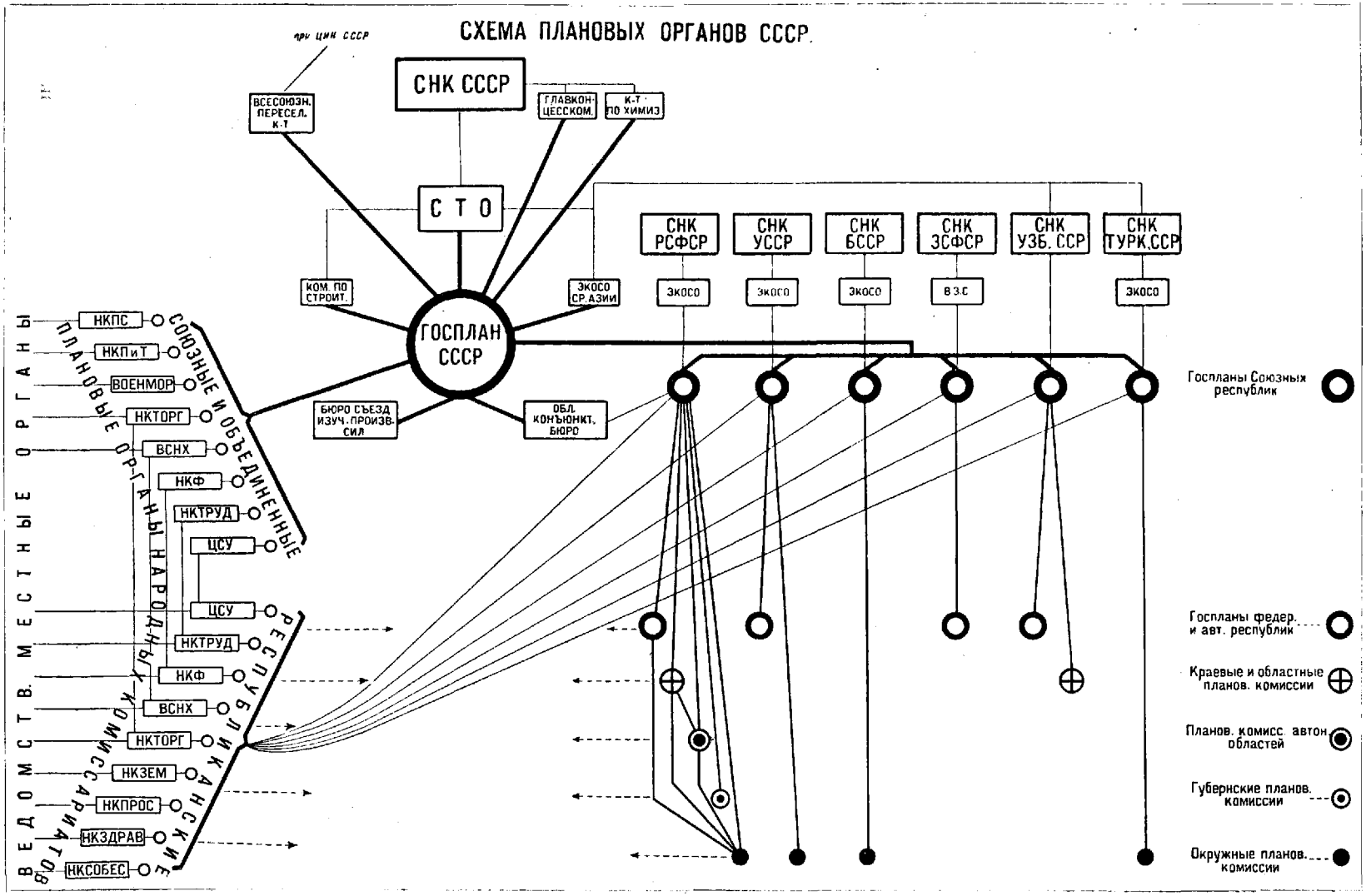
по организационным вопросам планирования II Съезд плановых работников дает определение системы плановой работы как сочетания контрольных цифр, утверждаемых СТО, с оперативными планами, утверждаемыми наркоматами, и устанавливает порядок рассмотрения и утверждения контрольных цифр и оперативн. планов, получивший затем законодательное оформление в постановлении СНК СССР от 8 июня 1927 г.

XV Съезд партии (2—19 декабря 1927 г.) не рассматривал специально вопроса об организации плановой работы; он дал директивы по составлению пятилетнего перспективного плана и только попутно констатировал «значительный шаг вперед в деле составления плановых заданий», а также признал необходимым, в виду растущей сложности планирования и растущего его значения, усиление плановой дисциплины, укрепление плановых органов и улучшение планового руководства. Но содержание директив XV Съезда по пятилетнему перспективному плану заставило изменить самую методику построения плана и организацию работ по его составлению. В отличие от прежних работ, в составление пятилетки сейчас принудительно втянуты не только центральные ведомства, но и вся периферия республиканских и местных плановых и ведомственных органов. В плановую работу втягиваются и научно-технические силы страны. Съезд дает, наконец, определенное решение той проблеме организации плановой работы, которая, начиная с Гоэлро, не перестает занимать плановую мысль, т. е. проблеме экономического районирования.

III Съезд президиумов госпланов, состоявшийся уже после XV Съезда партии, а именно 6—14 марта 1928 г., также возвращается к организационной проблеме планирования. Резолюция съезда указывает следующие начала для организации дальнейшей работы по построению пятилетнего плана: 1) перспективный план развития нар. хозяйства СССР составляется Госпланом СССР совместно с госпланами союзных республик и союзными ведомствами и д. б. построен так, чтобы в нем были конкретно представлены целостные планы развития хозяйства союзных республик и экономических районов и планы отдельных отраслей народного хозяйства СССР; 2) госпланы союзных республик и союзные ведомства составляют планы развития отдельных отраслей народного хозяйства, планы для республик и районов на основе директив и заданий союзного и республиканских правительств, по формам, преподанным Госпланом СССР. Госпланы республик и союзные ведомства, а равно отдельные экономические районы, если они признают это необходимым, разрабатывают, наряду с этим, также и варианты по отдельным элементам перспективного плана; 3) крупнейшие предприятия союзного значения на территории союзных республик или районов должны принимать активное участие в работе соответствующих плановых органов; 4) в целях достижения единства, в работах по перспективному плану должны также принимать участие ЦСУ СССР и союзных республик.

Современная организация плановых органов. Современная система плановых органов определяется указанными выше положениями о Госплане СССР и госпланах союзных республик, постановлением СНК СССР от 3 июня 1927 г., а также основными положениями о плановых органах народных комиссариатов СССР, принятыми постановлением СНК Союза 14 июня 1928 г. Плановые органы существуют при всех союзных нар. комиссариатах, за исключением Народного комиссариата по иностранным делам и НК РКИ. Плановые органы наркоматов состоят под непосредственным руководством соответствующих нар. комиссаров, но в области методологии плановых работ и сроков их выполнения они руководствуются также и директивами Госплана СССР. Аналогичные отношения устанавливаются между Госпланом СССР и госпланами союзных республик, которые подчинены непосредственно СНК соответствующей республики. На плановые органы возложена разработка генерального и перспективного планов, а также годовых контрольных цифр. На плановые органы наркоматов, кроме того, возлагается разработка сводного годового плана соответствующих отраслей, на основе утвержденных контрольных цифр, рассмотрение специальных оперативных планов и проверка их выполнения с точки зрения выполнения плана. В области конъюнктурных наблюдений точно так же устанавливается связь между Госпланом СССР и прочими плановыми органами: последние обязаны свои обзоры конъюнктуры представлять в Госплан СССР, на который возлагается составление общего обзора конъюнктуры нар. хозяйства. В Госплане СССР сосредоточено также руководство научно-исследовательскими работами по вопросам, связанным с составлением планов, и программы исследовательских работ плановых органов и наркоматов д. б. согласованы с Госпланом СССР. В настоящее время работа по генеральному и перспективному планам, а также работа по контрольным цифрам народного хозяйства методологически и организационно между собой увязаны, и в общий круг вопросов перспективного планирования в Госплане СССР (а в плановых органах республик и в местных плановых органах—также и в области текущего планирования) введен комплекс проблем. социально-культурного строительства.

Организующие идеи плановой работы. Изучение этапов организации плановой работы указывает на огромное организующее влияние, к-рое оказывала на систему плановых органов идея единства плана. После первого опыта создания единого хоз. центра в лице ВСНХ и единого хоз. плана в плане электрификации РСФСР единство плановой работы осуществляется, однако, не прямым, а обходным путем, путем решения конкретных и индивидуальных задач и путем создания ряда автономн. плановых органов. Характерная особенность процесса осуществления единства плановой работы заключается именно в этом осознании неизбежности и необходимости подхода к единству и цельности плана от индивидуального


СХЕМА ПЛАНОВЫХ ОРГАНОВ СССР
при ЦИК СССР
ВСЕСОЮЗН. ПЕРЕСЕЛ. К-Т
СНК СССР
ГЛАВКОНЦЕССКОМ.
К-Т ПО ХИМИЗ
С Т О
КОМ. ПО СТРОИТ.
ЭКОСО СР. АЗИИ
ГОСПЛАН СССР
БЮРО СЪЕЗД ИЗУЧ. ПРОИЗВ. СИЛ
ОБЛ. КОНЪЮНКТ. БЮРО
СНК РСФСР
СНК УССР
СНК БССР
СНК ЗСФСР
СНК УЗБ. ССР
СНК ТУРК.ССР
ЭКОСО
ЭКОСО
ЭКОСО
В.З.С
ЭКОСО
ВЕДОМСТВ. МЕСТНЫЕ ОРГАНЫ ПЛАНОВЫЕ ОРГАНЫ НАРОДНЫХ КОМИССАРИАТОВ
НКПС
НКПиТ
ВОЕНМОР
НКТОРГ
ВСНХ
НКФ
НКТРУД
ЦСУ
ЦСУ
НКТРУД
НКФ
ВСНХ
НКТОРГ
НКЗЕМ
НКПРОС
НКЗДРАВ
НКСОБЕС
СОЮЗНЫЕ И ОБЪЕДИНЕННЫЕ РЕСПУБЛИКАНСКИЕ
Госпланы Союзных республик
Госпланы федер. и авт. республик
Краевые и областные планов. комиссии
Планов. комисс. автон. областей
Губернские планов. комиссии
Окружные планов. комиссии

и конкретного, — подхода, который ведет по пути длительных усилий и борьбы. И в этом взгляде на план и на организацию плановой работы, как на «борьбу за план», как на процесс коллективной длительной работы над преодолением ряда препятствий, заключается вторая организующая идея пройденного отрезка плановой работы. Начав с огромной синтетической работы Гоэлро над единым хозяйственным планом, плановая мысль и плановая практика круто меняют на определенном этапе хозяйственной борьбы и состояния производственных сил направление своей работы и, боясь забюрократизировать план, обращают почти все свои силы, все свое внимание на текущие вопросы. В этом сознательном стремлении работать не отрываясь от конкретной хозяйств. деятельности, в этом параллелизме этапов организации плановой работы и этапов организации оперативной работы заключается третья организующая идея плановой мысли—идея, формировавшая методологию плановой работы, но и создавшая вместе с тем для нее ряд трудностей и опасностей. И, наконец, еще одна организующая идея отмечена на всех этапах плановой работы истекшего периода: идея экономическ. районирования страны как метод хозяйственного строительства и планирования хозяйства. Эта идея также еще не претворена в жизнь; ее осуществление также есть длительный процесс коллективного творчества и борьбы за план. Законодательное оформление системы плановых органов далеко еще не закончено.

Изучение законодательства и фактич. организации плановой работы вскрывает важную особенность плановых органов в советском строительстве. Плановые органы не являются ни органами власти, ни самостоятельной инстанцией в деле управления нар. хозяйством. Они являются вспомогательными ячейками тех органов управления, при которых они состоят в качестве комиссий. В этом смысле вся система плановых органов раздроблена между многими—союзными, республиканскими и местными—правительственными органами. Каждая плановая комиссия автономна по отношению к выше и рядом стоящему плановому органу и подчинена непосредственно своему правительственному органу. И тем не менее плановая система едина, как един весь аппарат управления нар. хозяйством Союза. Единство плановой системы достигается, однако, не путем иерархии и соподчинения плановых инстанций, а путем своеобразных нормативных актов регулирования самого процесса плановой деятельности как законодательным путем, так и на съездах и совещаниях плановых работников (см. схему).

Лит.: I. Организация плановой работы до нов. экон. политики: Кричман Л., Героическ. период великой русской революции, 2 издание, М.—Л., 1926; его же, О едином хоз. плане, М., 1921; его же, Единый хоз. план и Комиссия использования, М., 1921; Гусев С., Единый хоз. план и единый хоз. аппарат, Харьков, 1920; Кактынь А., Единый хоз. план и единый хоз. центр, М., 1920; Труды Всерос. съездов советов народн. хоз.: I, М., 1918, II, М., 1919, III (материалы), Омск, 1920; «Народное хоз.», М. II. Период нов. экон. политики: Крижановский Г. М., Хоз. проблемы РСФСР и работы Общегосударственной плановой комиссии, Москва, 1921; его же, Товарообмен и плановая работа, М., 1924; его же, Пять лет борьбы за план, «Плановое хоз.», 1926, 3; его же, Десять лет хоз. строительства СССР, 2 изд., М., 1927; Смилга И., Восстановительный процесс, Москва, 1927; Краткий отчет Госплана за 1921—23 гг., М., 1924; Стенографический отчет Расширенного совещания Госплана РСФСР с местными работниками 18—20 мая 1925 г. (на правах рукописи), Москва, 1925; Проблемы планирования, М., 1926; «Хозяйственное строительство», М.; «Ежемес. информационный бюллетень Госплана СССР», М.; «Бюллетень Госплана РСФСР», М.; «Плановое хозяйство», М.

А. Гордон.

ГОТФЛЮ, Hotflue, сушилка для тканей, в которую вентилятором вдувается воздух, нагреваемый с помощью митралезы (трубчатого котла, обогреваемого паром). Г. представляет собою закрытое помещение, по к-рому ткань проходит зигзагообразно вверх и вниз в виде расправленного по ширине полотна по свободно вращающимся роликам.

ГОФМАНА ПЕЧЬ, см. *Кирпичное производство.*

ГОФРЕ (химическое), эффект гофрировки, получаемый на хл.-бум. тканях печатанием по ним полос загущенным крепким раствором едкого натра, под действием которого ткань в набитых местах садится (см. *Мерсеризация*). Промежутки ткани между набитыми полосами, сохранившие свою первоначальную длину, при этом получают волнообразную поверхность, похожую на гофрированную. При окраске такой ткани набитые щелочью места окрашиваются интенсивнее ненабитых.

ГОФРИРОВАЛЬНАЯ МАШИНА применяется для нанесения на гладкую, обычно особо аппретированную, ткань тисненных рельефных рисунков. Наибольшее применение гофрирование получило в производстве материалов для переплетного дела, искусственной кожи, дорогих обоев, а также при выработке дорогих гофрированных ворсовых тканей (бархата, плюша). Шелковые ткани и обои иногда гофрируют с нанесением на вытисненные места бронзы (бронзового порошка). В основе своей Г. м. состоит из гравирован. стального катка, к-рый, вращаясь под нагрузкой, вплотную соприкасается с другим катком, достаточно эластичным для того, чтобы принимать давление рабочего катка. Катки вращаются в разные стороны, и между ними пропускается обрабатываемый материал или ткань, на которых и выдавливается рисунок, нанесенный на гравированном катке. Для холодного гофрирования рабочий каток делают сплошным и достаточно массивным; чаще применяют горячее гофрирование, при котором рабочий каток делают полым и обогревают изнутри паром. Для более сложных гофрировальных работ применяют каландры с несколькими катками, для быстрой смены рисунков—револьверные каландры. См. *Каландры, Ткани.*

Лит.: Шапошников В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, М.—Киев, 1926; Haller R., Chem. Technologie d. Baumwolle, Technologie d. Textilfasern, hrsg. v. R. Herzog, B. 4, T. III, B., 1928; Glafey H., Mechan. Hellsmittel zur Veredlung d. Baumwolltextilien, ibid.

В. Линде.

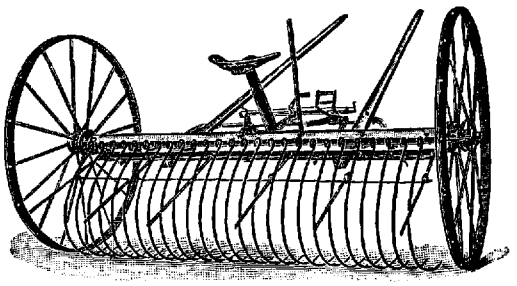
ГОФРИРОВАННОЕ ЖЕЛЕЗО, см. *Железо листовое.*

ГРАБ, грабинник, грабина, белый бук, дерево из семейства Carpineae, произрастающее б. ч. вместе с дубом, буком и сосной. Виды граба: 1) Г. обыкновенный (Carpinus

betulus)—Европа, Персия, Малая Азия. В возрасте 100 лет он достигает высоты 25 *м*, при диам. 44 *см*; в молодости его рост идет медленно, к 50 годам усиливается и к 80—90 годам прекращается. Г. является достаточно теневыносливым и морозостойким, хорошо возобновляется как семенами, так и порослью. В насаждениях с вышеуказанными породами граб часто образует второй ярус, оказывающий защитное влияние на почву, увеличивая количество лесной подстилки и способствуя очистке стволов от сучьев у такой породы, как дуб. Кора у граба гладкая, серебристо-серая, ствол имеет ребристый извилистый вид и часто плохо очищается от сучьев. Древесина граба блестящего, светлого, почти белого цвета, без ядра, тонкого сложения, с извилист. годичными слоями, твердая, весьма вязкая, трудно раскалывается. При употреблении в сухих местах имеет долгий срок службы, в сырых—скоро портится. Объемный удельн. вес грабовой древесины в воздушно-сухом состоянии 0,75 (0,62—0,82). Древесина Г. находит применение: в экипажном деле, при изготовлении нек-рых машинных частей, рукояток для инструментов, деревянных винтов, сапожных гвоздей, токарных изделий и доставляет прекрасное топливо. Древесина Г. часто подделывается под черное дерево. 2) Г. кустарниковый, или грабинник,—низкорослое дерево или кустарник (Carpinus orientalis Mill.)—СССР (Крым, Кавказ), горные местности Польши, Чехо-Словакии, Югославии, Италии и Турции; древесина грабинника употребляется на дрова, а иногда на виноградные тычины. Грабинник весьма пригоден для живых изгородей. 3) Г. японский (Carpinus japonica)—о-ва Японского архипелага. 4) Г. американский (Carpinus caroliniana)—С. Америка. 5) Г. хмелевидный (Ostrya carpinifolia)—побережье Средиземного моря; удельный вес древесины до 0,9. **Н. Кобранов.**

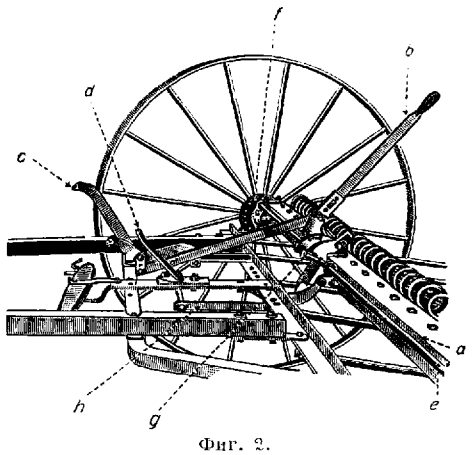
ГРАБЛИ. 1) Г. для обработки почвы служат для ее разравнивания, разбивания глыбок, для очистки земли от мусора, корешков, сучков, камней и т. д. Г. бывают деревянные и железные. Для легких работ железные Г. делаются с проволочными зубьями; для более тяжелых работ предпочтительнее применять Г. с зубьями, штампованными из толстого листового железа, стали или ковкого чугуна. Для лесных работ применяют массивные Г. особой конструкции, напр., сист. Янке с четырьмя рядами зубьев на доске, к к-рой сверху под углом прикреплена ручка, или круглые Г. сист. Кутлера, снабженные вертикальным заостренным внизу стержнем и несколькими рядами зубьев, расположенных в радиальном направлении: стержень служит для проделывания ямки при посадке, а зубья разрыхляют почву вокруг ямки при вращении стержня.

2) Г. для сена служат для сгребания сена и скошенных злаковых хлебов в валы и копны, а также для сгребания срезан. колоса после машинной уборки. Ручные Г. делаются б. ч. деревянные с числом зубьев от 8 до 18; за границей имеют нек-рое распространение Г. с длинными железными изогнутыми зубьями. Конные грабли бывают поперечные (horse rake), к-рыми сгребают сено в валы, располагающиеся поперек движения Г. и так наз. боковые Г. (side-delivery rake), сгребающие сено в сплошной вал с правой стороны вдоль хода Г. Поперечные Г. (фиг. 1) имеют ряд изогнутых зубьев, расставленных друг от друга на расстоянии 7,5 *см*; в верхней своей части зубья изогнуты в один



Фиг. 1.

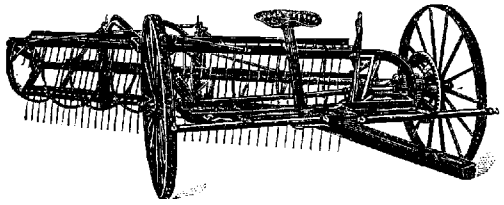
оборот спирали, вследствие чего они пружинят и при отгибе назад быстро принимают прежнее положение. Зубья обыкновенно круглого сечения, рабочий же конец расплющивается в вертикальной плоскости для обеспечения более ровного хода при скольжении по земле. Зубья прикреплены к брусу *a* (фиг. 2), вращающемуся вокруг осей ходовых колес; когда грабли собрали достаточное количество сена, брус поворачивают, зубья поднимаются, и сено соскальзывает с них; для того чтобы сено не захватывалось зубьями при подъеме, сзади рамы Г. прикрепляются железные прутья, которые задерживают сено. Подъем зубьев производится рычагом *b*, соединенным с педалью *c*; при переездах с поднятыми зубьями рычаг удерживается крючком. Автоматический подъем зубьев силой тяги производится храповым механизмом. В ступицах колес имеются зубцы храповика *f*, которые упираются в загнутый конец прута *e*; прутья, идущие к колесам, имеют концы, загнутые в противоположную сторону и схваченные особой



Фиг. 2.

обоймой *g*. При повороте прутьев в такое положение, что загнутый конец их упирается в зубцы храповика, брус *a* начнет поворачиваться и зубья подниматься до тех пор, пока обойма *g* не упрется в раму граблей;

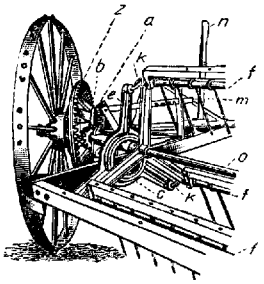
тогда прутья повернутся в обратную сторону, концы их выйдут из зацепления с зубцами храповика, и зубья упадут на землю. Поворот прутьев *e* для зацепления с храповиком производится действием педали *d* посредством тяги *h*. Конные грабли строят на силу одной лошади с шириной захвата 2—2,5 *м* и с числом зубьев от 26 до 30.



Фиг. 3.

Конные Г. применяют также для собирания колоса после уборки жнейками, для разрыхления поверхности почвы, вместо легкой бороны, при образовавшейся корке и для посева трав (на раме Г. устанавливается ящик сеялки). Конные Г. очень производительны и окупаются в 2—3 г.

Боковые Г. (фиг. 3 и 4) имеют барабан с тремя рядами зубьев, ось которого поставлена под углом 45° к направлению движения. Передача движения от ходовых колес производится насаженной на ходовую ось коническ. зубчаткой *a*, сцепляющейся с конической шестерней *b* оси барабана; барабан, т. о., вращается в сторону, обратную движению ходовых колес, с угловой скоростью, обычно вдвое большей, чем угловая скорость ходовых колес; линейная же скорость зубьев и передвижения боковых Г. почти одинакова. Зубья боковых Г. при вращении барабана в большинстве конструкций остаются все время в вертикальном положении, благодаря чему сено по миновании действия на него граблины не отбрасывается, а легко соскальзывает с них; т. о., головки и листочки клевера и других трав не перебиваются. Англ. заводы Martin & Blackstone осуществляют вертикальное положение зубьев посредством изгиба шипов граблины под углом, равным углу оси барабана к плоскости крестовины или диска, к которым они прикреплены; американск. з-д Massey Harris достигает однообразн. установки зубьев (вертикальной или под каким-нибудь углом) путем эксцентричной насадки на оси *o* кольца *c*, которое охватывается хомутом с тягами *e*; кольцо остается неподвижным, хомут же скользит по нему. Концы осей *f* граблин, согнут. в виде кривошипов *k*, пропущены сквозь проушины стержней боковин барабана и при вращении, увлекая за собой тяги *e*, поворачиваются и сохраняют данный им тягой *m* наклон. Для придания барабану боковых Г. вращения в обратную сторону (с целью ворошения сена) переставляют рычагом *n* шестерню *b*, сидящую на оси барабана, и приводят ее в сцепление зубчатым колесом *z*, сидящим на оси ходовых колес. Вследствие того, что зацепление зубчаток *z* и *b* внутреннее, ось барабана получает вращение, согласное с вращением ходовых колес; при отношении числа зубцов, равном 4, и диаметров ходового колеса и барабана, равном 2, линейная скорость движения зубьев получается вдвое больше скорости продвижения боковых Г. Кроме того, тягой *m* производят установку зубьев с наклоном назад. Установку зубьев над землей производят при помощи винтов с рукоятками, поднимающих или опускающих задние колеса, поддерживающие раму. Боковые Г. описанных конструкций получили широкое распространение в хозяйстве благодаря своей большой производительности: они захватывают два скошенных косилкой ряда и могут убрать в день около 8 *га*; ширина захвата равна 2,5 *м*. Преимущество боковых Г., по сравнению с поперечными, заключается в том, что они образуют очень рыхлый вал, способствующий лучшей просушке сена, и не перебивают листочков клевера.



Фиг. 4.

Лит.: Дебу К. И., Руководство к выбору и уходу за сельскохозяйственными машинами и орудиями. Орудия и машины для уборки травы, Петербург. 1905. **Б. Криль.**

ГРАВИЙ, обломочная механически-осадочная горная порода, состоящая из отдельных несцементированных между собой, более или менее округлых каменных зерен с поперечным сечением от 3 до 10 *мм* (по одним определениям) или до 40 *мм* (по другим [1]). Размеры отдельного обломка в обломочных (пластических, дейтогенных) горных породах, вообще говоря, чрезвычайно различны. Валуны, галька и щебень (размерами от человеческой головы до лесного ореха), гравий и хрящ (размерами не более горошины), крупный и мелкий песок, наконец, глина, мергель и ил—таковы породы, составляющие нисходящую по величине обломка шкалу, в которой Г. и хрящ занимают среднее место. Кроме различных размеров в этом перечне отчасти учитывается также различие формы: хрящ отличается от гравия более угловатым зерном, тогда как зерна Г. округленные; таково же различие между щебнем с угловатою поверхностью обломков и округлою галькою. Валуны, несмотря на общую округлость, имеют ребра, тогда как поверхность гальки и Г. яйцевидна или сжато-эллипсоидальна. Когда речь идет о больших скоплениях Г. или хряща, то обычно их причисляют, смотря по величине зерна, либо к галечникам, либо к крупнозернистым пескам. Галечники (скопления гальки, а также Г. и хряща) бывают иногда почти чистыми, иногда же переслоены песчано-глинистыми или лёссовидн. породами. Обычные в горных странах галечники иногда имеют большую мощность и занимают обширн. площадь (в несколько *км*²); таковы галечники в предгориях Тянь-Шаня в Монголии, в Закавказьи, на горах вдоль течения р. Куры. По петрограф. составу в скоплениях Г. могут встречаться всевозможные породы, однако, более мягкие или легко выветриваемые разрушаются сравнительно быстро до пелитовых отложений (глина, мергель, ил); породы более тверд. и более стойкие остаются в составе Г.

По происхождению Г. может быть ледниковым, береговым (морским или крупноречным) и речным. Разрушающая и истирающая деятельность ледников ведет к выносу обломочных отложений в виде морен и озов; отличительная особенность ледникового гравия—угловатость зерен, неоднородность их по размеру и засоренность песком и глиной. Береговой Г. получается от совместной деятельности волн, приливов-отливов и морских течений, при чем действие последних особенно велико в отношении систематического вымывания мелких частиц. Береговой Г. имеет наиболее округл. форму и иногда—углубления на поверхности (от взаимных столкновений зерен); он не содержит глинистых засорений, но сортировка зерен по размерам здесь не полная. Наконец, гравий речной, образуемый деятельностью рек, имеет зерно средней степени округленности, но вполне промыт от мелких частиц и хорошо отсортирован по размерам зерна. К разновидностям речных галечников могут быть относимы также находимые на берегу сибирских рек к а к у р ы (скопления речных отложений, сдвинутые во время заторов льдом на расстояние до 200 *м* от берега и взгроможденные до мощности в 10 *м*), к о р г и (косы, идущие от древн. берега к реке и спускающиеся подошвой в воду) и часто встречающиеся речные террасы на значительной высоте над руслом реки. Следует отдельно отметить также вулканический гравий, получающийся от размыва вулканич. мусоров и пемзовых скоплений. Техническ. ценность Г. возрастает в следующем порядке: ледниковый—береговой—речной; пемзовый гравий, весьма цепен, но лишь в некоторых применениях (см. *Пемза*).

Физические свойства гравия. Знание физич. свойств Г. весьма важно для техники, т. к. последней приходится не только иметь дело с ним как с материалом, но и встречаться с ним по природным условиям работы (напр., при электрическ. заземлении при генерации электрич. колебаний, в жилищном и городском строительстве и т. д.). Однако, свойства Г. весьма изменчивы в зависимости от величины и формы зерна, петрографич. состава, состояния влажности и пр.; поэтому их нельзя охватить одной общей формулой. Приводимые ниже данные являются только примерами и дают лишь общее понятие о порядке величины соответствующих характеристик гравия.

П л о т н о с т ь Г. для нижеследующих частных случаев может быть охарактеризована данными табл. 1, которые можно считать крайними пределами.

С к в а ж н о с т ь Г. (объемное содержание пустот) достигает 40%. При выемке [4] песка и гравия из грунта происходит разрыхление: первоначальное—на 10—20% и остающееся—на 1—2%.

В о з д у х о п р о н и ц а е м о с т ь [5] Г. и родственных пород. При наличии мощных слоев,—тем более мощных, чем крупнее зерно Г.,—или при низких разностях давлений, дающих скорости истечения воздуха через Г., не превышающие 6,2 *см/ск*, наблюдается приблизительная пропорциональность между объемом V (обычно в *л*) прошедшего в единицу времени воздуха и приложенной разностью давлений H (в *мм* водян. ст.). На основании опытов с крупным песком (зерно 1—2 *мм*) установлено, что при удвоении H величина V возрастает в среднем в 1,919 раза. Общая формула, выражающая зависимость между V и H (по Величковскому) имеет вид:

$$V = V_0 \cdot A \cdot \frac{\lg H}{\lg 2},$$

где A—константа, зависящая от природы Г., влажности, толщины слоя и $t°$, а V_0—объем пропущенного воздуха при $H=1$. Воздухопроницаемость Г. понижается вместе с уменьшением зерна, а при неоднородной величине его зависит гл. обр. от мелких зерен. Примесь глины весьма понижает воздухопроницаемость гравия (например, примесь объемных 10% глины уже сильно сказывается на проницаемости даже песка). Кроме того, воздухопроницаемость падает с увеличением влагосодержания Г. и с повышением $t°$.

В л а г о п р о н и ц а е м о с т ь [5] Г. и родственных пород. Опытами Величковского (при зернах от 0,33 до 7 *мм*) установлено, что количество проходящей через Г. и родственные породы воды Q возрастает в арифметической прогрессии, если давление H растет в геометрической, при чем разность прогрессии зависит от величины зерна и от мощности слоя. С повышением $t°$ возрастает Q (опыты Зеельгейма при $t°$ от 9 до 19,5°). Опыты Вольни (Wollny) подтвердили и расширили предыдущие выводы, а именно—Q растет соответственно H, но не пропорционально, а медленнее: при равномерном изменении H изменения Q постоянны, если только не меняются при этом природа слоя, его толщина и $t°$. При тонкозернистых грунтах и более высоких H количество Q обратно пропорционально мощности слоя; но чем крупнее зерно грунта и чем ниже H, тем заметнее отстает величина Q от роста мощности слоя. С возрастанием величины зерна влагопроницаемость Г. возрастает, а при неоднородности гравия—она приближается к влагопроницаемости его тонкозернистой составной части.

П р о м ы в а е м о с т ь и р а з м ы в а е м о с т ь Г. В зависимости от скорости течения, вода может или промывать Г., освобождая его от более мелкозернистых примесей, или размывать самую толщу его, унося зерна гравия. Составленная Стефенсоном и дополненная Ф. Нансеном [6] табл. 2 дает более точные указания о действии водных течений на различные обломочные породы при разных скоростях движения воды.

Т а б л. 1.—П л о т н о с т ь г р а в и я [3,4].

Г р а в и й	Вес 1 $м^3$ в *кг*	Кажущийся уд. вес (объемный вес)
Прирейнский пемзовый Г. с размером зерен в 1—20 *мм*	301	0,3
Гравий по Урочн. полож. .	1 734	1,7
» смешанный	1 606	1,6
» гранитный	1 860	1,7
Песок сухой	1 501	1,5
» сырой	1 691	1,7

Табл. 2.—Зависимость между скоростью водных течений и величиной зерна переносимых осадков.

Скорость в *см/сек*	Действие
0,29	Переносятся мельчайшие частицы раковинок глобигерин
2,9	Переносятся большие обломки раковинок глобигерин
7,7	Начинается размывание тонкозернистой глины
15,0	Поднимается тонкозернистый песок
20,0	Поднимаются песчинки, величиной с льняное зерно
21,3	Поднимается тонкозернистый пресноводный песок
30,5	Переносится мелкий гравий
35,5	Размывается морской песок
40,0	Передвигается округленный гравий диам. 6 *мм*
61,0	Перекатывается галька диам. 26 *мм*
124,7	Переносятся гальки, величиной с орех

Удельная поверхность Г., т. е. отношение полной поверхности к массе или к объему зерен, существенно меняется в зависимости от их размеров, формы и уд. в. Но в каждом отдельном случае эта важная характеристика м. б. измерена или подсчитана особо, наприм., приемами, разработанными в Отделе материаловедения Гос. эксперимент. электротехнического ин-та для неправильных, сыпучих и порошкообразных тел [7].

Механическая прочность Г. всецело определяется прочностью входящих в его состав горных пород. Согласно америк. т. у., у Г. измеряют только так наз. цементирующую способность [8]—связывающую силу дорожного материала. Для этого испытания образец размалывается на шаровой мельнице с нек-рым количеством воды, достаточным для получения плотного мелкозернистого крутого теста. Из этого теста отпрессовывается цилиндрик, 25 *мм* диаметром и 25 *мм* высотой, к-рый после просушки испытывается на разрушение нормированным ударом специального молоточка. Числом ударов, доводящим цилиндр до разрушения, характеризуется цементирующая способность. Так, например, число 10 указывает на низкую способность, более 100—на чрезвычайно высокую. У шлака она характеризуется числом 463, у базальта, диабаза, известняка и песчаника—числом 500. Г. тоже дает 500. Гравий и хрящ, в качестве балласта в строительном бетоне, схватываются с раствором лучше, чем галька, но по прочности они слабее последней.

Теплопроводность Г. Теплопроводность вышеуказанного прирейнского пемзового Г. равна $0{,}22 \cdot 10^{-3}$ cal $\cdot$ *см/см*$^2 \cdot$ *сек.* °C. С возрастанием скважности Г. теплопроводность также увеличивается, так как облегчается циркуляция воздуха [2].

Электропроводность Г. имеет важное значение при устройстве электрич. заземлений—громоотводных, станционных и др. Она может быть приблизительно охарактеризована нормами Союза германских электротехников: пластина с поверхностью в 1 *м*^{2} (по одной стороне), зарытая в глинистую почву, представляет сопротивление в 20—30 Ω, в песке же и Г. означенная величина может увеличиться во много раз [9].

Диэлектрический коэффициент Г. О значении диэлектрического коэффициента гравия дают понятие числа Флеминга и Г. Леви [10] для некоторых родственных веществ (табл. 3).

Табл. 3.—Величина диэлектрического коэффициента земли и песка.

Вещество \ Состояние	Сухое	Сырое
Земля	2—6	5—15
Песок	2—3	9

Применение, нормы и экономика [11]. Г. применяется почти исключительно как строительный материал, и притом—в сочетании с другими, заполняющими его скважины или также с цементирующими материалами. Такими заполняющими материалами служат песок, иногда глина, тогда как цемент и асфальты способствуют сцеплению отдельных зерен Г. При простом заполнении скважин Г. идет на строительство ж.-д. полотна и шоссейных дорог, где он в значительной мере заменяет щебень; для бетонных сооружений Г. употребляют в качестве балласта для цементного раствора, а связанный асфальтом или другими битуминозными веществами он применяется в городском строительстве для асфальтовых мостовых. В табл. 4 приведены принятые в Соединенных Штатах Америки нормы классификации Г. по величине зерен.

Табл. 4.—Американские нормы для гравия и песка.

Размеры зерна в дм.	Назначение
$2^1/_2$—$1^1/_2$	Железобетон
$1^1/_2$—$1^1/_4$	Дорожное строительство
$1^1/_4$— $^1/_4$	Круглозернистый песок
$^1/_4$— $^1/_8$	«Торпедо» для верхней одежды дороги
$^1/_8$ и менее	Песок для шоссе и т. д.

Гравий по большей части естественно отмывается от глины (см. табл. 2), и потому вопрос о незасоряемости его обычно не ставится; что же касается пород более мелкозернистых, то тут естественная промывка м. б. не так совершенна, и потому требуется соответственная оговорка. Например, по исследованиям проф. Ельчанинова, содержание глины в песке, идущем для балластирования пути и в бетонном деле, не должно превышать 2%. Применяемые на практике в шоссейном и ж.-д. строительстве пропорции смесей с Г. охарактеризованы табл. 5.

Табл. 5. — Процентный состав балластов с гравием.

Материал	Шоссейные балласты, применяемые в шт. Миссури С.Ш.А.		Ж.-д. балласт
	I	II	
Гравий	65	75	50—80
Песок	23	16	50—20
Глина	12	9	2—0

Добыча и потребление гравия как за границей, так и в СССР, в последние годы быстро возрастает, особенно в связи с развитием городского строительства, и гравий составляет важную статью народного хозяйства. Так, в 1924/25 г. было добыто, по имеющимся данным Геологической комиссии, не менее 58 387 *m*, а в 1925/26 г.—189 792 *m*; на долю Москвы в 1925/26 г. приходится свыше 165 000 *m*, на долю Ленинграда—около 8 000 *m*, тогда как в других районах добыча значительно меньше. Однако, эти числа, повидимому, значительно отстают от действительности, как видно из табл. 6 (по данным КЕПС).

Табл. 6.—Потребление гравия железными дорогами и строительством СССР (в м³).

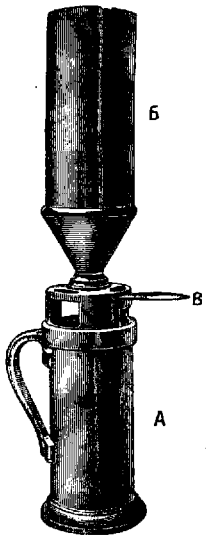
Потребитель \ Годы	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27	1927/28	1928/29	1929/30	1930/31	Примечание
Уральский округ НКПС . .	—	61 573	70 828	88 645	106 195	126 316	—	—	—
Крымский » » . . .	—	—	800	—	—	—	—	—	—
С.-Кавказск. » » . . .	—	3 000	43 000	177 000	592 000	592 000	592 000	—	—
Закавказский » » . . .	23 000	48 000	54 000	71 000	210 000	319 000	416 000	382 000	—
Казанский » » . . .	—	3 510	2 087	32 543	38 179	47 723	54 654	68 318	Галька
Управл. ж. д. Туапсе—Сочи—Адлер	3 500	6 000	14 400	14 500	потребно для окончания работ			260 000	Гравий
Управл. ж. д. Туапсе—Сочи—Адлер	20 000	28 000	60 000	20 000	потребно для окончания работ			250 000	Гравельный балласт
Москва	—	—	6 131	11 979	увеличено на 20—30%	—	—	—	—

В СССР Г. добывается как прибрежно-морской, так и речного и ледникового происхождения. В районе Ленинграда добыча Г. производится на участке Лахта-Сестрорецкое приморского берега и на Ораниенбаумском побережьи Финского залива, при чем Г. отсеивается через грохота. Точно так же для постройки ж. д. Туапсе—Сочи—Адлер гравий добывается на морском берегу. В Московской губ. добыча ведется из овражных рек, частью же из древне-элювиальных отложений, в пяти районах: Павшинском—по Москве-реке, под Москвой, Воскресенском—по рекам Малой и Большой Истре, Звенигородском—по Москве-реке близ Звенигорода, Коломенском—по р. Оке и Серпуховском—по притокам Оки: Наре и Речме. Добычу ведут главн. образом кооперативные объединения и артели. Добытый материал подвозится к Москве преимущественно по железной дороге со станций Новый Иерусалим, Снегири, Павшино.

Лит.: [1]) Ог Э., Геология, перевод с французского т. 1, Москва, 1924 (литература); Мушкетов И. В., Физич. геология, 3 издание, Москва—Ленинград, 1924—26; Наливкин Д., Пески и течения, «Вестник геологического комитета», Л., 1927, 7, стр. 1—9; Nansen F., The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896, v. 4, L., 1904; [2]) Tables annuelles internationales de constantes, v. 1, p. 667, Paris, 1912; [3]) Рошефор Н. И., Иллюстрирован. урочное положение, 10 изд., М., 1927—28; [4]) там же; [5]) Глинка К., Проницаемость почвы, Полная энциклопедия русского с. х., т. 7, стр. 1051, СПБ, 1902 (литер.); [6]) Nansen F., op. cit., p. 139; [7]) Флоренский П. А., Пористость изоляторного фарфора, «Труды ГЭЭИ», 1927, вып. 19; [8]) Nash J., Roads a. Road Materials in Texas, «Geol. Survey of Alabama. Bull.», Wsh., 1911, *11*; [9]) Normen u. Vorschriften d. VDE, B.; [10]) Свирский Е. А. и Хашинский В. П., Радиотелеграфные измерения, стр. 275—278, 327, М., 1921 (литер.); [11]) Малюков Н. П., Валуны и гравий, Годовой обзор минеральных ресурсов СССР. за 1925—26 г., стр. 95—97, Ленинград, 1927; Гейслер А. Н., Строительные камни, «НИ», т. 3, стр. 196—282. **П. Флоренский.**

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ пороха, отношение веса пороха к весу воды того же объема при 4°. Г. п. определяется помощью специального прибора—гравиметра (фиг. 1). Он состоит из цилиндрическ. сосуда, или кружки *А*, емк. в 1 *л*, над к-рым устанавливается цилиндро-коническая воронка *Б*, несколько большего объема, закрываемая снизу задвижкой *В*. К прибору прилагается линейка для сглаживания пороха.

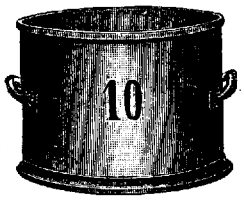
Для определения Г. п. предварительно взвешивают пустую кружку, затем, наполнив верхний сосуд испытываемым порохом, устанавливают его на кружку и осторожно поворачивают задвижку, вследствие чего порох высыпается в приемник. Когда последний наполнится, закрывают задвижку, снимают верхний сосуд и линейкой сглаживают порох, лежащий выше краев кружки, после чего взвешивают кружку вместе с порохом. Частное от деления чистого веса пороха, выраженного в *г*, на вес воды в 1 *л* при 4° (т. е. на 1 000 *г*) представит Г. п. Для точного определения Г. п. крупнозернистых сортов порохов пользуются прибором емкостью в 10 *л* (фиг. 2). На определение Г. п. приборами различной конструкции оказывает влияние величина прибора, отверстие, через которое высыпается порох, и скорость его высыпания, от к-рой зависит взаимное расположение зерен в приемнике.



Фиг. 1.

Г. п. находится в зависимости от действительной плотности пороха, формы, величины и степени полировки зерен. Полировка способствует увеличению Г. п., так как уменьшает трение зерен между собой, и они плотнее укладываются в приемнике. Г. п. имеет особенное значение для винтовочных бездымных порохов, заряд из к-рых наполняет почти весь объем винтовочной гильзы. Предельный вес заряда, вмещающегося в винтовочную гильзу, определяется произведением Г. п. на коэффициент, выражающий объем

гильзы в *см*³. Очевидно, чем больше Г. п., тем большего веса заряд пороха может быть в патроне. Для винтовочного пластинчатого пороха марки «Г» плотность не может быть более 0,800—0,820. В порохе америк. типа, имеющем вид цилиндриков с одним каналом, Г. п. может быть доведена до 0,900 и выше. При такой плотности предельный вес заряда м. б. значительно увеличен по сравнению с порохом пластинчатым. Для сравнения приводятся действительная и Г. п. различных сортов дымных и бездымных порохов.



Фиг. 2.

Действительная и гравиметрическая плотности различных сортов порохов.

Пороха	Действит. плотн.	Грав. плотн.
Дымные пороха (артил. нормы)		
С черным углем:		
Крупнозерн.	1,55—1,62	0,970—1,100
Артил.	1,55—1,62	0,925—0,945
Ружейн. (прежн. обр.)	1,56—1,63	0,920—0,940
Охотн. крупный	1,57—1,68	0,920—0,940
Охотн. мелкий	1,57—1,68	0,920—0,940
С бурым углем:		
Ружейн. (новый)	1,72—1,77	0,940—0,980
Охотн. крупный	1,73—1,80	0,915—0,980
Охотн. мелкий	1,72—1,79	0,900—0,970
Современные охотн. пороха		
Дымный охотн. отборн. крупный	1,702	0,968
» » » средний	1,689	0,965
» » » мелкий	1,687	0,940
» » жемч. крупный	1,607	0,996
» » » средний	1,575	0,968
» » » мелкий	1,593	1,010
Нормы технических условий для охотн. дымного пороха	1,55—1,70	не < 0,870
Дымные минные пороха	1,55—1,70	0,900—1,000
Бездымные пороха (норм не установлено)		
Бездымн. винтов. пластинч. типа	1,62	0,800—0,820
Бездымн. винтов. америк. типа	1,62	0,860—0,900
Бездымн. револьв. пластинчатого типа «Глухарь»	1,66	ок. 0,575
Бездымн. охотн. пластинч. типа «Сокол»	1,56	ок. 0,475

Лит.: См. *Бездымный порох, Взрывчатые вещества* и *Дымный порох*. **Н. Довгелевич.**

ГРАВИМЕТРИЯ, отдел высшей геодезии, излагающий способы измерения напряжения силы тяжести g. Наиболее точный способ определения силы тяжести состоит в нахождении из наблюдений периода T колебаний маятника и его «приведенной» длины (см. *Маятник*) l и вычислении затем g из формулы $T=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Определения напряжения силы тяжести могут быть абсолютными, когда непосредственным результатом наблюдений является значение g, и относительными, когда определяется только разность значений g для двух или более мест на земной поверхности. Вследствие необходимости исключения целого ряда ошибок (на влияние атмосферы, непостоянство температуры, амплитуду размаха маятника, кривизну и скольжение ножа, на котором качается маятник, гнутие маятника, качание штатива, ход часов, по которым определяется T) абсолютные наблюдения очень сложны, длительны и требуют большого числа отдельных наблюдений; поэтому они производятся редко; последнее по времени и самое точное по результату было произведено в Потсдаме (около Берлина) в 1898—1906 годах Кюненом (Kühnen) и Фуртвенглером (Furtwängler) по поручению Международного геодезического союза. Полученный ими результат: $g=981{,}274\pm0{,}003$ *см/сек*² является исходным пунктом для наших знаний о силе тяжести.

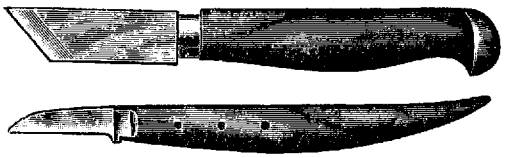
Из способов относительного определения силы тяжести наиболее часто применяется следующий: в двух местах, из которых в первом g_1 известно, производят определение периодов T_1 и T_2 колебаний одного и того же неизменного маятника, после чего и находят g_2—значение силы тяжести для второго места из ф-лы: $g_2=g_1\frac{T_1^2}{T_2^2}$. При таком способе приходится вводить поправки только на качание штатива, амплитуду, влияние атмосферы и темп-ры и ход часов; последняя поправка теперь определяется при помощи радиотелеграфа приемом сигналов точного времени. Очень удобный прибор для определений по этому способу предложен Штернеком (Sterneck): в нем употребляются полусекундные маятники, которые вследствие их небольшого размера и веса легко перевозить. Точность определения g этим прибором, впоследствии несколько усовершенствованным, может достигать 0,001 *см/сек*², при продолжительности наблюдений даже в течение трех суток. В последние годы этот же прибор оказался вполне применимым для наблюдений и на море (в подводной лодке), если наблюдать одновременные качания двух или даже четырех маятников, что возможно при помощи фотографической регистрации. Для относительного же определения силы тяжести на небольших расстояниях (до 10 *км*) применим гравитационный вариометр Этвеша (Eötvös), представляющий видоизменение крутильных весов Кулона, так как он позволяет определять градиент силы тяжести $\frac{\partial g}{\partial s}$, где s—направление на поверхности земли или, точнее, на уровенной поверхности, с точностью до $1\cdot10^{-9}$ *CGS*. Поэтому, определив $\frac{\partial g}{\partial s}$ во всех промежуточных точках между двумя местами интегрированием, находят разность Δg для этих мест. Кроме этого, гравитационный вариометр дает возможность определить направление главных

плоскостей поверхности уровней в месте наблюдения и меру отклонения ее от шаровой поверхности; если же некоторую область покрыть достаточно часто наблюдениями с вариометром и хотя бы в двух точках этой области определить отклонения отвеса, то возможно определить форму уровенной поверхности для этой области. Помимо упомянутых выше геодезич. применений, гравитационный вариометр оказался очень полезным при изучении геологич. строения верхних слоев земной коры, т. к. по неоднородности гравитационного поля данной области можно делать те или другие заключения о форме, размерах и расположении масс, вызывающих эту неоднородность, в силу чего возникла гравиметрическая разведка полезных ископаемых (на железные руды, нефть, уголь и др.), с каждым годом во всех странах все более расширяющаяся.

Лит.: Helmert F., Die Schwerkraft und die Massenverteilung der Erde, Enzyklopädie der mathemat. Wiss., B. 4, Abt. 3, Heft 1, Lpz., 1910 (подр. обзор и библиогр. указ.); см. также *Геофизика*. **Л. Сорокин.**

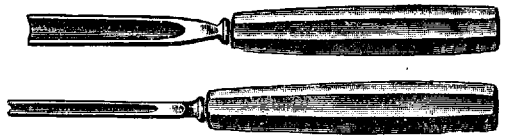
ГРАВИРОВАНИЕ, нанесение линий или рельефа режущим инструментом на твердую поверхность с целью: 1) размножения изображений посредством оттисков (гравюры), 2) получения точных линейных форм, служащих для измерения, или 3) украшения обрабатываемой поверхности углубленным рисунком. Г. производится или ручным способом или же при помощи специальных гравировальных машин, которые в некоторых случаях лишь упрощают процесс ручного Г., иногда его заменяют, но главн. образ. создают точные линейные формы, невыполнимые ручным способом. Гравюры, в зависимости от метода получения оттисков, бывают двух видов: высокие и углубленные. Первые из них при печатании несут краску на выпуклых частях своей поверхности, и в этом случае количество краски везде одинаково; вторые, наоборот, содержат краску лишь в углублениях (и в разных количествах—в зависимости от величины этих углублений), с выпуклых же частей поверхности краска счищается. К высокой гравюре относится гравюра на дереве, или ксилография, а также так называемая обронная гравюра на меди, цинке или гарте; к глубокой гравюре—так наз. классическая гравюра на меди или стали. Гравюры на дереве бывают двух видов: продольные, когда слои дерева расположены в плоскости доски, и торцовые, когда они расположены перпендикулярно обрабатываемой поверхности доски.

Ручное гравирование. Для продольной гравюры на дереве употребляют дерево груши, яблони, сливы, древесина которых имеет слабо выраженную слойность, большую плотность и малую гигроскопичность. Хорошо просушенную доску обрабатывают вручную или машинным способом, придавая ей при этом строго параллельные плоскости, при толщине доски в величину роста типографского шрифта, т. е. 25 *мм*. Лицевая сторона доски, кроме того, шлифуется тонкой стеклянной бумагой. Перед Г. на доску наносится рисунок. Рисунок или срисовывается с оригинала на-глаз в зеркало (для получения негативного рисунка на доске), или переносится при помощи сетки, при чем в этом случае возможно изменение масштаба рисунка, или же на предварительно покрытую снятым молоком доску кладется лицом карандашный оригинал и притирается костяшкой. По нанесении карандашного рисунка на доску он прорисовывается тушью, после чего вся доска покрывается несколько более светлой тушью. Последнее делается для того, чтобы при резьбе ясно были видны границы между оставленной черной поверхностью доски и белым вырезом. Японцы наклеивают клейстером оригинальный рисунок, сделанный тушью на тонкой бумаге, лицом на доску и



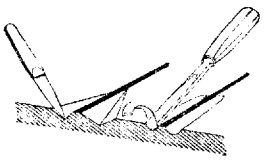
Фиг. 1.

затем промасливают его так, что он делается хорошо видимым с изнанки; гравюра, таким образом, режется по бумаге, при чем, конечно, оригинал пропадает. Доска кладется на кожаную подушку, наполненную песком, для более удобного поворачивания доски в зависимости от направления вырезываемой линии. Инструментами для продольного Г. служат ножи различных профилей, оправленные в деревянные ручки (фиг. 1), и полукруглые стамески разной величины (фиг. 2). Процесс Г. заключается в том,



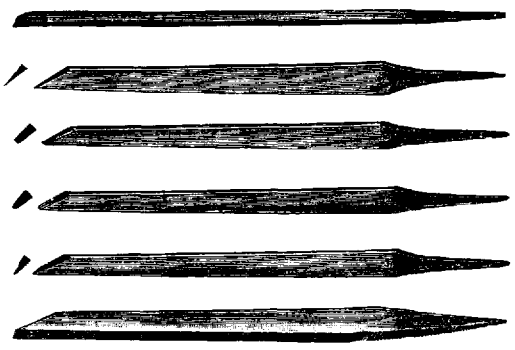
Фиг. 2.

чтобы ножом или стамеской удалить дерево с поверхности в тех местах, где нет рисунка, т. е. где на оттиске должны получиться белые места. Для этого делается или одно движение стамеской, при чем вырезается стружка полукруглого сечения, или же три движения ножом, которым вырезается треугольная пирамидка (фиг. 3). Если нож обрезает лишь сделанный уже в окончательной форме на доске рисунок, гравюра носит название обрезной. Но существует и другой вид гравюры, в котором технич. возможности дерева—четкость и острота штриха—создают самостоятельную граверную форму, отличную в своих средствах выражения от рисунка. Здесь гравер, являющийся вместе с тем и автором-художником, строит в предварительном рисунке лишь общую композицию, а затем уже при помощи ножа,—вырезая черные и белые, толстые и тонкие линии, их пересечения и т. п. комбинации,—создает изображения пространствен. форм.



Фиг. 3.

В продольной гравюре нож, двигаясь в разных направлениях относительно слоев доски, встречает и различные сопротивления, что подчас затрудняет проведение плавной кривой линии. Кроме того, сама линия в гравюре, представляющая собою лежащую призму, в зависимости от ее положения относительно слоев доски, является неодинаково прочной; тонкая линия подвержена смятию от давления при печати, а расположенная поперек слоев—и возможности выкрашивания. Эти недостатки продольной гравюры побудили англ. гравера Т. Бьюика в конце 18 в. испробовать Г. на торце. Изобретение Бьюика блестяще себя оправдало, произведя коренной переворот в Г. на дереве, открыв новые богатые изобразительные возможности для деревянной гравюры. Преимущество торцового слоя перед продольным заключается в том, что режущий инструмент во всех направлениях встречает одинаковое сопротивление, чем обеспечивается равномерность гравируемой кривой линии; сопротивление давлению при печати также несравненно больше, т. к. это давление направлено по оси слоев. Т. о., явилась возможность гравировать тончайшие линии



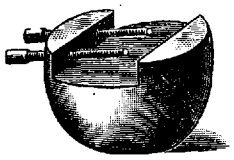
Фиг. 4.

без малейшего опасения их излома. Применение штихеля вместо ножа упростило и ускорило Г. и создало т. н. тоновую гравюру, построенную на передаче формы при помощи комбинаций б. или м. близко лежащих параллельных или пересекающихся линий, создающих впечатление тона большей или меньшей темноты. Техника Г. на торце разрешила задачу передачи в гравюре не только техники пера равномерно окрашенным штрихом, но и техники карандаша, угля и особенно живописи. Штихеля, употребляемые в Г., представляют собою стальные стержни (фиг. 4). Передний конец штихеля затачивается плоскостью под углом в 40—50°; эта плоскость и является режущей поверхностью при движении штихеля с нажимом по доске. Более тупой угол резал бы хуже, более острый заставил бы штихель зарываться. С противоположного конца штихель оттянут, и на этот конец насаживается точеная ручка, имеющая форму груши или, чаще, форму гриба со срезанной с нижней стороны шляпкой. Этот срез нужен для прижимания штихеля к доске и он же мешает положенному штихелю кататься по столу. Штихеля изготовляются различных профилей; наиболее употребительные из них: граб штихель, шпиц штихель, мессер штихель, флахштихель, полукруглый и ребштихель. Главный из них—грабштихель, проводящий линию желаемой ширины в зависимости от углубления его в дерево. Для выемки значительных поверхностей употребляют полукруглый или флахштихель, при чем для предохранения доски от заминания под штихель кладется деревянная или костяная подкладка, которая удерживается указательным и средним пальцами левой руки и служит опорой для штихеля как рычага. Ребштихель проводит параллельные линии для гравирования тона определенной силы. Для торцовой гравюры употребляется почти исключительно самшит (Buxus sempervirens), обычно называемый «пальмовым деревом». Обладая чрезвычайно большой плотностью (уд. в. сухого дерева 0,91—1,16), самшит дает торцовый срез без сколько-нибудь заметных отверстий, что совершенно необходимо для чистой печати и тонкого Г.; к тому же слойность самшита очень равномерна. С самшитом может конкурировать лишь т. н. железная береза (береза Шмита, корейская береза), произрастающая в Уссурийском крае. Кавказский самшит идет в продажу чураками в 150 *см* длины и диаметром ок. 10—15 *см*. Чурак распиливается на поперечные кружки толщиной около 3 *см* и просушивается. Кружки опиливаются прямоугольниками, и материал подбирается по однообразной плотности и по чистоте слоев. В обработку идут лишь те куски, в которых нет не только сучков, но и кривых слоев, которые заметны по светлой атласной окраске на общем матовом фоне торца. Только перпендикулярный к поверхности слой режется штихелем чисто, кривой же слой выкрашивается или замочаливается. Прямоугольные торцы фугуются по своим боковым граням и склеиваются в доски нужной величины негигроскопич. клеем (напр., столярным клеем с олифой или белилами). Склеенная доска обтачивается на планшайбе с обеих сторон, шлифуется с лица еще циклей или пемзой, и толщина ее доводится до 25 *мм*. Места, оказавшиеся после шлифовки неудовлетворительными, высверливаются и в них загоняются цилиндрич. пробки из хорошего самшита, к-рые после обрезки зашлифовывают заподлицо. Таким же способом и в процессе работы можно в награвированном уже месте восстановить ровную поверхность и вновь по ней гравировать. Во избежание коробления доски должны храниться поставленными на ребро, для того чтобы воздух получал одинаковый доступ к обеим поверхностям. Доски значительных размеров, для предотвращения раскалывания, скрепляются пропущенными в толщу доски болтами с гайками, или же на специальной машине просверливается ряд параллельных отверстий, в которые натуго загоняются 6-*мм* стальные трубки.

Нанесение рисунка на доску производится или тем же способом, как и на продольную доску, или же доска предварительно грунтуется белилами на яичном белке с добавлением небольшого количества квасцов, делающих краску трудно размываемой. Для

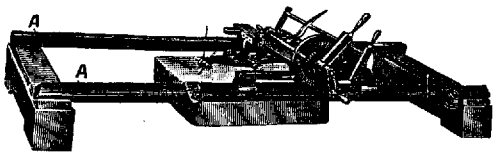
фотографич. перевода на доску поверхность ее поверх грунта покрывается светочувствительным слоем, на который рисунок и печатается с негатива. Во избежание порчи дерева растворами, бока доски покрываются восковым или гуттаперчевым лаками. Техника Г. по торцу заключается в том, чтобы, вырезая штихелем белые места, найти те направления и сочетания черных и белых линий, которые давали бы впечатление объемов, поверхностей и пространственных образов. Возможность гравировать предельно тонкие линии ставит ксилографию на первое место для точных технических изображений. Кроме того, ксилография дает возможность печатать гравюру одновременно с текстом в типографской машине.

Для высокой гравюры по металлу (обронная гравюра) материалом могут служить: гарт, желтая или красная медь и сталь. Обронное Г. применяют при изготовлении книжных украшений, заставок, концовок, буквиц, а также и печатей. Инструментами для этого Г. являются те же штихеля, но заточенные под менее острым углом. Кроме штихелей, употребляются мелкие пилочки, шабера, пуансоны и чеканы. К высокой гравюре относится Г. пунсонов. Пунсон—стальной квадратного сечения стержень с выгравированным на торце высоким зеркальным изображением литеры или знака. Г. пунсонов—чрезвычайно ответственное дело, т. к. они служат оригиналом для отливки типографского шрифта. Перед Г. стальной стержень отпускают, на плоском точильном камне при помощи пуансонного молота (стальной усеченный конус с вырезом вдоль оси, в который вставляется шлифуемый на перпендикулярность стержень и удерживается пальцами, при двигании основанием конуса по камню) выверяют перпендикулярность плоскости его торца к боковым граням, и затем стержень зажимают в рисовальную колодку. При помощи калибра—прибора, дающего вертикальные, горизонтальные и наклонные под определенным углом линии, а также расстояния между ними, прочерчивают иглой весь рисунок литеры, после чего пунсон вынимают из колодки и приступают к его гравированию штихелями и пилками. При работе гравюру рассматривают через сильную лупу, укрепленную на особом штативе. Когда пунсон выгравирован, его закаливают, отжимают им в особом прессе матрицу красной меди, в которую и отливается очко типографской литеры.



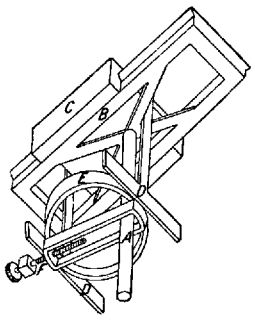
Фиг. 5.

Углубленная гравюра принимает краску для печати не на поверхность, как высокая гравюра, а, наоборот, в выгравированные углубления, поверхность же к моменту печатания должна быть чистой. В высокой гравюре краска наносится валиком на поверхность; в углубленной гравюре гораздо более густая краска втирается плотно во все углубления. В высокой гравюре слой краски везде одинаков, в углубленной—для получения темной линии нужна глубокая канавка с бо́льшим количеством краски, для светлой—тонкая черта с меньшим количеством краски. В высокой гравюре гравер вынимает все то, что должно остаться белым, в углубленной, наоборот,—все то, что д. б. черным. При печатании с высокой гравюры краска переходит на бумагу при соприкосновении с поверхностью гравюры, при



Фиг. 6.

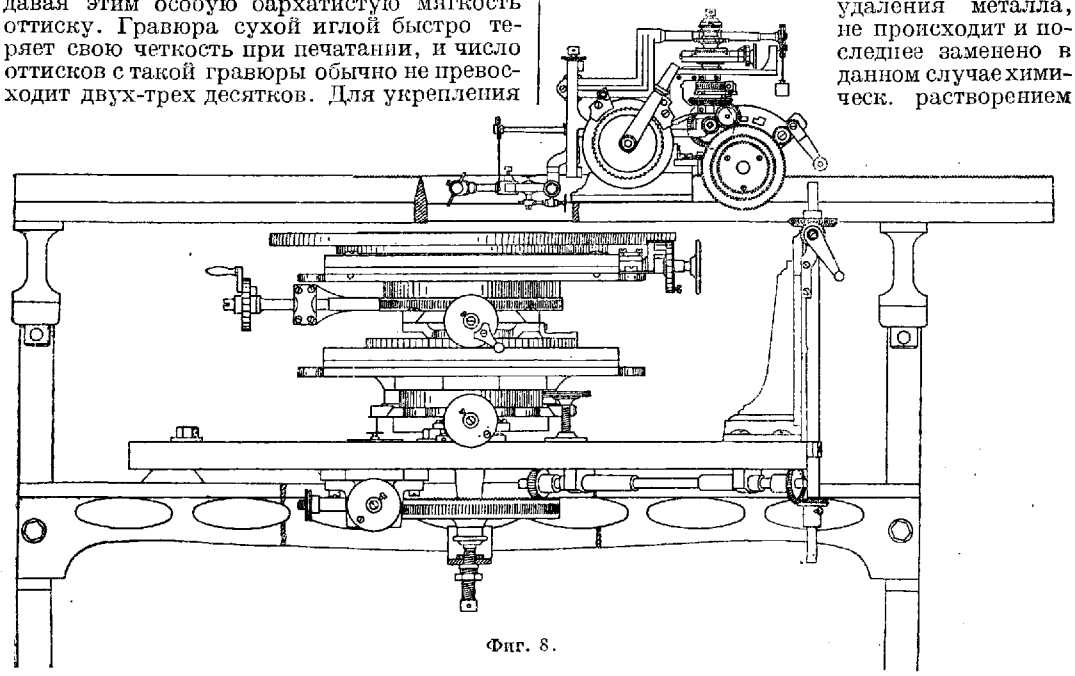
печатании с углубленной—увлажненная бумага сильно прижимается к краске и извлекает ее из углублений гравюры в силу того, что сцепление краски с бумагой оказывается больше, чем краски с металлом. По оттиску на бумаге легко узнать глубокую печать: видна вдавленность от доски, и линии, особенно темные, осязаются как выпуклости. Поэтому печатать углубленную гравюру одновременно с высокой в одной машине невозможно. Материалом для углубленной гравюры служат: красная медь, цинк, сталь, литографский камень. Г. производится при помощи штихелей, подобных описанным выше, глав. обр. грабштихелей. Грабштихель, проходя с нажимом по поверхности отшлифованной меди или отпущенной стали, врезается вглубь, дает стружку и отваливает по сторонам заусенцы. Эти заусенцы снимаются потом шабером. В высокой гравюре возможна резьба и черного и белого штриха, в углубленной гравюре резьба всегда черным штрихом. Для Г. берется хорошо прокатанная металлическ. доска, равномерного строения, толщиной ок. 2 *мм*. Доска шлифуется с лицевой стороны, края затачиваются фасетками, чтобы при печатании они не рвали бумаги. Для перевода рисунка доска грунтуется тонким слоем воскового лака, к-рый затем покрывают копотью. Рисунок переводится по сетке или же через переводную бумагу и прорисовывается стальной иглой, после чего лак может быть смыт. Для работы штихелем гравюру укрепляют в особой вращающейся доске, т. к. движения штихеля при Г. происходят всегда справа налево, и, следовательно, доска всегда должна поворачиваться соответственно направлению штриха. Стол для Г. ставится перед окном, и перед гравюрой устанавливают наклонный экран из бумаги или белой материи, для устранения отблеска от доски. Чтобы проверить эффект Г., желаемое место затирается сажей с салом, к-рая по минование надобности м. б. легко удалена. Корректура неправильного Г. производится при помощи шабера, снимающего металл, или,



Фиг. 7.

в легком случае, при помощи гладилки (на красной меди). Если при этом получается впадина, ее выбивают с изнанки особым молотком на наковальне. Чтобы найти с изнанки соответственное место, употребляют специальный кронциркуль.

Среди способов Г. на меди существует Г. сухой иглой (в отличие от травления по игловому рисунку в офорте), заключающееся в том, что весь рисунок гравируется стальными иглами или алмазом, вправленным в специальную ручку. При этом виде Г. глубина штриха делается незначительной, стружки не получается, есть лишь перемещение частиц меди, образующее заусенцы по сторонам штриха. Эти заусенцы не снимаются, они задерживают некоторое количество краски при накатке, образуя по сторонам линии как бы темный ореол придавая этим особую бархатистую мягкость оттиску. Гравюра сухой иглой быстро теряет свою четкость при печатании, и число оттисков с такой гравюры обычно не превосходит двух-трех десятков. Для укрепления



Фиг. 8.

поверхности медных гравированных досок их покрывают иногда гальванопластически железом («обсталивают»).

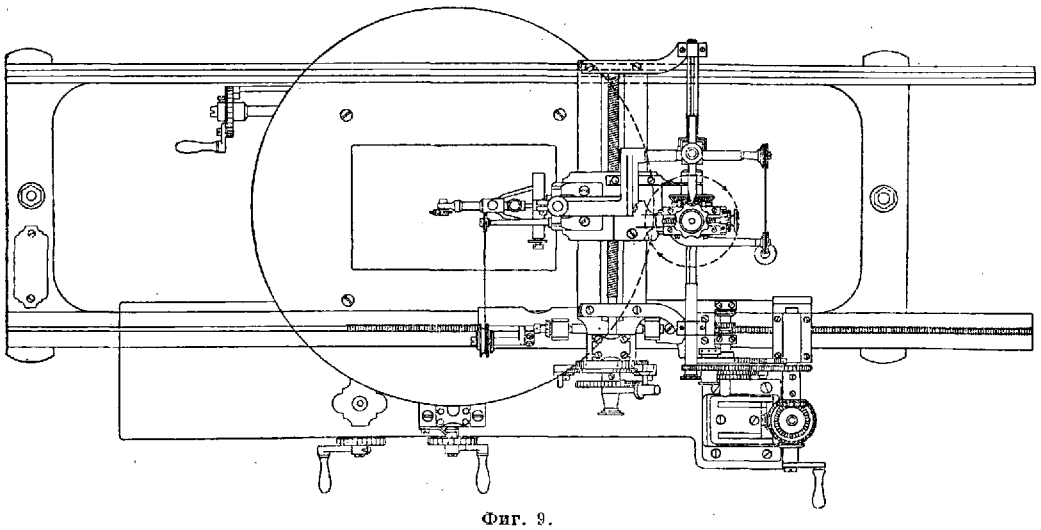
Стальной или алмазной иглой производят также Г. на литографском камне. Гравюру на камне делают тогда, когда нужно литографским, т. е. наиболее дешевым, способом воспроизвести тонкие графич. формы. Камень гладко шлифуют, на него наносят карандашом рисунок и процарапывают его иглой. Благодаря тонкой структуре литографского камня, получается тонкая и чистая черта с гладкими краями. С гравюры на камне делается, как и с глубокой гравюры, оттиск, который переводится в нескольких экземплярах на большой камень для печатания обыкновенным литографским способом. Этот способ Г. применяется для печатания торговых этикеток, фабричных марок, бланков для корреспонденции с разными украшениями и т. п.

К углубленной художественной гравюре м. б. отнесен и способ т. н. черной манеры. Особым стальным, насеченным подобно напильнику, катком сообщают медной доске шероховатую поверхность. Будучи набита краской, такая доска дает на отпечатке сплошной черный глубокий цвет. Если же по такой доске провести шабером, то окажется, что чем более сглажена поверхность, тем менее краска удержится на этом месте после вытирания доски перед печатью и тем светлее будет оттиснутый тон. При помощи черной манеры можно получить чрезвычайно мягкие формы рисунка.

В некоторых случаях при изготовлении углубленной гравюры на металле, главным образом на меди, применяют способ травления. Чистую форму протравленной доски—офорт—очень часто неправильно называют гравюрой, хотя в этой технике собственно гравирования, т. е. механического удаления металла, не происходит и последнее заменено в данном случае химическ. растворением его кислотой—крепкой водкой (eau forte). Гравирование штампов и сургучных печатей производится штихелями и сверлами на стальной, предварительно отпущенной болванке, которая потом закаливается. Для удобства гравирования печать или иной какой-либо предмет зажимается в специальную шарообразную железную колодку, которая, обладая большим весом (до 15 *кг*), позволяет легко поворачивать обрабатываемую поверхность в желаемых направлениях фиг. 5).

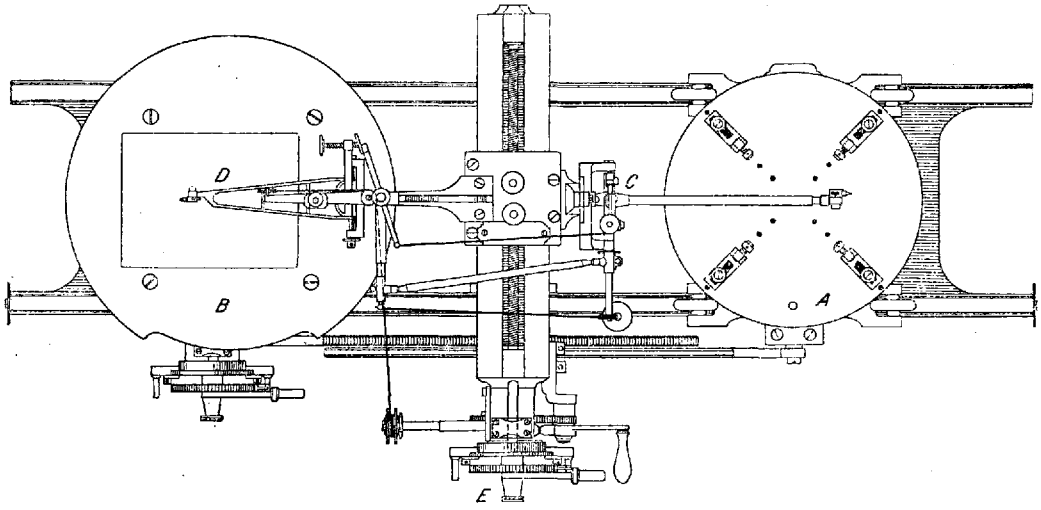
Механическое гравирование. Гравировальные машины по своей конструкции разделяются на два типа: в одном—гравер непосредственно управляет движением резца, в другом—резец передвигается при помощи движения по шаблону, при чем особое приспособление служит для пропорционального уменьшения формы или для изменения вертикального движения в горизонтальное. Гравировальные машины или дают совершенно законченную гравюру, го-

товую для печати, например, на дереве или литографском камне, или же рассчитаны на добавочное травление черты, нацарапанной алмазом на красной меди, хотя незначительная нагрузка алмазного штифта грузиком в 100 *г* дает уже достаточную для принятия краски глубину штриха. Простейшая гравировальная машина (фиг. 6) состоит из двух параллельных призматических направляющих *A*, расположенных над металлической доской или камнем; по ним ходит тележка с передвигающимся в ней держателем *B*, в к-ром зажимается штифт с алмазом на конце. Движениями алмаза в направлении, перпендикулярном направляющим, управляет микрометрический винт, автоматически поворачивающийся на необходимый угол при возвращении тележки назад. Такой машиной можно гравировать только параллельные линии. Более сложные операции осуществляются движением стола, на к-ром укрепляется гравюра под алмазом; это движение м. б. вращательным или смешанным (вращательным и прямолинейным), чем достигается Г. окружностей, эллипсов и их пересечений. Схема устройства вращающегося стола приведена на фиг. 7, дающей вид на эту деталь снизу: *A*—шпиндель, на котором вращается рама *B* с ходящим по параллелям столом *C*;



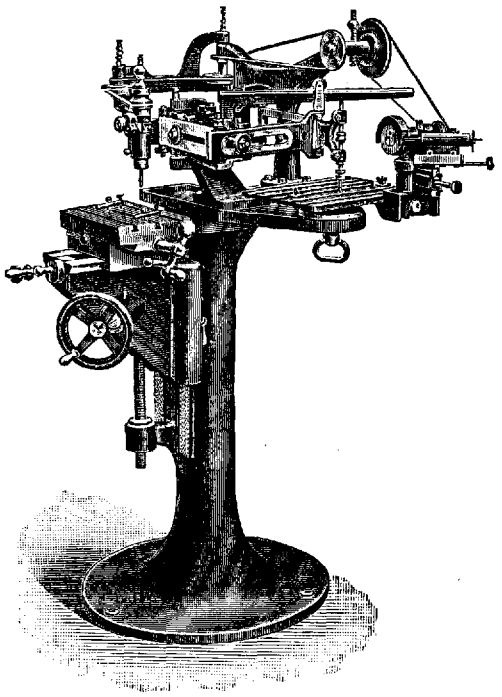
Фиг. 9.

D—касательные планки (хомут), охватывающие подвижный эксцентрик *E*; винт *F* изменяет эксцентриситет; при концентрическ. положении эксцентрика относительно оси шпинделя точки стола описывают концентрич. окружности, при смещении—эллиптич. кривые. Дальнейшее усложнение движения стола получается введением дополнительных передач в виде системы шестерен, создающих чрезвычайно сложные гармоническ. движения, вычерчивающие в результате сетки или розетки, к-рые печатают, например, на денежных знаках,—так называемая гильошировка, откуда эти машины и называются гильоширными (фиг. 8 и 9). Гравировальн. машина для дерева (торцового) имеет специальный держатель для резца: резец,



Фиг. 10.

квадратного или ромбич. сечения, заточен, как граббштихель; перед его острием имеется



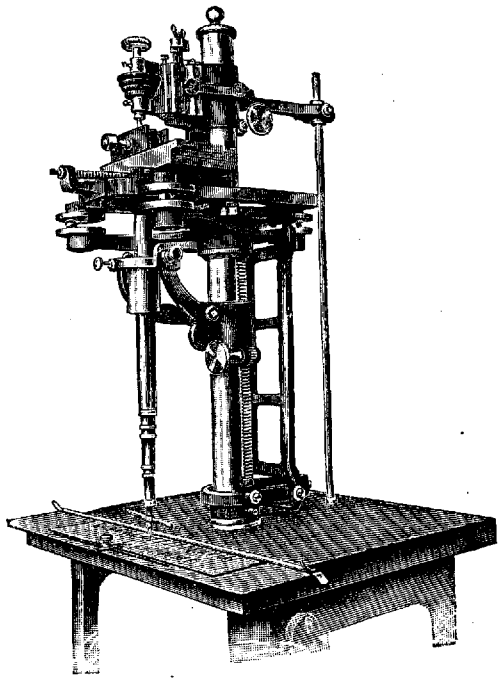
Фиг. 11.

вертикальный тупой штифт—ограничитель глубины, устанавливаемый на желаемую глубину штриха. При движении назад резец свободно приподнимается и лишь касается поверхности доски.

Гравировальные машины второго типа требуют, раньше всего, приготовления шаблона. Последний, в зависимости от типа машины и назначения гравюры, приготовляется вручную, или фотомеханическим путем, или гравировальной машиной. Шаблон всегда делается в большом масштабе, чем обеспечивается точность окончательной формы, в чем гл. обр. и заключается назначение такой машины. Когда шаблон готов, машина устанавливается на определенное уменьшение помощью пантографа, являющегося главной составной частью такой машины. С одной стороны пантографа находится острие осязателя на черте шаблона, с другой—острие алмаза на загрунтованной восковым лаком медной доске. Движение осязателя повторяется в пропорционально уменьшенном виде на граверной доске. Рельефная гравировальная машина, имея в качестве шаблона барельеф, орнамент, медаль или монету, преобразует движение осязателя по рельефу, производя ряд согласных кривых на плоскости гравируемой алмазным штифтом доски; в результате получается светотеневое графич. изображение этого рельефа. Машина представлена на фиг. 10: столы *A*, с рельефным оригиналом, и *B*, с гравируемой доской, двигаются согласованно в разные стороны одновременно; рычаг осязателя *C* при движении стола *A* получает, благодаря рельефу, движение в вертикальной плоскости, которое и передается рычагу *D* с гравирующим штифтом, двигающимся уже в горизонтальной плоскости; микрометрический винт *E* передвигает тележку с рычагами, устанавливая расстояния между рядами параллельных сечений поверхности рельефа, проходимых острием осязателя.

К гравировальным машинам до известной степени м. б. отнесены и машины, работающие сверлом или фрезером (фиг. 11). Простейший вид такой машины—вертикальный фрезер на двуплечем горизонтальном рычаге, которым пользуются в цинкографском производстве, чтобы высверливать белые места цинкографского клише, вместо того чтобы травить их кислотой. Этим фрезером можно пользоваться для той же цели и в ксилографии. В соединении с механическим пантографом такой фрезер может по выпуклому шаблону гравировать пунсон.

Для уменьшения рисунка в гравировальных машинах пользуются, кроме пантографа, также и принципом неравноплечего рычага (фиг. 12): рычаг, имеющий на нижнем конце осязатель, ходящий по шаблону, верхним концом передвигает стол, покоящийся на трех шариках; гравируемая доска устанавливается на столе под неподвижной иглой или фрезером. Помощью особого кронштейна, передвигаемого по кремальере винтом, можно изменять отношение плеч рычага и таким образом получать требуемый масштаб.



Фиг. 12.

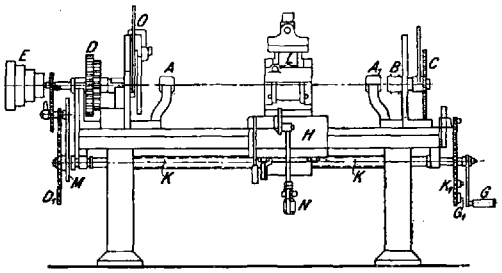
Ювелирное Г. (монограммы, украшения) исполняется теми же штихелями; для гравирования на стекле применяется алмаз.

Лит.: Рудометов М., Опыт систематическ. курса по графич. искусствам, СПБ, 1898; Масютин В., Томас Бьюик. Берлин, 1923; Gusman P., La gravure sur bois et l'épargne sur métal du XIV au XX siècle, P., 1916. **П. Павлинов.**

ГРАВИРОВАНИЕ СИТЦЕПЕЧАТНЫХ ВАЛОВ. Ситцепечатные валы изготовляют в виде полых цилиндров из красной меди, со стенками ок. 3 *см* толщиной. Валы из желтой меди дешевле, но они имеют тот недостаток, что при отливке получаются пузыри, которые потом при работе могут портить рисунок. Длина валов—не менее 75 *см*, а по окружности—от 45 до 50 *см*. Для специальн. целей печатания платков изготовляют валы с большей длиной по окружности для помещения всего р а п п о р т а рисунка. Г. с. в., в зависимости от величины и характера рисунка, м. б. выполнено несколькими способами, из которых самыми распространенными являются: м о л е т н о е г р а в и р о в а н и е и п а н т о г р а ф н ы й с п о с о б с травлением азотной к-той. Реже применяют способ р е з н о г о г р а в и р о в а н и я или же видоизменение способа травления—так называемый ф о т о г р а ф и ч е с к и й с п о с о б г р а в и р о в а н и я.

При Г. с. в. п о м о л е т н о м у с п о с о б у работу начинают с того, что рисунок, для набивки к-рого надо изготовить валы, срисовывают на бумагу полностью или только повторяющуюся часть его (раппорт). Если рисунок состоит из многих цветов (т о н о в), то каждый цвет отдельно срисовывают на бумагу и изготовляют столько валов, сколько цветов в рисунке. Затем подбирают валик из отпущенной стали такого размера, чтобы раппорт накладывался на его поверхность целое число раз по окружности, что достигается обтачиванием валика до требуемых размеров. Нанесение рисунка на валик м. б. выполнено тремя путями: 1) На валике выбивают п и к о посредством закаленных штампов и палочек с остриями в виде точек, колец, квадратов, шестерок и т. д. Чаще всего наносят на поверхность валика мелкую сетку из точек, количеством от 30 до 40 на 1 *см*^{2} поверхности. На таком валике гравер вырезывает грабштихелем узор в виде углублений, пользуясь лупой. 2) Вырезывание узора можно произвести и без нанесения сетки. Для этого валик погружают на несколько секунд в 5%-ный раствор медного купороса, куда прибавлено немного серной к-ты. Валик быстро розовеет; его вынимают, обмывают, и если теперь наложить на него бумагу, на к-рую рисунок нанесен красками, содержащими сернистый натрий, то на валике рисунок изобразится в виде точек и линий черной сернистой меди. По этому рисунку легко вырезать углубленный узор. 3) Наконец, на валик можно нанести рисунок травлением к-той, для чего валик с начала покрывают кислотоупорной мастикой, а затем на мастике чертят рисунок так, что на месте рисунка металл вала обнажается. При вращении валика в слабой азотной кислоте на эти места действует кислота и образует углубленный рисунок.

Перед вырезыванием узора сталь валика д. б. отпущена. Для этого его помещают в железный цилиндрический стакан несколько большего диаметра, чем самый валик, и промежуток засыпают смесью из порошков угля и мела или смесью из мелко измельченной кости и костяного угля. Затем стакан ставят в горн, отапливаемый коксом или древесным углем, и нагревают в продолжение 1—1½ ч. По окончании нагревания раскаленный стакан с валиком засыпают песком или золой и оставляют медленно охлаждаться в течение 2 ч. После нанесения углубленного узора валик опять закаливается, для чего его снова нагревают на том же горне и затем опускают в воду компатной $t°$. Закаленный валик с нанесенным на нем узором носит название м а т к и, или м а т р и ц ы, и служит для накатывания молеты-рельефа на молетирном прессе. Для получения м о л е т ы берут отпущенный стальной валик такого диаметра, чтобы раппорт матки накладывался на его поверхности не менее 6 раз по окружности. Матка кладется на два свободно вращающихся валика, а молету прижимают к ней посредством рычажных грузов или гидравлич. пресса. При вращении



молеты матка выдавливает на ее поверхности рельеф рисунка. После этого молету закаливают на горне, и в таком виде она служит для нанесения углубленного рисунка на печатный вал. Накатывание рисунка на вал производится на молетирной машине, при чем в зависимости от характера рисунка различают: 1) н а к а т ы в а н и е н а к р у г, когда на ткани нужно получить продольные полоски или продольно повторяющиеся рисунки по длине товара, 2) н а к а т ы в а н и е н а в и н т—для получения рисунка на валу по винтовой линии и 3) н а к а т ы в а н и е н а к а ч к у—если рисунок с молеты передается на вал прерывными участками.

Молетирная машина (см. фиг.) имеет следующее устройство: вал упирается своими шипами на стойки A и A_1 и соединяется у стойки A_1 с патроном B, а через него—со счетчиком C, который имеет форму круга с делениями для отметки перемены раппортов по окружности вала. На другом конце шип вала прикрепляется хомутом к диску, приводимому в движение колесами D, а последним сообщается движение от приводного шкива E. На столе машины расположен супорт H, могущий скользить вдоль длины стола. В нижней части супорта проходит винт K, которым пользуются для установки супорта в надлежащем месте при работе машины. На конец винта K насажено колесо K_1, имеющее 360 зубцов. Рукояткой G колесо, а вместе с ним и вал, можно поворачивать на вполне определенный угол, что отмечается указателем G_1. Другой конец винта K соединяется посредством рычага M с колесом D_1, если нужно получить непрерывное движение супорта по длине стола, как это требуется при накатывании н а в и н т. Колесо D_1 соединяется с главным

приводом машины. При работе на круг колесо D_1 разъединяется, и передача супорта производится колесом K_1. На супорте H установлены супорты молеты в L, где помещается молета. Давление на молету осуществляется посредством рычажных грузов N. Для поворачивания вала на определенный угол (при накатывании на качку) служит рукоятка O. Стойка A посредством маховичка может двигаться по направлению длины стола, для того чтобы можно было работать с валами разных размеров. Т. к. длина вала значительно больше длины молеты, то накатывание рисунка производится участками, путем передвигания молеты каждый раз на величину раппорта винтом K. По окончании накатывания, для получения резких очертаний рисунка, медь на валу около углублений гравюры поднимают маленьким долотом, в виде маленьких выступов, после чего вал поступает на шлифовку для удаления неровностей. Шлифование производится на корыте часто вручную: один рабочий вращает вал, а второй водит по образующей вала шлифовальным камнем. Если рисунок состоит из нескольких цветов, то изготовленный для каждого отдельного цвета по рисунку особый вал д. б. в строгом соответствии с остальными валами печатного рисунка. Молетный способ Г. с. в. применяют для получения тонких узоров и линий для теней.

Если нужно гравировать большие грунты, то применяют более дешевый пантографный способ. Медный вал соответствующего диаметра покрывают сначала кислотоупорным лаком или мастикой. Мастика Калло состоит из 62 частей чистого льняного масла, 8 частей росного ладана (бензойной смолы) и 5 частей белого воска. В настоящее время часто приготовляют мастику сплавлением в котле 6 частей асфальта, $4^1/_2$ ч. воска, 1 части гуммилака, 1 части бургундск. смолы, $^1/_4$ части шеллака или же растворением копаловой смолы в скипидаре. Для покрывания вала мастикой его нагревают изнутри чугунными чушками настолько, чтобы мастика при соприкосновении с его поверхностью плавилась. После этого начинают водить куском мастики по вращающемуся валу и разравнивают нанесенный слой мастики деревянным валиком, обтянутым кожей. При этом способе рисунок предварительно наносят на белый цинковый лист, для чего изображение, посылаемое камерой-обскурой, отражается наклонным зеркалом на цинковый лист и здесь обводится карандашом или резцом. После того рисунок на цинке обыкновенно раскрашивают соответственно цветам оригинала. Полученный таким образом рисунок на цинке вычерчивают алмазом при помощи пантографа на мастичной поверхности вала. Затем вал, покрытый мастикой, помещают в корыто с азотной к-той в 36° Bé и держат в нем до тех пор, пока не получится необходимая глубина гравюры (не более 0,3 *мм*). По окончании травления вал очищают от мастики и передают в гравер ную для просмотра. Как и при молетном способе, для каждого цвета рисунка изготовляют отдельный вал. Способ травления имеет тот недостаток, что гравюра лишена резких очертаний, так как азотная кислота действует не только вглубь материала, но и расширяет линии узора.

Для больших грунтов, когда приходится гравировать сплошь всю поверхность вала, применяют резной способ Г. с. в. на резном станке. На поверхность вала наносят гашюры, имеющие вид пологих винтовых линий. Гашюры располагают на таком расстоянии друг от друга, чтобы печатная краска во время печатания сливалась в одну сплошную поверхность. Если на поверхности вала, помимо сплошных грунтов, нужно оставить места для узоров рисунка, то резной способ комбинируют с работой на пантографе: на пантографе обводят контуры узоров и вычерчивают самый узор, а на резной машине проводят гашюры на местах сплошных грунтов. После этого вал поступает в травление и на окончательную отделку.

Фотографический способ применяют для получения на валах очень тонких узоров, художествен. произведений и картин природы. Первое удачное применение фотографии для Г. с. в. принадлежит Рольерсу (1901 г., Богемия). Сущность работы заключается в следующем: рисунок фотографируют на желатинную или коллодийную светочувствительную пленку через сетку, называемую растр ой, которую помещают между пленкой и объективом камеры. Т. о., рисунок получается в виде точек или штрихов. По закреплении снимка пленка снимается со стекла и служит для нанесения рисунка на печатный вал, предварительно покрытый светочувствительной хромированной желатиной. Рисунок с пленки переводится на вал в виде позитива, после чего вал высушивают и подвергают травлению к-той. Хромированная желатина с мест, подвергнутых действию света, не снимается и заменяет собою мастику при обычном пантографном способе. Травление ведется обычно в несколько приемов для получения более отчетливых теней: первое травление производят для получения самых нежных теней; затем эти места покрывают лаком и углубляют места более густых красок и т. д. Фотографич. способ является особенно ценным при фотографировании рисунка через светофильтры, так как при этом можно приготовить печатные валы, которые дают возможность воспроизведения цветов природы наложением красок друг на друга.

Лит.: Петров П. П., Беление, крашение и аппретура волокн. веществ, М., 1909; Берту Е., Гравирование ситцепечатных валов, «Изв. Об-ва для содействия и улучшения мануф. промышленности», М., 1910, *9—12*; там же, 1911, *1—4*; Федоров С., Руководство по белению, крашению и печатанию хлопчатобумажных, шерстяных и шелковых изделий, Москва, 1923. **А. Меос.**

ГРАГАМИТ относится к асфальтитам. По составу и свойствам отличается значительным разнообразием. В общем, характеризуется черным в массе цветом, раковистым или неровным изломом, сильным или тусклым блеском, черной чертой. Уд. вес для чистых разновидностей 1,15—1,20, для нечистых 1,17—1,50; твердость по Мосу 2—3, по игле пенетрометра при 25°—0, по консистометру при 25°—свыше 150; плавится лишь частично; $t°_{пл.}$ 180—310°; содержит твердого углерода 30—50%, минеральных

примесей иногда свыше 50%; растворимость в хлороформе и сероуглероде—от 45 до 100%; в алкоголе нерастворим; получен искусственно из нефти. Месторождения: Зап. Виргиния, Техас, Оклагома (самое крупное в мире), Колорадо (С. Ш. А.), Мексика. Куба, Тринидад, где встречается в песчаниках в виде жил мощностью от 50 *мм* до 7,5 *м*, при глубине до 450 *м* и простирании до 2 *км*. Анализ мексиканского Г. дан в след. табл.:

Состав мексиканского грагамита (в %).

Состав	Летучие вещества	Кокс	Всего
Свет. газ	61,32	—	61,32
Нелетучий С. . . .	—	31,63	31,63
S	0,46	0,37	0.83
H_2O	0,36	—	0.36
Зола	—	5,86	5.86
Всего . . .	62,14	37,86	100

Г. применяется в лаковом производстве и для электроизоляционных материалов (см. *Битуминозные изоляционные материалы*).

Лит.: Dana E. S., Descriptive Mineralogy, New York, 1903. **П. А. П.**

ГРАДИЕНТ какой-либо скалярной функции φ, вектор, определяющий в каждой точке величину и направление наибольшего возрастания этой функции при перемещении на единицу длины. Обозначение: $\mathrm{grad}\,\varphi$, или $\nabla\varphi$. Если провести в пространстве поверхности уровня, соответствующие постоянным значениям φ, возрастающим в арифметической прогрессии, то $\mathrm{grad}\,\varphi$ будет в каждой точке направлен по нормали к поверхности уровня, проходящей через эту точку, и приблизительно обратно пропорционален расстоянию от данной точки до соседней поверхности уровня. Вектор $\nabla\varphi$ равен по величине производной φ в направлении нормали к поверхности уровня. Зная $\nabla\varphi$ в данной точке, получают значение производной от φ в любом направлении как проекцию $\nabla\varphi$ на это направление (см. *Векторное исчисление*).

Г. весьма часто встречается в физике. Так, напр., при установившемся режиме вектор плотности теплового потока $\boldsymbol{q}$ (количество теплоты, проходящее в единицу времени через единицу площади изотермич. поверхности) пропорционален Г. темп-ры ϑ, т. е. $\boldsymbol{q} = -k\,\mathrm{grad}\,\vartheta$. В электростатич. поле вектор напряженности поля $\boldsymbol{F}$ равен отрицательному Г. потенциальной функции φ, $\boldsymbol{F} = -\nabla\varphi$. В жидкости гидростатическ. сила $\boldsymbol{F}$, действующая на единицу объема, равна отрицательному градиенту давления p, т. е. $\boldsymbol{F} = -\nabla p$. Во всех этих случаях линейный интеграл вектора $\nabla\varphi$ вдоль какого-либо пути не зависит от этого пути и равен разности значений φ в предельных точках:

$$\int_A^B d\boldsymbol{r}\,\nabla\varphi = \varphi_B - \varphi_A .$$

Интеграл $\nabla\varphi$ вдоль замкнутой кривой (циркуляция) всегда равен нулю: $\oint d\boldsymbol{r}\,\nabla\varphi = 0$, если только функция φ однозначна в области интегрирования или если кривая интегрирования окаймляет такую поверхность, на всех точках которой φ сохраняет конечное значение. Так, напр., прямолинейный цилиндрический проводник, через к-рый проходит ток в I ампер, создает в окружающем пространстве магнитное поле, вектор напряженности которого

$$\boldsymbol{H} = \frac{I}{2\pi}\nabla\varphi \ \text{А/см},$$

где φ—угол, составляемый меридианной плоскостью, проходящей через ось проводника, с произвольно выбранной начальной меридианной плоскостью. Линейный интеграл вектора $\boldsymbol{H}$ вдоль линии, охватывающей проводник, т. е. напряжение обхода вдоль этой линии, отличается от нуля:

$$\int \boldsymbol{H}\,d\boldsymbol{r} = \frac{I}{2\pi}\oint d\boldsymbol{r}\,\nabla\varphi = I.$$

Здесь ф-ия φ многозначна, а вектор $\nabla\varphi$ становится бесконечно большим на оси. В прямоугольных координатах $\nabla\varphi$ имеет выражение

$$\nabla\varphi = \boldsymbol{i}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \boldsymbol{j}\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \boldsymbol{k}\frac{\partial\varphi}{\partial z}.$$

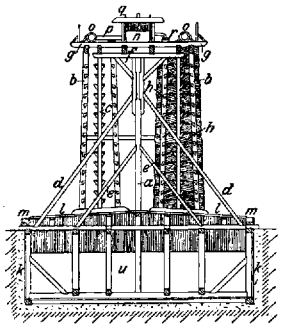
Лит.: Эйхенвальд А. А., Теоретическая физика, ч. I, Теория поля. Москва—Ленинград, 1926; Шпильрейн Я. Н., Векторное исчисление. М.—Л., 1925. **Я. Шпильрейн.**

ГРАДИРОВАНИЕ, процесс концентрации рассолов NaCl в солеварнях. При Г. попутно с испарением воды достигается осаждение некоторых примесей, как гипс, углекислая известь. Крепость рассола при Г. доводится до концентрации не ниже 15% содержания в нем соли.

Существует несколько систем Г.: 1) Я щ и ч н о е Г., при котором рассол каплями проходит ряд ящиков, расположенных один под другим на расстоянии 28 *мм*. Размеры ящиков различны; например, в градирном устройстве Баадера (в Австрии) ящики имеют длину 5,5 *м*, ширину 1,8 *м* и выс. 4 *м*. Пройдя все ящики (до 10), рассол собирается в бассейне, из к-рого он снова насосом поднимается в верхний ящик; такая операция повторяется несколько раз. Ящики—открытые, поэтому соприкосновение рассола с воздухом большое, что и способствует испарению воды. Производительность этого способа невелика. 2) При с т у п е н ч а т о м Г. рассол тонкой струей медленно падает с одной ступени на другую. Способ этот чаще применяется как дополнительный к другим способам Г. 3) В е р е в о ч н о е и л и к а н а т н о е Г. Пропускают крепкие рассолы по пеньковым канатам или веревкам, натянутым над бассейном, при чем соль, после испарения воды, облепляет канат в виде корки, доходящей до 40—50 *мм* толщины. Общая длина канатов от 30 000 до 100 000 *м*. Способ м. б. выгоден в жарком и сухом климате. 4) Г. посредством: а) и с п а р е н и я с о л н е ч н ы м и л у ч а м и и б) в ы м о р а ж и в а н и я. Первый способ сходен с процессом испарения рассолов в самосадочных озерах в жарком климате. Рассол впускают в плоские открытые резервуары и постепенным испарением под действием горячих летних солнечных лучей доводят его до густоты, когда начинает осаждаться соль. Второй, наоборот, применяется в северных местностях с долгими и суровыми зимами, напр., близ Охотска. При низких $t°$ из рассола прежде всего замерзает вода, образуя корку льда. Снимая последнюю, постепенно

сгущают рассол до выпадения из него соли. При этом могут выпадать из рассола и магнезиальные соли. Этот способ мало продуктивен. 5) Капельное Г. посредством прутьев—наиболее рациональное и обычно применяемое на больших солеварепных заводах, перевариваюших бедные рассолы. В Германии этот способ называется терновым Г. (Dorn-Gradierung) вследствие употребления прутьев терновника; в СССР применяется фашинник из лозы или (как в Старой Руссе) березовых прутьев. Основной принцип этой системы заключается в том, что рассол направляют на сложенные фашины, на к-рых он разбивается на мелкие капли, и, падая с одного прута на другой, приходит в наибольшее соприкосновение с атмосферным воздухом, вследствие чего и усиливается испаряемость воды. При этом происходит химическ. очищение рассолов: выделяется прежде всего свободная и часть связанной CO_2, почему растворимые двууглекислые соли превращаются в нерастворимые (углекислые соли Ca, Mg, Fe, Mn), к-рые осаждаются на прутьях. Когда рассол несколько сгустится, начинает кристаллизоваться гипс и тоже оседает на прутьях. Все эти твердые соли, осевшие на прутьях, называются градирным камнем. Независимо от этих чисто химических процессов происходит и выпадение механических примесей.

Г. проводится на особых устройствах—градирах—одно- и двустенных. Составные части двустенных градиров (фиг.): главные стойки *a*, наружные стойки *b*, внутренние стойки *c*, главные контрфорсы *d*, малые контрфорсы *e*, поперечные брусья *f*, верхние брусья *g*, на которых стоят ящики или лари, проводящие рассол. В наружных стойках *b* вбиты планки, а к внутренним *c* прибиты трубки, на которые положены тоже планки несколько выше соответствующих им планок наружных стоек. Стены *h* составлены из фашин, уложенных рядами между планками внутренней и наружной стоек со слабым уклоном к наружной. Каждая стена состоит из 2 полустен, в к-рых прутья комлями соединяются между собой у внутренней стойки *c* в виде седла, а тонкие концы их, длиной от 1,8 до 2,7 *м*, обращены наружу; на прутья направляются капли рассола. Под градиром располагают врытый в землю, сколоченный из досок, рассольный резервуар *u*, вокруг к-рого затрамбовывается глиняная забивка *k*, или же такой резервуар делается надземным на особых брусьях. Резервуар покрывается полого устроенной крышкой *l*, на к-рую стекает с прутьев рассол; протекая по крышке, он еще более сгущается и собирается сначала в желоба *m*. Из желобов рассол спускают через особые отверстия в отделения резервуара. Если концентрация раствора недостаточна, его снова поднимают для повторного пропускания через градир. Такую операцию повторяют иногда 4—8 раз, поэтому и рассол в отделениях резервуара называется рассолом первого, второго и т. д. прохода. Рассол пропускают или по наружным сторонам (плоскостное Г.) или, помимо наружных сторон, и внутри стен, где сходятся обе фашинные полустены (кубическое Г.). По опытам в Дюренберге отношение производительности первой системы ко второй равно 1 : 1,82. При двустенных градирах иногда устраивают для каждой из стен особые рассолопроводные лари, иногда же посредине, между стенами, ставят главный ларь *n*, из которого рассол пускают на внутренние полустены по желобам *r*, а к наружным стенам проводят рассол по трубам *o*, которые сообщаются с ларем особыми трубами *p*; затычки *q* служат для разобщения труб от ларя. При прохождении рассола через градир всегда происходит довольно значительная потеря соли (до 20%) от утечки рассола из ларей и желобов, от уноса ветром капель рассола; чем рассол концентрированнее, тем больше потери. Градиры высотой до 10—12 *м* устанавливают на открытом месте т. о., чтобы его длинная сторона (25—60 *м* при двустенных градирах) шла перпендикулярно направлению господствующих ветров; при постройке нескольких градиров их ставят в одну линию на нек-ром (10 *м*) расстоянии друг от друга.



Производительность градиров зависит: а) от способа подвода рассола на градиры; б) от состава и крепости употребляемого рассола; в) от состояния погоды: $t°$ и влажности воздуха, силы и продолжительности ветров. При сильном ветре, во время дождя и при $t°$ ниже 5° Г. прекращают; поэтому, например, на Иркутском солеваренном заводе, где градиры подобны описанным, Г. рассчитывается только на 150 дней в году. При продолжительном действии градира количество градирного камня настолько увеличивается, что он уже начинает мешать свободному проходу воздуха между прутьями, и поэтому через известный срок (5—10 лет) прутья необходимо заменять новыми.

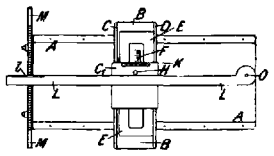
Лит.: Антипов, Добывание поваренной соли из соляных рассолов, «Горный журнал», СПБ, 1862, т. 2, 4; Товароведение, под ред. П. Петрова и Ф. Церевитинова, т. 1, М.—Л., 1927; Герасимов А., Лихарев Н. и другие, Каменная соль и соляные озера, сборник «Естеств. произв. силы СССР», вып. 35, Ленинград, 1924. **М. Сергеев.**

ГРАДУИРОВКА, процесс подразделения данной шкалы, циферблата, меры или прибора на части.

Г. ареометров производится при посредстве нормальных или образцовых ареометров, точно проверенных. Набор образцовых ареометров, необходимых для производства Г., должен содержать ареометры: для определения уд. в. при $t°$ 15° и по отношению к воде при 4°, что условно обозначается дробью 15°/4°; для определения уд. в. нефтяных продуктов при 15°/15°; для спиртомеров по Траллесу при 15,56°/15,56°; для новых спиртомеров по уд. весам спиртоводных растворов, рассчитанных Главной палатой мер и весов, при 15°/15°, для сахариметров при

17,5°/17,5°; для ареометров Bé при 15°/15°. Градуировка ареометра начинается с нагрузки его дробью или ртутью. При нагрузке дробью в корпус ареометра предварительно всыпается нек-рое количество сургуча в виде мелких отсеянных от пыли кусочков, к-рые затем расплавляются, так что сургуч равномерно распределяется по дну и стенкам нижней части корпуса. Затем ареометр погружают в жидкость, уд. вес которой соответствует нижнему делению будущей шкалы, и нагружают дробью или ртутью так, чтобы он погрузился до основания шейки. Затем дробь закрепляется в нижней части корпуса расплавлением сургуча, а если корпус ареометра снабжен внизу добавочным резервуаром, то введенный в корпус балласт перемещается в этот резервуар, который после этого запаивается. Затем вставляют в шейку ареометра временную, свернутую в трубочку бумажную шкалу с порядковым № и с нанесенными на ней мелкими нумерованными делениями, погружают ареометр в жидкость требуемого уд. в. (или крепости), точно соответствующего нижнему делению будущей шкалы, и догружают ареометр дробинками настолько, чтобы его шейка погрузилась на 10—15 *мм* от ее начала. Деление временной шкалы, совпадающее с уровнем жидкости, записывается. Погружая затем ареометр в жидкости с постепенно уменьшающимся уд. в. (достаточно взять 2—3 таких жидкости), записывают отсчеты уровней этих жидкостей на временной шкале, а на шейке ареометра отмечают тушью положения записанных делений на этой шкале. На бланк для нанесения будущей шкалы накладывается полоска бумаги с временной шкалой, и записанные деления ее, посредством наколов иглой, переносятся на указанный бланк, к-рый отмечается тем же №, что и временная шкала. По сделанным наколам для крайних и средних точек шкалы вычерчиваются все промежуточные деления посредством так наз. тюрингенской делительной машины. Деления шкалы большинства ареометров не равновелики, а прогрессивно увеличиваются или уменьшаются. Кроме того, общая длина шкалы, даже в группе одноименных ареометров, редко бывает вполне одинаковой. Поэтому вычерчивание шкалы для каждого ареометра д. б. индивидуальным. Для вычерчивания ареометрич. шкал применяется так назыв. матрица, представляющая собой линейку с нанесенными на ее ребре зубцами, расстояния между к-рыми соответствуют делениям увеличен. в 2—3 раза шкалы для ареометра с правильной цилиндрическ. шейкой. При помощи таких матриц, изготовляемых специально для каждого рода ареометра, и вышеназванной делительной машины можно было бы вычерчивать шкалы по крайним отметкам шкалы, при чем все деления матрицы выходили бы на шкале пропорционально сближенными в требуемой степени. Но так как шейки ареометров не всегда бывают правильной цилиндрической формы, то для верности Г. необходимо вычерчивать шкалы отдельно для каждого участка, от отметки до отметки.

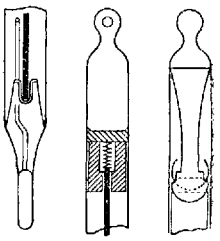
Делительная машина состоит из деревянного наклонного стола AA (фиг. 1), по которому может передвигаться вправо и влево доска BB, направляемая в своем движении верхним краем стола. Доска эта снабжена по бокам металлич. ребрами C и D, между которыми может передвигаться с некоторым трением вверх и вниз вторая доска EE, служащая для наклейки, посредством кусочков воска, бланков F для будущих шкал. По наклонным ребрам C и D движется чугунный ползун C_1, скользящий вниз под действием своей тяжести, но удерживаемый призмой H, упирающейся в линейку LL. Эта линейка рукой работающего поворачивается на шарнире O, и при этом движении ползун C_1 перемещается вверх или вниз по ребрам C и D. Левый край линейки LL снабжен направленным вниз ножом l, к-рый при движении линейки входит последовательно в ряд зарубок между зубцами матрицы M, укрепляемой винтами с левой стороны стола. Проводя ножом l по последовательным зарубкам на матрице сверху вниз, тем самым позволяют ползуну скользить вниз на расстояния, пропорциональные зарубкам матрицы. После каждого передвижения ползуна проводится рейсфедером, по верхнему краю его K, как по линейке, черта на бланке F для шкалы. Чтобы рейсфедер двигался всегда в вертикальной плоскости, сверху ползуна укреплена стойка, горизонтальное колено к-рой параллельно краю K и служит опорой для верхнего конца ручки рейсфедера. Установка матрицы и доски B производится так, чтобы при горизонтальном положении линейки L нож ее l входил в зарубку на матрице, соответствующую значению отметки среднего деления шкалы (если ареометр погружался в жидкости с тремя различными уд. весами). Затем передвигают доску EE с приклеенным бланком F настолько, чтобы средн. наколотая отметка совпадала с краем K. Переводят затем нож l в совпадение с зарубкой матрицы для верхней отмеченной точки; при этом ползун подымается вверх, и если его край K не совпадет с наколотой точкой для верхнего деления шкалы, то передвигают доску BB вправо или влево, пока край K не совпадет с указанной точкой. После этого можно приступить к вычерчиванию верхнего участка шкалы. Указанным приемом вычерчивается и нижний участок шкалы. Затем на шкалу наносятся цифровые обозначения делений, № ареометра. Шкала обрезается по требуемому формату, скручивается в трубочку и вставляется в шейку ареометра на место бывшей там временной шкалы, и притом так, чтобы отметки тушью на стенке шейки совпали с соответственными штрихами шкалы. После этого шкала приклеивается к шейке вверху и внизу сургучем или рыбьим клеем, и часть находящихся в корпусе ареометра дробинок заменяется ватой. Затем производится поверка правильности показаний изготовленного ареометра в различных жидкостях по сравнению его с показаниями образцового ареометра и



Фиг. 1.

окончательн. догрузка его кусочками ваты. Наконец, верхний конец шейки запаивается.

Г. термометров заключается в отметке положения постоянных точек его и в изготовлении по полученным отметкам шкал и укреплении их в термометре. Термометры изготовляются двух типов: а) с отдельной шкалой, на бумаге (для термометров не выше 100°) или на пластинке из молочн. стекла; б) со шкалой, вытравленной на толстостенном капилляре термометра (так назыв. палочные термометры). При градуировке термометров с отдельной шкалой в трубку термометра вкладывается сначала временная бумажная шкала с мелкими нумерованными делениями или полоска молочного стекла с наклеенной на ней бумажной временной шкалой, а для высокоградусных термометров—с вытравленной на ней временной шкалой. Для отметки положения делений шкалы термометра необходимо иметь точно выверенные образцовые термометры, с к-рыми и производится сравнение. Основные (постоянные) точки термометра 100° и 0° отмечаются помещением термометра в пары кипящей воды (дистиллированной) в особых кипятильниках, при нормальном атмосферном давлении, а затем в тающий снег или тонко настроганный лед. При нанесении точки 100° записывается атмосферное давление, чтобы затем, при вычерчивании шкалы, внести соответственную поправку для положения этой точки. Конец столбика ртути должен, по возможности, меньше выступать над пробкой в крышке кипятильника, а шарик термометра не должен погружаться в воду. На временной шкале замечается положение столбика ртути, а в случае Г. палочных термометров на них делается отметка тушью, покрываемая затем лаком для предохранения от стирания. Для отметки точки 0° термометры должны погружаться в снег почти до черты 0°. Для контроля вставляется в снег также нормальный термометр, т. к. случайное присутствие в снегу посторонних веществ может изменить $t°$ его таяния. Показание точки 0° отмечается лишь после вполне установившегося положения конца ртутного столбика в капилляре. Следует принять во внимание, что отметку нулевой точки надо делать возможно скорее после отметки точки 100°, чтобы за этот промежуток времени не успело проявиться термич. последействие стекла, которое является причиной изменения положения нулевой точки. По сделанным двум основным отметкам можно нанести между точками 100° и 0° все промежуточные деления шкалы при помощи делительной машины, если есть уверенность в правильной цилиндрическ. форме капилляра по всей его длине. Проверку капилляра можно произвести путем продвижения по всей его длине небольшого столбика ртути и измерения его в разных местах капилляра. Шкала термометров хорошего качества изготовляется по двум крайним и одной или нескольким промежуточным отметкам, расстояния между которыми подразделяются на равные части. Для отметки этих промежуточных точек, а также точек, лежащих выше 100°, применяются приборы для сохранения требуемой $t°$ достаточно продолжительное время, так называем. термостаты. Для отметки некоторых отдельных точек $t°$ выше 100° применяются также ванны с раствором солей и других веществ, $t°_{кип.}$ которых постоянна и точно известна. Так, насыщенный раствор поташа кипит при 135°; такой же раствор уксуснокислого калия—при 169°; раствор хлористого калия—при 179,5°; хлористого цинка—при 300°; нафталин кипит при 218°, бензофенон—при 306°; сера—при 444°. При нанесении шкалы термометра по сделанным отметкам пользуются делительной машиной (фиг. 1). Если шкала наносится на стеклянной пластинке или на самом капилляре, то они покрываются тонким слоем воска, на к-ром требуемые деления наносятся иглой и затем выгравировываются травлением при помощи плавиковой кислоты. Изготовленные шкалы укрепляются в трубках термометров, при чем бумажные шкалы, свернутые в трубочку, после проверки и регулировки нулевой точки, приклеиваются к трубке и капилляру, а стеклянные устанавливаются вместо временных и зажимаются в верхней части между двух половин пробки; после регулировки положения пробка и шкала приклеиваются шеллаком к трубке, а последняя запаивается несколько выше пробки или закрывается металлическ. колпачком. Более совершенный способ укрепления стеклян. шкалы предложен Фюссом и заключается в том, что нижний конец шкалы упирается в воронкообразную ножку с пазом для шкалы (фиг. 2), впаянную внизу трубки термометра, а верхний конец шкалы входит в прорез эбонитовой пробки (фиг. 3), в осевом канале которой помещается спиральная пружина, надавливающая на шкалу, вследствие чего шкала может свободно расширяться или сокращаться вместе с изменением окружающей темп-ры. На фиг. 4 представлено видоизменение способа закрепления верхнего конца шкалы, состоящее в том, что в верхней части трубки впаивается воронкообразная колонка с пазом, в который входит верхний конец шкалы; между ним и дном паза помещается плоская дугообразно согнутая пружина, отжимающая шкалу книзу. Во избежание дребезжания капилляра при сотрясениях он привязывается в 2—3 местах тонкой проволочкой к шкале, при чем на ребрах последней делаются надпилы для устранения возможности сдвигания проволоки вдоль шкалы.



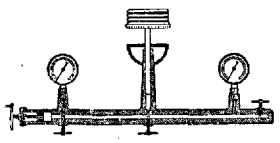
Фиг. 2. Фиг. 3. Фиг. 4.

Г. мерной химической посуды (цилиндров, мензурок, колб, пипеток, бюреток и т. п.) производится посредством отмеривания определен. объемов воды или ртути. Для точности Г. стенки сосудов д. б. тщательно промыты щелочью или хромовой кислотой, чтобы достичь хорошего смачивания их водой. Вода д. б. дистиллированная, а ртуть—перегнанная и сухая. Для отмеривания требуемых объемов применяются точно выверенные, посредством взвешивания

воды или ртути, пипетки различного объема от 50 до 500 *см*³. Объемы менее 50 *см*³ градуируются ртутью при помощи особых мерок, емкостью в 1, 2, 5, 10,... до 25 *см*³, с пришлифованной пластинкой, отсекающей точный объем налитой в мерку ртути при нормальной *t*° (20°). Г. цилиндров, мензурок производится последовательным вливанием в них отмеренных точной пипеткой объемов воды и отметкой уровня ее после каждого вливания. После этого сосуды покрываются тонким слоем воска, на котором вычерчиваются на отмеченных местах штрихи. Промежутки между нанесенными штрихами наносятся при помощи делительной машины, с применением, в случае коническ. мензурок, специальных матриц. Нанесенные деления и требуемые надписи вытравливаются затем плавиковой к-той. Г. бюреток и пипеток производится ртутью, вливаемой в них из мерок через воронку с длинной трубочкой. Нижние концы градуируемых приборов временно запаиваются. Трубки для бюреток д. б. по возможности правильной цилиндрической формы, для того чтобы длина каждых 5 или 10 *см*³ отвечала одному и тому же объему. Подразделения между отметками делаются на делительной машине. Г. бюреток и пипеток может производиться и весовым способом посредством отливания из них определенного объема воды в установленный на чашке весов и уравновешенный сосуд.

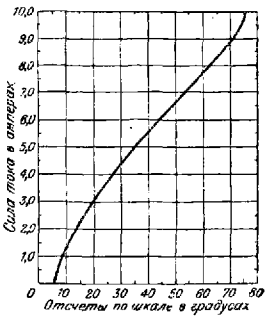
Лит.: Дьяконов Д. И. и Лермантов В. В., Руководство к обработке стекла на паяльном станке, М., 1924; Domke J. u. Reimerdes E., Handbuch d. Aräometrie, B., 1912; Woytacek C., Lehrb. d. Glasbläserei, Hamburg, 1924. **В. Великанов.**

Г. манометров обычно производится при включении образцового и градуируемого манометров в пресс, который одновременно передает давление в оба манометра. При постепенном увеличении давления в прессе на шкалу градуируемого манометра наносят отметки через определенные промежутки, а подразделения между ними вычерчивают затем путем градуировки отдельных участков на равные части, пользуясь для этой цели циркулем или специально приспособленными передвижными линейками. Кроме того, *для нанесения* на будущую шкалу манометра основных точек, можно применять специальные контрольные прессы, так наз. приборы Рухгольца (фиг. 5), у которых вместо образцового манометра имеется поршень определенного сечения, находящийся под действием определенного груза, отвечающего требуемому давлению. Этот способ градуирования представляет преимущества перед указанным выше в том отношении, что в приборе Рухгольца постоянство его показаний гарантировано в значительно большей степени, чем показания образцового манометра, которые, вследствие несовершенства механизма, могут при одном и том же давлении отличаться одно от другого. Однако, неудобства, связанные с накладыванием и подсчетом груза, заставляют производственников на практике чаще прибегать к способу Г. при помощи образцовых манометров. Г. шкал образцовых точных манометров нередко сводится к нанесению на круге равномерных градусных подразделений. Такая шкала имеет то преимущество, что ею можно пользоваться для определения давления в любых единицах, если предварительно будут определены градусные значения для каждой из них. **П. Индрик.**



Фиг. 5.

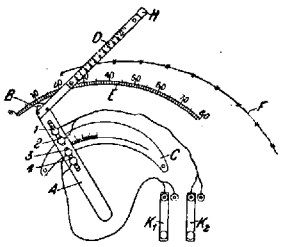
Г. электрич. измерительных приборов. По своей конструкции шкалы электрическ. измерительных приборов можно разделить на два следующих вида: 1) Неподвижные шкалы, которыми снабжены все электрич. измерительные приборы, не предназначенные для автоматич. записи их показаний и не измеряющие работы тока; сюда относятся все шкалы лабораторных приборов с зеркальным отсчетом, шкалы всех щитовых приборов и пр. 2) Подвижные шкалы, которыми снабжены все измерительные приборы, записывающие показания автоматически (регистрирующие приборы); этими шкалами снабжена бо́льшая часть счетчиков электрической энергии, у которых шкала называется обычно счетным механизмом. Г. неподвижных шкал, в зависимости от назначения прибора, обычно производится одним из следующих двух способов. А. Непосредственное нанесение шкалы. Самый простой способ непосредственного нанесения шкалы состоит в том, что положение указателя фиксируется карандашом на бумаге, где чертится шкала прибора. Таких положений указателя берут 10 или 15, в зависимости от номинального значения предела измерения прибора. Пластинку для шкалы затем снимают и на ней наносят деления уже рейсфедером и тушью. *Промежуточные деления*, более мелкие, делают на-глаз дальнейшим делением интервалов от руки, а чаще всего специальными машинами. Б. Косвенная разбивка шкалы по кривым. Этот способ имеет много преимуществ при очень неравномерных шкалах прибора, почему он и принят в большинстве случаев. Вместо фиксирования положения указателя на готовой пластинке для шкалы к измерителю прикрепляется вспомогательная шкала, разбитая на равные деления (вспомогательная шкала укрепляется в приборе точно—на том же месте, где будет впоследствии укреплена настоящая шкала прибора). Отсчеты по этой вспомогательной шкале берутся относительно соответствующих им значений тех величин, к-рые измеряет данный прибор. По этим наблюдениям вычерчивается градуировочная кривая на клетчатой бумаге, а углы (положение указателя на основной и вспомогательной шкалах) для промежуточных делений могут быть определены по этой кривой и перенесены на



Фиг. 6.

истинную шкалу посредством специальных приспособлений, описанных ниже. На фиг. 6 указана типичная градуировочная кривая для электромагнитных приборов. Последний метод, несмотря на свою удовлетворительность и большое распространение, труден иногда по выполнению и требует опытности в чертежном деле. Были произведены многочисленные попытки облегчить и, насколько возможно, механизировать эту операцию.

Машина для полуавтоматич. разбивки шкал состоит в основном из следующих частей: на деревянной основной доске укреплена шкала, предназначенная для Г. На оси, находящейся в нижнем участке деревянного основания, вращается рычаг A (фиг. 7), снабженный указателем B. Указатель помещен над шкалой, разбитой на равные деления (градусы). В рычаг A вделаны электромагниты *1*, *2*, *3* и *4*, приводящие в действие острые ножи (не видные на схеме), назначение к-рых печатать линии на градуируемой шкале C при замыкании тока ключами K_1 и K_2 через ленту от обыкновенной пишущей машины. Для нанесения коротких делений замыкается лишь один ключ, а для более длинных—оба одновременно. На конце рычага A укреплен под нек-рым углом к нему второй рычаг H, в к-рый вставляется шкала D со столькими равными делениями, сколько линий надлежит начертить на основной шкале прибора. Над шкалой E, разделенной на градусы, в верхней части машины, укрепляется лист плотной миллиметровой бумаги. Как печатающие ножи, так и электромагниты могут перемещаться вдоль рычага A, чтобы иметь возможность чертить шкалы различного размера и радиуса. Г. начинается, как было указано выше, с определения по закрепленной на приборе вспомогательной шкале числа ее делений (градусов), соответствующего данному значению измеряемой прибором величины (силы тока, разности потенциалов и пр.). Именно: указатель B ставится на то деление шкалы E, к-рое соответствует числу градусов (при данном значении измеряемой величины) во время первой стадии градуировки. На клетчатой же бумаге ставится точка против того деления шкалы D, к-рое соответствует значению измеряемой прибором величины (силы тока, напряжения и пр.). Так, напр., на фиг. 7 указатель B стоит против десятого деления шкалы E, а кривая F совпадает с делением 2,0 на шкале D, откуда следует, что при первой стадии Г. прибора, например, вольтметра, 2,0 V соответствовали 10 градусам вспомогательной шкалы. По полученным точкам строится кривая, обычный вид и характер к-рой указаны на фиг. 7. Затем на основной доске укрепляется печатаемая шкала C, и рычаг A медленно двигают вдоль нее до тех пор, пока с. кривой F не совпадет большое или малое деление шкалы D. В этот момент нажимают один или оба ключа (если кривую F пересекают малые деления шкалы D, то замыкают один ключ, если же большие деления, то одновременно оба ключа). Этот способ имеет большие преимущества перед остальными в том случае, когда вычерченная кривая проходит по всем точкам. Следует отметить, что на современных иностранных з-дах электрич. измерительных приборов несомненно имеются другие более совершенные градуировочные машины с еще более полно проведенной автоматизацией операций. Подобные машины представляют большой интерес, но составляют, к сожалению, секрет фирм, и описания таких усовершенствованных машин в литературе не встречаются.



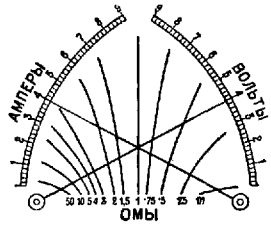
Фиг. 7.

В качестве материала для шкал одно время предпочитались всем прочим материалам посеребренная латунь и гравированные шкалы. Изготовление таких шкал встречает большие затруднения, так как достаточная точность при нанесении делений от руки трудно достижима. Эмалированные шкалы с нанесенными от руки делениями также имеют недостатки: они часто ломаются при ударах и трескаются под влиянием высокой температуры. В наст. время считается установленным, что наилучшим решением вопроса является построение шкалы, тщательно вычерченной на плотном картоне, наклеенном на металлич. пластинке. Форма цифр и их размеры д. б. такими, чтобы была обеспечена наилучшая их читаемость. Для лабораторных инструментов шкалы д. б. разделены на небольшие деления (однако, интервалы менее 0,5 *мм* не рекомендуются), а указатели д. б. изогнуты на ребро так, чтобы для глаза наблюдателя они представляли собой тонкую линию. Во избежание параллакса под шкалой обычно укрепляется зеркало из посеребренного стекла или из полированного металла (Weston). Для контрольн. измерителей нумерация делений не должна представлять больших чисел и должна следовать через коротк. промежутки. Если несколько пределов измерений отсчитываются по одной и той же шкале, то принято указывать цену делений для каждого предела. Когда шкалы пределов следуют одному и тому же закону, они д. б. устроены так, чтобы основной предел нужно было множить на один, десять, сто и т. д. или на один, пять, двадцать пять и т. д.

Для приборов на распределительных досках, которые, как правило, должны наблюдаться на некотором расстоянии и часто—при плохом освещении, мелко разделенные шкалы не только бесполезны, но даже влекут за собой ошибки в отсчетах. Для таких шкал приняты интервалы между чертами от 1,5 до 12,5 *мм*. Указатель также должен быть широким по всей своей длине и снабжен копьеобразным концом, заканчивающимся острием. С помощью этого острия можно производить отсчеты с достаточной степенью точности и вблизи прибора. Конец указателя должен закрывать часть шкалы во избежание параллакса. Для центральных станций, где освещение часто не удовлетворительно, приняты освещенные шкалы. Подобные шкалы встречаются как у профильных приборов, так и у приборов обычного типа с секторообразной шкалой. Такого рода шкалы вычерчиваются на опаловом стекле. В некоторых приборах такие шкалы освещаются скрытыми лампами, но прозрачные шкалы с лампами, помещенными за шкалой, предпочтительнее. Самосветящиеся (видимые в темноте) шкалы встречаются довольно часто. Для их изготовления рекомендуется следующий рецепт. Светящийся порошок, составленный из сернистого цинка с 0,03% бромистого радия, смешивается с минимальным количеством лака или какого-либо другого вяжущего вещества и наносится на шкалу. Толщина линий, фигур и пр. должна быть около $^1/_6$ их длины, освещение таких фигур по яркости соответствует около 0,2 *м*-свечи. Яркость таких шкал падает в первый год примерно на 50%, после чего остается постоянной. Нек-рые приборы, напр., индукционные, снабжаются иногда непрерывной шкалой, протяжением ок. 300°. Для таких приборов приняты два способа обозначения делений: а) цифры радиальны центру и верхними концами расположены от него, б) цифры установлены вертикально. Самые цифры м. б. помещены и вне шкалы, но предпочтительнее их помещать внутри—

для получения шкалы большего радиуса. Для соблюдения единообразия шкал на досках, где смонтированы приборы как постоянного, так и переменного тока, иногда употребляются специальные магнито-электрические приборы с развернутой катушкой для получения развернутой шкалы.

Нек-рые приборы специального назначения имеют шкалы, градуированные особым образом. На фиг. 8 указана шкала, градуированная для определения отношения двух количеств. Она применяется в омметрах фазометрах, частотомерах, в измерителях изоляции и пр. В частности, на фиг. 8 дан омметр: одна стрелка указывает силу тока 4 А, другая—напряжение 4 V; точка пересечения стрелок указывает на величину сопротивления 1 Ω. Подвижные шкалы приборов по своей сущности не д. б. индивидуальны. Все шкалы регистрирующих приборов и шкалы счетчиков работы электрич. тока (счетные механизмы) заготовляются в массовых количествах, и Г. их заключается или в нанесении необходимых надписей на графленой бумаге или же в подборе передаточных колес от оси вращающегося диска к счетному механизму.



Фиг. 8.

Лит.: Drysdale C. V. and Jolley A. C., Electrical Measuring Instruments, L., 1924; Edgcumbe K., Industrial Electrical Measuring Instruments, 2 ed., L., 1918; Skirl W., Messgeräte und Schaltungen f. Wechselstrom-Leistungsmessungen, B., 1920; «Proc. of the Physical Soc. of London», L., 1917, v. 29, p. 215. **В. Егоров.**

ГРАДУС. 1) Единица измерения дуг окружностей; дуга, равная $^1/_{360}$ части окружности, есть дуга в 1 Г. (1°). Г. делится на 60 мин. (60′), 1 мин.—на 60 ск. (60″). 2) Единица измерения углов: два радиуса, заключающие дугу в 1°, образуют угол в 1°. В градусной мере производится измерение углов, дуг меридианов, параллелей, широт, долгот, азимутов и т. д. $^1/_{400}$ ч. окружности называется градом; град делится на десятые, сотые и т. д. части. 3) Единица разности температур; величина ее зависит от применяемой термометрическ. шкалы. 4) Г. ареометрический—условная единица разности удельных весов, зависящая от типа ареометра; в частности, для спиртомеров выражает объемные %.

ГРАММОФОН, родовое название ряда аппаратов, способных воспроизводить произвольные звуковые колебания. Под граммофоном разумеются по преимуществу аппараты, в которых при регистрации и воспроизведении звука использованы исключительно механические приспособления (фонограф, граммофон, графофон, диктофон, патефон, тоноцикл, гомофон, парлофон, грамониум, грамола, фортофон и друг.), но существуют и такие механизмы, в которых между исходным регистрируемым звуком и звуком воспроизводимым включаются промежуточные звенья немеханическ. характера — процессы электрические, световые, химические и другие (мотофон Эдисона, микрофонограф Дюссо, мультифон, хронофон, фонограф Лифшица, электромофон, телеграфон, фонографы Паульсона, Румера, Нернста, телефонографы Меркардье и т. д.). В виду затруднительности проведения границы между теми и другими, за аппаратами обеих категорий установилось общее название говорящих машин, или, как рекомендует Р. Лотар,—граммофонов.

Принципы записи и воспроизведения. Г. совмещает в себе два механизма с различными функциями: один—записывающий (recorder), другой—воспроизводящий (reproducer), при чем оба механизма материально связываются между собою через посредство закрепленной в твердом веществе записи звука (фонограмма), а во многих случаях имеют и другие общие органы. Основная задача всего процесса—закрепить в куске твердого вещества развертывающуюся во времени последовательность звуков так, чтобы в любой момент этот пространственный перевод временного процесса (звукозапись, фонограмма) мог быть переведен обратно в процесс временной. Этот перевод достигается через установление двойного соответствия между моментами времени и точками одномерного пространственного протяжения, при чем посредником этого соответствия служит движение тела, на к-ром производится звукозапись. Этот перевод временной последовательности в пространственную и обратно посредством движения составляет общий принцип всех Г. Тело, на к-ром закрепляется последовательность звуков, носит название рекорда (record). Необходимым условием тождества записан. звука с вопроизводимым является точная синхронность продвижения рекорда в процессе записи и в процессе ее воспроизведения, достигаемая на практике исключительно помощью равномерн. вращения рекорда.

Граммофонные рекорды чаще всего имеют вид цилиндра, при чем для звуковой записи служит либо его основание либо боковая поверхность. В первом случае цилиндр имеет вид тонкого диска и носит название граммофонной пластинки (односторонней или двусторонней, в зависимости от использования); во втором случае рекорд называется валиком, или цилиндром. Для получения особенно длинной непрерывной записи рекорду придают вид гибкой ленты, которая наматывается на катушку (фонографы Лифшица, Румера и других). Иногда, наконец, фонограмма наносится на линейку.

Запись звука основана на изменении поверхности рекорда действием звуковых вибраций воздуха, при чем эти изменения д. б. пропорциональны амплитуде записываемой звуковой волны. Чаще всего эти изменения состоят в механич. деформации поверхности рекорда и достигаются либо непосредственным механическ. действием звука либо посредствующими процессами (химическим, фотохимическим). В нек-рых случаях запись осуществляется немеханическими следами (оптическими, магнитными, химическими). Наиболее распространенным является механический прием записи звука. В этом случае изменение поверхности рекорда

основано на переводе продольных колебаний звука в колебания поперечные, так что деформация поверхности рекорда перпендикулярна к направлению его движения. Перпендикулярность колебаний к направлению движения рекорда (каковое соответствует направлению звукового луча) может мыслиться либо в касательной плоскости рекорда либо в плоскости, нормальной к ней и касательной к траектории данной точки. Т. о., следы на поверхности рекорда м. б. либо плоскими либо углубленными. На вкладном листе представлено микрофотографич. изображение фонограмм, нанесенных по тому и по другому принципу: I представляет граммофонную запись постоянной глубины, т. е. с колебаниями в плоскости рекорда, а II показывает вид углубленной фонограммы, с колебаниями, перпендикулярными к поверхности рекорда; профиль такой фонограммы изображен на фиг. 1. Кроме этого различия в направлении колебаний, запись звука может еще существенно отличаться характером деформации: в одних случаях она достигается выдавливанием поверхности, в других—вырезыванием ее. Таким образом, в зависимости от характера фонограммы, установились 4 основных типа граммофонов (табл. 1).

Табл. 1.—Основные типы фонограмм.

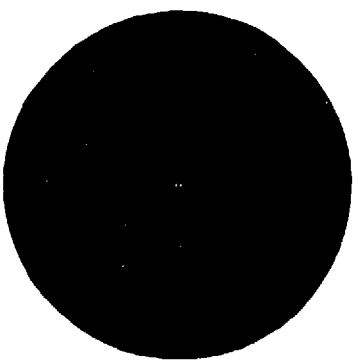
Характер деформации	Направление колебаний	
	параллельно бинормали звуковой записи (плоской)	параллельно нормали звуковой записи (углубленной)
Пластическая	Фонограмма Берлинера по стеклу и цинку или другим металлам	Первоначальный фонограф Эдисона с оловян. фольгой Демонстрацион. фонограф с линейкой и оловянной фольгой Фонограф Лиоре с размягченным целлюлоидом
Гравюрная	Фонограмма Берлинера по восковому составу	Патефон с стеаратовыми валиками

Основное техническое требование, предъявляемое к Г.,—точность воспроизведения звука, по высоте, силе и тембру,—м. б. осуществлено лишь при строгой пропорциональности между амплитудами звукозаписи и исходного звука (необходимое условие даже в тех случаях, когда сила или высота звука подлежат изменению). Поэтому сопротивление вещества рекорда деформирующему усилию записывающего острия должно быть в точности пропорционально усилию. При пластической деформации и нормальном направлении колебаний этому условию довольно хорошо удовлетворяет тонкая оловянная фольга на очень мягкой подкладке. Вещества, которые наложены толстым слоем, совершенно непригодны, так как если они достаточно мягки для получения пропорциональности при наибольших амплитудах, то звуковой след будет затекать; если же, во избежание затекания, сделать их твердыми, то верхушки волн будут уплощены, звуковая кривая потеряет симметричность, и звук окажется искаженным. Практически, для углубленной записи пригодным оказалось лишь вырезание по рекорду; однако, и вырезание не дает профиля вполне симметричного относительно средней линии, как видно, в частности, и на примере одного из таких профилей, вычерченного Л. Германом (фиг. 1). При плоской записи, т. е. параллельной бинормали звуковой волны, избегнуть уплощения верхушек волны значительно легче, даже при пластической деформации, так как здесь возможно применение тонких слоев и весьма мягких составов на вполне твердой подкладке и последующее закрепление нежного следа при помощи травления.

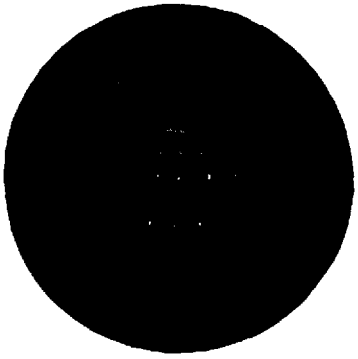


Фиг. 1.

Звуковая система. Для передачи звуковых колебаний рекорду служит звуковая коробка из металла, дерева, эбонита и т. п. материала, в виде круглого цилиндра; одно основание его затянуто тонкой, способной вибрировать пластинкой, обычно называемой диафрагмой, или мембраной, а другое—герметически закрывается крышкою, в к-рой утвержден звукопровод (тонарм). Последний, в свою очередь, сообщается со специальной трубой, называемой рупором, или павильоном. К диафрагме присоединяется, в одних случаях непосредственно, в других—через посредство различных рычажных систем, записывающее острие (стиль). Вся звуковая часть Г. должна удовлетворять ряду тонких требований, несоблюдение к-рых ведет к искажению звука вследствие избирательного (непропорционального) поглощения нек-рых обертонов, а еще более—вследствие возникновения собственных колебаний или избирательного усиления существующих колебаний через резонанс. Несмотря на все старания, до сих пор еще не достигнуто полное устранение различных побочных звуков, которыми сопровождается воспроизведение звука в Г.—шумов, треск, шипения, хрипения, металлическ. звона, гнусавого тембра. Эти побочные звуки частью возникают при самом процессе записи звука, частью же присоединяются в процессе воспроизведения звука. С первыми нужно бороться при звукозаписи, вторые же до известной степени м. б. ослабляемы рациональным устройством воспроизводящего механизма. Источниками побочных шумов м. б.: 1) трение записывающего и воспроизводящего стилей о поверхность рекорда, особенно, если вещество его недостаточно однородно или если существует несоответствие между формою конца стиля и формою звуковой борозды; 2) собственные вибрации рекорда; 3) собственные колебания диафрагмы, не входящие в состав ее вынужденных колебаний под действием звука или механическ. толчков от звукозаписи, а также резонанс; 4) резонанс звуковой коробки, звукопровода и рупора, а равно их соб-



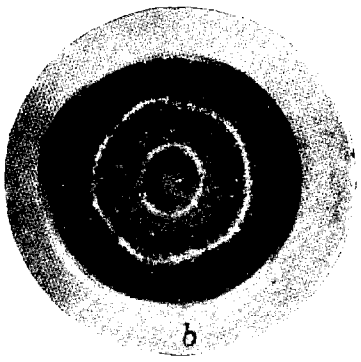
1



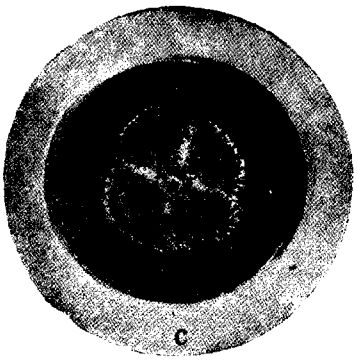
2



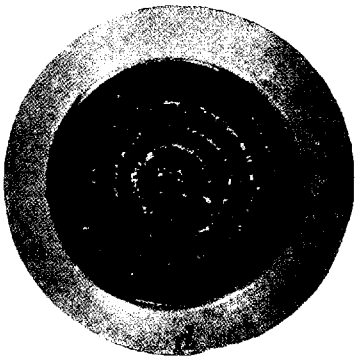
3



4



5



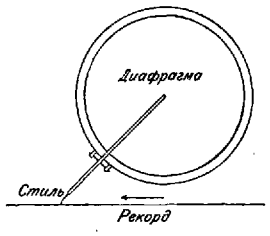
6

1. Микрофотографический снимок фонограммы постоянной глубины (по Э. В. Скрипчуру). 2. Микрофотографический снимок фонограммы углубленной (по Э. В. Скрипчуру). 3, 4, 5, 6. Фотографические снимки колеблющихся мембран, посыпанных песком для обнаружения узловых линий (по Д. К. Миллеру).

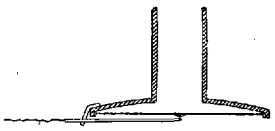
ТРЕСТ «ГЕОЛАРТОРГ»

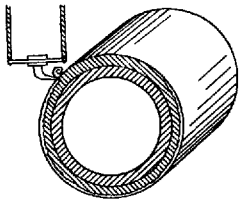
ственная вибрация, в частности—от толчков двигающего механизма.

С т и л ь. Весьма ответственна в Г. работа стиля, который д. б. различен при записи и при воспроизведении. Записывающий стиль должен иметь четкую форму, точно сохранять ее, не деформируясь и не стираясь от работы, и давать вполне точные очертания звукового следа. Форма конца и направление оси записывающего стиля различны в зависимости от способа записи. Так, напр., у Эдисона стиль, выдавливавший глубинный след, представлял собою заостренную стальную иглу, направленную нормально к плоскости диафрагмы и нормально же к цилиндрич. поверхности рекорда. При поверхностной записи стиль направляется нормально к поверхности рекорда, но параллельно плоскости диафрагмы. В аппарате Берлинера (фиг. 2 и 3) он делался из иридия и тоже имел форму острия. Наиболее трудна работа стиля, когда он гравирует поверхность рекорда,

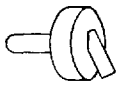


Фиг. 2.

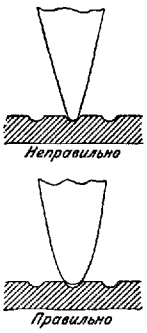

Фиг. 3.


Фиг. 4.

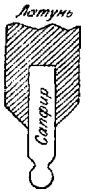
углубляясь соответственно амплитуде и, следовательно, несет функцию резца. Тут форма этого стиля представляет миниатюрный резец с острым режущим углом. Соответственно с несимметричным относительно своей оси срезом, такой стиль располагается под углом к плоскости диафрагмы и наклонно к касательной плоскости рекорда. В графофоне Тейнтера 1889 г. стилем была режущая пластинка (фиг. 4), гравировавшая на рекорде винтовую бороздку глубиною $^1/_6$—$^1/_7$ *мм* и дававшая восковую стружку тоньше волоса, так что записанная часть цилиндра казалась лишь матовой. В фонографе Пате (патефоне) применяется сапфировый резец, разработанный Лиоре (в 1897 году) и Бюрге (1900 г.—фиг. 5). Наконец, при записи промышленного характера стилем служит также алмаз.


Фиг. 5.

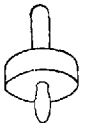
Требования, предъявляемые к воспроизводящему стилю, имеют двойственный характер. Так как поверхность воспроизводящего рекорда значительно тверже, чем у записывающего, а звуковоспроизведение требует давления стиля в 1 000 *кг/см*^{2}, то при бесчисленных ударах его о поверхность рекорда имеются все данные для деформации и стирания стиля, если он не будет изготовлен из достаточно твердого материала. Но, с другой стороны, стиль не должен повреждать или царапать фонограмму. Для примирения этих противоречивых требований употребляют или сравнительно мягкий, но легко сменяемый стиль, или сообщают твердому стилю особую форму, неспособную царапать рекорд. Наиболее распространены стальные иглы с округлым острием, упирающимся не в дно, а в края звуковой бороздки (фиг. 6), при чем для сохранения рекорда при каждом звуковоспроизведении ставится новая игла. На рынок выпускаются три номера игл различной формы, твердости и механич. прочности—для громкого звука, среднего и слабого. Вырабатываются также иглы для многократного употребления; таковы америк. иглы на 50, 100 и даже 300 воспроизведений, состоящие из сравнительно толстого стержня — рукоятки, в которую вставляется тонкое короткое острие, диаметр к-рого соответствует ширине звуковой бороздки. Германом предложена игла, состоящая из весьма тонкой фортепьянной струны, укрепляемой между двумя иглодержателями, из которых она выступает только на 1 *мм*, но поворотами винта может по мере срабатывания выдвигаться, так что такая игла может служить 10 000 раз. Однако, все эти долго служащие иглы дают худший акустическ. эффект, чем обычные иглы. В Англии и в Америке производятся также золоченые иглы, но они не имеют технич. оправдания, так как золото стирается уже после двух воспроизведений, и тогда с рекордом соприкасается уже не золото, а сталь. Делались попытки ввести воспроизводящие стили из шипов розы, рыбьих и других костей, твердого каучука, бамбука, самшита, целлюлоида, рога, слоновой кости. Сапфировые стили, предложенные Лиоре (фиг. 7)

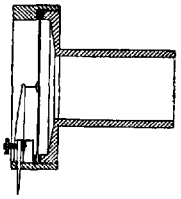


Фиг. 6.



Фиг. 7.


Фиг. 8.


Фиг. 9.

и Бюрге (фиг. 8), с закругленным концом, усвоены конструкцией Пате, при чем в последней сапфир иногда заменяется твердым стеклом. Применение этих стилей значительно улучшило звук, но оно возможно только при корытообразных бороздках, примерно в 4—6 раз более широких, чем при стальных иглах; в этом случае звуковоспроизведение основано на повышении и понижении дна бороздки, тогда как у пластинок для стальных игл эффективно колебание звукозаписи в одной и той же горизонтальной плоскости (фиг. 9). Запись по последнему способу (принцип Берлинера) дает несравненно лучшие результаты, чем по способу углублен. вырезания (принцип Тейнтера).

Д и а ф р а г м а. Диафрагма, с которою механически связан стиль, делается в виде круглой тонкой пластинки, преимущественно из слюды, толщиною ок. 0,25 *мм*; для замены слюды предлагали: дерево, сталь, серебро, алюминий, стекло и пропитанную бумагу. Диафрагма д. б. наглухо присоединена к звуковой коробке так, чтобы края диафрагмы не могли колебаться, чтобы в месте соединения не могли передаваться диафрагме колебания стенок камеры, и чтобы, наконец, через зазор не происходило просачивания воздуха, каковое ведет к потере звуковой энергии. Такое присоединение к коробке при вибрационной изоляции достигается зажатием края диафрагмы между двумя резиновыми кольцами. Равномерному распределению давлений в диафрагме способствует закрепление ее краев помощью вазелина, в отличие от обычного закрепления металлическим ободком. Т. о. диафрагма, будучи в механическ. отношении скорее жесткой пластинкой, чем мембраной, имеет, однако, по краю узел, а не пучность, и по условиям колебания приближается к мембране. В общих чертах такая система характеризуется способностью совершать любые вынужденные колебания; она была бы совершенной диафрагмой, если бы имела только это свойство. Однако она способна также и к собственным колебаниям—обертонам, изменяющим тембр записываемого, а равно и воспроизводимого звука. Теория колеблющейся мембраны разработана Релеем. Дифференциальное ур-ие, определяющее колебания круговой мембраны, выражается в полярных координатах r и φ так:

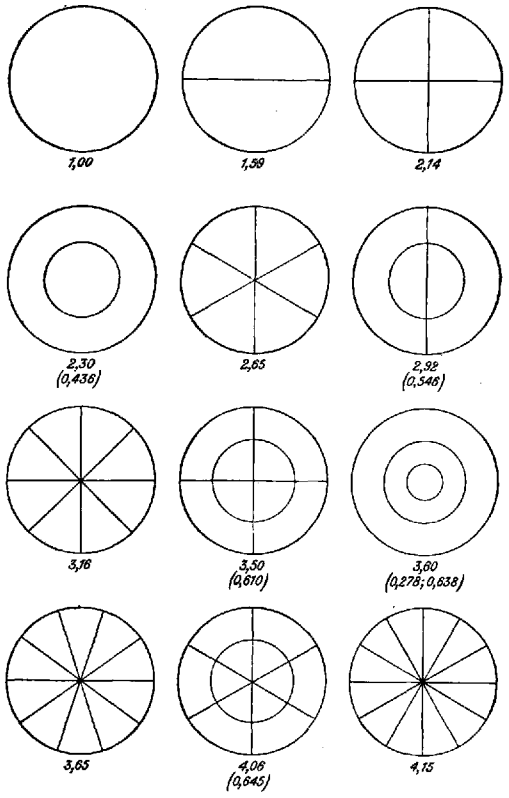
$$\frac{\partial^2 w}{\partial \tau^2} = c^2\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2}\right),$$

где w есть элонгация данной точки (r, φ) во время τ, а $c^2 = \frac{p}{\rho}$, т. е. отношению модуля упругости диафрагмы к ее плотности. Это уравнение, при пограничном условии $w = 0$, $\frac{\partial w}{\partial \tau} = 0$, по краю пластинки удовлетворяется двумя функциями: цилиндрическими w_r и тригонометрическ. w_φ, соответствующими делению мембраны на концентрич. кольца и на круговые секторы. При этом $w_\varphi = \sin q\varphi$ и $w_\varphi = \cos q\varphi$, а $w_r = J_h(\varkappa r)$ и $w_r = N_h(\varkappa r)$, где J_h—бесселева функция порядка h, N_h—нейманова, а q—постоянная. Табл. 2 дает сводку обертонов круглой мембраны.

Табл. 2.—Относительные числа колебаний всех тонов круглой мембраны в первых трех октавах (по Ауербаху).

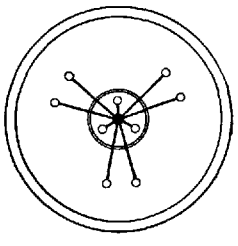
1,00	2,14	3,16	4,06	5,13	6,10	7,07
1,59	2,30	3,50	4,15	5,14	6,15	7,08
	2,65	3,60	4,23	5,42	6,18	7,21
	2,92	3,65	4,60	5,54	6,21	7,33
			4,64	5,61	6,53	7,47
			4,83	5,66	6,59	7,52
			4,91	5,98	6,69	7,56
					6,75	7,63
					6,85	7,72
						7,90

Узловые линии мембраны представлены, согласно вычислению, на фиг. 10; подписанные под изображениями числа без скобок обозначают относительное число колебаний, если число основных колебаний принять за 1; числа же в скобках выражают относительную длину радиусов узловых окружностей, если радиус мембраны принять за 1. Как показал опыт (Д. К. Миллер, С. Н. Ржевкин), на практике получается



Фиг. 10.

удовлетворительное совпадение с вычислениями Релея. Распределение узлов на колеблющихся мембранах показано на вкладн. листе (III). Уничтожение собственных колебаний диафрагмы, очевидно, может быть достигнуто жесткою связью отдельных ее зон, исключающею появление местных пучностей. Этой цели служит диафрагма Бюрге (фиг. 11), имеющая супорт для стилей как записывающего, так и воспроизводящего, укрепленный на мембране помощью спиц, связывающих супорт с различными зонами мембраны. Аналогичное устройство было применено также в фонографе Эдисона. До известной степени та же задача решается и в патефоне: записывающий стиль держится здесь в удлиненном супорте, приклеиваемом к мембране радиально, а воспроизводящий—в круглом, с широким кольцевым основанием. Звуковая коробка Бюрге имеет особый супорт, дающий свободу ее движениям и подходящий к вставке в любой граммофон.



Фиг. 11.

Следующий источник звуковых искажений—з в у к о п р о в о д, механически сооб-

щающий звуковую коробку с рупором и способный своими стенками устанавливать вибрационное сообщение между этими частями. Задача конструкции состоит здесь в сочетании возможно легкого воздушно-акустического сообщения этих частей и возможно полного разобщения их в отношении вибрации через стенки. Это достигается, во-первых, изготовлением звукопровода из мягкой вулканизованной резины (напр., в патефоне) и, во-вторых,—расчленением самого рупора, как это сделано Лиоре.

Р у п о р. Устройство самого рупора имеет много различных видоизменений, гл. обр., в отношении материала. При конструировании рупора необходимо устранить резонансовые вибрации его стенок, придающие звуку металлич. тембр, и поглощение звука, делающее звук глухим. Должно быть также предусмотрено, чтобы звукопровод и звуковая коробка не были в напряженном состоянии от тяжести рупора. От материала рупора требуются возможная легкость и дешевизна. Для широкого распространения Г. практически далеко не безразличен также габарит рупора и возможность скрыть его в ящике прибора. В записывающем Г. Берлинера рупор имел большую длину и подвешивался как длинный маятник, описывая при перемещении над диском дугу малой кривизны. Лиоре ввел алюминиевый рупор и нашел полезным укреплять у середины длины рупора небольшую металлическую массу при помощи винта, проходящего сквозь стенку и закрепленного гайкою; от этого небольшого приспособления сила звука почти удваивается, и значительно возрастает ясность произношения. Кроме того, Лиоре перед первым рупором ставит второй, большего размера и конич. формы, выделанный из тонкого металлич. листа. При этом сила звука увеличивается, по крайней мере втрое, и артикуляция делается чрезвычайно ясною. В фонографе Пате имеются два различных рупора: малый конический, из картона—для записи и больший, из штампованного алюминия, трубообразный, в виде псевдосферы—для воспроизведения. Широко распространенные дешевые Г. имеют рупор большею частью крашеный железный, при чем тембр их звука весьма низкого качества. Напротив, в дорогих, т. н. безрупорных Г., рупор скрыт в ящике или шкафе прибора и представляет деревянную воронку в виде полой четырехгранной пирамиды; при таком устройстве в рупоре не возникает резонансовых колебаний, металлич. звона и гнусавого тембра, и весь прибор выигрывает в удобстве и изяществе. Старание очистить звук от искажения, привносимого рупором при записи, повело даже к полному устранению рупора и к применению микрофона.

Монтировка и движение рекорда. Монтировка рекорда д. б. быстрой и вместе с тем достаточно надежной, чтобы не происходило качания или скольжения его во время действия аппарата. В валиковых фонографах это достигается слегка коническ. формою металлического пустотелого барабана, на к-рый надвигается с легким давлением тоже слегка коническ. валик. В Г. пластинка надевается своим центральным отверстием на выступ вращающейся платформы; покрывающее эту платформу сукно изолирует пластинку от толчков и вибраций механизма и вместе с тем достаточно увеличивает трение между пластинкой и платформой, чтобы не было между ними скольжения. Первоначально вращение производилось непосредственно рукою, при чем поступательное движение сообщалось не звуковой коробке, а цилиндру. Модель фонографа 1889 г. вводит поступательное движение не цилиндра, а диафрагмы, при чем источником движения служит электродвигатель с шаровым регулятором скорости. В Г. Берлинера записывающий аппарат имел скорость 30 об/м. В графофоне Тейнтера скорость нормального вращения цилиндра равнялась 180—190 об/м.; поступательное движение сообщалось не цилиндру, а записывающей системе, и имело скорость ок. 26 *мм/мин*. В фонографе Вернера двигателем служит часовой механизм с шаровым регулятором и фрикцион. тормозом. Эта система впоследствии оказалась наиболее практичной и усвоена многими другими конструкциями, в том числе и патефоном.

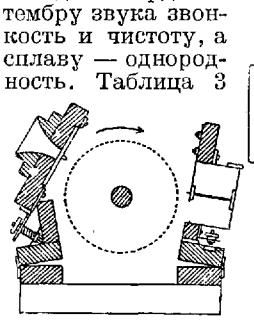
Производство рекордов. По рабочей функции необходимо различать: а) рекорды, несущие только службу записи, б) рекорды, служащие только для воспроизведения звука, и в) рекорды, совмещающие обе функции. Физич. свойства составов для рекордов вышеуказанных трех функциональных типов д. б. различны, в связи с чем меняется и рецептура состава; последняя, впрочем, зависит также от экономических причин и от необходимости итти в сторону, не закрытую патентами.

Общие технические условия на составы р е к о р д о в д л я з а п и с и определяются основным требованием—не стеснять колебания диафрагмы. Если запись ведется через пластич. деформацию вещества рекорда, то оно д. б. возможно более мягким, лишь бы только след стиля сохранился на поверхности рекорда до закрепления звукозаписи и обработки рекорда. Если же запись осуществляется вырезанием по поверхности, то вещество рекорда д. б. достаточно твердым, чтобы не размазываться и не забивать стиля, а выкрашиваться или давать легко удаляемую стружку, требуя при этом наименьшего усилия. В обоих случаях состав рекорда д. б. вполне однороден или, во всяком случае, содержать дисперсную фазу низшего порядка малости, чем наименьшие из получаемых следов звукозаписи. В смысле $t°$ он д. б. достаточно легкоплавок, чтобы не затруднять отливки, но не настолько, чтобы рекорды могли размягчаться при $t°$ рабочего помещения. Вопрос о стоимости этого состава может считаться второстепенным, тем более, что по изготовлении матриц оригиналы м. б. переливаемы.

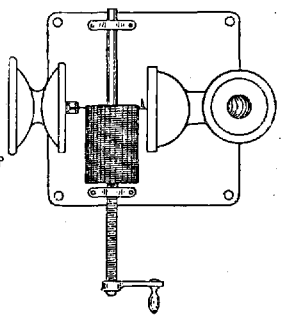
Составы для з в у к о в о с п р о и з в о д я щ и х рекордов должны возможно лучше сохранять при воспроизведении звука полученную ими звукозапись. Для этого вещество рекорда д. б. достаточно твердым, чтобы трение звуковоспроизводящего стиля не сглаживало и не сминало следов звуковой записи, особенно на выступах или

крутых поворотах звуковой бороздки. Условием этой способности, кроме твердости, является возможно более высокая $t°_{пл.}$, однако не настолько высокая, чтобы затруднялась отливка или штамповка. Обычно требуется, чтобы эта $t°$ не превосходила 150°. Кроме того, состав таких рекордов д. б. достаточно однороден, чтобы не вносить при воспроизведении резких изменений в условия трения и удара о звуковоспроизводящий стиль. Однако требование однородности в этом случае далеко не столь жестко и строго, как для записывающих рекордов, т. к. при изготовлении воспроизводящих рекордов их поверхность сама собою приобретает сравнительную однородность и в процессе звуковоспроизведения стиль уже не будет наталкиваться на непредвиденные препятствия (что легко может происходить при процессе записи). Наконец, для воспроизводящих рекордов, в виду массового их изготовления и значительного количества идущего на каждый рекорд материала, немаловажно требование дешевизны состава. Т. о., требования, предъявляемые к рекордам записывающей и воспроизводящей функций, до известной степени исключают друг друга, вследствие чего граммофонное дело в массовом производстве резко обособило процесс звукозаписи от процесса звуковоспроизведения, приурочив каждый из них к отдельным рекордам и выработав для каждой категории специальные составы. В некоторых случаях, однако,—для научных звукозаписей, в домашнем быту, в деловых сношениях, при обучении и т. п. (т. н. диктовальные машины, или диктофоны) — оба процесса приходится вести на одном и том же рекорде и, следовательно, применять состав, который, по возможности, совмещал бы в себе те и другие свойства. Очевидно, такое совмещение возможно лишь путем частичного удовлетворения обеих функций. Другой способ объединения двух разнородных функций в одном рекорде заключается в преобразовании состава рекорда посредством отверждения его поверхности после нанесения записи. До известной степени приемы этого рода и применяются в отношении целлюлоидных валиков Лиоре и восково-стеаратных рекордов Пате; но, вообще, подобные приемы разработаны недостаточно, вероятно, вследствие сравнительно малой промышленной потребности в них.

В первоначальных фонографах Эдисона (1877—87 гг.) валик с выдавленными на нем углублениями звуковой записи (фиг. 12 и 13) оклеивался тонким (1 *г/дм²*) листовым оловом, свинцом или листочками сплавов. Попытки Эдисона улучшить этот валик потерпели неудачу, и выдавливание уступило место глубинному разрезанию поверхности и плоской звукозаписи (фиг. 14). В 1879 г. Ламбриго применил воск для изготовления записывающего рекорда. В 1886 г. Тейнтер видоизменил этот способ, разработав производство картон. цилиндров, покрытых тонким слоем воска, на котором глубина нарезки составляла $^1/_6$—$^1/_4$ *мм*. В 1888 г. Эдисон остановился на сплаве «отвержденного» воска, точный состав которого не был им опубликован. Дальнейшая разработка выяснила значение стеаратов и затем монтанатов (натрия и других металлов): эти мыла, обладая твердостью и высокой $t°_{пл.}$, дают тембру звука звонкость и чистоту, а сплаву — однородность. Таблица 3 дает характеристику некоторых применяемых веществ, в сравнении с весьма совершенным, но трудно применимым на практике материалом—стеклом.



Фиг. 12.

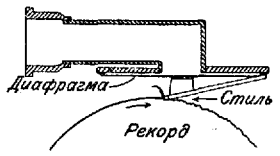


Фиг. 13.

Табл. 3.—Физические свойства составных частей рекордных сплавов.

Вещество	Относит. скорость звука	Уд. в.	Относит. коэфф. упругости
Стекло	1	2,390	1
Стеарин	0,265	0,974	1/35
Парафин	0,251	0,908	1/42
Воск	0,166	0,971	1/88
Сало	0,75	0,917	1/461

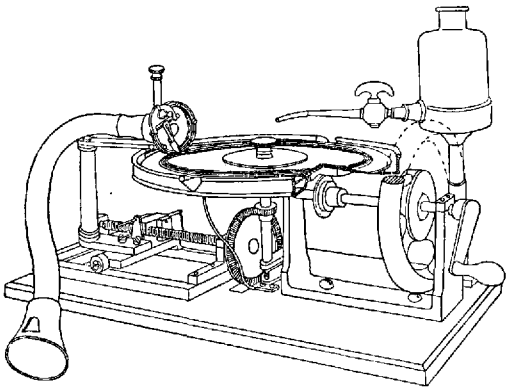
Восковой валик Эдисона, по нанесении на него фонограммы, золотился помощью катодного распыления током высокой частоты и затем покрывался гальванопластич. медью. Т. о. получался медный негатив, с к-рого снимались восковые или целлюлоидные копии. Звуковоспроизведение восковых валиков отличалось точностью, но сила звука была слаба и составляла приблизительно $^1/_{16}$ силы звука современных дисковых Г. Но особенными их недостатками были непрочность и значительный вес. Целлюлоидные цилиндры были свободны от этих недостатков, но зато не давали чистой передачи вследствие невозможности при изготовлении копий очистить зазор от застревавших в нем воздушных пузырьков. В 1888 году Э. Томсон указал, что исходный прием Эдисона (выдавливание) мог бы дать ценные результаты, если бы было найдено вещество, дающее углубления, прямо пропорциональные амплитудам стиля.



Фиг. 14.

В том же 1888 г. Э. Берлинер в Америке, желая сделать сопротивление рекорда движению стиля минимальным и получать углубления, пропорциональные амплитудам, применил принцип деформации в плоскости рекорда (фиг. 15). Разработанный им прием звукозаписи—«искусство офортной гравировки человеч. голоса»—получил далее название фоногравюры. Исходя в технике записи из закопченного фонавтогра-

фического цилиндра Л. Скотта (1857 год), Берлинер перед закапчиванием поверхности стал ожирнять ее помощью масляной краски. Разработанные им техническ. приемы фонограмюры несколько различны, в зависимости от той пластины, на которой вытравливается звуковой след. Малые пластины, не предназначенные к размножению, делаются



Фиг. 15.

из стекла. Стеклянный диск покрывается тонкой пленкой парафинового масла; это достигается наливанием на поверхность диска раствора 1 части парафинового масла в 20 ч. бензина или газолина, с последующим испарением растворителя и закапчиванием поверхности над лампой. По этому слою делается звукозапись, которая затем и протравливается. Пластины большего размера делают из листового полированного металла, обычно—цинка; поверхность листа покрывают тончайшим восковым слоем при помощи раствора 30 *г* тонко натертого чистого желтого пчелиного воска в 0,57 *л* бензина. Воск экстрагируют этим растворителем, затем экстракт тщательно декантируют от нерастворенных частей (белый воск) и прозрачную жидкость наливают на металлич. лист, на к-ром по испарении бензина остается тончайшая иризирующая восковая пленка, губчатая, пористая и чрезвычайно чувствительная к малейшему прикосновению. Эту пленку покрывают вторым таким же слоем, защитным, после чего диск готов к записи. Во время записи на поверхность рекорда наливают слой жидкости (обыкновенного спирта или воды), смывающей посторонние пылинки и частицы вырезанного воска и облегчающей прорезание звуковой бороздки. Т. к. фонограмма еле видна, а до травления кислотой иногда нуждается в просмотре, то в некоторых случаях восковую пленку слегка закапчивают над камфорным пламенем, но осторожно, чтобы не расплавить воска. Травление фонограмюры делается водным раствором хромовой к-ты (1 в. ч. к-ты на 3 в. ч. воды, а по другим данным—3% к-ты), не образующим пузырьков водорода, к-рые вредят чистоте травления. Оборотную сторону пластинки предварительно покрывают расплавленным воском или специальным лаком. Травление длится 15—20 мин.; уже по прошествии 10 минут бороздка протравливается на глубину 0,1 *мм*. Звуковая линия здесь непрерывна. Полученная гравюра уже способна давать звуковоспроизведение, но на практике она служит лишь оригиналом для гальванопластич. изготовления медной матрицы, толщиной в 3—4 *мм*. При помощи этой матрицы, на термопластич. материале, который при $t°$ ниже 50° уже становится твердым и приобретает достаточное механическ. сопротивление, оттискивают размножаемые копии. В качестве такого материала были испробованы целлюлоид, твердый каучук, разнообразные воски и другие вещества, но без достаточного успеха. Лишь в 1897 г. был найден Берлинером, в сотрудничестве с Duranoid C⁰, подходящий материал—д у р а н о и д, один из электроизоляционных пластическ. составов, объединяемых америк. электропромышленностью под общим названием «композиции» или «композиции, стойкой против невысоких $t°$» (класс С). Эта композиция состоит из смол с землистыми наполнителями, волокнами и красителями. Массы этого рода должны быть вязкими и не содержать зерен; растяжимость рекордных масс требуется бо́льшая, чем обычных формовочных. Запись по цинку страдала, однако, от присоединения к звуку посторонних шумов—шипения, треска и т. д., вызываемых некоторой неправильностью разъедания цинка при травлении и царапанием иглы о дно звуковой бороздки, в случае несоответствия между формой конца иглы и формой бороздки. В 1897 г. американец Джонс применил для записи на дисковых рекордах восковой состав, употреблявшийся до тех пор только для валиков. Принцип записи—углубленное вырезание воска по спиральной линии.

Воспроизводящие рекорды должны штамповаться при невысокой $t°$ и быть вполне твердыми при обычных $t°$. Число воспроизведений с одной пластинки нередко должно доходить до 1 000. Примерный рецепт одного из таких составов: при осторожном нагревании замешивают 24 части мелко просеянного кремнезема, 32 части мелко просеянного каолина, 16 частей барита (баритовых белил), 24 части шеллака марки N. T., 2 части хл.-бум. волокон, 3 части канифоли и 4 части газовой сажи.

Современный процесс производства граммофонных пластинок состоит из пяти отдельных операций: 1) получение оригинального позитива при помощи сапфирового резца на восковом сплаве; 2) получение электролитическ. негатива из меди; для этого поверхность оригинальной фонограммы припудривается при помощи щетки графитовой пылью и протирается затем фланелью; ографичение может быть производимо в процессе записи, при чем рекорд лучше всего нагревать струею воздуха при температуре около 60°; 3) получение электролитического позитива из серебра; 4) получение негативной матрицы из прессованного никеля (см. *Гальванотехника*); 5) получение готовой пластинки при помощи горячей штамповки в никелевой матрице.

Восковой сплав должен состоять из несохнущих и нерастворимых в воде мыл, не содержащих животных жиров. Состав его сложен, каждая составн. часть несет в сплаве свою функцию; так, церезином, наприм.,

замещается пчелиный воск, парафин придает составу твердость, японский воск делает его пластичным, китайский воск (жир) понижает $t°_{пл.}$ (которую можно регулировать также озокеритом), карнаубский воск придает составу чистый разрез, а пальмовый—удешевляет состав. Правильно подобранные составы обладают аморфностью, высокой $t°_{пл.}$, стойкостью, неизменяемостью объема с течением времени, непрогорькаемостью, не становятся ломкими или хрупкими, не усыхают, достаточно тверды или мягки, легко разрезаются, не содержат животн. и, по возможности, растительн. жира, не плесневеют.

При изготовлении граммофонных рекордов из стеаратов с наполнителями и волокнами (напр., 185 *кг* стеариновой к-ты, 39 *кг* натронной щелочи и наполнителей по надобности) образуется мыло, свободное от масляной кислоты. В стеарат нужно перевести, однако, лишь 40% стеариновой к-ты, так как в противном случае $t°_{пл.}$ состава превысит 130—150°, что представляет затруднение при производстве. По этому именно принципу, сложным машинным способом производятся рекорды Пате. Самый процесс сплавления ведется в котле, над прикрытым огнем, при чем сначала нагревают равные части твердого пчелиного воска и выветрелого стеарина, а затем добавляют по каплям едкий натр; после этого вводится (в количестве 25% от находящейся в котле массы) смесь из равных частей асфальта и вара, и состав снова расплавляется. Если нужно, чтобы состав был более ломок, то добавляют стеарин или его суррогат; если же состав должен медленно достигать расплавленного состояния то добавляют щелочь. Другими ингредиентами можно изменять прочие физич. свойства состава. В некоторых случаях восковой состав (40 ч. натронного щелока плотностью 37° Bé, 184 ч. стеариновой к-ты, 3,25 ч. гидрата окиси алюминия и 33 ч. парафина) наносится на жесткие пластинки—стеклянные, картонные, целлюлоидные, даже стальные или железные. Применение целлюлоида для записи разработано Лиоре, при чем поверхность целлюлоидного цилиндра размягчается (способом, остающимся в секрете) и подвергается затем обточке и тщательной полировке на вращающемся барабане, после чего производится запись острием, выдавливающим на поверхности следы.

Дороговизна и огнеопасность целлюлоида служат препятствием к широкому применению его для звуковоспроизводящих рекордов. Более дешевые и безопасные пластины изготовляются из наслоенных листов целлюлоида, с прослойками веществ, плавящихся при горении и выделяющих огнегасящие газы; кроме того, такие пластины покрывают смесью смол и тяжелого шпата. Производство этих пластин прессованием и способы устранять неравенства напряжений описаны В. А. Реко. Для повышения звучности и чистоты тона к целлюлоиду прибавляют стеариновую к-ту.

Из других оснований для рекордов применяют галалит, целлон, вискоид, бакелит и т. д. Как видно из табл. 4 (см. ст.ст. 877—882), где приведены наиболее характерные составы рекордов, применяются пять типов составов, б. ч. в зависимости от основания: шеллачный, битуминозный, эстеро-целлюлозный, бакелитовый и восковомыловой.

Производство рекордов с фонограммами, составляющее в настоящее время обширную отрасль промышленности, имеет ряд тонкостей, ревниво скрываемых фирмами, вследствие чего литература этого дела настолько же бедна, насколько богата реклама. Наряду с чисто химич. и физич. процессами, производство граммофонных рекордов имеет также психо-физиологич., эстетич. и общественную стороны, без учета к-рых руководство «фабрикой музыки и слова» не может быть планомерным, а качество продукции—достаточно высоким. Одну из наибольших трудностей при звукозаписи составляет выбор благоприятных условий для правильной передачи оркестровой музыки и, в особенности, хорового пения, так чтобы сохранилось звуковое равновесие между отдельными инструментами или певцами. Кроме того, весьма существенным является также вопрос о достаточной силе звука при воспроизведении. Согласованность звуковой передачи различных инструментальных или вокальных партий достигается: применением весьма больших рупоров, а иногда рупорообразною формою самой мастерской, где ведется звукозапись, присоединением нескольких отдельных рупоров к звуковой камере регистрирующего Г. и передачею отдельных партий при помощи отдельных микрофонов, электрически объединяемых в общем репродукторе записывающего аппарата. Силы звука достигают применением микрофонов, передающих репродуктору звук в усиленном виде. В 1889 году Дюссо указал также на возможность усиления звука помощью «перепечатки» записи с одного рекорда на другой, большего диаметра; при такой вторичной записи сила звука и чистота его повышаются.

Представление о емкости рекордов могут дать следующие числа. Первоначальные граммофонные цилиндры (1879 год) имели диаметр 10 *см*, и на 200 слов фонограммы требовалось около 25 *мм* высоты цилиндра. Цилиндры Тейнтера (1889 г.) имели диаметр 3,2 *см* и высоту 15 *см*; на таком цилиндре м. б. записано ок. 1 000 слов, что соответствует пятиминутному разговору. Уменьшение хода винтовой линии звукозаписи позволило Эдисону в 1891 г. повысить емкость рекордов до 800—1 000 слов на цилиндре в 15 *см* диаметром и 20 *см* высотой. Для характеристики современных пластинок можно указать, что IX симфония Бетховена м. б. записана целиком на 7 двусторонних пластинках диаметром 30 *см* (одно время пытались превзойти этот размер и ввести пластинки диаметром 35 *см*, но это увеличение распространения не получило).

Применение граммофона. С момента изобретения Г. в 1877 г. изобретатели выражали уверенность, что новый прибор получит большое значение, а именно, как формулировали Эдисон и Берлинер: для передачи продиктованных распоряжений, для записи судебных процессов, для воспроизведения речей и вокальной музыки, для обучения, для ведения корреспонденции, для чтения слепым

Табл. 4.—Сводка патентов на составы для граммофонных рекордов.

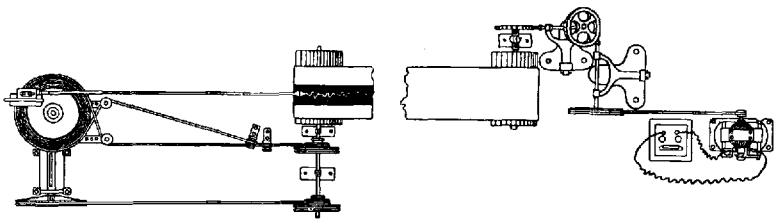
Изобретатель	Год патента	Страна и № патента	Основание состава	Связывающее вещество состава	Наполнитель и солеобразователь	Способ употребления
Сандерсон (Sanderson)	1909	Ам. П. 947777	Шеллачное	Шеллак 33 ч.	Барит 33 ч., белая земля 16,5 ч., глина 15,5 ч., шерсть 3 ч.	Состав накладывается тонким слоем на поверхность волокнистого материала, держащуюся на металлич. диске
О. Бирнган (Birckhan)	1909	—	»	Шеллак	Тяжелый шпат и окрашенные волокна (коровья шерсть, солома или линтер)	—
—	—	Ф. П. 426871	»	Шеллак 9 ч., вар 2 ч., битуминозный сланец 6 ч.	Сернокислый барий 8 ч., окрашенные хлопковые волокна 2,5 ч.	Смесь нагревается, масса штампуется под давлением
Сандерс (Sanders)	1910	Ам. П. 956904 и 956905	»	Шеллак	Окись железа	Составом покрывается бумажный картон, обработанный канифолью
Инглиш (English)	1909	Ам. П. 948314	»	Шеллак 72 части, β-нафтол (или нитробензол или нитротолуол) 8 частей	Глина или кремнезем и т. п. 20 ч.	—
Эдисон (Edison)	1911	Ам. П. 1002550	»	Шеллак 80 %, технический тетрахлорнафталин (или динитротолуол или динитробензол) 20 %	Асбест или хлопок	—
» »	1915	Ам. П. 1158859	»	Шеллак 70 ч., дифениламин 15 ч., ацетанилид 2 ч.	—	—
» »	1915	Ам. П. 1119142	»	Значительное количество шеллака, тетрахлорнафталина и небольшое количество монтанского воска	Немного хлопковых волокон, имеющих тот же коэфф. расширения, что и связывающий состав	—
» »	1915	Ам. П. 1158860	»	Шеллак и 35 % от его веса стеариновой к-ты (или нафталина и бензойной к-ты)	—	—
Эйльсворт (Aylsworth)	1912	Ам. П. 1017032	Битуминозное	Каури-копал, жирная к-та, асфальт	Неорганическая соль	—
Пате (Pathé)	—	Ф. П. 426871	»	Шеллак 9 частей, вар 2 части, битуминозный сланец (Kohlenschiefer) 6 частей	Сернокислый барий 8 ч. и окрашенные хлопковые волокна 2,5 ч.	Смесь прогревается и штампуется под давлением

Табл. 4.—Сводка патентов на составы для граммофонных рекордов. (Продолжение.)

Изобретатель	Год патента	Страна и № патента	Основание состава	Связывающее вещество состава	Наполнитель и солеобразователь	Способ употребления
Эйльсворт	1910	Ам. П. 953454 Г. П. 27208	Производно-целлюлозное	Нитроцеллюлоза	—	—
Винтер (Winter)	1908	Ам. П. 227208	»	Полупродукт вискозы 10 *кг*, тонкоразмолотая канифоль 4 *кг*	На 10 *кг* влажной массы или на 8 *кг* сухой добавляется 1 *кг* тончайше размолотого мрамора	—
Эдисон	1913	Ам. П. 1078265	»	Раствор нитроцеллюлозы в амилацетате	—	Тонкий слой целлюлоида и толстый слой каучука
»	1915	Ам. П. 1146414	»	Целлюлоид и каучук	—	—
Эйхенгрюн (Eichengrün)	1916	Ам. П. 1175728	»	Ацетилцеллюлоза	Мягчитель в роде дихлоргидрина и какой-либо наполнитель	Рекорды двуслойные; показан состав верхнего слоя
Дрейфус (Camille Dreyfuss)	1925	Ан. П. 222167	»	Вар и ацетатцеллюлозу (или иной целлюлозный сложный эфир) сплавляют с мягчителем или растворителем (или без них); затем сплав непосредственно после охлаждения измельчают и смешивают с наполнителями и красителями	—	Смесь прокатывается под давлением на горячих вальцах, и затем пластины обрабатываются вырезанием
Эйльсворт	1915	Ам. П. 1146984—91	Бакелитовое	Продукты фенольной конденсации	—	В патентах описываются производственные приемы
Эдисон	1915	Ам. П. 1146413	»	Фенольная смола	Древесная масса	Сперва прессуется пластина из смолы с наполнителем, затем добавляется чистая фенольная смола, и пластина снова прессуется
Эйльсворт	1915	Ам. П. 1151849	»	Фенольная смола с хлорнафталином или другими мягчителями	Наполнитель в роде графита, древесной массы, сажи и т. д., с добавкой окиси железа и стальной пыли	—
Битти (Beatty)	1915	Ам. П. 1158974	»	Конденсат из ацетона, фенола и формальдегида	—	—
	—	Г. П. 307892	»	Конденсат из 3 молей фенола с 2 молями формола, прогретый до 150—200°, нагревают при t° выше 100° с гексаметилентетрамином и хлорфенолом	—	Эта смола прозрачна, не пузырится, не воспламеняется и может быть обрабатываема в теплом состоянии штамповкой и резанием

Эйльсворт	1916	Ам. П. 1170391	Бакелитовое	Растворимую фенольную смолу и гексаметилентетрамин (или другой реагент, который способен переводить смолу в твердое состояние) растворяют в спирте или другом растворителе	Древесная масса или иной инертный наполнитель	Растворитель испаряется, а смола измельчается и подвергается штамповке и нагреванию
»	1910	Ам. П. 958210	Восково-стеаратное	Первый состав: стеарат свинца, смола и асфальт; второй состав: стеарат натрия, стеариновая кислота, стеарит алюминия, церезин с добавлением карнаубского или иного воска, или же без такого добавления	Молотая древесина или глина	Рекорд двуслойный; внешний слой—из первого состава, внутренний—из второго
»	1910	Ам. П. 962878	»	Монтанский воск, длительно прогретый при 260—282° с небольшим количеством серы и освобожденный от образовавшегося смолистого осадка	—	—
Эдисон	1913	Ам. П. 1078265	»	Воскоподобный материал, поверхность к-рого отверждается повторным покрытием раствора нитро- или ацетилцеллюлозы в амилацетате или силикатом натрия	—	Отверждаемая пленка делается твердой в первом случае через испарение растворителя, а во втором—посредством хлористого кальция
Стебнер (Stubner)	1921	Ам. П. 1379729	»	Сплав из канделлильского воска и стеариновой кислоты в такой пропорции, чтобы его $t°_{пл.}$ была 230° Ф.; затем сюда прибавляется минеральная соль, и смесь обрабатывается гидроокисью натрия - алюминия (алюминатом натрия), после чего в смесь добавляется в равном количестве парафин (около 6%)	—	—
»	»	Г. П. 223276	»	Стеариновая к-та 4,5 *кг*, остатки от перегонки монтанского воска 8,62 *кг*, эбонитовый воск (Ebonitwachs) вместо более дорогого карнаубского по Ан. П. 3070, церезина 8,62 *кг*, ламповой сажи 453,6 *г*; затем добавляют раствор из 8,98 *кг* соды, 460 *г* едкого натра и 178 *г* металлического алюминия в 18,93 *л* воды	—	—
	1905	Ан. П. 3070				

в госпиталях, для семейной хроники и предсмертных распоряжений, для сохранения языков и наречий и т. д. По прошествии более полувека из этих применений Г. вошли в практику далеко не все и далеко не в предсказанном масштабе, но зато появился ряд новых, отчасти непредвиденных. Сюда относятся: 1) Микрофонография—род микроскопии звука посредством микрофонографаДюссо («звуковая лупа»). Это—фонограф, диафрагма которого приводится в действие малыми электромагнитами, возбуждаемыми токами от микрофона. Микрофонограф применяется: для обучения глухих и глухонемых



Фиг. 16.

и для раскрытия у них способности речи; для изучения биений сердца в связи с душевным состоянием; для медицинской диагностики шумов в сердце и в легких. 2) Судебное применение—для фиксирования и представления доказательств. 3) Изучение языка животных (Гарнер), пения птиц и т. д. 4) Изучение фольклора—запись народных песен, сказаний, былин (напр., запись фольклора вымирающих индейцев Д. Фьюксом, запись наших северных песен Линевой и песен средней полосы Пятницким). 5) Медицинское применение—для изучения изменений, вызываемых в голосовом аппарате различными болезнями (Гарт). 6) Замена стенографирования—на конгрессах и съездах и в деловой корреспонденции. 7) Изготовление говорящих кукол. 8) Обучение посредством фонографа, при чем учащиеся, сдавая свои уроки фонографу, имеют возможность проверить себя и в свое время получить оценку преподавателя. 9) Изучение физиологии и звукового состава речи, при чем первоначальная запись транскрибируется в измененном масштабе, значительно увеличенном по направлению колебаний. Герман применял для этого оптическ. способ, помощью светового луча и зеркальца, колеблемого рычажком, соединенным с записывающим стилем; для акустич. исследований Герман и Бевье построили специальные фонографы, а Скрипчур и Гаузер придумали особые машины для механич. транскрипции звуковых кривых как плоских, так и углубленных. Машина Скрипчура представлена на фиг. 16; она имеет ур-ие времени, примерно: 1 *мм*=0,0004 ск. и увеличение амплитуд в 250 раз; при транскрипции кривая вычерчивается ею на бумаге. 10) Теоретич. изучение музыки и пения, в особенности изучение тембра. 11) Научные эксперименты в области фонетики; так, напр., при помощи Г. был решен спор Гельмгольца и Кенига о природе обертонов, характеризующих гласные буквы: а именно, обертоны оказались имеющими абсолютную высоту.

Граммофонная промышленность. Производство Г. особенно развилось в Америке, Англии и Германии. Французское граммофонное общество связано с английским, имеющим фабрики также в Барселоне и в Милане. В России с 1912 г. действовали два иностранных акционерных граммофонных об-ва с капиталом свыше 7 млн. р. и годовым оборотом свыше 20 млн. р. В настоящее время в СССР производством граммофонных пластинок занимается завод «Пятилетие Октября» (ст. Апрелевка М.-К.-В. ж. д.). Стоимость цинковых пластин Берлинера (15 *см* диаметром) в 1897 г. была 1,5 мар. В 1901 году во Франции фирма Шемена выпускала чистые фонографические цилиндры по 0,35 фр.; цилиндры с записью по 0,85 фр., при чем за временное пользование взималось 0,50 фр., а за счистку записи 0,15 фр. В настоящее время в Америке в ходу свыше 100 млн. пластинок, и весьма быстро растет граммофонная «литература» германского производства; обзор граммофонной «литературы» дан Р. Лотаром. Торговый оборот Германии в обсуждаемой области характеризуется для первой половины 1914 г. следующ. числами: экспорт граммофонных пластинок 809,6 *т*, импорт—0,8 *т*.

Лит.: Рымкевич П. А., Говорящие машины, М.—П., 1923; Яковлев А. И., «ТиТбП», 1927, декабрь, *6 (45)*, стр. 600—611; Ржевкин С. Н., «Акустич. сборн. трудов ГИМН», М., вып. 1, стр. 117; его же, «Вестник теоретич. и эксперимент. электротехники», М., 1928, *1*, стр. 14—16; Lothar K., Die Sprechmaschine, Ein technisch-aesthetischer Versuch, Lpz., 1924; Die Sprechmaschine, ihr Wesen, Konstruktion und Behandlung, B., 1908; Spracherlernung und Sprechmaschine, Stg., 1909; Rayleigh Lord, The Theory of Sound, v. 1, L., 1896; Kalähne A., Grundzüge d. mathem.-physikalischen Akustik, T. II, Lpz.—B., 1913; Handbuch d. Physik, hrsg. v. H. Geiger u. H. Schell, B. *8*—Akustik, B., 1927; Miller D. C., The Science of Musical Sounds, N. Y., 1922; Barton E. H., A Textbook on Sound, London, 1926; Berliner E., «ETZ», 1898, B. 19, p. 614; Hospitalier E., Le graphophone de C. S. Tainter, «La Nature», Paris, 1889, t. 2, p. 1—3; Laffargue J., Diaphragme inscripteur et reproducteur, ibid., 1900, 7 avril, *1402*, p. 304; Lifschitz, «CR», 1911, 6 février; Sery A., Le gramophone, ibid., 12 mai, *1407*, p. 392; Le phonographe Lioret, ibid., P., 1897, t. 2, p. 209—211, 1898, t. 1, p. 158; Un nouveau pavillon de phonographe, ibid., 1900, 14 juillet, *1416*, p. 110; Dussaud, «CR», 1899, 27 févr.; Laffargue J., Le multiphone Dussaud, «La Nature», P. 1897, t. 2, p. 191; Gaubert G. F., Le Mikrophonographe Dussaud, ibid., 1898, t. 1, p. 158; Dronot E., Guérison des sourds et des sourds-muets au moyen des microphonographes Dussaud, ibid., 1899, t. 1, p., 223, t. 2, p. 355—356; Scripture E. W., Researches in Experimental Phonetics, plate 1, Wsh., 1906; «La Nature», Paris, 1887, t. 2, p. 35, 46, 351, 1888, t. 1, p. 123—124, 1888, t. 2, p. 49—51, 74—75, 1889, t. 2, p. 215—218, 363—366, 1890, t. 1, p. 322, 381—382, t. 2, p. 58—59, 1891, t. 1, p. 6, 521—522, 1892, t. 1, p. 208, 1893, t. 2, p. 257—259, 1903, t. 2, p. 351; Blücher H., Plastische Massen, p. 197—198, Lpz., 1924; «India Rubber World», New York, 1922, 1 oct. (рефер. в «Gummi-Ztg», B., 1923, p. 270); Lange O, Chemisch-technische Vorschriften, Lpz., 1923, B. 2, p., 667—668, № 543; Hemming E., Plastics a. Moulded Electrical Insulation, N. Y., 1923, p. 153—154; Reko V. A., «Kunststoffe», München, 1914, B. 4, p. 261; Reko V. A., «Der chem.-techn. Fabrikant», Augsburg, 1911, p. 527—549; Kaiser W., «Kunststoffe», München, 1911, p. 121; «Gummi-Ztg», B. 27, p. 924; Hermann L., «Pflüger's Archiv f. d. gesamten Physiologie d. Menschen u. d. Tiere», Berlin, 1889, B. 45, p. 282, 1890, B. 47, p. 42, 44, 347, B. 53, p. 1, B. 58, p. 255, B. 61, p. 169; Boecke, ibid., 1891,

B. 50, p. 297; Bevier L., «Physical Review», Cornell, 1900, v. 10, p. 193; Hauser F., «Wiener Sitzungsberichte d. K. Akademie d. Wissenschaften», Math.-naturwissenschaftliche Klasse, Abt. 2a, Wien, 1908, B. 117; Benndorf H. und Pöch R., ibidem, 1911, B. 120; Pipping, «Zeitschrift für Biologie», München, 1890, B. 27, 1895, B. 31; «The Phonogram», N. Y.; «Phonographische Zeitschrift», B.; «Bulletin phonographique et cinématographique», Paris, ab 1900. **П. Флоренский.**

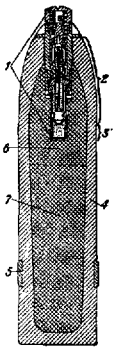
ГРАНАТ, силикаты химического состава $3\,MO \cdot R_2O_3 \cdot 3\,SiO_2$, где M=Ca, Fe, Mg, Mn; R=Al, Fe, Cr. Тв. 6,5—7,5; уд. в. 3,4—4,3. Существует несколько разновидностей Г. с доминирующей красной или зеленой окраской, так: красные—пироп, родолит (С. Каролина); фиолетово-красный — альмандин; желто-красные—гессонит, спессартин; зеленый—уваровит; желто-зеленый—демантоид; буро-зеленый—гроссуляр; черный—меланит. Из них имеют главное значение, как драгоценные камни, только пироп, альмандин, демантоид. Мировая добыча оценивается в 140 000 р. Центром обработки Г. являются Турнов (со специальным училищем) и Габлонц (Чехо-Словакия). Форма огранки Г.—полый кабошон, таблица, бриллиант, розочка. Настоящий Г. дает, в отличие от подделки, черту на стекле.

Пироп богемский — лучший по прозрачности и чистоте; главный район разработок по юго-западному склону Миттельгебирге до реки Эгер (Чехо-Словакия). Сортируется на месте по крупности зерен; зерна в 2,5 *г* очень редки. В период большого спроса на него добывался здесь в значительном количестве (в 1888 году на 40 000 крон). Пироп капский (Южная Африка)—капрубин—сопутствует алмазу в диатремах. Добывается также в б. германск. Вост. Африке—Линди, Муитибах (камни в огранке от 10 до 15 *к*). Помимо того, встречается в Саксонии, Гренландии, Шотландии, Индии, на о-ве Цейлоне, в Монголии, в Соед. Шт. Амер. Альмандин тем ценнее, чем ближе по цвету к рубину (1 *к* стоит 2 марки). Месторождения: Цейлон (лучший), Вост. Индия (ежегодн. добыча на сумму 10 000 фн. ст.), Австралия, Америка, Тироль, Урал, Монголия. Демантоид открыт на Урале ок. 1870 г. на р. Б. и М. Бобровке, в платиновых россыпях Н.-Тагильского окр. и (лучший) Сысертск. окр.; добывался на Урале до войны 1914—18 гг. ежегодно на сумму 30—100 000 р. и неправильно назывался хризолитом. Цена 1 *к* 1-го сорта 20 р., исключительного качества—50 р. Об употреблении Г. в абразионной промышленности см. *Абразионные материалы*.

Лит.: Ферсман А. Е., Драгоценные и цветные камни, «НИ», т. 1, Л., 1926. **Ек. Цинзерлинг.**

ГРАНАТА. I. Г. орудийная, артилл. снаряд, весящий менее 16,4 *кг* и снаряженный взрывчатым веществом (В. В.), отравляющим веществом (О. В.) или дымообразователем. По виду внутреннего заряда Г. бывают трех родов.

а) Фугасные Г., снаряженные В. В. В них стенки, смотря по прочности металла (стали или чугуна), делают возможно тоньше в целях увеличения емкости Г., а следовательно и веса разрывного заряда. На фиг. 1 изображена 57-*мм* Г., стенки к-рой изготовлены из стали. Здесь *1*—ударная детонаторная трубка (24/31, модель 1899 г.), *2*—оживальная часть, *3*—центрующее утолщение, *4*—корпус Г., *5*—ведущий поясок из красной меди, *6*—прессованный мелинит (плотностью 1,4), *7*—плавленный мелинит (плотность 1,5). Вес разрывного заряда, мелинита или тротила для калибров Г. от 114—76 *мм* колеблется в пределах от 16,8% до 12,2% полного веса снаряда. При меньших калибрах большинство Г. снаряжаются черным порохом, вследствие трудности устройства трубки, разрывающей бризантные В. В. Вес разрывного заряда черного пороха в Г. калибра от 57 до 37 *мм* колеблется в пределах от 4 до 3,1% от полного веса снаряда.



Фиг. 1.

б) Осколочные Г., в которых стенки делают значительно толще, чем у фугасных, в целях увеличения числа осколков; внутренняя поверхность этих гранат имеет продольные и кольцевые борозды, или же внутри наружной оболочки помещают металлические сегменты фигурного сечения. Для разрыва осколочных Г. их снаряжают сравнительно небольшим разрывным зарядом бризантного В. В.

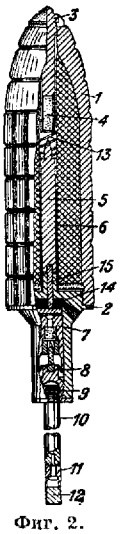
в) Химические Г. по устройству ничем не отличаются от фугасных, только снаряжаются не взрывчатым, а отравляющим или дымообразующим веществом.

Тактич. назначение Г.: фугасные Г. применяются для разрушения мертвых целей и отчасти для поражения живых целей и для морального воздействия на неприятеля; осколочные — для поражения осколками живых целей; химические—для отравления неприятеля получающимися ядовитыми газами или для образования дымовых завес.

II. Г. ружейная—бросается выстрелом из винтовки на расстояние 200—600 *м*. Вес ружейной Г. обычно не превосходит 400 *г*. Различают следующие виды ружейных гранат.

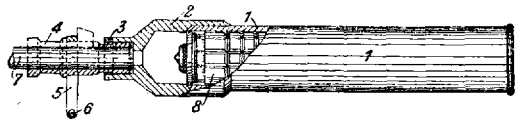
1) По внутреннему заряду: а) фугасные, б) химические и в) осветительные.

2) По характеру действия: а) ударные и б) дистанционные. Ударные Г. разрываются от падения на местность. На фиг. 2 изображена ударная ружейная Г. Здесь: *1*—корпус гранаты, *2*—корпус предохранительной трубки, *3*—боевой винт, *4*—капсюль-детонатор, *5*—ударник, *6*—центральная трубка, *7*—оседающий цилиндр, *8*—лапчатый предохранитель, *9*—втулка, *10*—шомпол, *11*—ведущая шайба, *12*—сердечник шайбы, *13*—пружина ударника, *14*—пороховой предохранитель, *15*—хвост ударника. Граната разрывается в момент падения на преграду от накола ударником капсюля-детонатора. Дистанционные гранаты, бросаемые выстрелом из винтовки, разрываются в воздухе на определенном расстоянии после сгорания порохового состава дистанционной трубки.



Фиг. 2.

3) По способу выбрасывания из винтовки: а) шомпольные Г., имеющие длинный железный хвост (ок. 400 *мм* длиной) в виде шомпола, которым Г. вставляется в канал

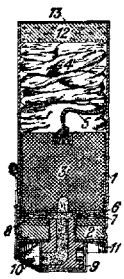


Фиг. 3.

винтовки для получения правильного направления при выстреле, и б) Г., выбрасываемые при помощи надульной мортирки, надеваемой на дуло винтовки после снятия штыка. На фиг. 3 изображена укрепленная на дуле винтовки мортирка со вставленной ружейной дистанционной Г.: *1*—ствол мортирки, *2*—дно, *3*—закрепляющий винт, *4*—трубка, *5*—хомутик, *6*—винт хомутика, *7*—ружейный ствол, *8*—чугунная Г. Вес мортирки—1 084 *г*, длина мортирки с дном около 28 *см*.

4) По патрону, применяемому для выбрасывания ружейной Г.: а) Г., выбрасываемые специальным патроном, имеющим корковый или деревянный пыж вместо пули, и б) Г., выбрасываемые боевым патроном. На фиг. 4 изображена светящая ружейная Г., выбрасываемая при посредстве надульной мортирки. Здесь: *1*—гильза, *2*—поддон, *3*—звездка, *4*—парашют, *5*—стеклядь, прикрепляющая звездку к парашюту, *6*—заготовка пороховая, *7*—суконный кружок, *8*—папковые кружки, *9*—трубка с пороховым составом, *10*—изолировочная лента, *11*—обтюратор, *12*—пробка, *13*—парафин. Г. после взлета на воздух разрывается, при чем звездка загорается, а парашют разворачивается.

К ружейным Г. предъявляются следующие главнейшие требования: 1) Г. должны обладать: убойностью, надежностью действия, простотой в обращении и быстротой приведения в состояние готовности к выстрелу. 2) Г. должны давать возможность достаточно легкой стрельбы. 3) Г. не должны разрываться: а) при самом выстреле; для этого в Г. имеются приспособления (фиг. 2): оседающий цилиндр 7, лапчатый предохр. *8*, пороховой предохранитель *14* и хвост ударника *15*; б) при случайном выпадении из ружья или из рук стрелка на землю; в) от неприятельских пуль. 4) Выстрел ружейной Г. не должен портить винтовку (шомпольные Г. этому требованию не удовлетворяют, так как при стрельбе такими Г. получается раздутие ствола). 5) Изготовление и снаряжение Г. должно быть просто и дешево. Всем этим требованиям удовлетворяют весьма немногие гранаты.



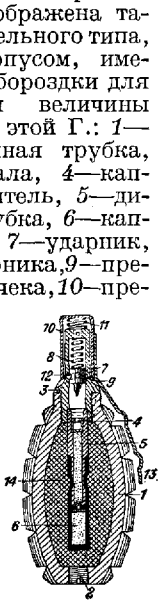
Фиг. 4.

III. Г. ручная—бросается рукой на расстояние 20—40 *м*, в зависимости от силы и сноровки бросающего. Вес большинства принятых на вооружение в различных странах снаряженных ручных Г. не превосходит 700 *г*. Различают следующие виды гранат.

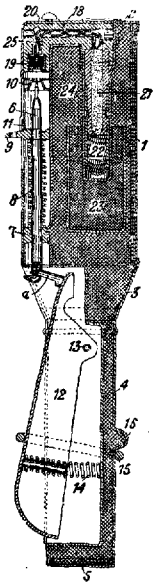
1) По внутреннему заряду: а) фугасные, снаряженные В. В., и б) химические, снаряженные О. В., с запалом, разрывающим оболочку гранаты.

2) По характеру действия: а) Г. ударные, разрывающиеся от падения на местность, и б) Г. с замедлением, разрывающиеся после сгорания замедлителя, в виде бикфордова шнура или трубки, с прессованным порохом; время горения замедлителя обычно не превосходит 6 ск.

3) По тактике применения: а) фугасные оборонительные, имеющие толстые стенки и дающие тяжелые осколки, поражающие на большом расстоянии (100 *м* и более); их бросают из-за закрытия (стенки или бруствера окопа), вследствие опасности для бросающих быть ранеными осколками Г.; на фиг. 5 изображена такая Г. оборонительного типа, с чугунным корпусом, имеющим снаружи бороздки для предопределения величины осколков; части этой Г.: *1*—корпус, *2*—донная трубка, *3*—коробка запала, *4*—капсюль-воспламенитель, *5*—дистанционная трубка, *6*—капсюль-детонатор, *7*—ударник, *8*—пружина ударника, *9*—предохранительная чека, *10*—предохранительный колпачок, *11*—пружина колпачка, *12*—шарик - предохранитель, *13*—рычаг и *14*—разрывной заряд; б) фугасные наступательные, дающие при разрыве легкие осколки, которые поражают на расстоянии не более 15 *м* и поэтому не опасны для открыто стоящего бросающего, если он бросит Г. дальше 15 *м*. На фиг. 6 изображена фугасная Г., наступательного типа; корпус *1* этой Г., а также решетки *17*, дающие осколки, изготовлены в ней из жести, более крупные металлическ. части—из алюминия. Остальные части Г.: *2*—крышка, *3*—воронка, *4*—рукоять, *5*—дно рукояти, *6*—ударник, *7*—муфта ударника, *8*—боевая пружина, *9*—курок, *10*—направляющая муфточка, *11*—чека, *12*—оттяжка с зацепом *а*, *13*—ось оттяжки, *14*—пружина оттяжки, *15*—предохранительное кольцо, *16*—упор, *18*—запальная трубка, *19*—малый капсюль, *20*—завертка, *21*—дистанционная трубка, *22*—капсюль-детонатор, *23*—детонатор, *24*—разрывной заряд и *25*—стопин. На фиг. 7 изображена ручная химич. Г. Конструкция этой Г. весьма сходна с предыдущей, разница только в составе заряда, которым здесь является О. В., и добавлении жестяного кружка *а*, закрывающего отверстие *б* в крышке, дна Г. *в* и крючка для носки *г*. Вес В. В., которым снаряжаются фугасные ручные Г., обычно колеблется, в зависимости



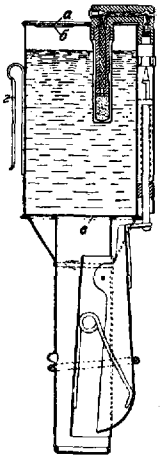
Фиг. 5.



Фиг. 6.

от образца, в довольно широких пределах—*от 35 до 400 г. Вес О. В. в химич. ручной* Г.—ок. 550 *г*. Во время войны 1914—18 гг. применялись ручные Г. особого назначения, с большим зарядом В. В.—ок. 1,6 *кг*. Они назначались для разрушения искусственных препятствий, но не оправдали надежд вследствие трудности их применения.

К ручным Г. предъявляют следующие главнейшие требования для боевого их применения: 1) убойность; 2) надежность действия; 3) для наступательных Г.—*безопасность для* открыто бросающего на расстоянии разрыва от 15 до 20 *м*; 4) безопасность при выпадении Г. из рук на землю; 5) Г. не должны разрываться от попадания неприятельских пуль; 6) обращение с Г. должно быть просто, и они должны легко и быстро приводиться из предохранительного состояния в боевое; вставка запала должна производиться без специального инструмента; 7) гранаты должны быть безопасны в обращении и носке; 8) должны допускать поверку правильности действия механизма вхолостую; 9) д. б. удобны для бросания из лежачего положения.



Фиг. 7.

Требования производственно-экономические: 1) фабрикация Г. из дешевых отечественных материалов не должна встречать затруднений; 2) Г. должны допускать возможность удобного и простого снаряжения их суррогатными взрывчатыми и отравляющими веществами; 3) должны допускать хранение без запалов.

Лит.: Бомбометы, минометы, снаряды к ним, ручные и руж. гранаты, изд. по расп. ГАУ, П., 1916; Краткое описание устройства и применения ручных гранат марки Ф$_1$ с запалом системы Ф. В. Ковешникова, М., 1928; Описание ручной гранаты обр. 14 г. и правила обращения с нею на службе, изд. по расп. ГАУ, П., 1915; Гаврилов А., Ручные и руж. гранаты, 2 изд., М., 1924; Англ. ручная граната типа Милле, П., 1919; Описание герм. и австр. руж. и ручных гранат, изд. по расп. ГАУ, П., 1917; Schwarte M., Die militärischen Lehren d. Grossen Krieges, 2 Aufl., Berlin, 1923; Zimmerle F., Waffenlehre, Kurzgefasstes Lehr- u. Nachschlagebuch der neuzeitlichen Bewaffnung, B., 1924; Schmitt G., Waffentechnisches Unterrichtsbuch für die Polizeibeamten, B. 2. B., 1925.

В. Годымин.

ГРАНИЛЬНОЕ ДЕЛО, гранильное искусство, шлифовка камней для ювелирных украшений в форме искусственных кристаллов (придание им граней—фасеток, огранка). Задачей Г. д. является выделение из натурального штуфа лучшей части камня, более полное обнаружение его оптич. и колористич. особенностей: блеска, разнообразной окраски, светопреломления и светорассеяния. Т. к. в большинстве случаев объектом Г. д. являются очень твердые минералы, то обработка их требует применения особых методов и особых вспомогательных абразионных материалов, твердые и остроребристые частицы которых обладают способностью внедряться в поверхность обрабатываемого ими тела. К естественным абразионным материалам относятся: алмазный порошок, корунд, наждак (смесь корунда *с железорудными и силикатными минералами*), трепел, пемза и т. п.; к искусственным—карборунд (углеродистый кремний, алундум), крокус, оловянная зола. Особенного труда и искусства требует огранка алмаза, благодаря его твердости.

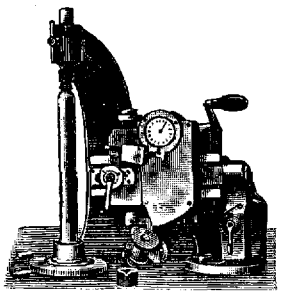
Операция огранки алмаза распадается на несколько отдельных стадий. Первая фаза состоит в подготовке камня, в выделении из него лучшей части. Обычно это достигается искусным обкалыванием камня легкими ударами *молоточка по зубилу*. Задача сводится здесь к использованию физическ. и кристаллографич. особенностей алмаза: скалывая частицы камня параллельно плоскостям спайности, мастер сохраняет естественный октаедр алмаза как исходную форму огранки. Затем вершины двух противоположных пирамид октаедра спиливаются посредством быстровращающегося бронзового диска с натравленным в его ободок алмазным порошком. Т. о. к восьми граням октаедра прибавляются еще две: верхняя более широкая—площадка (тафель) и нижняя, значительно меньшей величины, называемая кюлассой. Затем следует грубая шлифовка посредством железного круга, покрытого алмазным порошком. В этот период работы камень покрывается определенным числом фасеток, нанесенных довольно грубо. В следующей стадии шлифовка становится все более тщательной, переходя мало-по-малу в окончательную отделку, или полировку, камня. С этой целью легкоплавким припоем алмаз впаивается в чашечку особого держателя (dop), прижимающего его к абразионному кругу под строго определенным углом и с определенной нагрузкой. Полирующим материалом служит тонкая алмазная пыль, растертая с оливковым маслом. Обычно на одном круге работают одновременно четыре держателя. Скорость вращения круга м. б. доведена до 2 500 об/м. Время от времени мастер снимает держатели и опускает их в холодную воду во избежание расплавления металлическ. припоя. С помощью лупы гранильщик непрерывно следит за равномерным и точно рассчитанным стиранием фасетки. По окончании одной грани держатель с камнем поворачивается на требуемый угол, и работа продолжается тем же порядком.

Огранка других драгоценных и полудрагоценных камней значительно проще. Подготовка (подбивка) камня достигается опиливанием или даже ощипыванием камня особыми щипцами. Шлифовка и последующая полировка ведутся часто на ручном станке с горизонтальным кругом. На стержень, составляющий ось круга, надевают одним концом деревянный брусок (квадрант), в другой конец которого, ближе к окружности круга, вставляется деревянная палочка (держатель, китшток). Камень приклеивается к оконечности китштока; последний устанавливается в определенном положении и закрепляется под желаемым углом с помощью винта на дуге квадранта. Правой рукой мастер вращает рукоять, приводящую в движение станок; левой—манипулирует квадрантом, прижимая камень к поверхности

круга. Шлифовальный круг натравливается тем или иным абразионным материалом в соответствии с твердостью гранимого камня: карборундом, наждаком и т. п. Полировка производится очень тонкими абразионными материалами (трепелом, крокусом, итальянским порошком), действием которых грани камня освобождаются от множества мельчайших царапин, оставшихся от шлифовки, и приобретают ровный и сильный блеск.

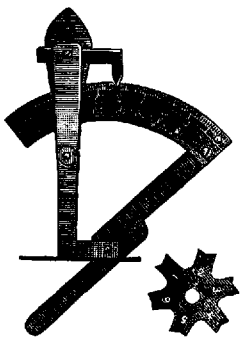
Формы огранки разнообразны: однако это разнообразие вполне закономерно и подчинено определенной системе. От древнейших времен сохранилась обработка камня кабошоном. Различают: 1) простой кабошон, представляющий собой отрезок (сегмент) шара или овоида; 2) двойной (чечевичный) кабошон с симметрично выпуклыми верхней и нижней частями; 3) высокий кабошон—разновидность двойного с сильно развитой верхней частью; 4) полый или выпукло-вогнутый кабошон с углублением в нижней части. Кабошонная обработка выгодна: 1) для непрозрачных камней с сильным поверхностным блеском (авантюрин, кошачий глаз); 2) с переливами цветов (опал, адуляр, лабрадор, астеро-сапфир); 3) для полупрозрачных (халцедон, сердолик, хризопраз); 4) для прозрачных, но слишком густо окрашенных (некоторые разновидности граната); в последнем случае с выгодой применяется форма полого кабошона.

Изобретение настоящей фасетной огранки приписывается Людвигу ван Беркену, жившему во 2-й половине 15 века в Брюгге. Первым объектом такой огранки был алмаз, натуральная форма к-рого легла в основу всего дальнейшего развития гранильного искусства. Вначале дело сводилось к простому спиливанию вершин обеих пирамид октаедра с последующим зашлифовыванием естественных его граней. Это называлось табличатой огранкой. Позднее получила распространение огранка розой, сохраняющаяся в наше время лишь для небольших камней. Розе дается плоское основание; верхняя часть ее сложена треугольными фасетками, сбегающими к общей вершине; число фасеток—от 12 (антверпенская роза) до 24 и даже иногда до 42 (венечная роза). Начиная с конца 17 в., получает развитие бриллиантовая огранка. В наше время она применяется к обработке многих драгоценных камней; наибольший эффект получается при такой именно огранке алмаза, с оптич. и кристаллографич. свойствами к-рого она д. б. строго согласована. Надлежащим образом подготовленный октаедр алмаза подвергается следующим операциям: вершина верхней пирамиды спиливается на $^5/_{18}$ оси октаедра; вершина нижней—на $^1/_{18}$; в результате верхн. усеченная пирамида, называемая коронкой, оказывается ровно в два раза ниже павильона, или базы, нижней усеченной пирамиды. Затем на камень, не считая верхней площадки и нижней кюлассы (полученных спиливанием) наносятся обычно 56 граней-фасеток, располагаемых в строго предписанном порядке; все грани имеют определенное название: 1) площадка, 8 звездных граней, 4 верхних главных, 4 верхних угловых, 16 верхних неполных или половинных, 16 нижних неполных, 4 нижних угловых, 4 павильонных или нижних главных, 1 кюласса. Срединная черта, отделяющая коронку от павильона, называется рундистой. Отступление от этой системы заключается в изменении числа фасеток; увеличение или уменьшение их выражается обычно числами, кратными восьми; соответственно с этим имеются следующие варианты бриллиантовой огранки: лестничная форма—40 граней (не считая площадки и кюлассы); двойной, или лиссабонский, бриллиант имеет 72 грани, а «двадцатый век»—80 или 88 граней. Существует еще португальская грань, с двумя рядами ромбических и тремя рядами треугольных фасеток на верхней и нижней части камня, и звездная грань, когда шестиугольная верхняя площадка окружена треугольными фасетками, образующими с нею шестилучевую звезду. Бриллиантовая форма придается, кроме алмаза, многим драгоценным и цветным камням, обладающим сильным блеском (рубин, циркон, турмалин, топаз и др.). Камни, в к-рых ценится только красота окраски (изумруд, сапфир и т. п.), шлифуются в простые табличатые формы с широкой площадкой.



Фиг. 1.

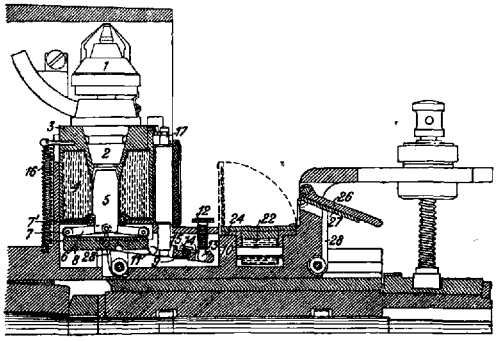
Качество огранки зависело гл. обр. от личной талантливости, сноровки, чутья того или иного мастера. В этом отношении нельзя не отметить замечательного мастерства уральских кустарей, давших многие образцы безукоризненной огранки «на глазок». Последнее десятилетие отмечено в европ. и заокеанских странах значительным прогрессом техники Г. д. Большие успехи достигнуты в области механизац. и уточнения ограночных операций. Из сравнит. недавних изобретений следует упомянуть шлифовально-полировальные машины Стерн-Колеран в Нью Йорке (фиг. 1), с автоматическим регулятором стирания фасеток (фиг. 2). Еще более тонким аппаратом является шлифовальный станок Эмиля Лепер в Антверпене с очень сложным электрическим прибором, контролирующим ровность шага шлифовки.



Фиг. 2.

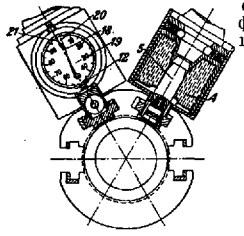
Особенность этой машины (см. фиг. 3—6) состоит в том, что камень подводится к шлифовальному кругу не сверху, как обычно, а снизу. Держатель *1* имеет конич. базу *2*, входящую в соответственную выемку в цилиндре *3*; последний охватывает соленоид *4*, тело к-рого поддерживают два рычажка *6*; свободные

концы их снабжены роликами *7*, опирающимися на подвижной круг *8*; точками опоры для рычажков служат ролики *7'*; подвижной круг *8* поддерживается рычагом *9* с точкой вращения *11*, укрепленной на раме *10*. Регулировка производится винтом *12*, оканчивающимся шариком *13*; последний охватывает пружина

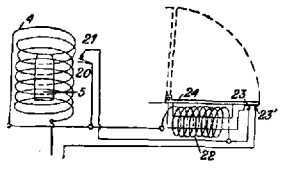


Фиг. 3.

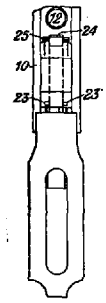
с развилкою *14*, прикрепленная к рычагу *9* винтом *15*. Пружина *16* оттягивает цилиндр *3*, связанный со штифтом 17, когда прерывается ток в соленоиде *4*. При прохождении же тока через соленоид *4* стержень *5* втягивается. Рычаг *6* действует на круг *8* так, что весь механизм держателя с камнем приподнимается к кругу. При выключен. тока механизм опускается. Вращение шлифовального круга отмечается на индикаторе *19*. Стрелка его *18* снабжена контактом *20*, а циферблат стержнем *21*, совпадающим с нулевым делением. Циферблат и стрелка образуют приспособление, прерывающее ток при взаимном соприкосновении. Циферблат устроен подвижным. Электромагнит *22* включен параллельно эл.-магниту *4*. Витки электромагнита *22* короче, чем у электромагнита *4*, что исключает возможность искрения контакта *20-21*. Когда ток проходит через электромагнит, последний притягивает пластинку *24*, замыкающую контакты *23* и *23'*. При выключении пластинка поднимается пружиной *25*. Контроль положения держателя по отношению к шлифующей плоскости производится при помощи ручного рычага *26*, пружины *27* и тяги *28*. Это необходимо во избежание резкого нажима на камень при пуске тока. В начале работ циферблат поворачивается относительно стрелки на величину, соответствующую толщине снимаемого слоя. Придерживая держатель ручным рычагом *26*, пускают ток. Затем постепенно отдают рычаг, и камень становится в рабочее положение. Движение циферблата отмечает ход шлифовки: при соприкосновении стрелки с нулем держатель с камнем отрывается от шлифующего круга.



Фиг. 4.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

Наряду с механическ. усовершенствованиями, следует отметить усилившееся стремление вырабатать вполне научные и строго индивидуализированные методы отыскания оптимума огранoчной формы в связи с физическими свойствами данного камня.

Наибольшего развития Г. д. достигает в настоящее время в Бельгии (Антверпен—11 000 гранильщиков алмаза). В Голландии (Амстердам—10 000 гранильщиков), Франции (Париж—1 700), С. Ш. А. (Нью Йорк—500), Германии (Оберштейн, Идар). Сапфир и циркон гранятся на Цейлоне, гранат—в Турнове и Яблонце (Чехо-Словакия). У нас Г. д. было сосредоточено на Петергофской и Екатеринбургской (ныне Свердловской) фабриках. Огранка наиболее драгоценного русского камня—изумруда—в настоящее время производится на Свердловской ф-ке, принадлежащей гос. тресту «Минеральное сырье».

Лит.: Пыляев М., Драгоценные камни, СПБ, 1896; Зверев, Гранильный промысел на Урале, Екатеринбург, 1887; Ферсман А. и Плодовец Н., Петергофская гранильная фабрика в ее прошлом, настоящем и будущем, П., 1922; Ферсман А., Задачи в области обработки цветного и драгоценного камня СССР, Драгоценные и цветные камни СССР, т. 3, Л. (печатается); Bauer M., Edelsteinkunde, Leipzig, 1909; Kunz G., Gems and Precious Stones, New York, 1894; Kraus E.H. and Holden E. F., Gems and Gem Materials, New York, 1925; Laurent-Vervolg, Der Diamant, Eigenschliff u. Bearbeitung, Antwerpen, 1924; Ursprung, Geschichte und Technik der Achat- u. Edelsteinindustrie von Oberstein—Idar, «Deutsche Goldschmiede-Ztg», Leipzig, 1928, H. XXXVII; Progress in Abrasive Invention, «Abrasive Industrie», Cleveland, 1924, v. 5, *10*, p. 259. **Г. Будаков.**

ГРАНИТ, глубинная, кислая порода, состоящая из щелочного полевого шпата (ортоклаз, микролин), кварца и какого-нибудь цветного минерала из группы слюд (биотит, мусковит), амфибола (роговая обманка) и пироксена (авгит, гиперстен). Из второстепенных минералов присутствуют апатит, магнетит, титанит, циркон, пирит, турмалин, хлорит, эпидот. В среднем, минералогич. состав (без второстепенных минералов): полевые шпаты 40—60%, кварц 30—35%, слюда или амфибол 5—15%. В зависимости от минералогич. состава Г. делятся на: биотитовый, мусковитовый, двуслюдяной, роговообманково-биотитовый, пироксено-биотитовый, гранатовый, турмалиновый и т. д. Уд. вес Г. 2,6—2,7; твердость 6—8; цвет—светлый сероватый, до мясно-красного; врем. сопротивление сжатию 1 000—2 400 *кг/см²*. Химический состав нормальных Г. характерен большим содержанием кремнекислоты, окиси алюминия и щелочей и сравнительно малым—железа и кальция (табл. 1).

По величине кристаллов Г. различают мелко-, средне- и крупнозернистые. Формы залегания: глубинные массивы—батолиты и интрузивные массивы—лакколиты и жилы. Возраст Г. преимущественно архейской эры. Выветривание Г. сопровождается образованием каолинов (в Г., бедных железом) и песчаных глин. Динамометаморфизм ориентирует пластинки слюды перпендикулярно направлению давления, и Г. принимает сланцеватое сложение (гранитогнейс). Г.—самая распространенная глубинная горная порода. Добыча Г. в СССР приведена в табл. 2.

При выборе Г. для сооружений необходимо руководствоваться следующим: 1) Г. не должен содержать пирита (особенно Г., предназначающиеся на подводные сооружения), к-рый, выветриваясь, образует серную к-ту, разрушающую Г.; 2) Г. мелкозернистые прочнее крупнозернистых и гранит-порфиров; 3) увеличение содержания кварца увеличивает прочность Г., тогда как слюда, наоборот, уменьшает, особенно в Г. сланцеватых; 4) Г., идущий на постройки, д. б. свежим, с блестящими плоскостями полевых шпатов; помутнение полевых шпатов—

Табл. 1.—Химический состав гранита.

Виды гранита	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	P_2O_5
Средний валовой состав Г. (из 236 анализов)	69,92	0,39	14,78	1,62	1,67	0,13	0,97	2,15	3,28	4,07	0,78	0,26
Калиевый Г. из Корнваллиса (Англия)	70,65	—	16,16	1,53	1,52	—	сл.	0,55	0,54	8,66	1,22	—
Калий-натровый Г. (рашакиви) из Реде в Швеции	72,93	0,50	13,87	1,94	0,79	0,14	0,51	0,74	3,68	3,74	1,18	—
Рашакиви из Малина, Коростенского округа УССР	69,03	—	13,84	1,70	3,41	—	0,12	1,85	3,89	5,51	0,94	—
Мелкозернистый биотитовый Г., Дых-су, Кавказ	69,53	—	15,48	1,40	1,22	—	1,18	2,77	4,29	3,98	0,42	—
Биотитовый Г., Яблоновый хребет, Сибирь	74,03	—	13,60	0,09	0,95	—	0,15	0,30	3,71	2,14	1,17	—
Порфировидный Г., Радомысльск. района, Волынского округа УССР	72,20	—	14,88	1,91	—	0,16	0,22	1,81	3,11	4,87	0,56	0,49
Нордмаркит, окр. Осло (Норвегия)	64,04	0,62	17,92	0,96	2,08	0,23	0,59	1,00	6,67	6,08	1,18	—
Гранодиорит (среднее из 12 анализов)	65,10	0,54	15,82	1,64	2,66	0,05	2,17	4,66	3,82	2,29	1,09	0,16

первый показатель начавшегося выветривания Г.; 5) не рекомендуется при добыче употребление сильных взрывчатых веществ, вызывающих появление в Г. мелких (иногда

Табл. 2.—Добыча гранита в СССР (в *т*). *

Районы добычи	1913 г.	1924/25 г.	1925/26 г.
Карелия	—	1 981	6 659
Крым	53 641	—	—
Сибирь	—	38 101	56 089
Украина	1 247 488	210 659	630 004
Закавказье	7 317	440	—

* В С. Ш. А. за 1920 г. добыто Г. 4 760 000 *т* на сумму 25 млн. долл.

незаметных на-глаз) трещин, обнаруживающихся только при дальнейшей обработке монолитов или уже в готовых изделиях. Вследствие неодинакового коэфф-та расширения слагающих Г. минералов огнеупорность его не особенно значительна: гранитные лестницы при пожаре нередко трескаются. Этим же объясняется сравнительно более быстрое разрушение от нагревания солнцем стен сооружений из гранита, обращенных на юг. См. *Справочник физ., хим. и технолог. величин.*

Лит.: Абрамов Н. М., Испытание каменных материалов, СПБ, 1907; Абрамов Н., Естеств. строительн. камни Юга России, Новочеркасск, 1927; Лямин Н., Естеств. строит. материалы, М., 1926; Эвальд В., Строит. материалы, их свойства, испытание и приготовление, ч. I—Строительное товароведение, Л., 1926; Григорьев Н., Строит. материалы, их свойства, условия приемки и хозяйств. заготовка, М., 1927; Мушкетов И., Курс петрографии, СПБ, 1904; Лучицкий В., Курс петрографии, П., 1910; Симинский К., Теория прочности гранитов, «СП», 1926. **П. Тополь ницкий.**

ГРАНКА, произвольное число строк набора, связанных для получения корректурных оттисков (последние также называются Г.). Обычно длина Г. не превышает 12—15 квадратов (см. *Набор*). После нескольких корректурных правок гранка поступает в *верстку* (см.).

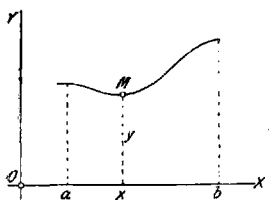
ГРАНУЛИРОВАНИЕ СТЕКЛА, измельчение стекла при переходе его из расплавленного состояния в твердое. Г. с. производится путем выливания в сосуд, в к-ром циркулирует холодная вода, расплавленной массы стекла тонкой струей. Попадая в воду, стекольная масса, вследствие быстрого охлаждения, мгновенно отвердевает, трескается и рассыпается на мелкие частицы, по виду напоминающие поваренную соль. Г. с. применяется в стекольном производстве при удалении стекла, в расплавленном состоянии, при изготовлении специальных материалов, употребляемых для варки тугоплавких стекол, при изготовлении обратного боя в машинном производстве стекла. В последнее время (в частности, у Форда), при остановке больших бассейнов ванных печей на ремонт, содержащаяся в них расплавленная стекольная масса выпускается не в ямы, а гранулируется на конвейерной ленте, движущейся в корыте, заполненном циркулирующей водой. Способ этот имеет большие преимущества, т. к. устраняется необходимость выбивать из ям застывшую стекольную массу. **И. Китайгородский.**

ГРАНУЛИТ, лептинит, эврит, горная порода слоистого сложения; принадлежит к кристаллич. сланцам; главные составные части его: полевой шпат и кварц, небольшое количество слюды и часто граната. Иногда в породе присутствуют и другие минералы: турмалин, авгит, роговая обманка, рутил, апатит, графит, магнетит. Изредка наблюдаются полевые шпаты и гранат в виде порфировидных вкрапленников. По химическому составу Г. приближается к гранитам; для Г. характерно высокое содержание кремневой к-ты (70—75%), большое количество окиси калия, меньшее—окиси натрия и еще меньшее—содержание щелочных земель. Уд. вес породы 2,6—2,7; твердость 6—7; цвет белый, светложелтый или красноватый. При выветривании полевые шпаты превращаются в белую, очень плотную аггрегатную массу слюды и каолина; при сильном выветривании порода превращается в окрашенный соединениями железа желтоватый глинистый щебень с зернами кварца. Главные месторождения описываемой породы находятся в Саксонии, Баварии, Швеции и Норвегии, при чем в Саксонии Г., образующие лакколиты, рассматриваются как метаморфизованные граниты. Технич. применение Г., благодаря его сланцеватости, очень ограничено. В слу-

чае отсутствия в нем слюды Г. иногда применяется для мощения улиц и кладки стен.

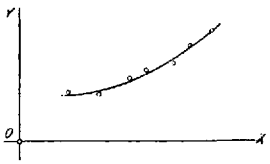
ГРАНУЛЯЦИЯ ШЛАКА (гл. обр. доменного), измельчение шлака путем охлаждения водой расплавленной массы его. Г. ш. производится так: шлак из доменной печи выпускают либо в бассейны с водой, где он приобретает вид песка, либо в особые грануляционные мельницы, где струя расплавленного шлака и струя воды разбиваются при помощи вращающихся тарелок (шлак в виде зерен). Этот шлак применяется для изготовления шлакового цемента, кирпича, всяких бетонных изделий и для дорожного строительства. Пористость шлакового кирпича и бетона сообщает этим строительным материалам изоляционные свойства. Г. ш. дает возможность с выгодой использовать материал, к-рый ранее в качестве отбросов производства шел в отвал. Весьма показателен пример стальной корпорации С. Ш. А., которая в 1926 г. выпустила на рынок около 15 млн. бочек шлакового цемента. См. *Шлак*. **И. Райхинштейн.**

ГРАФИК, наглядное геометрич. изображение течения функции одного независимого переменного. Пусть дана функция $y=f(x)$, при чем каждому численному значению независимого переменного x соответствует определенное численное значение зависимого переменного y. Если взять систему прямоугольных (декартовых) координат на плоскости, по оси абсцисс отложить значения независимого переменного и по оси ординат—значения функции, то каждое значение x вместе с соответствующим значением y определит точку на плоскости. Если $f(x)$—ф-ия непрерывная, определенная для всех значений x в нек-ром отрезке ab $(a \leqslant x \leqslant b)$, то Г. ф-ии будет кривая, характеризуемая ур-ием $y=f(x)$ и обладающая тем свойством, что каждая ордината, восставленная в указанном отрезке, пересекает эту кривую в одной точке, например, M (фиг. 1). Если функция $f(x)$ задана какой-либо ф-лой или таблицей, то легко построить ее Г.; для этого откладывают на осях координат в определенном масштабе (например, на клетчатой бумаге) значения ф-ии для равноотстоящ. значений независимого переменного; полученные т. о. точки соединяют непрерывной линией. Масштабы по обеим осям м. б. взяты различные для большей наглядности чертежа; например, при графическом изображении профиля ж.-д. пути по оси абсцисс откладывают горизонтальную длину пути в масштабе 1 *км* в 1 *см* чертежа, а по оси ординат—высоту в масштабе 10 *м* в 1 *см* с целью более наглядно выявить подъемы и спуски. Для функциональной зависимости, выводимой из опыта (эмпирическая функция), результаты измерений наносят на чертеже отдельными точками, к-рые обычно (вследствие погрешностей наблюдений) недостаточно точно располагаются на плавной кривой; Г. строится так, чтобы наиболее плавн. кривая проходила по возможности близко от точек, т. е. чтобы их расстояния (в обе стороны) от кривой были возможно меньшими; конечно, такое построение несколько произвольно (фиг. 2).



Фиг. 1.

Если дан Г. ф-ии, то по нему можно вычислять значения ф-ии для разных значений аргумента; для этого следует измерить в данном масштабе соответствующую ординату; в частности, можно вычислять для ф-ии, заданной таблицей, ее значения для промежуточных, не данных в таблице, значений аргумента (графич. интерполяция). В механике при построении Г. за независимое переменное берется обыкновенно время; по оси ординат откладывают или скорость или пройденное расстояние, например, для равномерного движения Г. скоростей изобразится прямой, параллельной оси абсцисс ($v=v_0$), а Г. пройденного расстояния—наклонной прямой ($s=s_0+v_0t$); для равноускоренного движения Г. скорости—прямая: $v=v_0+at$, а Г. пройденного пути—парабола: $s=s_0+v_0t+\frac{at^2}{2}$. Построение Г. получило в последнее время настолько широкое применение, что методы наиболее целесообразного их воспроизведения образовали особую дисциплину—номографию.



Фиг. 2.

Лит.: Фихтенгольц Г. М., Математика для техников, М.—Л., 1926. **В. Степанов.**

ГРАФИТ, группа минералов, представляющих крайние члены ряда углеродистых соединений, характеризуемая весьма значительным содержанием углерода сравнительно с Н и О.

Свойства графита. Уд. в. 1,8—2,3. Цвет—от серебристого через темносвинцовый до черного. Г. отличается совершенно исключительною непрозрачностью, превосходя в этом отношении все известные тела; однако, пленки его, толщиною от 0,2 μ, просвечивают. Г. имеет характерный металлическ. жирный блеск («графитовый»); на ощупь жирен и марает руки. Даже на мягких поверхностях он легко дает черту, от серебристой до черной блестящей; отсюда и его название (от $\gamma\rho\acute{\alpha}\phi\omega$—пишу), а по внешнему сходству со свинцом, с к-рым его первоначально смешивали, он называется также plumbago, plombagine, black lead. По твердости Г. стоит между апатитом и ортоклазом, так что твердость его по шкале Моса 5,5, но вовсе не между 0,5 и 1, как это часто указывается. Причина этого ошибочного утверждения—исключительное развитие у Г. плоскостей спайности, вследствие чего слои чрезвычайно легко скользят друг по другу и поэтому дают впечатление мягкости и жирности. Значительная твердость Г. делает довольно затруднительною обработку его и в частности помол. Г. упруг, особенно в тонких чешуйках. Графитовая проволока сгибается, подобно олову, в спираль и имеет сопротивление на разрыв 2 *кг/мм*^{2}. Модуль изгибания 836 *кг/мм*^{2}. Коэфф-т всестороннего сжатия при давлении от 100 до 500 *atm* составляет

$3{,}04 \cdot 10^{-6}$ (на 1 *atm*); при давлении до 5 000 *atm* обнаруживается остающееся сокращение объема, в среднем, $1{,}98 \cdot 10^{-6}$ (на 1 *atm*). Атомная теплоемкость Г. характеризуется следующими данными:

$t°$	Ат. теплоемк.	$t°$	Ат. теплоемк.
28,7°	0,06	623°	4,00
85°	0,30	1 095°	5,40
232°	1,50	1 250°	5,60
412°	3,04	2 000—3 000°	7,60

Теплота плавления около 120 cal/mol с возможной ошибкой 3 cal/mol; $t°_{пл.}$ 3 845° K, $t°_{кип.}$ 4 200° K, а теплота испарения около 120 cal/mol; упругость пара при $t°_{пл.}$ равна $^1/_3$ *atm*. Теплопроводность Г. в направлении главной плоскости 3,55 W-*см*. Коэфф. теплового расширения для разных Г. различен.:

Ачесоновский Г.: $= 5{,}5 \cdot 10^{-7} + 1{,}6 \cdot 10^{-9}t$,
Ботогольский Г.: $= 7{,}45 \cdot 10^{-6} + 5{,}1 \cdot 10^{-9}t$,

где t—темп-ра в °C. Электропроводность Г. металлическая. Уд. электрическое сопротивление цейлонского Г. 0,50 Ω-*м*/*мм*^{2}, т. е. он проводит приблизительно так же, как никелин, и в 2,5 раза лучше ртути. Сопротивление графитового порошка (в Ω-*см*) выражается, в зависимости от давления x (в *кг*/*см*^{2}) соотношением: $y = \frac{a}{x} + b$, где a зависит от природы данного материала, а b для всех Г. равно 0,0075. Темп-рный коэфф-т электропроводности отдельных кристаллов Г. отрицателен, а порошка—положителен. В термоэлектрическом ряду Г. стоит между палладием и платиной; при $t°$ спаев 100 и 0° платиново-графитовая пара имеет эдс 25 mA, при чем ток идет в нагретом спае от платины к Г. В ряду Вольты Г. помещается в электроотрицательном конце после Rh, Pt, Os, Si и перед B, Ni, As, Se. В воде Г. заряжается электроотрицательно. Г. диамагнитен. В отношении лучеиспускания накаленный Г. есть приблизительно «серое» тело, т. е. не имеет селективного лучеиспускания и поглощения. Коэфф. поглощения не более 0,525. Показатель преломления меняется в пределах от 1,90 до 2,0 для соответственных длин волн 0,436 μ и 0,623 μ, т. е. возрастает с длиною волн. Вопрос о кристаллической системе Г. еще окончательно не решен, но вероятна его принадлежность к тригональной системе. Оптически Г. отрицателен (как кальцит). Все разности графита имеют кристаллическую решетку, и потому деление на кристаллич. и аморфные Г. является несостоятельным; кристалличны также промежуточные между графитами и антрацитами—шунгиты, как показали исследования во Всесоюзн. эл. ин-те. Однако величина кристаллов Г. бывает весьма различна—от нескольких *см* до амикронических кристаллов, образующих каменистую массу «аморфных» Г. и стекловидную—шунгитов. В промежутке между этими крайними членами ряда стоят радиальнолучистые конкреции, крупночешуйчатые Г., затем мелкочешуйчатые, далее шестоватые, криптокристаллические, и, наконец, компактные каменистые.

В химическом отношении Г. отличается малою активностью, трудною сгораемостью при $t°$ около 700°, нерастворимостью ни в органич. ни в неорганич. растворителях; исключение составляют расплавленные металлы: Sb, Bi, Pb, Cu, Ag (в к-рых растворяется от 0,001 до 0,094% Г., выделяющегося при остывании металла), а также Fe; растворы Г. в расплавленном железе представляют особенный интерес в практич. отношении. Окислители при нагревании действуют на различные виды Г. неодинаково, и на этом отношении к окислителям основана классификация Г. (см. табл. 1), впрочем не встречающая общего признания.

Табл. 1.—Классификация графитов.

Вид графита	Реакция Луци (нагревание до 60° с крепкой азотной кислотой при прибавлении бертолетовой соли)	Реакция Броди [обработка смесью серной и азотной к-т (4:1) и прокаливание докрасна на платине]	Месторождение
Собственно графиты	Образуются слюдоподобные золотисто-желт. листочки графитовой к-ты или графитовой окиси	Образуется червеобразно вспучившийся графит с 10—100-кратным увеличением объема (графит Броди)	Цейлон; Тикондерога; Америка (пегматит) и Амити (штат Нью Йорк), Массачузетс, Гринвиль (Онтарио), Аржантейль и Бекингем (Канада); Бороудаль; Монтероза, Калабрия; Премелла; Бамле; Скютюрют (Норвегия), Марбах; Пфафенрейт; Испания
Графититы	Нет заметного изменения	Нет заметного изменения	Альтштадт, Крумау, Шварпбах, Муграу, Пассау, Диденкошф, Буркгардвальде, Фихтельгебирге, Иркутск, Курейка, Сторгардт, Гренландия, Кольфакс (Новая Мексика), Южная Австралия, Монте-Пизано
Графитоиды (шунгиты)	Растворяются	Растворяются	Шунга, Карельская АССР

Различн. месторождения даже собственно Г. дают образцы, показывающие реакции не вполне тождественные, например, вид соединения при реакции Луци получается от явно кристаллического (светложелтый цвет) до аморфного (зеленый). Химически Г. представляет сложное тело, содержащее C, H, O. Кроме того, сжигание Г. дает в остатке золу, содержащую SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, щелочи, Mn и Cr. Зола получается гл. обр. из механическ. примесей вмещающих пород;

однако, часть этих металлов м. б. входит в химич. состав органич. соединений, образующих Г. При нагревании Г. из него легко выделяются летучие, но остается невыясненным, связаны ли они с Г. механически или химически. Исследованиями в Всесоюзн. эл. ин-те установлено структурн. изменение Г. при обработке к-тами и прокалке. Часть Н (от 0,05 до 0,17%) остается в составе Г. и после самой тщательной обработки. Состав Г. различных месторождений сопоставлен в табл. 2, при чем данные о графитовых

Табл. 2.—Состав графитов различных месторождений.

Название месторождений	Состав графитов в %			Состав золы в %						
	летучие	C	зола	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	S	потери щелочи
Кумберленд (Англия)	1,10	91,5	7,35	52,5	28,8	12,0	6,0	—	—	1,20
Пассау (Бавария)	7,30	81,08	11,62	53,7	35,6	6,8	1,7	—	—	2,2
Муграу (Богемия)	4,10	91,05	4,75	61,8	28,5	8,0	0,7	—	—	1,0
Канада	1,82	78,48	19,70	65,0	25,10	6,20	0,5	—	—	1,2
Мадагаскар	5,18	70,69	24,13	52,6	39,6	6,8	1,2	—	—	0,6
Курейка	1,07	92,86	6,72	33,37	16,35	24,21	3,45	12,10	0,08	—
Ботогол	—	77,53	—	30,77	10,58	17,34	37,08	1,04	—	—
Кошары-Александровское	—	17,40	65,79	56,68	10,65	9,41	9,31	3,0	—	—
Бердянск	—	7,56	—	40,98	12,53	2,94	27,58	2,90	0,29	—

месторождениях СССР заимствованы из материалов Института прикладной минералогии и металлургии, а иностранных—указаны по Муассану.

Природа Г., как химич. соединения, не выяснена, и в частности не установлено структурное различие разных видов Г. По общему же характеру своей структуры Г.—соединения полициклические и м. б. даже рассматриваемы как прототипы прочих соединений циклическ. типа. Опыты Муассана с получением искусственных Г. устанавливают источник различного отношения их к реакции Луци: Г., выделенные из расплавленного металла, вспучиваются, тогда как полученные действием одной только высокой $t°$ дают отрицательную реакцию Луци. Окисление Г. ведет к образованию ряда соединений, вид и состав к-рых на каждой стадии различен, очевидно в соответствии с различием исходного вещества. Таковы: окись Г., пироокись Г., или вторичный Г. Сименса, применяемый для искусственных углей, меллитовая к-та, графитовая к-та, гидроокись Г. и т. д. Теплота сгорания Г. 7 831 cal/г для α-Г. (геологически более древнего) и 7 856 cal/г для β-Г. (более молодого). **П. Флоренский.**

Месторождения графита. С точки зрения генезиса, месторождения Г. могут быть разделены на 3 главные группы: 1) Контактовые, образовавшиеся из залежей каменного угля или других углистых веществ, в силу контактового метаморфизма. Эти месторождения, наиболее распространенные, представляются в виде пластов, тянущихся на большие расстояния. Происхождение углерода органическое; структура Г. криптокристаллическая (аморфный); разность—графитит. 2) Магматические, образовавшиеся путем выпадения графита из расплавленных силикатов магмы. Месторождения имеют форму линз, или чечевиц. Происхождение углерода двоякое: неорганическое (глубинное) и органическое, когда он образовался вследствие расплавления магмой лежащих на ее пути осадочных карбонатных пород. Структура Г. кристаллическая, частью криптокристаллическая. 3) Пневматолитические, образовавшиеся, при участии термальных растворов, из газообразных эманаций и водяных паров, выделяющихся при невысоких $t°$ из охлаждающихся интрузий гранитов и подчиненных им пород. Характер залегания—в виде жил или штоков. Происхождение углерода—преимущественно неорганическое; структура—кристаллическая (чаще чешуйки различных размеров). Главнейшие месторождения Г., кроме СССР, приведены в табл. 3.

Месторождения СССР. В пределах Союза насчитывается до 150 месторождений как аморфного, так и кристаллич. Г., однако имеющиеся о них сведения весьма поверхностны, и лишь в последние годы начато детальное изучение наиболее известных. Курейское месторождение аморфного Г. расположено по обоим берегам р. Курейки, впадающей в р. Енисей в 150 *км* ниже г. Туруханска. Месторождение, находящееся в 100 *км* выше устья Курейки, сложено пермокарбоновыми (тунгусскими) песчаниками, графитовыми и песчанистыми сланцами. Свита прорвана интрузией диабаза, обусловившей образование Г. из камен. угля, и представляет собой вид жил, покровов и межпластовых залежей. Графитовый пласт подстилается кристаллическим известняком. На участке в 100 000 $м^2$ произведена детальная разведка, установлены мощность пласта в 15 *м* и действительный запас Г. в 2 250 000 *т*. В средней пробе необогащенной «руды» содержится 92% С. На некоторых горизонтах содержание углерода доходит до 97,5%. Другие Туруханские месторождения (по Нижней Тунгуске, Бахте, Фотьянихе), менее доступные, также очень мощны, и Г. по качеству не уступает курейскому. Ботогольское (Алибековское) месторождение в Тункинских горах В. Саяна (Бурято-Монгольской ССР) сложено древними известняками и сланцами, метаморфизованными в силу контакта с нефелиновыми сиенитами. Залежи Г. представляются в виде штоков среди нефелиновых сиенитов, а также в виде пластов на контакте известняка с последними. Г., по б. ч. кристаллический, с содержанием 57—83% С, издавна (с 50-х гг.) славится как наилучшее сырье для карандашного производства. Предварительной разведкой 1927 г. выявлено 10 000 *т*

Табл. 3.—Главнейшие месторождения графита (кроме СССР).

	Происхождение	Вмещающие породы	Залегание	Разности графита
О-в Цейлон	Пневматолитическое	Гранулит	Жильное	Чешуйчатый Игольчатый Розетка
Канада (Квебек, Онтарио)		Гнейс и кристаллич. известняк		Чешуйчатый Хлопьевидный
Штирия	Контактовое	Сероваковые	Пластовое до 16 *м* мощности	Аморфный
Нижн. Австрия		Графитизированный и каолинированный гнейс		Аморфный Кристаллический
Чехия (Шварцвальд, Крумау, Муграу, Шварцбах)	Пневматолитическое	Твердый графитовый сланец	Жильное	Кристаллич. (граф. сланец) Аморфный (жирный графит)
Моравия (Гольденштейн, Альтштадт, Муглия и др.)		Кристаллич. известняк Гнейс Кварцит	Пластовое, до 1 *м* мощности	Кристаллический Мягкий, листоватый (чаще твердый, плотный)
Бавария (Пассау)	Пневматолическое	Кордиеритовый гнейс	Штоковое	Чешуйчатый (примесь рутила и пирита)
Италия (Пинероло, Лигур. Альпы)	Контактовое	Гнейс Слюд. сланец Филлит	Линзообразное	Мягкий, жирный
Мадагаскар	Пневматолитическое	Латерит из графитоносного гнейса	Линзообразное	Чешуйчатый Аморфный
С. Ш. А. Штаты: Нью Йорк, Пенсильвания, Алабама, Мичиган, Калифорния и др.	Пневматолитическое	Кварциты	Жильное, линзообразное	Кристаллический Аморфный
Мексика Штат Сонора	Контактовое	Метаморфизованный песчаник	Пластовое, крутопадающее мощностью 2,7—3 *м*	Аморфный
Корея	—	Гнейс	—	Кристаллический Чешуйчатый Аморфный

действительного и 26 000 *т* вероятного запаса. Геологически возможные запасы оцениваются в несколько сот тысяч *т*. На Урале открыт целый ряд месторождений (па оз. Елапчик с 1826 г.), из к-рых промышленный интерес представляет Баевское, в Каменной даче Пермского округа Уральской области, на правом берегу р. Баевки, близ д. Фадиной. Графитовые сланцы, с содержанием 23—50% С, достигают мощности 2 *м*. Добыча ведется шахтой до 50 *м* глубины. Месторождение эксплоатируется Шадринск. промышленным комбинатом.

В УССР, в различных пунктах южнорусской кристаллич. полосы, наблюдаются выходы графитоносных пород. Залежи промышленного значения выявлены в трех районах: Прибугском, Криворожском и Приазовском. В Прибугском районе месторождения чешуйчатого Г. сосредоточены в сс. Капитоновка, Люшневата, Кошары-Александровское и м. Хошеватое. Рудой является графитизированный биотитовый гнейс. В средней пробе Кошары-Александровской руды—17,4% углерода. Здесь разведкой 1927 г. выявлено 200 000 *т* руды. В Криворожском районе месторождения расположены по р. Желтой у с. Камчатки и по балке Власовой у с. Петрова. Графитизированный гнейс залегает столбообразными гнездами и является высокопроцентной рудой с 30—40% С, а в некоторых небольших линзах («рыбки») содержание С доходит до 75%. Промышленные запасы этого типа руды пока не выяснены. В окрестностях с. Петрова имеют большое распространение графитовые сланцы с средним содержанием 10% С. Разведками 1926—27 гг. определен запас в 1 500 000 *т* мелкочешуйчатого Г. Руда с. Петрова доставляется на Мариупольский з-д треста Химуголь для переработки. К Приазовскому району относятся месторождения, тяготеющие к Мариуполю (Вишняки, Каратюк и Темрюк), а также Бердянские (с. Троицкое). Графитоносные гнейсы прорезаны жилами светлоокрашенных гранитов, аплитов и пегматитов. Последние иногда графитизированы настолько, что превращаются в руду. Графит—крупночешуйчатый. Действительные запасы руды, с средним содержанием С в 10%, составляют, по неполным данным, свыше 100 000 *т*. Возможные запасы, в особенности месторождений с. Троицкого, весьма значительны.

На Кавказе наибольшего внимания заслуживает Джимаринское пластовое месторождение, расположенное в верхней части Даргавского ущелья, в 6,5 *км* от с. Джимары и в 50 *км* от Владикавказа. Чешуйчатый графит залегает прослойками, мощностью до 22 *см*, между глинистым сланцем и темным кварцитом. Запасы определяются в 112 000 *т*. В средней пробе содержится 50% С. В Киргизской степи имеется много месторождений Г., часть к-рых (например, Ионновское и Айгаджальское) прежде разрабатывалась.

Обогащение графита. Обогащение графита для удаления из него примесей совершается механическим (сухим и мокрым), химическим или электрическим способами (см. *Обогащение полезных ископаемых*). Предварительная сортировка производится еще в забое. Вторая сортировка заключается в дроблении до 13—25 *мм* и грохочении. Графит, как более мягкий, легче дробится и проходит через грохот, а плотные изверженные породы, кристаллические известняки, пропитанные пиритом сланцы, известково-кремнистые породы и т. п. примеси остаются. При небольших размерах добычи операции дробления и грохочения производятся вручную. Хороший Г. (например, курейский) уже после сортировки содержит 90—92% С и в таком виде применим в ряде производств (электротехнич., карандашное). Для удаления оставшихся примесей, в особенности для обогащения бедных руд, последние подвергают постепенному измельчению, при чем продукт классифицируют по крупности зерна, смешивают с водой и разделяют на столах с качающейся рифленой поверхностью (стол Вильфлея), где достигается расслаивание материала на концентраты и хвосты. Концентраты передаются на флотацион. машины (типа Келлоу или Рут), основанные на том, что Г. не смачивается водой. Для усиления несмачиваемости Г. в пульпу (смесь тонко измельченного Г. с водой в отношении 1:6) прибавляют 0,1% минеральных или 0,05% растительных масел (керосин, эвкалиптовое, сосновое, креозот, скипидар и т. п.). Под влиянием механич. агитации пульпы в присутствии воздуха (к-рый поступает непосредственно из окружающей атмосферы или вдувается) Г. всплывает, образуя пену, примеси же падают вниз. Концентрат подвергают обезвоживанию, уплотнению и сушке. Процесс повторяют несколько раз, до получения совершенно чистых концентратов. Флотационным методом зольность курейского Г. снижается до 5,2%, а содержание С в украинской руде с 7—15% доводится до 90—95%. Остающиеся после флотации примеси удаляют воздушным сепаратором. Для руд, содержащих слюду, применяют электростатич. метод, основанный на различии в электропроводности составных частей руды. В процессе размола Г. загрязняется частицами железа от истирающихся шаров или валков. Для рафинирования служит электромагнитный сепаратор.

Химический метод обогащения заключается в том, что путем обжига Г. до 600° пирит переводится в окись железа. Материал обрабатывается соляной и фтористоводородной к-тами, промывается и сушится. Этот метод, дающий весьма большой эффект, не имеет промышленного применения, вследствие высокой стоимости реагентов. Обогащение способом флотации обходится значительно дешевле (в С. Ш. А.—1,5 долл. за *т*).

Условием применения Г. в некоторых отраслях промышленности (карандашная, смазочная, красочная, литейная), кроме отсутствия примесей, является также максимальная тонкость зерна (пылевидный, коллоидальный Г.).

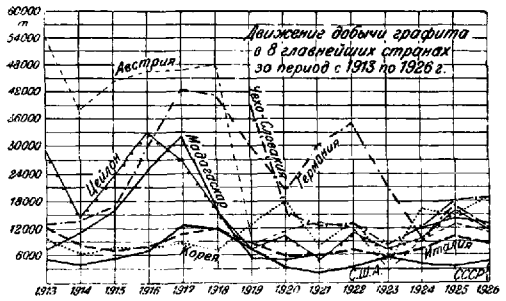
Искусственный Г. отличается низким содержанием золы (0,017—0,116%) и может быть получен: 1) путем растворения угля в расплавленных металлах (чугун, железо, серебро); при медленном охлаждении углерод выделяется в виде гексагональных

табличек Г.; 2) при переработке угля в светильный газ (ретортный Г.); 3) путем разложения углеродистых соединений при высокой $t°$ (способы Ачесона и Джерарда-Стрейта). Пользуясь дешевой энергией Ниагарского водопада, Ачесон добывает в электрич. печах своего з-да из смеси антрацита с нефтяным коксом чистый Г. с содержанием 99,8% С. С 1906 г. он вырабатывает молекулярно измельченный коллоидальный Г., который смешивается, не давая осадка, с маслом (ойлдаг) и с водой (аквадаг). Оба продукта имеют широкое применение в качестве смазочных материалов. В табл. 4 показаны размеры производства искусственного Г. Ачесона. Искусствен. Г. в небольшом количестве производится также в Канаде.

Табл. 4.—Производство искусственного графита Ачесона.

Годы	Тонны	Годы	Тонны	Годы	Тонны
1915	2 310	1919	3 710	1923	12 164
1916	1 817	1920	3 364	1924	5 483
1917	4 761	1921	2 676	1925	6 068
1918	4 174	1922	5 914		

Экономика. Мировая добыча Г. характеризуется приложенными диаграммами



Фиг. 1.

(фиг. 1 и 2). Общая добыча в 1926 г. составила 102 605 *m* и распределялась между отдельными месторождениями следующим образом:

Цейлон	11 810	Канада	2 351
Австрия	10 750	Мексика	4 435
Чехо-Словакия	13 110	Корея	18 723
Германия	12 500	Сибирь	2 000
Италия	8 800	Урал	1 000
Мадагаскар	11 454	Украина	1 000
С. Ш. А.	4 672		

Потребителями Г. являются гл. обр. страны с развитой сталелитейной и электротехнич. промышленностью (С. Ш. А., Англия, Германия, Франция, Бельгия и Чехо-Словакия). Первые четыре страны расходуют помимо собственной продукции значительные количества иностранного Г. (табл. 5).

Табл. 5.—Импорт графита в *m*.

Годы	С.Ш.А.	Англия	Германия	Франция
1913	26 000	20 000	37 168	8 000
1922	12 000	9 000	17 343	9 185
1923	20 000	—	13 861	—
1925	17 748	17 017	23 717	12 872

Германия потребляет 40% мировой добычи (около 50 000 *m* в год), импортируя главным образом австрийский, чехо-словацкий, и—меньше—мадагаскарский и цейлонский Г. Потребление С. Ш. А. указано в табл. 6.

Табл. 6.—Потребление графита в С.Ш.А.

Годы	Собств. добыча		Импорт		Искусств. графит	Всего
	кристалл.	аморфного	кристалл.	аморфного		
1924	900	4 071	5 439	10 396	5 483	21 829
1925	1 129	3 536	8 538	9 210	6 068	28 481

С. Ш. А. ввозят цейлонский, корейский и мадагаскарский Г. На английский рынок Г. поставляют: Цейлон, Индия, Канада, Мадагаскар и др. Главными мировыми рынками являются Лондон и Нью Иорк.

Цены. С 1918 по 1923 г., в силу уменьшения спроса и наличия больших запасов, цены беспрерывно падали, но затем, благодаря восстановлению европейской, в особенности—германской металлургии, наметилось укрепление цен вместе с подъемом мировой добычи. Однако, во второй половине 1926 г. мировая добыча снова несколько понижается. В табл. 7 сопоставлены цены на ходовые сорта Г.

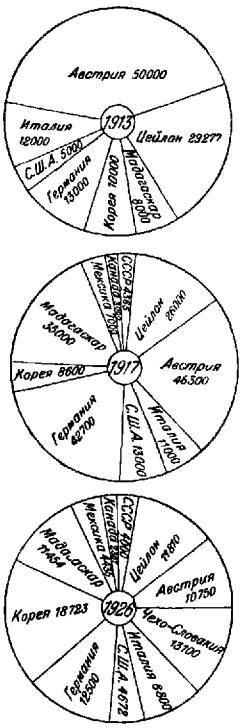
Табл. 7.—Цены на графит.

Годы	Лондон	Нью Иорк
	Мадагаскарский № 1	Цейлонский кусковой
	Фн. ст. за *m*	Центы за англ. фн.
1914	31	—
1915	33	20
1916	35—36	20—28
1917	46	28—33
1918	40	$25^3/_8$—$28^1/_8$
1921	18	$5^1/_2$—6
1922	18	5—6
1923	12	5—6
1924	12	$5^1/_2$—7
1925	25—30	$7^1/_2$—$9^1/_2$
1926	23—27	$6^1/_2$—9
1927	23—25	8—9

В 1928 г. в мае м-це за цейлонский Г. уже снова платили 8—$8^1/_2$ ц., а за мадагаскарский 7—8 ц. за англ. фн. фоб Нью Иорк. Цены на аморфный графит почти стабильны; корейский в кусках 6—7, молотый 10—12 фн. ст. за *m*; мексиканская руда (crude)—15—35, молотый—50, а искусственный Г.—60 долл. за *m* (Нью Иорк).

Графитовая промышленность СССР. До 1914 г. небольшие предприятия существовали: на Украине, где с 1910 г. в Мариуполе функционировали 2 завода для переработки руды месторождения Старый Крым (в 10 *км* от Мариуполя), с производительностью 250—300 *m* обогащенного Г. в год; в Туруханском крае и на Урале. Потребность страны удовлетворялась гл. обр. импортом. По данным Московской таможни, в 1913 г. ввезено было 4 193 *m* Г. на сумму 576 000 р. и графитовых изделий на 756 000 р. Во время войны 1914—18 гг. собственная добыча усиливается: производительность мариупольских з-дов поднимается до 2 000—2 500 *m* в год; идет интенсивная добыча в

Курейском, Ботогольском и Баевском месторождениях, организуется собственное производство тиглей и т. п. изделий. После войны 1914—18 гг. несмотря на сжатие металлопромышленности и наличие послевоенных запасов, месторождениям Г. уделяется много внимания, при чем учитывается возможность экспорта. Впервые начинается систематическ. разведка месторождений, в первую очередь Курейского как наиболее мощного, имеющего несомненно мировое значение. В 1926 году начало функционировать Акц. общество «Руссграфит», оборудовавшее рудник на Курейке и наладившее добычу Г.: в 1925 26 г.—2 000 *m*, в 1926/27 г.—4 500 *m*. Одновременно возобновили работу мариупольские графитовые заводы, перешедшие к тресту Химуголь, к-рый начал разведку украинских месторождений. На Ботогольском месторождении добычу Г. начал в 1927 г. трест «Минеральное сырье»; оживилась также работа на Баевском месторождении.



Фиг. 2.

Потребление Г. в Союзе, в связи с восстановлением промышленности, возрастает и достигло, по приблизительным вычислениям, в 1925/26 г.—2 350 *m*, в 1926/27 г.—3 000 *m*. Импорт хотя увеличивается, однако не пропорционально потреблению, т. к. значительная часть последнего удовлетворяется собственной добычей. В табл. 8 приведены данные об импорте Г. и изделий из него.

Табл. 8.—Импорт графита и изделий из него.

Название товара	1924/25 г.		1925/26 г.		1926/27 г.	
	m	тыс. руб.	*m*	тыс. руб.	*m*	тыс. руб.
Графит в кусках	101	31	—	—	130	43
Графит молотый	119	57	508	181	582	203
Огнеупорн. изд. и тигли	33	21	115	40	303	167
Электроды, щетки и др.	276	222	564	172	488	221
Сухие элементы	16	54	23	100	20	64
Итого	545	385	1210	493	1523	698

Дальнейшее развитие графитовой промышленности связано с осуществлением ряда мероприятий, куда относятся: систематическое изучение месторождений чешуйчатых Г.; уточнение и применение методов обогащения с использованием опыта З. Европы, Канады и Мадагаскара и дооборудование рудников. Капитальные затраты, согласно пятилетнему плану, определяются в 2 300 000 р., а именно:

Курейский рудник	900 000 р.
Криворожский рудник (УССР)	500 000 »
Ботогольский рудник	600 000 »
Фабрика красок и смазок	150 000 »
Тигельный завод	150 000 »

Возрастающее потребление аморфного Г. в З. Европе и Америке, за счет кристаллического (в настоящее время это отношение достигло 3:2), и существование громадных запасов этого минерала в СССР, превосходящего по качеству заграничные сорта, позволяют строить широкий план реализации и на внешнем рынке.

По данным мировой статистики, потребление Г. распределяется между различными производствами след. обр. (в %):

Тигельное и литейное	75
Электротехника	10
Карандашное	5
Краски и смазки	5
Военная промышленность	2
Прочие	3

Лит.: Николаев П., Графит, «ГЖ», 1878, *9*; Ячевский Д., Алибековское месторождение графита. Геологич. исслед. и разведочные работы по линии Сиб. ж. д., вып. 11, СПБ, 1899; Степанов П. И., Месторождения графита в СССР, «Естеств. производит. силы России», т. 4, вып. 21, 2 изд., Л., 1922; Обручев С., Графиты и угли Туруханского края, «ГЖ», 1922, *3—5*, *6—9*; Чирвинский В., Графиты Украины, Киев, 1924; Вернадский В., Опыты описат. минералогии, т. 1, вып. 1, П., 1908; Шапиро И., О технич. и экономич. возможности промышл. использования Курейского месторождения графита, «ГЖ», 1925, *6*, стр. 444; его же, Курейская горноразведочная экспедиция 1924—25 г., «МС», 1926, *1*; его же, Графит, его свойства, применение и мировая добыча, там же, *3*; его же, Организация промышленного предприятия на Курейском месторождении графита в Туруханском крае в 1925 г., там же, *9*; Чижевский Н. Н. и Блинов Н. И., Коллоидальный графит и графитовая смазка, там же, *2*; Максименко М. и Ибах Б., Результаты, испытания туруханского графита, там же, *9*; Яхонтов Н., Костылева Е., Лабунцов А. и др., Материалы к изучению русского графита, «Материалы для изучения естеств. произв. сил СССР», вып. 55, Л., 1925; Танатар И., О месторождении графита близ с. Кошары-Александровское в Балтском у. Под. губ. и о генезисе графита в южно-русск. кристаллич. полосе, «Южный инженер», Екатеринослав, 1918; Кулибин П., Работы Химугля по обслед. украинских месторождений графита, «МС», 1927, *10*; Шапиро И. А., Возможен ли экспорт курейского графита, там же, *9*; Некрасов Б., Алибековское месторождение графита, там же, 1928, *3*; Шапиро И., Пятилетний план развития графитовой промышленности СССР 1927/28—1931/32 гг., там же, *8*; Яхонтов Н., Графит, «НИ», т. 1; Stutzer O., Die wichtigsten Lagerstätten d. Nicht-Erze, Berlin, 1911; Spense H., Graphite, «Division des Mines. Minist. de Canada Bulletin», Ottawa, 1920. *512*; Ryschkewitsch E., Graphit, Lpz., 1926. **И. Шапиро.**

ГРАФИТОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ. Применение графита в чистом виде или в сочетании с другими материалами оправдывается, несмотря на дороговизну графита, замечательным соединением в нем ценных технических свойств. Кроме того, возможность получения графита в природе или искусственно в многочисленных разностях, представляющих непрерывные градации между крупнокристаллическим серебристым графитом и углевидными каменистыми, делает его применение весьма гибким и точно приспособляемым к потребностям промышленности.

Классификация графитовых изделий.

Отрасль промышленности	Технически полезные свойства графита	Графитовые изделия	Вид применяемого графита	Вспомогательные материалы	Способ производства изделий	Назначение изделий	Месторождение графита
Элементная промышленность	Электропроводность, измельчаемость, адсорбция водорода, высокий электрич. потенциал	Агломераты	Чешуйчатый	Пиролюзит	Прессование под высоким давлением	Деполяризаторы сухих и сухо-наливных элементов Лекланше	Цейлонское, Мариупольское
»	»	Брикеты	»	Пиролюзит, канифоль, каменноугольный пек	Горячее прессование	Брикетные элементы Лекланше	»
»	»	Элементные угли	Графитит, но лучше чешуйчатый	Сажа, каменноугольная смола	Прессование под высоким давлением и обжиг	Аноды гальванических элементов	Курейское и др. Мариупольское (чешуйчатый)
»	Электропроводность, измельчаемость, огнеупорность	Осветительные угли	Графитит, а также чешуйчатый графит	Сажа, каменноугольная смола, соли редких и щелочно-земельных металлов	Прессование под высоким давлением	Прожекторные, кинематографическ., осветительные угли	Курейское, Цейлонское
Электрометаллургия и общая химическая промышленность	Электропроводность, химическая стойкость, теплостойкость, химическая чистота	Угольные электроды	Чешуйчатый	Нефтяной кокс, сажа, каменноугольная смола	Прессование и обжиг	Плавка стали и цветн. металлов в электрических печах; фиксация атмосферн. азота; производство алюминия, магния, хлора, щелочей, карбидо-кальция, карборунда, искусств. графита, фосфорной кислоты, фосфора и проч.	Цейлонское и др.
Электропечная	Электропроводность, высокоплавность, огнестойкость	Криптол	—	Карборунд, кремнезем и глина	—	Искусств. электрич. согревание для накала в электрической печи до 2 000°	—
Электрохимическая	Химическая стойкость, электропроводность	Электроды	Чешуйчатый	Каменноугольн. гудрон, каменноугольн. пек; в нек-рых случаях сироп, глицерин и т. д.	Измельчение, смешение, прессование, два обжига	Мокрый электролиз расплавленных ванн	Вероятно, типа Мариупольского
Электромашиностроение	Электропроводность, механич. прочность, развитие плоскостей скольжения	Щетки для динамо и двигателей	Аморфный, чешуйчатый, искусственный (ачесоновский и ретортный, смотря по марке)	Для полуграфитовых щеток — порошок меди	Измельчение, прессование или без него	Скользящие и искростойкие контакты	Цейлонское Курейское Ботогольское
Теплотехника	Огнестойкость, химич. стойкость, теплопроводность	Плитки для облицовки печей	—	Огнеупорные материалы	Измельчение, смешение, прессование, обжиг	Тепловая и химич. изоляция печей	—

Эксплоатация машин	Расщепляемость, развитие плоск. скольжения, теплостойкость, в нек-рых случаях способность к образованию коллоидн. растворов	Смазывающие материалы	Крупночешуйчатый (присутствие посторонних примесей около 0,2%: твердых и трудно размалываемых недопустимо,—мягких и легко растираемых приемлемо)	В нек-рых случаях — разные примеси	Измельчение, электрохимич. расщепление, химич. обработка	Смазка подшипников и вообще трущихся частей машин	Цейлонское
»	»	Сухая смазка трансмиссий и других трущихся частей	Естественный, весьма чистый, мягкий, крупночешуйчатый графит	В чистом виде	Измельчение	Шоколадн. ф-ки и др. производства питат. веществ (во избежание запаха жировых смазок)	—
»	»	Сухая грубая смазка	Обыкновенный тигельн. флинц; 80—90% C	В чистом виде	—	Ж.-д. и трамвайные стрелки	—
»	Развитие плоскостей скольжения, способность измельчаться и давать коллоидн. взвеси в расплавленных металлах	Подшипниковые металлы, графитово-свинцовые смеси, графаллой	Чешуйчатый	Алюминий, магний, свинец	Измельчение, смешивание с порошком алюминия, магния или других металлов, прессование при высоком давлении и температуре. Удельный вес сплава должен быть близок к уд. в. графита. Г. П. *W* 55248, кл. 40 б. Г. Г. Вихмана	Самосмазывающиеся подшипники, кольца электрич. машин и т. д.	—
»	»	Графитово-коллоидные растворы (аквадаг, ойльдаг, коллаг), гидрозоль, олеозоль и т. д.	Ачесоновский графит	Вода, минеральное масло, защитные коллоиды	Г. П. 218218, 292729	Смазка подшипников	—
Абразионная промышленн.	Твердость при измельчаемости и развитии плоскостей скольжения	Полировочно-шлифовальный состав	—	Без примесей	—	Полировка и шлифовка пороха	—
Производство взрывчат. веществ	Теплопроводность, огнестойкость	Упаковочный материал для пороха	—	Древесн. уголь	Измельчение	Предохранение от взрыва	—
		Род динамита	—	75% графита на 25% студенистой нитроцеллюлозы	»	Ослабление взрывного действия	—

Классификация графитовых изделий. (Продолжение.)

Отрасль промышленности	Технически полезные свойства графита	Графитовые изделия	Вид применяемого графита	Вспомогательные материалы	Способ производства изделий	Назначение изделий	Месторождение графита
Производство красок	Металлич. блеск, светостойкость, химич. неизменяемость, измельчаемость, приставаемость к поверхности, отсутствие запаха	Сухая краска	Гл. обр. мелкокристаллический	Без примесей	Мелкокрист. пригодны в сыром виде, а крупнокристаллические требуют помола и прессования в «свечи»	Протирка глиняных, гипсовых, каменных и иногда чугунных предметов для сообщения им металлич. блеска	Ботогольское
»	Светостойкость, химич. неизменяемость, измельчаемость	Малярная краска серо-стального и черно-серого цвета	»	Олифа	Измельчение, растирание	Окраска скрытых частей, не подвержен. действию прямых солнечн. лучей (в морск. и ж.-д. деле), окраска машин и аппаратов	—
»	Светостойкость, химическая неизменяемость, измельчаемость, красивый цвет	Серая малярн. краска (цинкграу)	»	Цинков. белила или литопон и олифа	Измельчение, смешение и растирание	Окраска крыш и зданий	—
Металлургия	Расщепляемость и способность образования компактн. масс, теплопроводность, огнестойкость	Огнеупорная мастика	Чешуйчатый		Измельчение и растирание	Покрытие паровых котлов для сохранения их поверхности заполнением пор металла	—
»	»	Литейная присыпка	Шестоват. графит; 60—70% С	Без примеси	Измельчение	Припудривание форм для предупреждения слипания с отливкой	Ботогольское
»	»	Литейные чернила	»	Вода	Измельчение и размешивание в воде	Покрытие форм	
Гальванотехника	Расщепляемость, электропроводность, химич. стойкость, нерастворимость	Гальванотехническ. присыпка	Шестоватый	Без примесей	Измельчение	Припудривание форм для сообщения их поверхности электропроводности и для более легкого отделения формы от воспроизведения	»
»	Электропроводность, измельчаемость	Масса Пфангаузера	Шестоватый, чешуйчатый,	Пчелиный воск, озокерит, парафин, венецианский терпентин	Измельчение, сплавление	Отливка матриц	Ботогольское Цейлонское
Металлургия	Огнестойкость, химическая стойкость, теплопроводность, восстановительная способность, способность давать разного размера упругие чешуйки	Огнеупорные тигли	Крупночешуйч. (как суррогат—мелкочешуйч.)	Огнеупорная глина, отчасти каолин, иногда шамот и кварц; для плавки медных сплавов — также кокс или ретортный графит	Измельчение, смешение теста, формовка, сушка, обжиг	Плавка медных сплавов и стали	Цейлонское, Мадагаскарское, ранее Пассау

Металлургия	Огнестойкость	Формы для отливки	Аморфный, но зола д. б. тугоплавка	Песок	Измельчение, смешение	Литейные песочные формы	—
Полиграфическ. производство	Темный цвет, однородность, разная твердость, химич. стойкость, светостойкость	Карандаши	Шестоват. мелкокристаллич.	—	Выпиливание палочек, оправка в дерево	—	Ботогольское
»	»	»	Шестоват. мелкокристаллич., также мелкочешуйчатый	Глина	Измельчение, смешение, образование теста, выдавливание стержней, просушка, легкий обжиг, оправка в дерево	—	Ботогольское, Мексиканское, отчасти Чехо-Словацкое (Богемское, Крумау и Шварцбах), Пассау, Цейлонское
»	»	Химич. карандаши	—	Метилвиолет и другие красители, особенно п-розанилинового ряда	—	Копировальные или чернильные карандаши	—
»	Черный цвет, способность образовывать коллоидные растворы, измельчаемость	Копировальная бумага	Аморфный	Восковой состав, бумага папиросная	Измельчение, сплавление, покрытие бумаги	Снятие копий при печатании на пишущей машине	Курейское
»	Черный цвет, способность образовывать коллоидные растворы, светостойкость, химическая стойкость	Китайская тушь	—	Сажа, клеевое вещество (особенно рыбий клей), раствор	Измельчение, смешение, растворение	Черчение, графика	—
»	»	Типографская краска	—	Канифоль и растворитель	Измельчение, смешение, растирание	Печать	—
Фотография	Непрозрачность, черный цвет, распыляемость, химическая пассивность	Пластинки по способу Люмьера	—	Окрашенные крахмальные зерна, связующее вещество	Измельчение	Цветная фотография	—
Стекольное производство	Непрозрачность, черный цвет, измельчаемость, способность давать коллоидн. растворы, высокая $t°_{пл.}$, химическая пассивность	Темные стекла	—	Стекольная масса	—	—	—
Машиностроение	Текучесть, способность переходить из подвижного состояния в твердое, не изменяя объема	Закупоривающие порошки	Наиболее пригоден чешуйчатый; для весьма узких зазоров — также аморфный «компактный»	Без примесей	—	—	—
»	»	Набивки	Чешуйчатый флинц	Асбестов. шнур и консистентный жир	Измельчение и посыпка пропитанного жиром асбестового шнура	Для поршневых насосов и шаровых клапанов	Цейлонское

Технически ценные свойства графита: твердость, при существовании весьма выраженных плоскостей скольжения; измельчаемость до степени тончайшего порошка; способность образовывать стойкие коллоидные растворы; высокая стойкость против тепла, огня и химических агентов; нерастворяемость ни в одном растворителе, кроме расплавленных металлов; значительная электропроводность и притом металлического характера; красивая гамма тонов от серо-серебристых до черного; полная светостойкость; сравнительно легкая возможность получения большой химич. чистоты и ничтожной зольности. В табл., помещенной на ст. 911—918, приведены виды графитовых изделий с указанием функции, места происхождения и способа обработки соответств. графита. **П. Флоренский.**

ГРАФИТОВЫЕ ТИГЛИ, сосуды для плавки медных сплавов и стали. В состав формовочной массы входит, кроме графита, огнеупорная глина, иногда частично заменяемая каолином, и не всегда шамот и кварц; хорошие Г. т. могут выдерживать большое число плавок. Состав графитовой массы изменяется в зависимости от назначения тиглей. Содержание графита в массе тиглей изменяется в пределах от 20 до 60%. Грубочешуйчатый графит является основой тигельной массы, сообщающей последней огнеупорность, отличную теплопроводность, высокую термич. стойкость и большую плотность. Его восстановительная способность препятствует при плавке окислению металла. Тигли, изготовленные из аморфного или мелкочешуйчатого графита, выдерживают меньшее число плавок. Прочность Г. т. зависит, однако, не только от структуры графита, но также от зольности последнего, от состава золы, от количества и качества прибавляемой глины, от способа сушки и проч. Тигли, предназначаемые для плавки стали, изготовляются из высокопроцентного (85—90%) графита, не содержащего значительной примеси окиси железа. Тигли для медной плавки иногда приготовляют с заменой значительной части графита коксом или ретортным графитом. При изготовлении крупных изделий применяется графит с более крупными частицами, чем при малых размерах. Наилучшим графитом для тигельного производства считается крупночешуйчатый с островов Цейлона и Мадагаскара. Его преимущества: высокая чистота состава, большая плотность строения и способность давать при измельчении частицы разных размеров. Другие графиты дают преимущественно тончайшие плоские частицы. Породы тонкокристаллического сложения для ответственных Г. т. не пригодны. Глина является связующей добавкой к графиту, придающей массе пластическ. свойства, необходимые для формования тиглей, и сообщающей им прочность до обжига и в особенности после него. Применяются огнеупорные глины, способные спекаться при сравнительно низкой $t°$, ок. 1 000—1 125°. Они должны обладать высокой пластичностью и огнеупорностью и содержать достаточно плавней. Большое применение при изготовлении тиглей имеют заграничные глины: из месторождений Гросальмероде, Клингенберга и Стурбриджа, химическ. состав к-рых приведен в табл. 1.

Табл. 1. — Химический состав глин в %.

Месторождения	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Потери от прокаливания.
В Германии:							
Гросальмероде	47,50	34,37	1,24	—	1,0	—	14,43
То же	46,37	35,62	2,25	0,85	0,85	1,80	12,98
Клингенберг	54,66	33,11	1,50	0,49	0,45	1,37	9,12
В Англии:							
Стурбридж .	63,3	23,3	1,8	0,5	—	—	11,1
То же	60,5	26,3	1,9	1,1	0,7	1,1	8,2

Из глин, имеющихся в СССР наиболее, пригодны для тигельного дела часов-ярские (Артемовский округ УССР). Тигли для плавки стали изготовляются иногда с заменой части огнеупорной глины каолином и с небольшой добавкой шамота или кварца для уменьшения усадки. Составы шихт даны в табл. 2 и 3.

Табл. 2. — Составы шихт для тиглей, по Серлю (Searle).

Состав в %	Графита или кокса	Глины огнеупорной	Каолина	Шамота (без пыли)
Для тверд. стали. .	54	35	—	10
Для средн. тверд. стали	40	38	—	22
Для бритв. стали. .	12	40	40	8
Для очень чистой стали	3	87	10	—
Для сплавов меди:				
(а)	8	67	—	25
(б)	12	50	13	25
Для чугуна (в) . . .	53	43	—	4
» » (г) . . .	50	40	—	10

Смесь графита и глины, взятых в сухом порошкообразном состоянии, перемешивается в барабане, увлажняется и обрабатывается затем механич. средствами (на бегунах, в мешалках) до получения совершенно однородного, легко формующегося теста. Природные свойства составных частей массы, их количественное соотношение, степень механической обработки д. б. тщательно изучены и подобраны. Весьма важно, чтобы готовые изделия состояли из плотного однородного материала, без грубых и даже мелких пор и пустот. Пористость черепа тиглей способствует быстрому выгоранию графита при работе их. После некоторого вылеживания

Табл. 3.—Составы тигельных шихт, по Блейнингеру.

Состав в %	Для сплавов меди				Для чугуна	
	а	б	в	г	д	е
Графита	48	57,5	55	50	58	55
Глины пластичной связующей	32	25,5	35	40	35	30
Каолина пластичного . .	6,0	10,4	5,0	—	—	7,0
Песка кварцевого	—	—	—	5,0	7,0	8,0
Шамота—измельчен. тигельного черепа	14,0	—	5,0	5,0	—	—
Кремня	—	6,6	—	—	—	—

графито-глиняная масса обрабатывается еще раз вручную или механически (ленточный пресс). Рабочая масса, выходящая из ленточного пресса, разрезается на части, сообразно с величиной изготовляемых тиглей. Формовка производится большей частью на гончарных кругах в гипсовых формах вручную с помощью шаблона. Применяется также формование на винтовых или других прессах в стальных формах. Весьма ответственной операцией является сушка сформованных Г. т. Вследствие тонкости частиц и высокой плотности отформованной массы, имеющей минимальную пористость, высушивание ее идет крайне медленно; поэтому необходимо сушить тигли весьма осторожно и длительно, притом в условиях отсутствия сколько-нибудь значительного движения воздуха и резких колебаний $t°$ его вследствие близости нагревательных устройств, попадания солнечных лучей и т. д. Наилучшей обстановкой для сушки является устройство достаточно обширных специальных помещений с постоянной темп-рой и умеренной вентиляцией. Весьма полезным в данном случае будет, повидимому, применение нового принципа сушки массивных мало- и тонкопористых изделий, известного под названием Feuchtigkeitstrocknung. Способ этот при быстрой сушке в высокой степени обеспечивает постепенность и равномерность усадки плотных и массивных керамич. изделий: тиглей и др. После сушки тигли подвергают осторожному обжигу при невысокой температуре в 650—700°. Во избежание выгорания графита тигли обжигаются в муфельных печах или в пламенных печах, но в защитных капселях с засыпкой изделий песком или толченым коксом.

Готовые Г. т. обладают значительной гигроскопичностью, которая делается весьма опасной при быстром нагреве тиглей, т. к. пары воды не могут, вследствие значительной плотности материала, быстро удаляться из внутренних частей массы и, расширяясь внутри материала, дают трещины или разрушают стенки изделий. Во избежание этого принято предварительно нагревать тигли, постепенно доводя их до 120—150° в течение нескольких дней. Лишь после этой операции тигли можно переносить в плавильную печь. С целью уменьшения гигроскопичности поверхность Г. т. иногда покрывают защитным слоем из смолы или дегтя, растворенных в скипидаре.

Размер (емкость) тиглей определяется в «марках» (марка—объем, занимаемый одним *кг* расплавленной меди или одним фунтом резаной стали). На производство тиглей до войны 1914—18 гг. приходилось 50%, во время войны 70—75% всего мирового потребления графита. См. *Тигли*.

Лит.: Лавров А., Работы и заметки по литейному делу. Приготовление графит. тиглей, гл. III, СПБ, 1904; Юрганов В. В., Производство огнеупорных графитовых тиглей, «ВИ», СПБ, 1917, т. 3; Beininger A. V., Notes on the Crucible Situation, «Metal Industry», L., 1918, v. 16; Searle A. B., Refractory Materials, L., 1924; Ryschkewitsch E., Graphit, Lpz., 1926. **В. Юрганов.**

ГРАФИЧЕСКАЯ СТАТИКА, наука о графических приемах решения задач статики, в частности статики сооружений, в противоположность аналитической статике, к-рая пользуется аналитической геометрией и дифференциальным исчислением. В Г. с. сила изображается отрезком определенной длины на полупрямой определенного направления. Сложение сил совершается с помощью многоугольника сил и *веревочного многоугольника* (см.) Графический способ разложения сил находит большое применение для определения усилий в стержнях плоской статически определенной фермы (способ Кремона).