ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БУХАРИН Н. И., ВИЛЬЯМС В. Р., ГЕНДЛЕР Е. С., ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф., КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В., ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛЕНГНИК Ф. В., ЛИНДЕ В. В., МАРТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ФЕДОРОВСКИЙ Н. М., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ШПРИЙК Б. Э.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ДВАДЦАТЬ ШЕСТОЙ

ШАРОВЫЕ И ТРУБНЫЕ МЕЛЬНИЦЫ — ЯЩИЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»

МОСКВА ✧ ОГИЗ РСФСР ✧ 1934

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»

XXVI том сдан в производство 8 декабря 1933 г.;
подписан к печати 20 декабря 1934 г.

Набор текста и верстка, печать, брошировочно-переплетные работы выполнялись в 16-й типографии треста «Полиграфкнига» под общим наблюдением директора 16-й типографии Дьячкова А. Н. и помощников директора Моргунова Н. В. и Зудина В. П. Набор и верстка произведены под руководством Колобашкина И. Г. и Самойлова И. К. Верстали Горшков М. С. и Егоров П. А. Печатью руководил Майоров С. Г. Брошировочно-переплетные работы выполнялись под общим наблюдением Баранова В. В., Курчева Н. Н., Овсянникова М. П., Костюшина П. И. и Комарова И. М. Тиснением руководил Александров А. А. Клише для тиснения на переплете гравировано Законовым Г. А. Клише выполнялись 1-й Образцовой типографией ОГИЗ. Бумага Кондровской фабрики. Дерматин фабрики им. Ногина. Картон Мирополькой фабрики и Балахнинского комбината.

В XXVI томе ТЭ помещены 851 иллюстрация в тексте и одна вкладка к статье «Электрификация».

Адрес Редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.
Адрес Издательства: Москва, Ордиков пер., 3.

16-я типография треста «Полиграфкнига», Москва, Трехпрудный пер., 9.
Уполномоченный Главлита А. 90835. Гиз 32. Э-00 г. Заказ № 528.
Бумага 72×108/16. 27¼ печ. л. текста × 99 500 зн. = 67 авт. л.; ¼ печ. л. вклеек = 0,5 авт. л. Всего объем тома 67,5 авт. л. Тираж 30 500 экз.

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

Закончив первое издание «Технической Энциклопедии», редакция Т. Э. посвящает свой многолетний труд вождю мирового пролетариата и неустанному организатору индустриализации и коллективизации СССР **тов. И. В. СТАЛИНУ,** чей лозунг об овладении техникой воодушевлял работников Т. Э. в их стремлении вооружить технические кадры промышленности СССР новейшими данными мировой техники.

Редакция Т. Э. заверяет партию и тов. Сталина, что приложит все усилия к использованию приобретенного в процессе создания Т. Э. опыта для дальнейшего углубления работы по созданию новых технических энциклопедий и в первую очередь «Рабоче-колхозной технической энциклопедии» в целях технического вооружения всей массы рабочих и колхозников СССР.

Редакция Технической Энциклопедии

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

Главный Редактор—проф. **Л. К. Мартенс.**

Зам. Глав. Редактора—проф. **Б. Э. Шпринк.**
Зам. Глав. Редактора—**С. Н. Рабинков.**
Зав. ГСЭИ—**Б. П. Рогачев.**
Ученый Секретарь—**Н. П. Ракицкий.**

НАУЧНЫЕ РЕДАКТОРЫ

Арманд Н. Е.; Ельцина Н. М.; инж. **Знаменский А. А.; Мельников И. И.;** инж. **Мушенко И. Н.; Никаноров В. М.;** инж. **Павлушков Л. С.; Ракицкий Н. П.; Татаринов Б. Н.;** инж. **Фрязиновский И. А.;** проф. **Шпринк Б. Э.**

Зав. библиографией: инж. **Таубман С. И.;** Технические Редакторы: **Ксандрова Е. Т.;** инж. **Сакмаров Н. Г.; Сергеева Т. Н.**

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ Т. Э.

Авиация, воздухоплавание.
Юрьев Б. Н., проф.
Александров В. Л., проф.

Автомобильное дело.
Брилинг Н. Р., проф.

Архитектура, строительное дело, коммунальное хозяйство.
Штамм Е. Л., инж.
Щусев А. В., акад.

Астрономия.
Михайлов А. А., проф.

Бумажное производство.
Жеребов Л. П., проф.

Военная и морская техника.
Боклевский К. И.], проф.
Бонч-Бруевич М. Д.
Фишман Я. М.
Яковлев С. Т., проф.

Геодезия.
Бонч-Бруевич М. Д.

Гидротехника, гидравлика.
Винтер А. В., акад.
Эссен А. М.], инж.

Горное дело, минеральное сырье и топливо.
Губкин И. М., акад.
Терпигорев А. М., проф.
Федоровский Н. М., проф.
Фереман А. Е., акад.
Шахно А. П., инж.

Двигатели внутреннего сгорания.
Мартенс Л. К., проф.
Шпринк Б. Э., проф.

Детали машин и подъемные механизмы.
Бобарыков И. И.], проф.
Павлушков Л. С., инж.

Дороги и дорожное строительство.
Шестаков П. И., проф.

Железнодорожное дело.
Сыромятников С. П., проф.
Земблинов С. В., проф.
Энгельгардт Ю. В.], проф.

Кожевенное дело.
Поварнин Г. Г., проф.
Чернов Н. В., проф.

Крашение и красящие вещества.
Грибоедов Д. Н., проф.
Порай-Кошиц А. Е., проф.

Лесоводство, лесотехника.
Кобранов Н. П., проф.
Покалюк К. О., проф.

Математика.
Коган В. Ф., проф.
Степанов В. В., проф.
Шпильрейн Я. Н., проф.

Материаловедение.
Флоренский П. А., проф.

Металлургия черных и цветных металлов.
Байков А. А., акад.
Павлов М. А., акад.
Пильник М. Е., проф.

Механика прикладная и теория механизмов.
Динник А. Н., акад.
Мерцалов Н. И., проф.
Радциг А. А., проф.

Механика строительная и графостатика.
Прокофьев И. П., проф.

Механика теоретическая.
Некрасов А. И., проф.
Серебренников М. Г., проф.

Мосты.
Передерий Г. П., проф.
Стрелецкий Н. С., проф.

Мукомольное дело, мельницы и элеваторы.
Козьмин П. А., проф.
Розенштейн Л. И., инж.

Полиграфическое производство.
Вольфсон М. Б.], проф.
Кузьминский К. С.
Михайлов С. М.

Промышленная гигиена и техника безопасности.
Каплун С. И., проф.
Синев П. И., проф.

Радиотехника.
Баженов В. И., проф.

Резиновое производство.
Лурье М. А., инж.
Лебедев С. В.], акад.

Сельское хозяйство, агрономия, сельскохозяйственные машины и орудия.
Вильямс В. Р., акад.
Горячкин В. П., акад.
Ракицкий Н. П., уч. агр.
Сладков Н. В., проф.

Силикатная промышленность.
Китайгородский И. И., проф.
Швецов Б. С., проф.

Текстильное дело и технология волокнистых веществ.
Линде В. В., проф.
Новиков Н. Г., проф.

Теплотехника, термодинамика, энергетика.
Кржижановский Г. М., акад.
Кирпичев М. В., проф.
Мерцалов Н. И., проф.
Смирнов Л. П., проф.
Брилинг Н. Р., проф.

Техника освещения.
Лапиров-Скобло М. Я., проф.
Белькинд Л. Д., проф.

Технология дерева.
Дешевой М. А., проф.
Квятковский М. Ф., проф.

Технология и обработка металлов.
Вейс А. Л., инж.
Грачев К. Ф., проф.
Павлушков Л. С., инж.

Технология углеводов, винокурение, пивоварение.
Тищенко И. А., проф.
Церевитинов Ф. В., проф.
Шорыгин П. П., проф.

Торф.
Радченко И. П.

Физика.
Вавилов С. И., акад.
Иоффе А. Ф., акад.
Андреев Н. Н., проф.
Химия (органическая, неорганическая, физическая химия и химическая технология).
Бах А. Н., акад.
Ипатьев В. Н., акад.
Курнаков Н. С., акад.
Медведев С. С.
Раковский А. В., проф.
Янковский В. М.
Холодильное дело.
Комаров Н. С., проф.
Экономика.
Вольфсон М. Б., проф.
Струмилин С. Г., акад.
Электротехника.
Кулебакин В. С., проф.
Шателен М. А., проф.
Шпильрейн Я. Н., проф.
Юрьев М. Ю., проф.
Энергетика.
Кржижановский Г. М., акад.
Лапиров-Скобло М. Я., проф.

РЕДАКТОРЫ СПРАВОЧНИКА Т. Э.

АКИМОВ Г. В., проф.
АЛЕКСАНДРОВ Д. К., проф.
БАБОШИН А. Л., проф.
БАЖЕНОВ В. И., проф.
БАРАНОВ В. И.
БАХМЕТЕВ Е. Ф., инж.
БЕРКЕНГЕЙМ Б. М., проф.
БЫЗОВ Б. В., проф.
ВАВИЛОВ С. И., акад.
ВЕЙС А. Л., инж.
ВОЗНЕСЕНСКИЙ С. А., проф.
ГРАЧЕВ К. Ф., проф.
ГУРИН Н. В., инж.
ДАВИДЕНКОВ Н. Н., проф.
ДОБРОХОТОВ А. Н., проф.
ЖУКОВСКИЙ Г. Ю., проф.
ЗАЙМОВСКИЙ А. С.
ЗЕЛИНСКИЙ Н. Д., акад.
ИЛЬИНСКИЙ М. А., проф.
ИОФФЕ А. Ф., акад.
КИТАЙГОРОДСКИЙ И. И., проф.
КОБРАНОВ Н. П., проф.
КОЛЯНКОВСКИЙ Д. П.
КРАВКОВ С. В., проф.
КУРНАКОВ Н. С., акад.
ЛАЗАРЕВ П. П., акад.
ЛИНДЕ В. В., проф.
ЛЯЛИН Л. М., проф.
МАЙЗЕЛЬ С. О., проф.
МЕДВЕДЕВ С. С.
НАМЕТКИН С. С., проф.
НАСТЮКОВ А. М., проф
ПАВЛОВ М. А., акад.
ПЕТРОВСКИЙ В. А., проф.
РАБИНОВИЧ А. М., проф.
РАКИЦКИЙ Н. П., уч. агр.
РАКОВСКИЙ А. В., проф.
РЕБИНДЕР П. А., проф.
РЖЕВКИН С. Н., проф.
РИС Л. Ф., инж.
РОНКИН Б. Л., инж.
РУТОВСКИЙ Б. Н., проф.
САВКОВ Е. И., инж.
СИДОРИН И. И., проф.
СЛАВИНСКИЙ М. П., проф.
ТАТАРИНОВ Б. Н.
ТИЩЕНКО И. А., проф.
ФЕДОРОВ Б. Ф., проф.
ФЕРСМАН А. Е., акад.
ФИЛОСОФОВ П. С., проф.
ФЛОРЕНСКИЙ П. А., проф.
ФРЯЗИНОВСКИЙ И. А., инж.
ХЛОПИН В. Г., проф.
ШАХНО А. П., инж.
ШПРИНК Б. Э., проф.
ШУБНИКОВ А. В., проф.
ЮНГ В. Н., проф.
ЯНКОВСКИЙ В. М.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ СЕКТОР

Зам. Зав. ГСЭИ по производственной части, руководитель Произв. Сектора: **Татиев Д. И.**; Зам. руководителя Произв. Сектора: **Маркус В. А.**; Технический Редактор по иллюстрациям: **Тавастшерна В. Я.**; Зав. Технической Редакцией при типографии: **Кулешов Н. З.**; Технический Редактор при типографии: **Кранц Э. М.**; Зав. Корректорской: **Бокшицкая Л. И.**; Старший корректор: **Полякова В. М.**

АБОЗИН В. Г. (крашение и ситцепечатание).
АВИЛОВ В. М. (экономика и рационализация).
АГАФОНОВ С. С. (морские инструменты).
АГОКАС Е. В. (артиллерия).
АДАКИН Н. (обработка металлов).
АДАМС А. А. (обработка металлов).
АЗАРОВ А. И. (военное дело).
АЗБУКИН П. А. (электротехника, проволоч. телеграфия).
АКИМОВ Г. В. (легкие сплавы).
АКУЛОВ К. А. (гидравлика, гидротехника).
АКУЛЬШИН П. К. (электротехника, проволоч. телеграфия).
АЛЕКСАНДРОВ В. Л. (аэродинамика и авиация).
АЛЕКСАНДРОВ Д. К. (химия).
АЛЕКСАНДРОВ Н. К. (электротехнич. измерения).
АЛЕКСАПОЛЬСКИЙ Н. М. (геодезия и аэрофотосъемка).
АЛЕКСЕЕВ Я. И. (геодезия).
АЛЕКСЕЕНКО-СЕРБИН Т. М. (твердые сплавы).
АЛЯКРИНСКИЙ Н. В. (морское дело).
АНАНЬИН С. Г. (станки и инструменты).
АНДРЕЕВ Г. В. (нефть).
АНДРЕЕВ Н. Н. (физика, акустика).
АНИСИМОВ Н. И. (гидротехнич. сооружения).
АНОХИН А. И. (дорожные машины).
АНТИПИН П. Ф. (электрометаллургия).
АНТОКОЛЬСКИЙ Л. М. (краски).
АНТОШИН А. П. (жел.-дор. дело).
АНУФРИЕВ Н. И. (текстильное дело).
АПОКИН Н. (переработка нефти).
АРЕНБЕРГ А. Г. (радиотехника).
АРКАДЬЕВ В. К. (физика, магнетизм).
АРМАНД Н. Е. (текстильное дело).
АРНШТЕЙН Г. Э. (технология дерева).
АРОНОВИЧ М. А. (экономика).
АРТОБОЛЕВСКИЙ И. И. (прикладная механика).
АРЦИХОВСКИЙ В. (технология древесины).
АРШИНОВ В. В. (геология).
АРЬЯКАС Г. Я. (фотография).
АФАНАСЬЕВ Н. А. (жел.-дор. дело).
АФАНАСЬЕВ Ю. В. (судостроение).

БАБАДЖАН П. С. (обработка металлов).
БАБИЧКОВ А. М. (жел.-дор. дело).
БАБОШИН А. Л. (металлургия).
БАГ А. А. (химия).
БАЕВ Н. А. (электротехника, проволоч. телефония).
БАЖЕНОВ В. И. (радиотехника).
БАЙКОВ А. А. (химия, цементы, металлургия).
БАЙМАКОВ Ю. В. (электрохимия).
БАЛАНДИН А. А. (химия).
БАМДАС А. М. (электротехника сильных токов).
БАРАНОВ В. И. (физика).
БАРАЦ Ю. О. (физика).
БАРИНОВ А. В. (геодезия).
БАРТРАМ Н. Д. (народное искусство).
БАСИК И. В. (электротехника, проволоч. телефония).
БАСКАКОВ Д. И. (текстильное дело).
БАСТАМОВ С. Л. (физика, метеорология).
БАТОВ Д. (экономика).
БАУЛИН К. П. (насосы, вентиляторы).
БАХ А. Н. (химия).
БАХ-НИКОЛАЕВА Н. А. (химия).
БАХМЕТЕВ Е. Ф. (легкие сплавы).
БАХУРИН И. М. (маркшейдерское дело).
БАЦИНИН Г. Н. (электротехника).
БЕБЕШИН В. А. (кож. дело).
БЕБЯКОВ К. В. (электротехника).
БЕЗУХОВ Н. И. (строит. механика).
БЕККЕР Б. В. (инженерные сооружения).
БЕЛЕЦКИЙ Л. А. (морское дело).
БЕЛИКОВ П. Н. (физика).
БЕЛИЦ-ГЕЙМАН П. С. (строительное дело).
БЕЛОВ В. И. (горное дело).
БЕЛОВИЦКИЙ А. (клееночное пр-во).
БЕЛОВИЦКИЙ В. А. (химия).
БЕЛЬКИНД Л. Д. (светотехника).
БЕРГМАН А. Г. (химия).
БЕРКЕНГЕЙМ А. М. (химия).
БЕРКЕНГЕЙМ Б. М. (химия).
БЕРМАН С. И. (цветные металлы).
БИЛЕНКО В. Л. (техника безопасности в горном деле).
БИЛЖО В. О. (полиграфия).
БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ (морское дело).
БЛАГОНРАВОВ А. (артиллерия).
БЛОХ М. А. (химия).
БЛОХИН Н. А. (аэрофотосъемка).
БОБАРЫКОВ И. (детали машин).
БОБКОВ П. К. (химия).
БОБРИЦКИЙ Т. И. (судоподъем).
БОБРОВ Ф. (химия древесины).
БОГДАНОВ Н. И. (обработка металлов).
БОГДАНОВСКИЙ С. Д. (нефть).
БОГОМОЛОВ А. Е. (химия).
БОГОЯВЛЕНСКИЙ Е. И. (химия).
БОЖИЧ П. К. (порты).
БОЖОВСКИЙ В. Н. (физика, пирометрия).
БОЙЧЕВСКИЙ Г. П. (вагоностроение).
БОКИНИК Я. И. (фотография).
БОКЛЕВСКИЙ К. П. (судостроение).
БОЛДЫРЕВ В. В. (энтомология).
БОЛДЫРЕВ В. Ф. (минералогия).
БОЛДЫРЕВА А. М. (кристаллофизика).
БОЛХОВИТИНОВ Н. Ф. (металлургия).
БОНДАРЕНКО К. В. (сушка).
БОНЧ-БРУЕВИЧ М. А. (радиотехника).
БОНЧ-БРУЕВИЧ М. Д. (геодезия).
БОРИСЕВИЧ В. К. (горное дело).
БОССЭ Г. Г. (резин. пр-во).
БОЧАРОВ М. М. (маслобойн. пр-во).
БОЧВАР А. М. (металлургия, сплавы).
БОЯРКИН А. Н. (текстильное дело).
БРАТМАН М. Л. (химия, жиры).
БРЕСЛАВЕЦ В. Н. (сельское хоз-во).
БРИЛИНГ В. С. (гидравлика).
БРИЛИНГ Е. Р. (гидротехника).
БРИЛИНГ Н. Р. (автом. и авиац. двигат.).
БРИЛИНГ Н. С. (строительное дело).
БРИЛИНГ С. Р. (гидротехника, строит. дело).
БРИТКИН А. С. (обработка металлов).
БРИЦКЕ Э. В. (химия).
БРОНШТЕЙН М. П. (физика).
БРУК И. С. (электротехника).
БРУНС Б. П. (химия).
БУБНОВ А. Ф. (военная химия).
БУДАКОВ Г. С. (обработка камня).
БУДНИКОВ П. П. (силикаты).
БУЛГАКОВ Н. В. (меховое дело).
БУРДИН И. А. (лаки, краски).
БУРДЯНСКИЙ И. М. (организация производства).
БУРКОВ А. И. (обработка металлов).
БУРШТЕЙН Р. Х. (химия).
БУТКЕВИЧ Ю. В. (электротехника).
БУХГЕЙМ А. Н. (фитопатология).
БУХШТАВ А. И. (электротехника).
БУХШТЕЙН М. А. (текстильное дело).
БУШУЕВ (резиновое пр-во).
БЫЗОВ Б. В. (синтез каучука).

ВАВИЛОВ С. И. (физика).
ВАВИШЕВИЧ М. И. (протезное дело).
ВАЙНБЕРГ А. Я. (радиотехника).
ВАЛК Г. И. (черные металлы).
ВАНИН С. И. (технология древесины).
ВАНЮКОВ В. А. (цветные металлы).
ВАРЛИХ Г. В. (физика).
ВАСИЛЬЕВ А. А. (минеральные краски).
ВАСИЛЬЕВ Г. П. (жел.-дор. дело).
ВАСИЛЬЕВ С. С. (химия).
ВАХРАМЕЕВ К. С. (полиграфия).
ВВЕДЕНСКИЙ Б. А. (радиофизика).
ВЕДЕНЕЕВ Б. Е. (гидротехнич. сооружения).
ВЕДРОВ В. С. (авиация).
ВЕЙНБЕРГ Б. П. (физика).
ВЕЙС А. Л. (обработка металлов).
ВЕЙЦ В. И. (энергетика).
ВЕКСЛЕР И. Л. (нефть).
ВЕКШИНСКИЙ С. А. (радиотехника).
ВЕЛИКАНОВ В. А. (физика).
ВЕЛИКОВСКИЙ А. С. (текстильное дело).
ВЕНДЕРОВИЧ В. М. (мукомольное дело).
ВЕСЕЛОВСКИЙ Н. Н. (геодезия, аэрофотосъемка).
ВЗОРОВ В. И. (консервное дело).
ВИККЕР Д. А. (электротехника).
ВИЛЬДЕ Э. А. (химия).
ВИЛЬЯМС В. Р. (почвоведение).
ВИНТЕР А. В. (гидротехнич. сооружения).
ВИТАЧЕК Е. Ф. (музыкальные инструменты).
ВИТКЕВИЧ В. В. (метеорология).
ВИТОРСКИЙ В. К. (радиотехн.).
ВИХАНСКИЙ В. Н. (крашение).
ВИШНЕВ В. М. (воздушный транспорт).
ВЛАДИМИРОВ Л. В. (химия).
ВЛАДОС М. Х. (электротехника).
ВЛАСОВ А. Г. (технич. измерения).
ВЛАСЬЕВ Н. И. (морское дело).
ВЛОДАВЕЦ Н. И. (минералогия).
ВОЗНЕСЕНСКИЙ Н. (крашение).
ВОЛКОВ В. С. (электротехника).
ВОЛОГДИН В. П. (электротехника).
ВОЛЬФКОВИЧ С. И. (мин. химия).
ВОМПЕ А. Ф. (химия).
ВОРОБЬЕВ В. А. (производство толя).
ВОРОНОВ Б. А. (электротехника).
ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ А. (железнодорожное дело).
ВОРОХОБИН А. И. (военное дело).
ВОСКРЕСЕНСКИЙ П. Н. (металлургия).
ВОСКРЕСЕНСКИЙ Л. Н. (мин. краски).
ГАЕВСКИЙ Л. Э. (резиновое пр-во).
ГАЛЕРКИН Б. Г. (сопротивление материалов).
ГАЛЬПЕРИН Д. С. (химия).
ГАН В. Ю. (сельхозмашиностроение).
ГАПЕЕВ А. А. (геология).
ГАРМАШ А. И. (горное дело).
ГАРЯЕВ Н. П. (радиотехника).
ГАССОВСКИЙ Л. Н. (физика, оптика).
ГАСТЕВ А. К. (научн. организация труда).
ГВОЗДЕВ А. А. (теория сооружений).
ГЕДЫМИН В. К. (военное дело).
ГЕНДЛЕР Е. С. (горное дело).
ГЕНИН Г. С. (организация пр-ва).
ГЕРАСИМОВ А. П. (геология).

ГЕРЛИВАНОВ Н. А. (строительное дело).
ГЕРМАНОВИЧ И. В. (трамвай, путевое скрепление).
ГЕРОЛЬСКИЙ С. М. (строительное дело).
ГЕРОНТИЕВ В. И. (горное дело).
ГЕРСЕВАНОВ Н. М. (строительное дело).
ГЕРШ С. Я. (нефть).
ГЕРШУН А. А. (светотехника).
ГЕССЕН В. (технология дерева).
ГЕТЛИНГ В. (химия).
ГИБШМАН Е. Е. (строительная механика).
ГИВАРТОВСКИЙ Р. В. (химия брожения).
ГИНЗБУРГ В. Л. (фотография).
ГИТТЕРМАН М. И. (стандартизация).
ГИТТИС В. Ю. (двигатели внутреннего сгорания).
ГЛАГОЛЕВ А. (горное дело).
ГЛАЗУНОВ Г. И. (резина).
ГЛИНКА С. Ф. (минералогия).
ГЛУХАРЕВ К. К. (военное дело).
ГЛУШКОВ В. Г. (гидравлика).
ГОВОРКОВ В. А. (электротехника, проволоч. телефония).
ГОЛЕВ А. С. (химия).
ГОЛУБЕВ К. А. (шарико- и роликоподшипники).
ГОЛУБЯТНИКОВ Д. В. (геология нефти).
ГОЛЬЦШМИДТ В. И. (авиация).
ГОРБУНОВ К. (лесосплавное дело).
ГОРБУНОВ Л. М. (резина).
ГОРБУНОВ М. М. (электротехника).
ГОРДОН В. О. (экономика).
ГОРДОН И. Л. (паровые котлы).
ГОРСТ А. Г. (военная химия).
ГОРШЕШНИКОВ В. С. (химия).
ГОРШКОВ П. М. (геодезия).
ГОРЯЧКИН В. П. (сельхозмашиностроение).
ГОТМАН Е. В. (полиграфия).
ГОФЕЙЗЕН А. А. (экономика).
ГОФМАН В. Л. (архитектура).
ГРАЙНЕРТ К. А. (строит. дело).
ГРАУР А. В. (геодезия).
ГРАФТИО Г. О. (гидротехнич. сооружения).
ГРАЧЁВ К. Ф. (обработка металлов).
ГРЕБЕНЩИКОВ И. В. (физика).
ГРЕНДАЛЬ В. Д. (артиллерия).
ГРИБОЕДОВ Д. Н. (крашение тканей).
ГРИГОРОВИЧ К. П. (электрометаллургия).
ГРОССМАН В. Я. (организация пр-ва, рационализация).
ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО В. Е. (металлургия).
ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО С. В. (физика).
ГУБЕР Я. М. (электротехника).
ГУБКИН И. М. (нефтяное дело).
ГУРЕВИЧ Е. С. (полиграфия).
ГУРЕВИЧ И. (строительное дело).
ГУРОВ В. А. (радиотехника).
ГУСЕВ А. В. (электротехника).
ГУСЕВ С. Д. (теплотехника).
ГУТЕРМАН И. И. (двигатели внутреннего сгорания).
ГУТЬЯР Е. М. (прикладная механика).
ГУХМАН А. А. (теплотехника).
ГУЩИН Н. И. (водопровод).

ДАВИДЕНКОВ Н. Н. (сопротивление материалов).
ДАВЫДОВ А. И. (обработка металлов, военное дело).
ДАШКЕВИЧ Г. В. (электротехника, проволоч. телеграфия).
ДЕБУ К. И. (с.-х. машины).
ДЕГТЯРЕВ Н. В. (отопление).
ДЕЙНЕКО В. Ф. (аэрофотосъемка).
ДЕКАТОВ Н. П. (отопление).
ДЕМИН С. В. (строительная механика).
ДЕМЬЯНОВ Н. Я. (агрономическая химия).
ДЕНИСОВ Н. И. (холодильное дело).
ДЕНИСОВ Ю. (бумажное пр-во).
ДЕРЕВЕНКО Н. Н. (экономика).
ДЕРЕЧЕЙ Е. Г. (цветные металлы).
ДЕШЕВОЙ М. А. (технология дерева).
ДЗЕРЖКОВИЧ А. А. (военное дело).
ДИННИК А. Н. (прикладная механика).
ДИТЦ О. Г. (геодезия).
ДЛУГАЧ Д. С. (металлургия).
ДМИТРИЕВСКИЙ В. И. (воздухоплавательные двигатели).
ДМОХОВСКИЙ В. К. (фундаменты и основания).
ДОБРОВОЛЬСКИЙ В. А. (землечерпательные снаряды).
ДОБРОХОТОВ А. Н. (меры и весы).
ДОБРЫНИН А. А. (двигатели внутреннего сгорания).
ДОБРЯНСКИЙ А. Ф. (химия).
ДОВГЕЛЕВИЧ Н. И. (химия).
ДОМБРОВСКИЙ В. М. (лесное дело).
ДОМОНТОВИЧ М. К. (агрономич. химия).
ДОРФМАН Я. Г. (электротехника).
ДРОЗДОВ В. А. (коммун. хозяйство).
ДРОЗДОВ Ф. В. (точная механика).
ДРУЖИНИН Д. В. (удобрения).
ДУБИНИН М. М. (химия).
ДУБОВИК В. А. (электротехника, проволоч. телеграфия).
ДУБЯГА К. М. (строит. конструкции).
ДУДНИК А. И. (текстильное дело).
ДУЧИНСКИЙ Б. Н. (строит. конструкции).
ДЬЯКОНОВ А. П. (текстильное дело).
ДЬЯКОНОВ С. (сыромятное пр-во).
ДЮМУЛЕН И. И. (архитектура).

ЕВАНГУЛОВ М. Г. (цветные металлы).
ЕВГРАФОВ Г. К. (мосты).
ЕГОРКИН А. (кожевенное дело).
ЕГОРОВ В. К. (физика).
ЕГОРОВ П. И. (металлургия).
ЕГОРЧЕНКО В. Ф. (жел.-дор. дело).
ЕЛЕОНСКИЙ А. Н. (ихтиология).
ЕЛЬЦИНА Н. М. (химия).
ЕРМИЛОВ С. А. (переработка пищевых продуктов).
ЕРМОЛАЕВ А. Н. (вышив. пр-во).
ЕРМОЛАЕВА С. С. (химия древесины).

ЖЕБРОВСКИЙ В. А. (горное дело).
ЖЕЛИГОВСКИЙ А. А. (горное дело).
ЖЕРЕБОВ Л. П. (бумажное дело).
ЖИРМУНСКИЙ С. С. (вискозное пр-во).
ЖУКОВ Н. К. (строительное дело).

ЗАБАРОВСКИЙ А. И. (геофизика).
ЗАВАДСКИЙ А. А. (кожевенное дело).
ЗАВАДСКИЙ С. В. (водолазное дело).
ЗАВАЛИШИН Д. А. (электротехника).
ЗАДАРНОВСКИЙ В. К. (текстильное дело).
ЗАЙЦЕВ А. К. (технология).
ЗАЙЦЕВ И. В. (торф).
ЗАЛУЦКИЙ Л. В. (калибры).
ЗАПОРОЖЕЦ И. К. (архитектура).
ЗВЕРИНЦЕВ С. П. (спортивные сооружения).
ЗВЯГИНСКИЙ Я. Я. (коммун. хоз-во).
ЗДАНОВСКИЙ И. (метеорология).
ЗЕЙДЕ О. А. (химия).
ЗЕЙТЛЕНОК Г. А. (радиотехника).
ЗЕЛЕНКОВ В. А. (светотехника).
ЗЕЛИНСКИЙ Н. Д. (химия).
ЗЕМБЛИНОВ С. В. (жел.-дор. дело).
ЗЕМНИЦКИЙ И. Н. (монетное дело).
ЗИЛЬБЕРНИК А. (техника безопасности).
ЗИМАКОВ И. В. (химия).
ЗИМЕЛЕВ Г. В. (двигатели внутреннего сгорания).
ЗИМИН П. Н. (музыкальные инструменты).
ЗНАМЕНСКИЙ А. А. (авиация).
ЗНАМЕНСКИЙ Г. А. (авиация).
ЗОЛОТАРЕВ А. О. (текстильное пр-во).
ЗОРОХОВИЧ А. Н. (химия).
ЗОТИКОВ В. И. (текстильное дело).
ЗУДИН И. Ф. (металлография).

ИВАНОВ А. А. (астрономия).
ИВАНОВ А. П. (светотехника).
ИВАНОВ И. М. (жел.-дор. дело).
ИВАНОВ Н. И. (жел.-дор. дело).
ИВАНОВ П. И. (бухгалтерия).
ИВАНОВ Ю. М. (строительное дело).
ИЖЕВСКИЙ М. М. (строительное дело).
ИЗАКСОН А. М. (авиация).
ИЗГАРЫШЕВ И. А. (электрохимия).
ИЗРАИЛЬСОН Э. (промышленная гигиена).
ИЛЬИНСКИЙ М. А. (крашение, ситцепечатание).
ИЛЬЯСЕВИЧ С. А. (мосты).
ИЛЬЯШЕВИЧ Н. Л. (инженерное дело).
ИНДРИК П. (физика).
ИОФФЕ А. Ф. (физика).
ИОФФЕ И. С. (химия крашения).
ИОЭЛЬСОН Е. (рефриж. и холодильные установки).
ИПАТЬЕВ В. В. (высокие давления).
ИПАТЬЕВ В. Н. (химия).
ИРИСОВ А. С. (физика).
ИСАКОВ Л. Д. (физика, оптика).

КАБАНОВ Б. Н. (химия).
КАБЛУКОВ И. А. (химия).
КАВКАЗОВ Ю. Л. (кожевенное пр-во).
КАГАН В. Ф. (математика).
КАГАН М. Я. (химия).
КАЗАКОВ С. А. (астрономия).
КАЗАРНОВСКИЙ И. А. (химия).
КАКУРИН С. Н. (радиотехника).
КАЛАБУГИН А. Я. (мелиорация).
КАЛАНТАР А. А. (молочное дело).
КАЛАШНИКОВ Н. А. (обработка металлов).
КАМЕНСКИЙ Л. В. (бумажное пр-во).
КАМЕНЦЕВ П. Я. (строительное дело).
КАМЗОЛКИН В. П. (химия).
КАМПЕ Л. К. (электротехника).
КАНАРСКИЙ Н. Я. (текстильное дело).
КАНЕВСКИЙ Я. И. (военное дело).
КАНЕМАН Г. Д. (хлебопечение).
КАПИТОНОВ Н. П. (экономика).
КАПЛИНСКИЙ С. В. (гидротехника).
КАПЛУН С. И. (техника безопасности).
КАПЦОВ П. (текстильное пр-во).
КАРАВАЕВ Н. М. (химия).
КАРАСЕВ В. С. (химия).
КАРАЧАН И. Р. (военное дело).
КАРГИН Д. И. (железнодорожное дело).
КАРЖАВИН В. А. (химия).
КАРИКАШ Ф. А. (кардное пр-во).
КАРКОДИНОВ П. Д. (военное дело).
КАРЛСЕН Г. Г. (строительное дело).
КАРНАУХОВ М. М. (металлургия).
КАРПОВ В. П. (военное дело).
КАСИМОВ М. М. (электротехника, проволоч. телефония).

КАСТАЛЬСКИЙ А. А. (подвесные дороги).
КАСЬЯНОВ А. (горное дело).
КАЦ А. И. (технические измерения).
КАЦЕПОВ Д. Н. (обработка металлов).
КАЦКИЙ (машиностроение).
КАЦНЕЛЬСОН М. М. (химия фармацевтич.).

КАШКАРОВ В. И. (строительное дело).

КАШКИН К. Н. (*жел.-дор.* дело).
КВАРТИН М. Я. (химия).
КВЯТКОВСКИЙ М. Ф. (технология дерева).
КЕЛДЫШ В. М. (строительное дело).
КЕРИГ Г. М. (морское дело).
КЕРНЕР Г. (судовые двигатели).
КЕТОВ Х. Ф. (прикладная механика).
КИББЕЛЬ Р. (картонажное пр-во).
КИРЕЕВ В. А. (химия).
КИСЕЛЕВ В. А. (строит. механика).
КИТАЕВ Е. В. (электротехника, проволоч. телефония).
КИТАЙГОРОДСКИЙ И. И. (силикатная пром-сть).
КЛЕМИНЕР Л. И. (коммунальное хоз-во).
КЛИМОВ В. Я. (авиационные двигатели).
КЛЯЦКИН И. Г. (радиотехника).
КНОПФ В. М. (жел.-дор. дело).
КНОРРЕ Э. В. (коммунальное х-во).
КОБОЗЕВ Н. И. (химия).
КОБРАНОВ Н. Н. (лесное хозяйство).
КОВАЛЕВСКИЙ Н. Н. (бумажное пр-во).
КОВАЛЬ Л. П. (фруктоводство).
КОВАРСКИЙ Я. Н. (химия).
КОГАН Д. М. (гигиена труда).
КОГАН И. М. (химия).
КОГАН М. (технология металлов).
КОЗЛОВ В. С. (горное дело).
КОЗЛОВ Г. А. (гидротехнич. сооружения).
КОЗЬМИН П. А. (мукомольное дело).
КОЛОСОВ К. А. (фотография).
КОЛОСОВ Н. А. (полиграфич. пр-во).
КОЛЫЧЕВ В. И. (сельское хоз-во).
КОЛЯНКОВСКИЙ Д. П. (математика).
КОМАРЕВСКИЙ В. И. (химия).
КОМАРОВ Н. С. (холодильн. дело).
КОНАШИНСКИЙ Д. А. (радиотехника).
КОНОБЕЕВСКИЙ С. Т. (физика).
КОНОВАЛОВ В. Н. (электротехника).
КОНОВАЛОВА В. К. (математика).
КОНДРАТЬЕВ В. Н. (физика).
КОНДРАТЬЕВ Г. М. (физика, термометрия).
КОНШИН М. Д. (аэрофотосъемка).
КОНЮХОВ К. Г. (теплотехника).
КОПЕЛИОВИЧ Н. И. (кожевенное дело).
КОПЕЛЯНСКИЙ Г. (строит. материалы).
КОРЖЕВ П. П. (химия).
КОРКОДИНОВ П. (военное дело).
КОРНЕЕВ П. И. (электротехника).
КОРНИЦКИЙ С. Я. (теплотехника).
КОРНЮШИН Ф. Д. (мясная пром-сть).
КОРОЛЕВ А. Н. (молочное дело).
КОРОТКЕВИЧ М. А. (жел.-дор. дело).
КОСТЕНКО М. П. (электротехника).
КОСТЯКОВ А. Н. (гидравлика).
КОСЫГИН А. И. (геология).
КОЧЕРГИН С. Г. (детали машин).
КОЧЕУЛОВ П. Ф. (геодезия).
КРАВЕЦ Т. П. (физика).
КРАВКОВ С. В. (цветоведение).
КРАГЕЛЬСКИЙ И. В. (текстильное дело).
КРАСИЛЬЩИКОВ П. Н. (авиация).
КРАСНОПЕВЦЕВ П. И. (паровые машины).
КРАСНОПЕРОВ И. В. (двигатели внутреннего сгорания).
КРАСОВСКИЙ Н. В. (ветросиловые установки).
КРАСОВСКИЙ П. И. (жел.-дор. дело).
КРАШЕНИННИКОВ Ф. Е. (канатное пр-во).
КРЕЙМЕР Г. С. (химия).
КРЕЙСОН П. М. (авиация).
КРЕСТОВСКИЙ В. А. (электротехника, проволоч. телефония).
КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М. (энергетика).
КРИЛЬ Б. А. (сельхозмашиностроение).
КРИСТИ М. К. (танки, тракторы).
КРИСТСОН Р. Я. (резиновое пр-во).
КРОТКОВ Н. (водолазное дело).
КРОТОВ Е. Г. (технология дерева).
КРУГЛЫЙ М. А. (текстильное дело).
КРЫЛОВ Н. Н. (радиотехника).
КРЮКОВ М. В. (архитектура).
КУДРЕВИЧ Б. И. (морские инструменты).
КУДРЯВЦЕВ Н. Т. (электрохимия).
КУЗАЕВ А. Е. (морское дело).
КУЗМАК Е. М. (обработка металлов).
КУЗЬМИНСКИЙ К. С. (полиграф. пр-во).
КУКСЕНКО П. Н. (радиотехника).
КУЛАГИН Н. М. (зоология).
КУЛЕБАКИН В. С. (электротехника).
КУЛИКОВ В. М. (технология углеводов).
КУЛИШ Я. К. (электротехника, проволоч. телефония).
КУПРИЧЕНКОВ Д. К. (военное дело).
КУРБАТОВ А. В. (электротехника).
КУРБАТОВ В. Я. (химия).

КУРБАТОВ С. И. (электротехника).

КУРДЮКОВА О. (текстильное дело).
КУРДЮМОВ Г. В. (физика).
КУРНАКОВ Н. С. (химия).
КУРЧАТОВ И. В. (физика).
КУТЫРИН Д. В. (черная металлургия).
КУЧЕРОВСКИЙ А. Е. (материаловедение).
КУЧЕРУК В. В. (заводская сушка и вентиляция).

ЛАВРОВ Н. А. (автомоб. дело).
ЛАЗАРЕВ Д. Н. (освещение).
ЛАЗАРЕВ П. П. (физика).
ЛАМПРЕХТ К. (текстильное пр-во).
ЛАНСБЕРГ Г. С. (физика).
ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я. (техника освещения).
ЛАУБЕРТ Ю. К. (фотография).
ЛАУЕРТ Г. Б. (экономика черной металлургии).
ЛАУПМАН П. П. (гидротехника).
ЛАШЕВ Я. К. (горное дело).
ЛАШКАРЕВ В. Е. (физика).
ЛЕБЕДЕВ А. А. (оптика).
ЛЕБЕДЕВ В. Д. (электротехника).
ЛЕБЕДЕВ Л. Ф. (машиностроение).
ЛЕБЕДЕВ Н. В. (авиация).

ЛЕБЕДЕВ С. В. (химия).

ЛЕБЕДЕВ С. Ф. (сопрот. матер.).
ЛЕБЕДИНСКИЙ В. К. (физика).
ЛЕБЯЧЕНКО И. Г. (обработка металлов).
ЛЕВ А. С. (экономика).
ЛЕВ Д. С. (эмалировоч. дело).
ЛЕВЕНЕЦ Н. Б. (горное дело).
ЛЕВИ Г. П. (электротехника).
ЛЕВИНА Э. М. (химия).
ЛЕВИНСОН Я. (дезинфекция).
ЛЕВИНСОН-ЛЕССИНГ Ф. Ю. (петрография).
ЛЕВИТСКАЯ М. А. (физика).
ЛЕЗЕРСОН В. К. (электротехника, проволоч. телефония).
ЛЕЙБЕНЗОН Л. С. (теоретич. механика).
ЛЕЙМЕР А. Л. (авиация).
ЛЕЙПУНСКИЙ А. И. (физика).
ЛЕЙТИС В. И. (кожевенное производство).
ЛЕСКОВЕЦ В. (жел.-дор. дело).
ЛИВЕРОВСКИЙ А. В. (железнодор. дело).
ЛИВШИЦ М. Д. (экономика лесного дела).
ЛИДЕРС И. А. (разборные мосты).
ЛИЗУНОВ Н. В. (спектроскопия).
ЛИНДЕ В. В. (текстильное дело).
ЛИНДЕ Л. К. (лесное хоз-во).
ЛИННИК В. П. (физика).

ЛИННИК Я. Д. (текстильное дело).

ЛИПИН В. Н. (металлургия).

ЛИПЧИНА М. (техника безопасности).
ЛИСИЦЫН А. Н. (резина).
ЛИСКУН Е. Ф. (сельское х-во).
ЛИТВИН Л. С. (обработка металлов).
ЛИТВИНСКИЙ П. П. (телемеханика).
ЛОБКО И. А. (физика).
ЛОДОЧНИКОВ В. И. (петрография).
ЛОЙЦАНСКИЙ Л. (гидродинамика).
ЛОКШИН А. Я. (экономика).
ЛОМАНОВИЧ Л. Ф. (текстильное дело).
ЛОМОВ Г. И. (энергетика).
ЛОСЕВ О. В. (радиотехника).
ЛОСЕВ С. М. (энергетика).
ЛОХАНСКИЙ И. И. (минеральная химия).
ЛУГОВСКОЙ Б. И. (светотехника).
ЛУКЬЯНОВ В. В. (мукомольное дело).
ЛУРЬЕ Г. В. (обработка металлов).
ЛУРЬЕ М. А. (резина).
ЛУРЬЕ Ю. Э. (экономика).
ЛЬВОВ А. Г. (электротехника, проволоч. телеграфия).
ЛЬВОВ Н. А. (лекарств. растения).

ЛЫЗЛОВ В. С. (электротехника).

ЛЫСЕНКО А. Т. (электротехника).
ЛЫСКОВ В. П. (авиация).
ЛЮТЦ А. Ф. (геодезия).

ЛЯЛИН Л. М. (жиры, масла).

ЛЯЩЕНКО В. Д. (химия крашения).
ЛЯЩЕНКО П. В. (горное дело).

МАГИДСОН А. Ю. (фармацевтич. химия).
МАДОР П. С. (полиграфия).
МАЗЕЛЬ З. Е. (жел.-дор. дело).
МАЗИНГ Е. К. (двигатели внутреннего сгорания).
МАЙЗЕЛЬ С. О. (светотехника).
МАКАРЕВИЧ Н. П. (двигатели внутреннего сгорания).
МАКОШИН В. А. (бумажное пр-во).
МАКСИМЕНКО М. С. (минералогия и геология).
МАКСИМОВ Н. М. (текстильное дело).
МАКСИМОВ Т. Ф. (отопление).
МАКСОРОВ Б. В. (химия смолы).
МАЛИКОВ М. Ф. (метрология).
МАЛКОВ П. Н. (химия углеводов).
МАЛОВ Н. Н. (радиотехника).
МАЛЫНИЧ В. И. (самолетостроение).
МАЛЫШЕВ А. П. (прикладная механика).
МАЛЮТИН В. Н. (бумажное пр-во).
МАЛЯВКИН С. В. (геология).
МАНТЕЙФЕЛЬ А. Н. (обработка металлов).
МАНУС И. Я. (жел.-дор. дело).
МАРАСАНОВ В. И. (спичечное пр-во).
МАРК М. Г. (радиотехника).
МАРКМАН А. Л. (маслобойное дело).
МАРКОВ Д. С. (строительное дело).
МАРКУЗЕ М. (химия).
МАРСОВ К. (статистика).

МАРТЕНС Л. К. (двигатели внутреннего сгорания, машиностроение).
МАРТЫНОВ М. В. (электротехника).
МАРЦЕЛЛИ М. И. (гидротехника).
МАСЛЕННИКОВ Н. М. (химия).
МАТВЕЕВ К. М. (морское дело).
МАШКЕВИЧ А. О. (авиация).
МАШКИЛЛЕЙСОН Л. Е. (электротехника).
МЕДВЕДЕВ В. С. (морское дело).
МЕДВЕДЕВ С. С. (химия).
МЕЛИКОВ К. (математика).
МЕЛЬНИКОВ И. И. (электротехника).
МЕЛЬНИКОВ Н. Н. (военная химия).
МЕНКОВСКИЙ М. (мин. химия).
МЕОС А. И. (химия крашения).
МЕРЦАЛОВ Н. И. (прикладная механика).
МЕЩЕРИН В. (технология пищевых продуктов).
МИГАЛОВСКИЙ К. К. (морские инструменты).
МИЛЕЙКОВСКИЙ И. М. (радиотехника).
МИЛЕНГАУЗЕН К. К. (жел.-дор. дело).
МИЛОВАНОВ А. И. (горное дело).
МИЛОВИЧ А. Я. (гидравлика).
МИЛЬ М. А. (авиация).
МИНКЕВИЧ Н. А. (обработка черных металлов).
МИРЕНСКИЙ Б. И. (текстильное дело).
МИРКИН Е. Ю. (технология жиров).
МИРЛАС Л. И. (химия крашения).
МИТКЕВИЧ В. Ф. (электротехника).
МИТНИК М. Я. (физика).
МИТРОПОЛЬСКИЙ Н. М. (мосты).
МИХАЙЛОВ А. А. (астрономия).
МИХАЙЛОВ М. М. (электротехника).
МИХАЙЛОВ С. М. (полиграфия).
МИХАЙЛОВ С. Н. (краски).
МИХЕЕВА М. (геология и минералогия).
МИШУКОВ А. Я. (материаловедение).
МЛОДЗЕЕВСКИЙ А. Б. (физика).
МОДЕСТОВ В. (сел. хоз-во).
МОИШЕЕВ П. А. (авиац. двигатели).
МОЛОДЫЙ Т. К. (физика).
МОЛЧАНОВ П. А. (метеорология).
МОЛЧАНОВ С. В. (текстильное дело).
МОНОСЗОН А. М. (химия).
МОРОЗ А. И. (теплотехника).
МОСТОВИЧ В. Я. (металлургия).
МОТОРИН А. М. (крашение и ситцепечатание).
МУЗАЛЕВСКИЙ Ю. Г. (металлургия цветных металлов).
МУНТЯН В. М. (винокурение).
МУРАВЬЕВ И. М. (геология нефти).
МУРАШКИНСКИЙ В. Е. (физика).
МУШЕНКО И. Н. (горное дело).
МЫСОВСКИЙ Л. В. (физика).
МЫШЕЦКИЙ Д. А. (военное дело).
МЯСНИКОВ И. С. (текстильное дело).
МЯСОЕДОВ Н. А. (радиотехника).

НАГОРСКИЙ Д. В. (газовое отопление).
НАЗАРОВ В. И. (химия).
НАЗВАНОВ М. К. (сахарное пр-во).
НАЛИВКИН Д. В. (геология).
НАМЕТКИН С. С. (нефть).
НАРБЕКОВ Н. В. (жиры и масла).
НАСЕКИН Н. А. (текстильное дело).
НАСТЮКОВ А. М. (химия).
НАТУС-АНДРЕЕВ В. А. (обработка крови).
НАУМОВ В. А. (электротехника).
НЕВСКИЙ А. (теплотехника).
НЕЙМАН М. Б. (химия).
НЕКРАСОВ А. И. (теоретич. механика).
НЕКРАСОВ В. В. (химия).
НЕКРАСОВ Н. (судостроение).
НЕМЦОВ М. С. (химия).
НЕСЛУХОВСКИЙ С. К. (счетные машины).
НИВИНСКИЙ И. И. (офорт).
НИКИФОРОВ В. М. (геодезия).
НИКОЛАЕВ А. И. (текстильное дело).
НИЛОВ А. В. (полиграфическая пром-сть).
НИТУСОВ Е. В. (электротехника).
НИШТ А. Ф. (химия).
НОВИ Ю. (теплотехника).
НОВИКОВ В. В. (освещение).
НОВИКОВ Л. В. (мосты).
НОВИКОВ Н. Г. (текстильное дело).
НОВИКОВ П. В. (техника безопасности).
НОВОСПАССКИЙ А. Ф. (черные металлы).
НОЗДРОВСКИЙ С. А. (авиац. приборы).
НОЛЛЕ Я. Х. (фарм. химия).
НЮБЕРГ Н. Д. (цветоведение).

ОБОЛЬЯНИНОВ М. М. (судостроение).
ОБРАЗЦОВ В. Н. (подвесные дороги).
ОЖИГОВ А. А. (двигатели внутреннего сгорания).
ОЗЕРОВ П. С. (военное дело).
ОЗЕРОВ С. А. (химия).
ОЗОЛИН И. Х. (светотехника).
ОКАТОВ А. П. (коллоидная химия).
ОКНОВ М. Г. (металлургия).
ОПАРИН А. И. (химия углеводов).
ОПАЦКИЙ Н. В. (жел.-дор. дело).
ОППЕНГЕЙМ К. А. (жел.-дор. дело).
ОППОКОВ Е. (гидротехника).
ОРЛОВ В. С. (мосты).
ОРЛОВ Е. И. (цветные металлы).
ОРЛОВ Н. М. (детали машин).
ОРЛОВ П. М. (геодезия).
ОРМОНТ Б. Е. (химия).
ОСИНСКИЙ В. В. (экономика).

ПАВЛИНОВ П. П. (графика).
ПАВЛОВ И. М. (цветные металлы).
ПАВЛОВ М. А. (металлургия).
ПАВЛУШКОВ Л. С. (обработка металлов).
ПАЗУХИН В. А. (цветные металлы).
ПАЛЬМ В. М. (станки, обработка металлов).
ПАМФИЛОВ А. В. (химия).
ПАНАСЕНКО М. Д. (теплотехника).
ПАНКИН А. В. (станки, обработка металлов).
ПАНЧЕНКО А. Н. (химия).
ПАНЮТИН П. С. (химия).
ПАПАЛЕКСИ Н. Д. (радиотехника).
ПАПКОВИЧ П. Ф. (судостроение).
ПАСТУШЕНКО Н. М. (самолетостроение).
ПЕВЦОВ А. Х. (строит. материалы).
ПЕРЕДЕРИЙ Г. П. (мосты).
ПЕРИТУРИН Ф. М. (агрохимия).
ПЕРКИН Д. Е. (геология).
ПЕРФИЛЬЕВ Н. А. (обработка металлов).
ПЕСКОВ Н. П. (химия).
ПЕТРОВ Г. Н. (электротехника).
ПЕТРОВ Г. С. (химия).
ПЕТРОВСКИЙ В. А. (лесное дело).
ПИГУЛЕВСКИЙ Г. В. (химия душистых веществ).
ПИЛЬНИК М. Е. (металлургия).
ПИМЕНОВ В. Г. (детали машин).
ПИМЕНОВ М. Г. (военная химия).
ПЛАКСИН И. Н. (цветные металлы).
ПЛАТОН В. М. (геодезия).
ПЛЕТЕНЕВ С. А. (электрохимия).
ПОВАРНИН Г. Г. (кожевенное дело).
ПОДГОРНЫЙ Т. Ф. (коммун. хоз-во).
ПОДОБЕДОВ Н. Н. (трамвай).
ПОДЭРНИ С. А. (боенское хоз-во).
ПОЗДЮНИН В. Л. (судостроение).
ПОКАЛЮК К. О. (лесное хоз-во).
ПОЛИВАНОВ Н. И. (строит. дело).
ПОЛИКАРПОВ Н. Н. (самолетостроение).
ПОЛЯКОВ К. Я. (химия).
ПОЛЯНСКИЙ Н. П. (технология дерева).
ПОМЕРАНЦЕВ В. В. (жел.-дор. дело).
ПОНОМАРЕВ Н. Н. (электротехника).
ПОПОВ А. Е. (электротехника).
ПОПОВ А. С. (горное дело).
ПОПОВ Д. А. (лесотранспорт).
ПОРАЙ-КОШИЦ А. Е. (химия красящих веществ).
ПОРВАТОВ Г. (обработка камней).
ПОРОЙКОВ И. В. (рентгенотехника).
ПОРФИРЬЕВ Г. В. (строит. материалы).
ПОЯРКОВ М. Ф. (электротехника).
ПРЕДВОДИТЕЛЕВ А. С. (физика).
ПРИБЫЛЬСКАЯ Е. И. (кустарные промыслы).
ПРИШЛЕЦОВ В. И. (метеорология).
ПРОЗИН М. И. (химия).
ПРОКОПЬЕВ Е. П. (горное дело).
ПРОКОФЬЕВ И. П. (строит. механика).
ПРОЦИКОВ Л. А. (нефть).
ПРЯНИШНИКОВ Д. Н. (агрохимия).
ПУТИЛОВ К. А. (физика).
ПЫШНОВ В. С. (авиация).

РАБИНОВИЧ А. И. (химия, фотография).
РАБИНОВИЧ А. И. (экономика).
РАБИНОВИЧ А. Ю. (химия, жиры).
РАБИНОВИЧ И. М. (строит. механика).
РАБИНОВИЧ К. И. (экономика).
РАДЦИГ А. А. (теплотехника).
РАДЧЕНКО И. И. (торф).
РАЗУМОВ А. А. (электротехника).
РАЗУМОВ Н. С. (консервное дело, пивовар. пр-во).
РАКИЦКИЙ Н. П. (сел. хоз-во).
РАКОВСКИЙ А. В. (химия).
РАКОВСКИЙ Е. В. (химия).
РАТНЕР И. В. (строит. и железообр. дело).
РЕБИНДЕР П. А. (физич. химия, молекулярная физика).
РЕБОК Б. Ф. (двигатели внутреннего сгорания).
РЕМИЗОВ Л. А. (торф).
РЕРБЕРГ Ф. И. (краски).
РЕРИХ К. Э. (прикладная механика).
РЖЕВКИН С. Н. (акустика).
РИДЕЛЬ Ю. О. (электротехника, проволоч. телефония).
РОБЕРТ К. Э. (мебельное пр-во).
РОГИНСКИЙ П. О. (жел.-дор. дело).
РОГОВ Н. А. (торф).
РОЖАНСКАЯ (СТЕПАНОВА) Ю. (математика).
РОЖДЕСТВЕНСКИЙ А. А. (музыкальные инструменты).
РОЖДЕСТВЕНСКИЙ Д. С. (оптика).
РОЖДЕСТВЕНСКИЙ М. С. (химия).
РОЗАЛИЕВ Г. А. (геодезия).
РОЗАНОВ С. Н. (туннель).
РОЗЕНБАУМ Н. Д. (физика).
РОЗЕНБЕРГ С. И. (резиновое пр-во).
РОЗЕНШТЕЙН Л. И. (мукомольное дело).
РОЗИН М. Н. (мукомольное пр-во).
РОЛЬЩИКОВ Б. П. (цветные металлы).
РОМАНОВ В. И. (радиотехника).
РОМАНОВСКИЙ Г. В. (аэрофотоаппараты).
РОНКИН Б. Л. (химия).
РОТАСТ Г. П. (лесное хоз-во).
РУБЦОВ Н. Н. (литейное дело).
РУДЗИК В. И. (электротехника).

РУППЕНЕЙТ В. Р. (военное дело).
РУТОВСКИЙ В. Н. (химия душистых веществ).
РЫБАРЖ А. А. (металлургия).
РЫБКИН Ф. Ф. (химия).
РЫНИН А. А. (проект. геометрия).
РЯБИНИН П. Я. (электротехника).
РЯБОВ А. С. (военное дело).
РЯБОВ И. И. (текстильное дело).

САВКОВ Е. И. (технология древесины).
САВОСТЬЯНОВА М. Ф. (физика).
САВЧЕНКО В. С. (военное дело).
САКОВИЧ В. А. (жел.-дор. дело).
САМОЙЛОВ Б. В. (организация пр-ва).
САМОЙЛОВИЧ А. Г. (физика).
САМСОНОВ И. И. (силикатная пром-сть).
САПОЖНИКОВ А. В. (взрывчатые вещества).
САСС-ТИСОВСКИЙ Б. А. (химия неорганическая).
САТИНСКИЙ В. Н. (ружейное пр-во).
САТТЕЛЬ Э. А. (организация пр-ва).
САХАРОВ П. В. (черные металлы).
СВИСТОВ Н. К. (радиотехника).
СВОБОДИН В. П. (морское дело).
СЕВАСТЬЯНОВ Ю. Д. (химия).
СЕГАЛЬ А. И. (горная экономика).
СЕЛИВЕРСТОВ А. Н. (вентиляция).
СЕЛИВЕРСТОВ Н. А. (вентиляция).
СЕЛЯКОВ Н. Я. (физика).
СЕМЕНОВ В. Н. (архитектура).
СЕМЕНОВ Н. Н. (физика).
СЕМЕНСКИЙ Е. П. (торфяные машины).
СЕМЕНЧЕНКО В. К. (химия теоретич.).
СЕМИБРАТОВ Н. В. (паровые котлы).
СЕНКЕВИЧ А. М. (электротехника).
СЕРБ-СЕРБИН П. В. (цветные металлы).
СЕРГЕЕВ М. В. (горное дело).
СЕРГЕЕВ П. Г. (химия).
СЕРДОБОЛЬСКИЙ С. К. (резиновое пр-во).
СЕРЕБРЕННИКОВ М. Г. (механика теоретическая).
СЕРЕБРОВСКИЙ А. П. (золотая пром-сть).
СЕРК Л. А. (строит. дело).
СИДОРИН И. И. (авиац. материалы).
СИДОРОВ Н. Н. (электротехника).
СИНЕВ П. И. (техника безопасности).
СИНИЦИН А. А. (текстильное дело).
СИНИЦИН С. А. (электротехника).
СИПЯГИН А. С. (химия углеводов).
СИФМАН Б. И. (двигатели внутреннего сгорания).
СКАКОВСКИЙ Н. К. (геология).
СКЛЯРЕНКО С. И. (химия).
СКЛЯРОВ М. В. (полиграф. дело).
СКОРНЯКОВ Е. Е. (гидротехника).
СКОЧИНСКИЙ А. А. (горное дело).
СКРАМТАЕВ Б. Г. (строительные материалы).
СКРЫНИКОВ П. И. (кожевенное дело).
СЛАВИНСКИЙ М. П. (металлургия).
СЛАДКОВ Н. В. (сел. хоз-во).
СЛЕПЯН Л. Б. (радиотехника).
СЛОБОЖАНИНОВ Н. И. (текстильное дело).
СМАРАГДОВ Д. Г. (технология древесины).
СМИРЕНКИН П. П. (строит. дело).
СМИРНОВ В. С. (технология углеводов).
СМИРНОВ К. Н. (геодезия).
СМИРНОВ Н. Н. (химия).
СМИРНОВ (ВЕРИН) С. С. (металлургия).
СМУРОВ А. А. (электротехника).
СОКОЛОВ Б. Г. (организац. пр-ва).
СОКОЛОВ М. П. (воздухоплавание).
СОКОЛОВ Н. В. (металлургия).
СОКОЛОВ Н. С. (сел. хоз-во).
СОКОЛОВ П. П. (аэрофотосъемка).
СОЛОВЬЕВ П. М. (паровые котлы).
СОРОКИН Л. В. (геофизика).
СОРОКИН Н. А. (горное дело, нефть).
СОРОКО-НОВИЦКИЙ В. И. (автомобильные двигатели).
СПЕНГЛЕР Е. И. (химия).
СПЕНГЛЕР Е. Н. (железнодор. дело).
СПИЦЫН М. А. (электротехника).
СРЕТЕНСКИЙ Л. Н. (математика, механика).
СТАВРОВСКИЙ А. И. (паровые котлы).
СТАДНИКОВ Г. Л. (химия).
СТАРЫНКЕВИЧ-БОРНЕМАН И. (химия).
СТЕКОЛЬНИКОВ И. С. (электротехника).
СТЕПАНОВ В. В. (математика).
СТЕПАНОВ Д. В. (химия).
СТЕПАНОВ Н. Н. (геодезия).
СТЕЧКИН Б. С. (авиац. двигатели).
СТОЯНОВ М. Н. (электротехника).
СТРАХОВ П. С. (сел.-хоз. стр-во).
СТРЕЛЕЦКИЙ Н. С. (мосты).
СТРОГАНОВ С. Н. (горное дело).
СТРОКОВ Г. Т. (подземная газификация).
СТРУМИЛИН С. Г. (экономика).
СТРУННИКОВ В. Т. (судостроение).
СТУДЕНЕЦКИЙ В. А. (сахарное пр-во).
СУББОТИН И. И. (технология металлов).
СУВОРОВ П. И. (полиграфия).
СУМАРОКОВ Н. В. (швейные машины).
СУСЛОВ М. А. (авиац. двигатели).
СУХИНИЧ А. В. (морское дело).
СУШИНИН А. Ф. (паровые котлы).
СЫРКИН Я. К. (химия).
СЫРОМЯТНИКОВ С. П. (жел.-дор. дело).

ТАЙЦ М. А. (авиация).
ТАЛИЕВ В. И. (растениеводство).
ТАММ И. Е. (физика).
ТАНЕР-ТАНЕНБАУМ Ж. Л. (теплофикация).
ТАРАРИН В. П. (строительные материалы).
ТАТАРЧЕНКО Д. М. (металлургия).
ТАТАРЧУК В. М. (паровые котлы).
ТАТИЩЕВ С. В. (теплотехника).
ТЕОДОРЧИК К. Ф. (физика).
ТЕР-АСТАВАЦАТУРЬЯН И. А. (гидротехнич. сооружения).
ТЕРЕНТЬЕВ Б. П. (радиотехника).
ТЕРЕХОВ Н. Н. (экономика).
ТЕРПИГОРЕВ А. М. (горное дело).
ТЕСНЕР А. А. (бумажное пр-во).
ТИЛЬ Ф. Э. (прокатка труб).
ТИМИРЯЗЕВ А. К. (физика).
ТИМОФЕЕВ П. (фотоэлементы).
ТИМРОТ Д. Л. (теплотехника).
ТИТОВ И. А. (растениеводство).
ТИХОМИРОВ В. А. (химическая технология).
ТИХОНОВИЧ В. С. (химия).
ТИШБЕЙН Р. Р. (морское дело).
ТИЩЕНКО И. А. (химия углеводов).
ТОЛСТОПЯТОВ В. М. (жел.-дор. дело).
ТОПОЛЬНИЦКИЙ П. К. (геология).
ТРАПЕЗНИКОВ А. К. (рентгенофизика).
ТРАХТЕНБЕРГ Г. Г. (гильзовые машины).
ТРОИЦКИЙ А. Д. (полиграфия).
ТРОЯНСКИЙ П. П. (экономика).
ТРУБЕЦКОВ М. М. (металлургия).
ТРУБЕЦКОЙ В. А. (жел.-дор. дело).
ТРУБИН К. Г. (обработка металлов).
ТРУПАК Н. Г. (горное дело).
ТРУСОВ Ф. А. (строительные материалы).
ТРЯПКИН А. И. (текстильное дело).
ТУЛУПОВ Н. М. (морская авиация).
ТУМАНОВ Н. Г. (строительные материалы).
ТУМЕРМАН Л. А. (физика).
ТУПОЛЕВ А. Н. (авиация).
ТУРКУС В. А. (вентиляция).
ТУРЛЫГИН С. Я. (радиотехника).
ТЫЧИНИН Б. Р. (физич. химия).
ТЮЛЮКОВ А. Н. (военная химия).

УГЛОВ А. Т. (радиотехника).
УМОВ А. В. (светотехника).
УРАЗОВ Г. Г. (металлургия).
УРМИН Е. В. (авиационные двигатели).
УСПЕНСКИЙ А. Е. (химия).
УСПЕНСКИЙ Н. Н. (торф).
УСТЮГОВ Г. К. (светотехника).
УТКИН М. С. (фитопатология).
УШАКОВ Б. А. (аэродинамика).
УШАКОВ К. А. (авиация).

ФАБРИКАНТ В. А. (физика).
ФАДЕЕВ М. М. (морское дело).
ФАЕРМАН Е. М. (горное дело).
ФАЙНГЛУЗ П. П. (экономика).
ФЕДОРОВ А. Я. (текстильное дело).
ФЕДОРОВ Б. Ф. (светотехника).
ФЕДОРОВ В. Г. (автоматич. оружие).
ФЕДОРОВ М. С. (жел.-дор. дело).
ФЕДОРОВ Н. Т. (физика).
ФЕДОРОВСКИЙ Н. М. (минералогия).
ФЕРДИНАНДОВ В. В. (сельское хоз-во).
ФЕРСМАН А. Е. (минералогия, драгоценные камни).
ФЕСЕНКОВ В. Г. (астрономия).
ФИЛИППОВ А. В. (силикаты).
ФИЛИППОВ Н. А. (треки и станционы).
ФИЛИППОВИЧ И. В. (химия).
ФИЛОСОФОВ П. С. (керамика).
ФИНКЕЛЬШТЕЙН И. Д. (нефть).
ФИНЯГИН П. А. (текстильное дело).
ФИОЛЕТОВА А. Ф. (химия силикатов).
ФИШМАН Я. М. (военная химия).
ФЛАКСЕРМАН Ю. Н. (теплотехника).
ФЛЕРОВ В. К. (обувные машины).
ФЛИНТ Е. Е. (кристаллофизика).
ФЛОРЕНСКИЙ П. А. (материаловедение).
ФОКИН Л. Ф. (химия).
ФОЛЬЦ А. В. (химия).
ФОНЬО А. В. (полигр. пр-во).
ФРЕБЕРГ А. (силикатное пр-во).
ФРЕДЕРИКС В. К. (физика).
ФРЕНКЕЛЬ Я. И. (физика).
ФРИШ С. Э. (физика).
ФРОСТ А. В. (химия).
ФРУМКИН А. Н. (химия).
ФРЯЗИНОВСКИЙ И. А. (автомобильное дело).
ФУКС Э. С. (текстильное дело).
ФУРДУЕВ В. В. (физика).

ХАЙКИН С. Э. (радиофизика).
ХАРКЕВИЧ А. А. (электроакустика).
ХАЩИНСКИЙ В. П. (электротехяика).
ХВОЛЬСОН О. Д. (физика).
ХЕЙФЕЦ И. Я. (патенты).
ХЕРСОНСКИЙ С. С. (пр-во стекла).
ХИНЧИН А. Я. (математика).
ХИНЧИН Я. Г. (бумажное пр-во).
ХЛОПИН В. Г. (химия).
ХЛОПИН Г. В. (пром. гигиена).
ХОЛМОГОРОВ И. М. (детали машин).
ХОЛШЕВНИКОВ М. П. (мосты).
ХОМСКИЙ И. (крашение).
ХОМУТИННИКОВ Н. И. (мосты).
ХОМУТОВ И. (мукомольное дело).
ХРИСТОДУЛО Д. А. (пищевые продукты).
ХРУЩОВ М. М. (обработка металлов).

ЦАНДЕР Ф. А. (авиация).
ЦВЕТКОВ К. А. (астрономия).
ЦВЕТКОВ С. С. (геодезия).
ЦВЕТ-КОЛЯДИНСКИЙ В. С. (аэрофотосъемка).
ЦЕЙТЛИН Д. Г. (топливо).
ЦЕНИН А. (силикатное пр-во).
ЦЕРЕВИТИНОВ Н. Н. (фотография).
ЦЕРЕВИТИНОВ Ф. В. (пищевые продукты).
ЦЕХАНОВИЧ В. В. (дерев. судостроение).
ЦИКЛИНСКИЙ Н. И. (радиотехника).
ЦИМБАРЕВИЧ П. М. (горное дело).
ЦИНЗЕРЛИНГ Е. В. (геология).
ЦУКШВЕРДТ А. (дерев. судостроение).

ЧАПКОВСКИЙ К. А. (текстильное дело).
ЧЕКОТИЛЛО А. М. (переработка пищевых продуктов).
ЧЕРЕМУХИН А. М. (аэродинамика).
ЧЕРЕНИН П. А. (химия).
ЧЕРКАССКИЙ А. М. (полиграфич. пром-сть).
ЧЕРНОВ Н. В. (кожевенное пр-во).
ЧЕРНЫШЕВ А. А. (электротехника).
ЧЕРНЯВСКИЙ К. К. (военное дело).
ЧЕСАЛОВ А. В. (авиация).
ЧЕТВЕРИКОВ С. Д. (минералогия).
ЧЕХОВИЧ З. Н. (агрономия).
ЧЕХОВСКИЙ К. Н. (жел.-дор. дело).
ЧИБИСОВ К. В. (фотохимия).
ЧИБУНОВСКИЙ П. Г. (кирпичное пр-во).
ЧИЖИКОВ Д. М. (цветные металлы).
ЧИЛИКИН Н. М. (текстильное пр-во).
ЧИРКОВ А. А. (турбовозы).
ЧИСТЯКОВ Д. И. (термич. обработка металлов).
ЧИЧИБАБИН А. Е. (химия).
ЧУДАКОВ Е. А. (автомобильное дело).
ЧУЛИЦКИЙ Н. Н. (технология дерева).

ШАБЛЫГИН П. Н. (строит. материалы).
ШАВРЫГИН А. И. (химия).
ШАЛЬНИКОВ Н. И. (физика).
ШАПИРО И. А. (графит).
ШАПОВАЛОВ М. М. (сел. хоз-во).
ШАПОШНИКОВ В. Н. (химия углеводов).
ШАПОШНИКОВ Н. Н. (экономика).
ШАПШЕВ П. Н. (полиграфия).
ШАРЫЙ В. И. (экономика).
ШАТЕЛЕН М. А. (электротехника).
ШАФРАНОВА А. С. (техника безопасности).
ШАХНО А. П. (топливо).
ШВАРЦМАН С. М. (котлы высокого давления).
ШВЕЙЦЕР М. Б. (металлургия).
ШВЕЦОВ Б. С. (силикатная промышленность).
ШЕВЯКОВ Л. Д. (горное дело).
ШЕДЛИНГ Ф. М. (судостроение).
ШЕЛЕСТ А. Н. (тепловозы).
ШЕЛКОВ В. И. (военное дело).
ШЕМАЕВ А. М. (физика).
ШЕРШОВ А. П. (морское дело).
ШЕСТАКОВ М. Н. (обработка металлов).
ШЕСТАКОВ П. Н. (дорожное дело).
ШЕФЛЕР М. Е. (экономика сел. хоз-ва).
ШИБАРОВСКИЙ А. Е. (паровые котлы).
ШИЛОВ П. И. (геодезия).
ШИЛОВСКИЙ К. П. (сел. хоз-во).
ШИМАНСКИЙ Ю. А. (судостроение).
ШИПЕРОВИЧ В. Л. (нефть).
ШИСТОВСКИЙ К. Н. (астрономия).
ШИТТ П. Г. (плодоводство),
ШИУКОВ А. В. (авиация).
ШИФРИНСОН Б. Л. (теплофикация).
ШИФФЕНБАУЭР Р. Г. (радиотехника).
ШИХЕЕВА М. А. (геология).
ШИШЕЛОВ Л. П. (часовое пр-во).
ШЛЕГЕЛЬ Б. Х. (гидротехника).
ШЛОСБЕРГ А. (текстильное дело).
ШМИДТ О. Ю. (математика).
ШМУК А. А. (химия).
ШОРИН А. Ф. (кинотехника).
ШОРЫГИН П. П. (технология углеводов).
ШОШИН Н. (мосты).
ШПИЛЬРЕЙН Я. Н. (электротехника).
ШПОЛЬСКИЙ Э. В. (химия).
ШПРИНК Б. Э. (двигатели внутреннего сгорания, машиностроение).
ШРАМКОВ Е. Г. (электротехника).
ШТАММ Е. Л. (строительное дело).
ШТРЕМЕР Э. (жел.-дор. дело).
ШУКАЛОВ С. П. (военное дело).
ШУЛЕЙКИН В. В. (физика).
ШУЛЕЙКИН М. В. (радиотехника).
ШУМИЛОВ П. (нефть).
ШУР А. К. (кондитерские изделия).
ШУСТОВ А. Н. (технология пищевых веществ).
ШУХГАЛЬТЕР Л. Я. (организация пр-ва).

ЩАПОВ Н. М. (гидравлика).
ЩАПОВ Н. П. (строительная механика).
ЩЕКОЛДИН Н. Г. (химия).
ЩЕПЕТОВ А. М. (строительные материалы).
ЩЕРБАКОВ И. М. (техника углеводов).
ЩИРОВСКИЙ В. Г. (обработка металлов).
ЩУКАРЕВ С. А. (химия).
ЩУСЕВ А. В. (архитектура).

ЭВАЛЬД В. В. (строительное дело).
ЭДЕЛЬШТЕЙН В. И. (садоводство).
ЭКАРЕВ В. Н. (текстильное дело).
ЭКЗЕМПЛЯРСКИЙ В. М. (психотехника).
ЭЛЬДАРОВ К. Г. (автомобильное дело).
ЭЛЬСНИЦ А. Г. (электротехника, проволоч. телефония).
ЭНГЕЛЬГАРДТ Ю. В. (жел.-дор. дело).
ЭПШТЕЙН Г. Л. (электротехника).
ЭССЕН А. И. (горное дело).
ЭССЕН А. М. (гидротехника).
ЭТКИН В. (машиностроение).

ЮДИН Е. Ф. (физика).
ЮДИНСОН П. И. (строительные материалы).
ЮНГ В. Н. (цементы).
ЮРГАНОВ В. В. (силикатная пром-сть).
ЮРГЕНС В. Ф. (авиац. лыжи).
ЮРЬЕВ Б. Н. (авиация).
ЮРЬЕВ М. Ю. (электротехника, проволоч. телефония).
ЮХНЕВИЧ В. В. (артиллерия).

ЯБЛОНСКИЙ В. (нефть).
ЯКИМЧИК В. В. (организация пр-ва).
ЯКОБСОН М. (промышленная гигиена).
ЯКОВЛЕВ П. А. (судостроение).
ЯКОВЛЕВ С. Т. (судостроение).
ЯКУБ Б. М. (теплофикация).
ЯНКОВСКИЙ В. М. (химия).
ЯНОВСКИЙ М. О. (судовые двигатели).
ЯСТРЕМСКИЙ В. С. (статистика).
ЯШНОВ А. И. (теоретич. механика).

ARCO G. (Германия) (радиотехника).
AUMUND H. (Германия) (подъемные механизмы).
BARDTKE P. (Германия) (сварка).
BORCHARDT Ph. (Германия) (химическая технология).
CRANE H. (США) (двигатели внутреннего сгорания).
GAILLARD J. (США) (стандартизация).
GENSTENBERG (Германия) (обработка металла, военное дело).
GOLDMARK H. (США) (гидротехника).
GOTSCHALK A. (Германия) (резиновое пр-во).
FLUGEL (Германия) (турбины газовые).
FORNER K. (Германия) (турбины паровые).
FORTIER S. (США) (ирригация).
HARTLEIN H. (Германия) (строительное дело).
HOLLÄNDER H. (Германия) (режущий инструмент).
KINDSCHER E. (Германия) (резиновое пр-во).
KOBBERT (Германия) (газовое пр-во).
KYROPOULOS S. (Германия) (смазывающие вещества).
LILLY E. (США) (гелий).
LIPINNKOTT J. (США) (плотины).
LÖWENBERG (Германия) (паровые машины).
LÜDER E. (Германия) (припой и паяние).
POHL K. (Германия) (строительное дело).
PROCKAT (Германия) (химическая технология).
SCHAPOVALOFF M. (США) (фитопатология).
SCHOB A. (Германия) (резиновое пр-во).
SCHWARZ T. (Германия) (морское дело).
SIEKMAN H. (Германия) (ружейное производство).
TECHEL H. (Германия) (подводные суда).
ZEHME (Германия) (электрификация жел. дор.).
ZON R. (Германия) (технологии дерева).

ХУДОЖНИКИ И ЧЕРТЕЖНИКИ, ОФОРМЛЯВШИЕ ТЕХНИЧЕСКУЮ ЭНЦИКЛОПЕДИЮ

Авдонин С. В., Астафьев Н. Н., Аферов С. И., Белокопытов П. Ф., Вычужанин А. Д., Едиткин М. Е., Екименко А. И., Иллин В. Д., Иллина О. Е., Макарьев М. А., Медведев П. П., Михеев С. И., Нестеров Г. Л., Нестерова А. Д., Нивинская Е. И., Петрова Н. И., Шумилович С. Ф., Шустер В. Ю., Щепонников А. А.

ГРАВЕРЫ

Андреев В. А., Андреев В. В., Архиреев П. С., Быков Ф. С., Воронов Е. В., Горин А. И., Горин Н. С., Горина Е. А., Кутомкин П. С., Приданцев М. Г.

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	миллимикроны (0,001 μ).
μμ	микромикроны (0,000001 μ).
км²	квадратные километры.
га	гектары (квадратные гектометры).
а	ары (квадр. 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).
μг	микрограммы (0,001 мг).
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	тонпометры.
кгм	килограммометры.
т/м²	тонны на кв. метр.
кг/см²	килограммы на кв. сантим.
м/сп	метры в секунду.
п. м	погонные метры.
рег. т	регистровые тонны.

II. Математич. обозначения.

°	градус.
′	минута, фут.
″	секунда, дюйм.
‴	терция, линия.
> <	больше (< меньше).
≯ ≮	не больше (≮ не меньше).
≈	приблизительно равно.
⩾	больше или равно.
⩽	меньше или равно.
≫	значительно больше.
≪	значительно меньше.
∠	угол, измеряемый дугой.
∥	параллельно.
⊥	перпендикулярно.
÷	от—до.
sin	синус.
tg	тангенс.
sc	секанс.
cos	косинус.
ctg	котангенс.
csc	косеканс.
arc sin	арксинус.
arc tg	арктангенс.
sh	гиперболический синус.
ch	» косинус.
th	» тангенс.
∅	диаметр.
e	основание натуральных логарифмов.
lg	логарифм десятичный.
ln	» натуральный.
lim	предел.
Const	постоянная величина.
$\sum$	сумма.
$\int$	интеграл.
~	приблизительно.
∞	бесконечность.
d	полный дифференциал.
∂	частный »

III. Международные символы.

а) Единицы.

A	ампер.
Ah	ампер-час.
W	ватт.
Wh	ватт-час.
kW	киловатт.
kWh	киловатт-час.
V	вольт.
mV	милливольт.
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	калория малая.
HP	лошадиная сила.
lm	люмен.
lx	люкс.
m	мюрг.
Hz	герц.

б) Величины.

$t°$	температура обыкновенная.
$T°$	» абсолютная.
$t°_{кип.}$	» кипения.
$t°_{пл.}$	» плавления.
$t°_{заст.}$	» застывания.
$t°_{отв.}$	» отвердевания.
$t°_{крит.}$	» критическая.
atm	атмосфера техническая.
Atm	» барометрическ.
I	сила тока.
Q	электрич. заряд, количество электричества.
E	электродвижущая сила.
V, U	напряжение, потенциал.
A	работа.
W	энергия.
N	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.
$A_{c_1}, A_{c_2}, A_{c_3}$ / $A_{r_1}, A_{r_2}, A_{r_3}$	критические точки железных сплавов.
g	ускорение силы тяжести.
l	длина.
m	масса.
$D^{t_1}_{t_2}$	уд. вес при $t_1°$ по отношению к воде при $t_2°$.
$[\alpha]$;$[\alpha]_D$	угол вращения плоскости поляризации.
C_H;$[H^+]$	концентрация водородных ионов.
pH; P_H	водородный показатель.
$^1/_1N$	нормальный раствор.
$n^{t°}_D$	коэф. преломления.

IV. Основные сокращения.

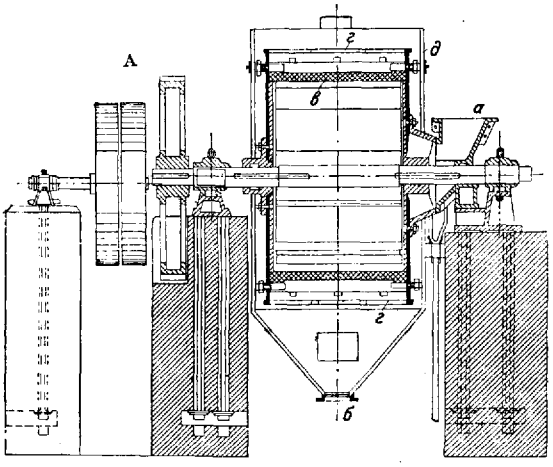
фт.—футы.	°Э.—градусы Энглера.
дм.—дюймы.	Градусы температурных шкал:
кц.—килоцикл.	°К—Кельвина.
ц.—цикл.	°С,°Ц.—Цельсия (100°-ной).
св.—свеча.	°Р.—Реомюра.
об/м.—обороты в минуту.	°Ф.—Фаренгейта.
п-вс.—пудоверсты.	$t°$—темп-ра по 100°-ной шкале (С).
п-фт.—пудофуты.	$t°$ Р.—температура по Реомюру.
фт/ск.—футы в секунду.	$t°$ Ф.—температура по Фаренгейту.
чв-д.—человекодни.	абс. ед.—абсолютная единица.
чв-ч.—человекочасы.	ат. в.—атомный вес.
долл., $—доллары.	Aufl.—Auflage.
мар.—марки.	B.—Band, Bände.
фн. ст., £—фунты стерлингов.	v.—volume, volumes.
фр.—франки.	вкл.—включительно.
шилл.—шиллинги.	гг.—годы, города.
млн.—миллионы.	д.—деревня, долгота.
млрд.—миллиарды.	д. б.—должно быть.
ч.—часы.	ж. д., ж.-д.—железная дорога, железнодорожный.
м., мин.—минуты.	з.-европ.—западноевропейский.
ск.—секунды.	з-д—завод.
°Bé—градусы Боме.	изд.—издание.
	ин-т—институт.
	Jg.—Jahrgang.
	кпд—коэфициент полезного действия.
	к-рый—который.
	к-та—кислота.
	Lfg—Lieferung.
	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-в—остров.
	п—пара (хим.).
	р.—pagina, paginae (лат.—страница, страницы).
	пром-сть—промышленность.
	проф.—профессор.
	SK—зегеровские конуса.
	С., Ю., В., З.—север, юг, восток, запад.
	с.-з., ю.-в.—северо-западный, юго-восточный.
	стр.—страницы.
	т.—том, томы.
	t.—tome, tomes.
	T.—Teil, Teile.
	тв.—твердость.
	т-во—товарищество.
	темп-ра—температура.
	т. н.—так называемый.
	тр-к—треугольник.
	уд.—удельный.
	уд. в.—удельный вес.
	ур-ие—уравнение.
	У. П.—Урочное положение.
	u. ff.—und folgende.
	ф-ия—функция.
	ф-ка—фабрика.
	ф-ла—формула.
	Н.—Heft, Hefte.
	хим. сост.—химический состав.
	ц. т.—центр тяжести.
	Ztg—Zeitung.
	Ztrbl.—Zentralblatt.
	Ztschr.—Zeitschrift.
	ш.—широта.
	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.
«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 общества, Ленинград.
«ЖРМО»—Журнал Русского металлургического общества, Ленинград.
«ЖХП»—Журнал химической промышленности, Москва.
«ИТИ»—Известия Теплотехнического института им. Ф. Дзержинского, Москва.
«МС»—Минеральное сырье, 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 пром-сть, Москва.
«СТ»—Санитарная техника, Москва.
«СХ»—Социалистическое хозяйство, Москва.
«ТиТбП»—Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.
«Труды ГЭЭИ»—Труды Гос. экспериментального электротехнического института, Москва.
«Труды НАМИ»—Труды Научного автомоторного института, Москва.
«Труды НИУ»—Труды Научного института по удобрениям, Москва.
«Труды ЦАГИ»—Труды Центрального аэрогидродинамического института, Москва.
«УФН»—Успехи физических наук, 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.
BEAMA—The British Electrical and Allied Manufacturers Association, London.
«B. u. E.»—Beton und Eisen, Berlin.
Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co., Köln a/R.
«Ch.-Ztg»—Chemiker-Zeitung, Cöthen.
«Ch.-Ztrbl.»—Chemisches Zentralblatt, Berlin.
DIN—Deutsche Industrie-Normen.
«EChZ»—Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.
«EMA»—Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.
«EuM»—Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.
«ETZ»—Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.
«GC»—Génie Civil, Paris.
«I. Eng. Chem.»—Industrial and Engineering Chemistry, Easton, Pa.
I. G. Farben—Interessengemeinschaft Farben-Industrie A.-G., Leverkusen b. Köln a/R.
«JAIEE»—Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
«J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.
«Mitt. Forsch.»—Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin.
NDI—Normenausschuss der deutschen Industrie.
«PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
«RGÉ»—Revue Générale de l'Électricité, 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, 1 Auflage, 1915—23, 2 Auflage erscheint ab 1928.
«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.

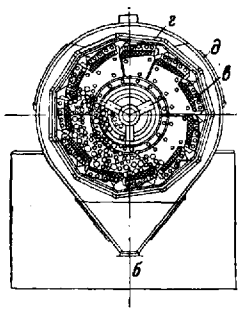
Ш

ШАРОВЫЕ И ТРУБНЫЕ МЕЛЬНИЦЫ, машины для грубого и тонкого измельчения различных материалов. Шаровые мельницы представляют железные вращающиеся короткие барабаны, выложенные внутри стальными плитами или брусками кварцевых пород и загруженные стальными шарами и в нек-рых случаях кремневыми гальками. В шаровых мельницах материал поступает с одного конца барабана, разбивается и истирается загруженными в них



Фиг. 1.

стальными шарами, через отверстия в барабане попадает на сита и после отсеивания поступает в виде крупки в приемный конус, откуда крупка поступает для тонкого перемола в трубную мельницу, представляющую собой длинный железный барабан, выложенный внутри стальными плитами и разделенный на 2—3 камеры, загруженные стальными шарами или стальными цилиндриками (фиг. 1, А, Б, где *а*—загрузочная воронка, *б*—приемный конус для крупки, *в*—стальные плиты, *г*—сита, *д*—наружный кожух). При вращении барабана стальные шары вследствие трения между ними и плитами и под влиянием центробежной силы поднимаются и, достигнув в направлении вращения определенной высоты, падают, разбивая материал. При этом скорость вращения барабана влияет на работу мельницы, именно: 1) при небольшой скорости вращения шары только перекатываются один по другому, истирая материал; 2) при большой скорости вращения, когда центробежная сила может превысить силу тяжести, шары прижмутся к плитам мельницы и не дадут никакого измельчения; 3) при нормальной скорости вращения шары поднимутся на определенную высоту и, падая, произведут необходимую работу (фиг. 2, А—нормальное число оборотов, фиг. 2, Б—ненормально большое число оборотов). Наивыгоднейшее число оборотов $n=\frac{23\div28}{\sqrt{D}}$, где D—диаметр барабана в *м*. Табл. 1 дает характеристику шаровых мельниц разных номеров.



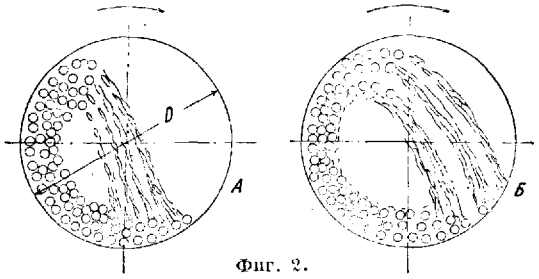
Б

Все выпущенные шаровые мельницы под названием «Коминор», «Цементор», «Молитор» и др. работают по вышеуказанному принципу, отличаются друг от друга только нек-рыми деталями и служат для сухого и мокрого перемола. Второй тип шаровой мельницы с ветровым

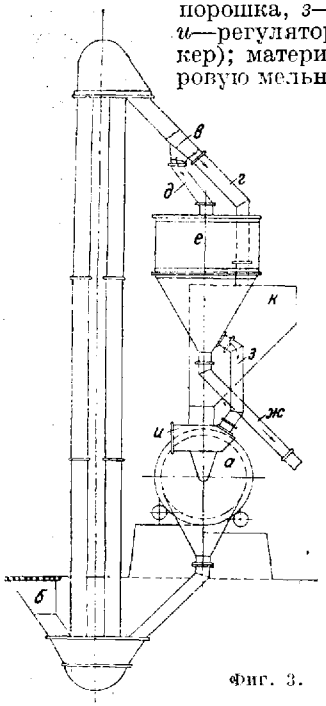
Табл. 1.—Характеристика шаровых мельниц.

№№ мельниц	Диам., *м*	Длина, *м*	Число об/мин.	Расход силы, HP	Вес шаров, *т*	Производительность, *т*/ч							
						Шамот	Домен. гранул. шлак	Цементный клинкер	Обожжен. глина	Известь жженая	Трасс	Глина возд.-сухая	Мрамор
2	1,64	0,80	32	6	0,30	1,1 0,9	0,30 0,25	0,45 0,375	0,50	0,70	0,65	3,0 1,8	0,40
3	1,89	1,03	29—28	8	0,60	1,60 1,30	0,40 0,35	0,60 0,52	0,70	1,0	0,875	4,0 2,5	0,525
5	2,21	1,03	25—26	15	0,90	3,0 2,5	0,80 0,70	1,30 1,15	1,10	2,0	1,75	8,0 5,0	1,05
7	2,41	1,38	25	25	1,30	4,4 3,75	1,15 1,0	1,80 1,40	2,10	2,9	2,50	11,75 7,35	1,60
10	2,63	1,63	22—23	45	2,60	8,8 7,5	2,3 2,0	3,60 2,80	4,20	5,8	5,0	—	3,20

сепаратором применяют для тонкого измельчения без использования трубных мельниц (фиг. 3, где *а*—шаровая мельница, *б*—приемник элеватора, *в*—сита, *г*—труба для крупного материала, *д*—труба для мелкого материала, *е*—сепаратор, *жс*—труба для тонко измолотого порошка, *з*—труба для крупки, *и*—регулятор питания, *к*—бункер); материал поступает в шаровую мельницу, затем попадает в приемник элеватора, где, смешавшись с загруженным немолотым материалом, поднимается вверх и, пройдя сита, разделяется на две фракции. Фракция, прошедшая сито, поступает в воздушный сепаратор, а оставшаяся на нем, как более крупная, через бункер возвращается в мельницу для домола. Тонкая часть материала, попавшая в сепаратор (фиг. 4), состоящий из двух воронок, поступает на быстро вращающуюся тарелку *А*, с к-рой центробежной силой сбрасывается, и ветровым потоком вентилятора *Б* наиболее тонкая часть этой фракции уносится в наружный конус *В*, а более крупная часть падает вниз во внутренний конус и по трубе *Г* возвращается в мельницу для домалывания. Шаровые мельницы с ветровым сепаратором находят применение в различных отраслях промышленности (цементной и др.). В табл. 2 даны размеры этих мельниц.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Табл. 2.—Характеристика шаровых мельниц с ветровым сепаратором.

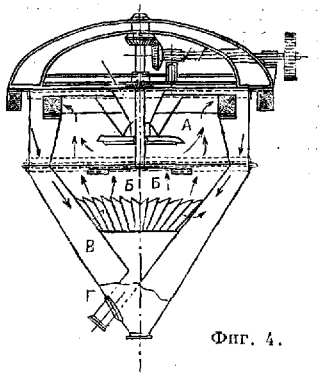
№№ мельниц с сепаратором	1	2	3	4	5
Длина, *м*	3	3,5	4,8	6	6
Диам., *м*	1,4	1,6	1,8	1,8	2
Расход сил, IP	65	115	200	270	320
Вес шаров, *т*	6	10	17,5	21,5	26

В трубных мельницах материал поступает через полую цапфу с одного конца мельницы и выходит с другого конца в виде тонкого порошка. Служат они как для перемола материала в сухом состоянии, так и для размола его совместно с водой. Различают следующие три главных типа этих мельниц: 1) Однокамерные—служат для окончательного перемола в тонкий порошок предварительно измельченного в крупу материала при помощи стальных шаров или кремневых галек. Их размеры и характеристика даны в табл. 3. Эти мельницы работают только в комбинации с шаровой мельницей, дающей крупку. Диам. шаров 60—70—80 *мм*, средний размер гальки ок. 70 *мм*.

Табл. 3.—Характеристика трубных мельниц.

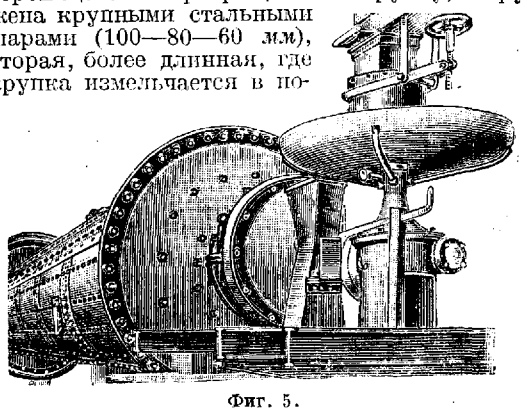
Диаметр, *м*	1,24		1,55		
Длина, *м*	6	7	6	7	8
Число об/м.	30	30	26	26	26
Расход силы при кремн. гальке, IP	45	50	80	90	100
Расход силы при стальн. шарах, IP	100	120	180	210	240
Вес кремн. гальки, *т*	4,3	5	6,8	7,9	9
Вес стальн. шаров, *т*	11,2	13,2	18,2	21	24

2) Двухкамерные трубные, или комбинированные, мельницы (фиг. 5) разделены внутри на две неодинаковые камеры. Первая камера (укороченная) загружена крупными шарами (60—80—100 *мм*) и служит для предварительного измельчения щебенки в крупку, а вторая (удлиненная), загруженная мелкими шарами (30—50—60 *мм*), служит для окончательного размола крупки в тонкий порошок. Диаметр комбинированных мельниц 1,4—2,0 *м*; длина 7—10 *м*; число об/м. 24—28; вес шаров 10—28 *т*; расход силы 125—360 IP; производительность 5—11 *т/ч*.



Фиг. 4.

3) Трехкамерные мельницы представляют собой новейшие комбинированные мельницы, осуществляющие перемол щебенки в тончайший порошок. Внутри выложены стальными плитами и разделены на три неодинаковые камеры. Первая короткая камера, в которой щебенка превращается в крупку, загружена крупными стальными шарами (100—80—60 *мм*), вторая, более длинная, где крупка измельчается в порошок, загружена мелкими шарами (50—40—30 *мм*) и третья, для получения тончайшего порошка, самая длинная, загружена стальными цилиндриками цильпебс. Диаметр трехкамерных мельниц 1,8—2,2 *м*; длина 12—14 *м*; число об/мин. 23—25; вес шаров 25—40 *т*; расход силы 350—700 IP; производительность


Фиг. 5.

15—24 *т/ч*. Эффект помола зависит от правильного подбора мелющих тел (их веса, формы и размеров), от величины сопротивления материала измолу, от строения, влажности и гранулометрич. состава материала, от аспирации мельницы и др. В табл. 4 приведены эмпирич. данные для подсчета загрузки мелющих тел и производительности мельниц, применяемых в цементной промышленности.

Табл. 4.—Производительность трубных мельниц.

Тип мельниц	Загрузка шар., *т* *1	Производит., *кг* *2
Двухкамерные	1,4	до 425
Трехкамерные	0,7—1,1	360—390

*1 На 1 *м*³ объема мельницы. *2 На 1 *т* шаров.

Кроме применения в цементной пром-сти Ш. и т. м. используют при измельчении угля, золотосодержащих руд, различных материалов в керамич. пром-сти, при бетонных работах и пр. Для подсчета расхода энергии E, затрачиваемой на вращение мельницы, Бланк дает ф-лу: $E = cT\sqrt{D}$, где c—коэф. (5—15) в зависимости от наполнения шарами и от рода мелющих тел, T—вес шаров в *т*, D—диам. мельницы в *м*.

Лит.: Наске К., Цементное производство, пер. с нем., М.—Л., 1928; Ортин М., Механич. обогащение руд, М.—Л., 1931; «Строительные материалы», М.; «Цемент», М.; Naske K., Zerkleinerungsvorrichtungen u. Mahlanlagen, 4 Aufl., Lpz., 1926; Schoch K., Die Mortelbindestoffe, B., 1928; Blanc E., Technologie d. Brecher, Mühlen u. Siebvorrichtungen, B., 1928; «Tonindustrie Zeitung», B.; «Zement», B.; «Cement a. Cement Manufacture», L. **В. Таларин.**

ШАРОВЫЕ ФУНКЦИИ n-го порядка, целые рациональные ф-ии от

$$\cos\vartheta,\ \sin\vartheta\cos\varphi,\ \sin\vartheta\sin\varphi,$$

удовлетворяющие диференциальному ур-ию второго порядка:

$$\frac{1}{\sin\vartheta}\frac{\partial}{\partial\vartheta}\left(\sin\vartheta\frac{\partial u}{\partial\vartheta}\right)+\frac{1}{\sin^2\vartheta}\frac{\partial^2 u}{\partial\varphi^2}+n(n+1)u=0. \quad (1)$$

При известных ограничительных условиях ф-ия $f(\vartheta, \varphi)$, заданная во всех точках шаровой поверхности с координатами ϑ (полярный угол), φ (азимут), м. б. разложена в ряд

$$4\pi f(\vartheta,\ \varphi)=\sum_{n=0}^{\infty}(2n+1)Y_n(\vartheta,\ \varphi), \quad (2)$$

где $Y_n(\vartheta, \varphi)$—Ш. ф. n-го порядка. Наибольшим распространением пользуются Ш. ф. Лежандра, зависящие только от ϑ и не зависящие от φ. Ш. ф. Лежандра n-го порядка обозначаются обычно через $P_n(\cos\vartheta)$. Для этих ф-ий $\frac{\partial P_n}{\partial\varphi}=0$ и потому (1) принимает вид:

$$\frac{1}{\sin\vartheta}\frac{d}{d\vartheta}\left(\sin\vartheta\frac{du}{d\vartheta}\right)+n(n+1)u=0. \quad (3)$$

Подставляя $\cos\vartheta = x$, Ш. ф. Лежандра можно представить в виде $P_n(x) = P_n(\cos\vartheta)$. Эти ф-ии удовлетворяют поэтому ур-ию

$$(1-x^2)\frac{d^2u}{dx^2}-2x\frac{du}{dx}+n(n+1)u=0. \quad (3a)$$

Начальные условия для интегралов $u = P_n(x)$ этого диференциального ур-ия выбирают сл. обр.:

$$P_n(0)=0 \text{ при } n=2k+1,$$

$$P_n(0)=(-1)^k\frac{1\cdot3\ldots(2k-1)}{2\cdot4\ldots2k} \text{ при } n=2k,$$

$$P_n(1)=1,\ P_n(-1)=(-1)^n.$$

Тогда Ш. ф. Лежандра $P_n(x)$ выражаются при помощи следующих многочленов (полиномы Лежандра):

$$P_0(x)=1,\ P_1(x)=x=\cos\vartheta,$$

$$P_2(x)=\tfrac{1}{2}(3x^2-1)=\tfrac{1}{2}(3\cos^2\vartheta-1),$$

$$P_3(x)=\tfrac{1}{2}(5x^3-3x)=\tfrac{1}{2}(5\cos^3\vartheta-3\cos\vartheta),$$

$$P_4(x)=\tfrac{1}{8}(35x^4-30x^2+3)=$$

$$=\tfrac{1}{8}(35\cos^4\vartheta-30\cos^2\vartheta+3),$$

$$P_5(x)=\tfrac{1}{8}(63x^5-70x^3+15x).$$

Эти ф-ии связаны рекуррентной ф-лой:

$$(n+1)P_{n+1}(x)-(2n+1)xP_n(x)+nP_{n-1}(x)=0. \quad (4)$$

Для больших значений n полиномы Лежандра имеют приближенное (асимптотическое) выражение:

$$P_n(\cos\vartheta)\cong\sqrt{\frac{2}{n\pi\sin\vartheta}}\cdot\sin\left[\left(n+\frac{1}{2}\right)\vartheta+\frac{\pi}{4}\right]. \quad (5)$$

С помощью Ш. ф. можно разложить в степенной ряд ф-ию, имеющую большое значение в теории потенциала:

$$\frac{1}{\sqrt{1-2rx+r^2}}=P_0+rP_1(x)+r^2P_2(x)+\ldots \quad (6)$$

при $r<1$,

$$\frac{1}{\sqrt{1-2rx+r^2}}=\frac{1}{r}\cdot\frac{1}{\sqrt{1-2\cdot\frac{1}{r}\cdot x+\left(\frac{1}{r}\right)^2}}=$$

$$=\frac{1}{r}P_0+\frac{1}{r^2}P_1(x)+\frac{1}{r^3}P_2(x)+\ldots \quad (7)$$

при $r>1$.

Ш. ф. Лежандра обладают свойством ортогональности; это значит, что они удовлетворяют соотношениям:

$$\int_{-1}^{+1}P_m(x)P_n(x)\,dx=0 \quad (8)$$

при $m\neq n$;

вместе с тем

$$\int_{-1}^{+1}P_n^2(x)\,dx=\frac{2}{2n+1}. \quad (9)$$

Эти соотношения позволяют разложить в ряд по Ш. ф. данную ф-ию $f(x)$:

$$f(x)=a_0P_0(x)+a_1P_1(x)+a_2P_2(x)+\ldots, \quad (10)$$

где по аналогии с рядом Фурье коэф-ты a_n определяются при помощи интеграла

$$a_n=\frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1}f(t)P_n(t)\,dt\ (n=0,\ 1,\ 2,\ldots). \quad (11)$$

Такие разложения применяются также для наилучшего приближения данной ф-ии; напр. разложение

$$\cos x=1-\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{24}x^4-\ldots$$

дает не очень точные результаты, если ограничиться написанными членами разложения. Делая подстановку $x=\frac{\pi}{2}t$, можно дать для $\cos x$ приближенное разложение, дающее при данном числе слагаемых во всем интервале наименьшее отклонение:

$$\cos\frac{\pi}{2}t=a_0P_0+a_2P_2(t)+a_4P_4(t), \quad (12)$$

где

$$a_0 = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} \cos\frac{\pi}{2}t\,dt = \frac{2}{\pi},\ a_1 = 0,$$

$$a_2 = \frac{5}{2}\int_{-1}^{+1} P_2(t)\cos\frac{\pi}{2}t\,dt = \frac{10}{\pi}\left[1 - 3\left(\frac{2}{\pi}\right)^2\right]$$ и т. д.

Подставляя значения a_n и $P_n(t)$ и возвращаясь к исходной переменной x, получают с гораздо большей точностью

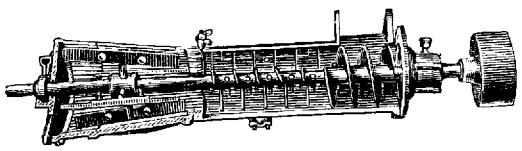
$$\cos x = 0{,}9996 - 0{,}4964\,x^2 + 0{,}0372\,x^4$$

для всех значений x от $-\frac{\pi}{2}$ до $+\frac{\pi}{2}$.

Ш. ф. применяются также при решении ряда проблем теоретической физики, электротехники и т. п.

Лит.: Гильберт Д. и Курант Р., Методы математической физики, пер. с нем., М.—Л., 1933; Уиттекер Е. и Ватсон Г., Курс современного анализа, пер. с англ., ч. 1, М.—Л., 1933; Таблицы специальных функций, под ред. Я. Шпильрейн, М.—Л., 1934; Runge C. u. König H., Vorlesungen über numerisches Rechnen, B., 1924; Jahnke E. u. Emde F., Funktionentafeln, Lpz.—B., 1933; Mises R. u. Frank P., Die Differential- u. Integralgleichungen der Mechanik u. Physik, B. 2, 7 Aufl., Brschw., 1927. **Я. Шпильрейн.**

ШАСТАЛКА, машина, применяемая для удаления уса у овса и ячменя. На элеваторах и крупных коммерческих предприятиях б. ч. применяют машины америк. происхождения. Слегка конусный барабан Ш. (см. фигуру), установленный горизонтально на станине, снабжен

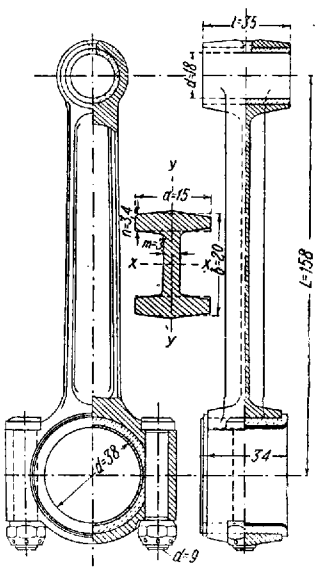


рядом металлич. бичей, вращающихся в кожухе, составленном из секций различного назначения, расположенных через одну. Часть секций—из листовой стали, пробитой узкими длинными отверстиями, остальные секции—глухие; секции имеют шипковидную рубчатую поверхность. При работе барабан м. б. сдвинут в ту или другую сторону, причем благодаря его конусности расстояние между бичами и декой соответственно увеличивается или уменьшается, чем достигается более или менее сильная обрубка уса. Вся пыль и отбитые усы под влиянием потока воздуха, образуемого быстрым вращением барабана, выдуваются через отверстия в секциях деки и высасываются вентилятором, насаженным на ось барабана. Над машиной установлен ковш со вставленными в него решетом и ситом. Решето при сотрясательном движении ковша, просеивая овес, задерживает все крупные примеси, сбегающие с него в особый жолоб, отводящий их в сторону от машины. Сито служит для высева из зерна более мелких примесей. Очищенное т. о. зерно поступает по каналу в барабан, в к-ром при помощи вентилятора отделяется полновесное зерно от щуплого и перебитого. Дефективное зерно собирается в отдельном мешке, подвешенном к рукаву машины. На элеваторах шасталки применяются не только для обработки зерна овса, но и для поднятия натуры ржи, ячменя и других хлебов. В настоящее время небольшие Ш. (под названием «шеретовок») применяют на всех европ. сложных хлебных молотилках. Они помещаются параллельно барабану наверху молотилки—за местом, где стоят работники, подающие хлеб в молотилку. Вымолоченное и прошедшее первую веялку зерно поднимается зерноэлеватором на шнек на валу шеретовки, к-рый и передает его в последнюю. Шеретовка состоит обычно из двух отделений. В первом, непосредственно за шнеком, на валу насажен (по винтовой линии) ряд ножей, при вращении перемещающих зерно ко второму отделению шеретовки, одновременно отрубая от него усы. Во втором отделении бичи барабана перетирают зерно о рифленую поверхность кожуха, заканчивая работу, начатую в первом отделении, после чего зерно переходит на вторую веялку для очистки. Шеретовка служит гл. обр. для удаления уса у ячменя или оболочек, остающихся в нек-рых случаях на зерне пшеницы, а также для увеличения натуры овса. Обшастать овес на шеретовке, как это принято на специальной шасталке, не удается. Овес выходит из этого аппарата хотя и с укороченным усом, но не настолько, чтобы он мог подойти под тип шастанного овса. **К. Шиповский.**

ШАТУН, деталь поршневых машин, служащая для передачи силы давления рабочего тела (газ, пар, жидкость) коленчатому валу, является связующим звеном между поршнем или крейцкопфом и коленчатым валом. Ш. применяется также и в других механизмах, требующих преобразования прямолинейно-возвратного движения во вращательное или обратно.

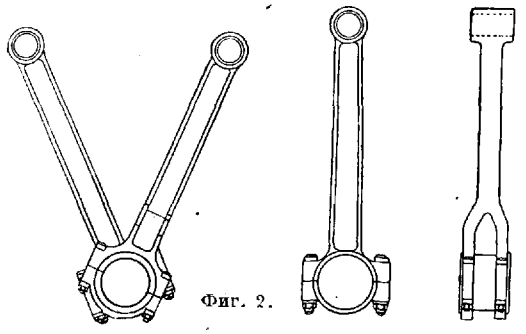
Поршневые машины имеют широкое и разнообразное применение в хозяйстве каждой страны. Цилиндровая мощность поршневых машин колеблется в очень широких пределах: от 0,25 до 2 500 HP; число оборотов машин также колеблется в большом интервале—от нескольких десятков до нескольких тысяч. Поэтому Ш. по своим размерам и конструктивному выполнению бывают весьма различны.

Конструктивные формы. Обычно Ш. состоит из 3 основных частей: стержня, или тела, и двух головок, к-рые могут иметь отдельные вкладыши, прокладки и соединительные, или т. н. шатунные, болты. Ш. простых механизмов и малых быстроходных двигателей штампуются или куются за одно целое: стержень, верхняя головка и нижняя часть кривошипной головки; вообще же поршневая головка может быть цельной или разъемной, а кривошипная обязательно д. б. разъемной, кроме случаев применения роликовых подшипников. Конструкцию Ш., штампованного за одно целое с головками, см. *Автомобильный двигатель*, фиг. 13. Так как этот Ш. предназначен для легкого быстроходного двигателя, то он изготовлен из легкого металла—дуралюминия, кроме того стержень выполнен пустотелым. Верхняя головка Ш. снабжена цельной бронзо-



Фиг. 1.

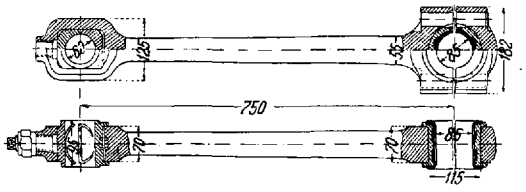
вой втулкой, а нижняя—отдельным вкладышем из 2 половин, залитых баббитом. В целях уменьшения габарита нижней головки она снабжена 4 болтами. Канал в стержне Ш. использован для подвода смазки к поршневой головке. Стержень Ш.—круглого сечения. Для получения Ш. той же прочности, но при меньшем весе стержню придают форму двутаврового сечения, как показано на фиг. 1. В этой конструкции нижняя головка имеет два соединительных болта, в остальном Ш. существенно не отличается от упомянутого выше. На фиг. 2 показан Ш. для



Фиг. 2.

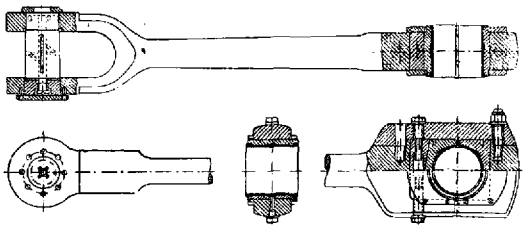
V-образного авиационного двигателя. В двигателях этого типа два Ш. работают на один кривошип коленчатого вала, в таких случаях форма нижней головки получается значительно более сложной; головка спаренного Ш. выполняется вильчатой, как показано на фиг. 2, или же головка основного Ш. снабжается особым ушком, к к-рому присоединяется головка другого Ш. при посредстве особой цапфы.

На фиг. 3 показан Ш. воздушного компрессора. Здесь вкладыш верхней головки—прямоугольной формы со скошенными углами. Нижняя половинка вкладыша снабжена буртиками, удерживающими вкладыш от продольного перемещения. Верхняя половина не может иметь таких буртиков, т. к. наличие их не дает возможности собрать вкладыш; во избежание же продольного перемещения верхней половинки она стопорится особым болтом. Подобная форма



Фиг. 3.

головки представляет значительные трудности при обработке, а поэтому применяется сравнительно редко; основным достоинством ее является обеспеченность против продольного перемещения вкладыша. Вкладыши, состоящие из двух половин, представляют бо́льшие трудности при выполнении, но в эксплоатации они целесообразнее, так как позволяют сравнительно легко простым спиливанием стыка или уменьшением числа прокладок изменять величину зазора между вкладышем и цапфой по мере их износа и т. о. поддерживать одинаковую толщину смазочного слоя. Более сложную конструкцию Ш., предназначенного для двигателя Дизеля тронкового типа средней мощности, см. *Моторостроение*, фиг. 14. Вкладыш верхней головки состоит из двух половинок и крепится клиновым устройством, расположенным сверху. В нек-рых конструкциях клин ставят снизу, но такое устройство нельзя рекомендовать, т. к. в этом случае требуется более тщательная пригонка поверхностей прилегания в местах, подверженных наибольшим усилиям, действующим на поршень сверху. Нижняя головка приставная; между этой головкой и стержнем имеется прокладка, позволяющая легко менять объем камеры сжатия. В этом Ш. вкладыши обеих головок залиты баббитом, а т. к. вкладыши состоят из двух половинок, то здесь выниманием прокладок удобно регулировать зазор для смазки. Болты крепятся корончатыми гайками, позволяющими давать нужный натяг и прочное закрепление гаек. Обе половинки нижней головки выполнены совершенно симметричными, а следовательно взаимозаменяемы. Ш. крейцкопфного двигателя Дизеля двойного действия см. *Моторостроение*, фиг. 15. Стержень этого Ш. в верхней части имеет вилкообразную форму с двумя головками, все три головки Ш. съемные и каждая состоит из двух половин. Нижняя головка имеет сходство с головкой Ш. предыдущей конструкции, только нижняя половинка представляет стальную отливку таврового сечения с большим моментом сопротивления, т. к. подвергается значительным напряжениям на изгиб и разрыв под действием давления газов в



Фиг. 4.

нижней рабочей полости цилиндра. Все три головки не имеют отдельных вкладышей, а баббит залит непосредственно в тело головок. Отсутствие отдельных вкладышей придает бо́льшую жесткость головкам, а следовательно они подвержены деформациям в меньшей степени по сравнению с головками с отдельными вкладышами, но последние представляют нек-рое преимущество в эксплоатации, т. к. облегчают перезаливку в случае выплавки баббита.

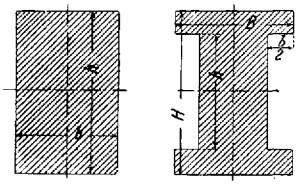
На фиг. 4 представлен Ш., в кривошипной головке к-рого вовсе избегнуты длинные стяжные болты, замененные здесь прикрепленной сбоку крышкой. Натяг вкладышей кривошипной головки достигается особым клином. Другой конец Ш.—вильчатой формы. Ш. подобной конструкции находят применение в газовых двигателях и паровых машинах. Главный паровозный Ш. (см. *Паровоз*, фиг. 69) снабжен справа малой головкой, к-рая надевается на крейцкопфный палец, слева—большой, надеваемой на палец кривошипа ведущей оси. Подшипники этого Ш. бронзовые, залитые баббитом и состоят из двух половинок; натяг достигается клиньями или клинообразным сухарем при помощи натяжного болта. Поперечное сечение стержня Ш.—прямоугольное, но часто делается и двутавровое. Спаривающие Ш. имеют подобную же, но более легкую конструкцию. Если же одна из осей паровоза имеет боковые перемещения (для более удобного прохождения закруглений пути), то спарники выполняются с шаровыми подшипниками (см. *Паровоз*, фиг. 70).

Весьма ответственной частью Ш. являются стяжные болты. На конструкцию их, а также и на способ закрепления приходится обращать особое внимание, т. к. поломка Ш. влечет очень серьезные последствия для двигателя в виде разрушения главных его частей. Во избежание ослабления болта нарезку делают мелкую или трапецоидальную (Акме). На длинных болтах на стержне болта делают заточки диаметром, даже несколько меньшим, чем внутренний диам. резьбы, а плотное прилегание в отверстии головки Ш. достигается тремя поясками. Крепление гаек болтов достигается несколькими способами. Самый простой способ—постановка контргайки и разводного шплинта, но этот способ надо признать грубым в смысле регулируемости натяга и надежности крепления; применяют также замок Пенна, но самым лучшим и наиболее надежным способом следует признать применение корончатых гаек со шплинтом; этот способ в настоящее время находит наиболее широкое применение при конструировании ответственных двигателей.

Материалы. Такое разнообразие конструкций и назначений Ш. вынуждает применять различные материалы для их изготовления в зависимости от условий работы. Для стержня, болтов и головок Ш. от материала требуются высокие механич. свойства при наименьшем габарите и весе Ш., а для вкладышей и заливки—*высокие антифрикционные качества*. В тихоходных машинах основным материалом для Ш. служит сименс-мартеновская сталь. Примерный химич. состав: C = 0,3%, Si = 0,25%, Mn = 0,40%, S ≤ 0,05%, P ≤ 0,05%. Механич. свойства: временное сопротивление разрыву σ_z = = 50—60 *кг/мм²*; предел текучести σ_s = 28 *кг/мм²*; относительное удлинение ε = 22—20% (на пятикратном образце); загиб до параллельности сторон на 180° вокруг диам., равного двойной толщине бруска; проба на удар по Шарпи ≥ 6 *кгм/см²*; твердость по Бринелю 145—165; модуль продольной упругости E = 2 100 000 *кг/см²*. Пробы для испытания материала д. б. откованы при каждом Ш. и подвергаться той же термич. обработке, что и поковка. Отрезка проб должна производиться после термообработки; предпочтительно отрезать пробы холодным способом. Приведенные выше механич. свойства м. б. обеспечены для углеродистой стали только при правильном проведении отжига. Указанный сорт углеродистой стали может дать и более высокие механич. свойства, если поковку подвергнуть более сложной термич. обработке (закалке и отпуску в масле). Для двигателей Дизеля повышенной напряженности, как тепловозных или специального назначения, *применяют* хромоникелевую сталь. Химич. состав такой стали: C = 0,15—0,35%, Mn = 0,30—0,50%; Si = 0,15—0,35%, Cr = 0,45—0,75%, Ni = 1,0—1,5%, S ≤ ≤ 0,04%, P ≤ 0,04%. Механич. свойства: временное сопротивление разрыву σ_z = 75—90 *кг/мм²*; предел текучести σ_s ≥ 55 *кг/мм²*; относительное удлинение ε ≥ 14% (на пятикратном образце); относительное сжатие ≥ 50%; ударная проба по Шарпи ≥ 8,5 *кгм/см²*. Эти механич. свойства обеспечиваются закалкой в масле при 860° и отпуском при 420°. Для быстроходных автомобильных и авиационных двигателей применяют легированную сталь с повышенными механич. свойствами, также преимущественно хромоникелевую сталь. Химич. состав: C ≤ ≤ 0,17%, Mn = 0,30—0,60%, Si = 0,15—0,35%, Cr = 0,90—1,20%, Ni = 3,0—3,5%, S ≤ 0,03%, P ≤ 0,035%. Механич. свойства: временное сопротивление разрыву σ_z = 100—120 *кг/мм²*; предел текучести σ_s ≥ 80 *кг/мм²*; относительное удлинение ε ≥ 8,5% (на пятикратном образце); относительное сжатие ≥ 50%; ударная проба ≥ 10 *кгм/см²*; твердость по Бринелю после горячей прокатки ≥ 240, после отжига ≤ 207; модуль продольной упругости E = 2 100 000 *кг/см²*. Указанные механич. свойства достигаются закалкой в масле при $t°$ 790° и отпуском при 200°. Для двигателей тех же типов, но очень быстроходных с малым уд. в. на одну HP для Ш. применяют легкие алюминиевые и магниевые сплавы. Из алюминиевых сплавов чаще всего применяют дуралюминий (уд. в. 2,8). Примерный химич. состав: Al = 93%, Cu = 4,5%, Mn = 0,8%, Si = 0,8%. Механич. свойства в кованом или штампованном виде после термич. обработки: временное сопротивление разрыву σ_z = 38,5 *кг/мм²*; предел текучести σ_s = 21—28 *кг/мм²*; относительное удлинение ε = 25—16% (на образце 50 *мм* длиной); твердость по Бринелю H_{Br} = 90—110; модуль продольной упругости E = 600 000 *кг/см²*. В последние годы для изготовления Ш. быстроходных двигателей начали применять еще более легкие магниевые сплавы с уд. в. 1,82, под названием «электрон». Примерный химич. состав: Si = 1%, Zn = 3%, Mg = 94%, Al = 2%. Механич. свойства в штампованном виде после термич. обработки: *временное сопротивление разрыву* σ_z = 36 *кг/мм²*; предел текучести σ_s ≥ 19 *кг/мм²*; относительное удлинение ε = 10—12%; твердость по Бринелю H_{Br} = 70; модуль продольной упругости E = = 450 000 *кг/см²*. Ш. из дуралюминия примерно на 25% легче стальных хромоникелевых. Хотя уд. в. электрона значительно (1,82 против 2,8) меньше, чем дуралюминия, но прочность электрона ниже, поэтому Ш. по весу получаются почти одинаковыми. Для изготовления шатунных болтов применяют те же три сорта стали, что и для стержней, в соответствии с назначением Ш. Приставные шатунные головки преимущественно выполняются из того же материала, что и стержни. В тихоходных двигателях головки чаще делают из стальных отливок. Химич. состав: C = 0,25—0,40%, Si = 0,20—0,40%, Mn = 0,60—0,80%, S ≤ 0,06%, P ≤ 0,06%. После отжига получаются след. механич. свойства: временное сопротивление разрыву σ_z ≥ 45 *кг/мм²*; относительное удлинение ε = 22% (на пятикратном образце); загиб на 120°. Вкладыши шатунных головок делаются из фосфористой бронзы. Химич. состав: Sn = 14%, Ni = = 0,5%, P = 0,1%, остальное—медь. Механич. свойства: временное сопротивление разрыву σ_z = 20 *кг/мм²*; относительное удлинение ε ≥ ≥ 3%; твердость по Бринелю ≥ 90. Для заливки вкладышей или самих головок применяют высококачественные оловянистые баббиты (по ОСТу марка $Б_1$). Химич. состав: Cu = 6%, Sb = 11%, Sn = 83%, посторонних примесей в сумме не свыше 0,3%. Твердость по Бринелю $H_{5/10}$ = 30—36. В авиастроении применяется баббит и с бо́льшим содержанием олова состава: Cu = 3,5%, Sb = 6,5% и Sn = 90%. (Последняя марка баббита пока не утверждена ОСТом.) Для очень сильно нагруженных шатунов начали применять *свинцовые бронзы* (см.), допускающие значительно более высокие удельные давления.

Расчет. Для расчета Ш. прежде всего необходимо выбрать длину Ш., т. е. расстояние между центрами головок. Для этого задаются

отношением длины Ш. к радиусу кривошипа $\frac{L}{r}$, где L—длина, а r—радиус. В зависимости от назначения машины это отношение колеблется в широких пределах от 3,5 до 5,5; нижний предел уменьшает высоту машины, но увеличивает нормальное давление поршня на стенки цилиндра, а верхний—наоборот. Так, для мотоциклетных и авиационных двигателей это отношение берут ближе к 3,5, а для паровых машин, газовых двигателей и воздушных компрессоров ближе к 5,5. Стержень шатуна проверяется на изгиб по формуле Эйлера, но так как она дает правильные результаты только для тонких длинных стержней, то надежнее рассчитывать Ш. по ф-ле Тетмайера. По ф-ле Эйлера $S \simeq P_z = \frac{\pi^2}{L^2} \cdot \frac{E \cdot I}{\sigma}$, где P_z—максимальное давление на поршень машины, почти равное усилию S, направленному по Ш., т. к. угол качания его невелик; E—модуль продольной упругости материала, σ—запас прочности, который для тихоходных машин равен 15—20, а для быстроходных уменьшается до 5, I—экваториальный момент инерции поперечного сечения Ш. в расстоянии 0,4 L от центра нижней головки. В зависимости от формы поперечного сечения стержня Ш. выражение для момента инерции будет различно. При круглом сечении стержень обычно выполняется слегка коническим, уменьшаясь к поршневой, или крейцкопфной, головке до 75—85% от рассчитываемого, и уширяется с плавным переходом к кривошипной головке. Для тихоходных машин, у которых влияние сил инерции массы шатуна на прочность его сравнительно невелико, а преобладающими являются осевые усилия от поршня, круглое сечение стержня представляется более выгодным в смысле использования материала и простоты обработки. Только при больших скоростях поршня более выгодным и целесообразным сечением является прямоугольное, а самым выгодным—двутавровое, при выборе же круглого сечения как наиболее простого следует делать его полым, т. е. просверлить внутри канал большого диаметра, в отдельных случаях до 0,8 от наружного диам. Для круглого сплошного сечения момент инерции $I = \frac{\pi d_m^4}{64} \simeq \frac{d_m^4}{20}$, где d_m—диаметр на расстоянии 0,4 L от центра кривошипной головки; для полого сечения $I = \frac{\pi}{64}(d_m^4 - d_0^4)$, где d_0—диам. просверленного канала. Для прямоугольного сечения стержня $I_{max} = \frac{bh^3}{12}$, $I_{min} = \frac{b^3 h}{12}$ (фиг. 5), причем отношение $\frac{h}{b}$ выбирают в пределах 1,7—2. Для двутаврового сечения момент инерции



Фиг. 5.

$$I_{max} = \frac{BH^3 - bh^3}{12}, \quad I_{min} = \frac{(H-h)B^3 - h(B-b)^3}{12}.$$

Размеры сечения подбирают так, чтобы $I_{max} = 4\, I_{min}$, т. к. силы инерции Ш. действуют только в плоскости качания Ш.

Необходимо проверить еще наименьшее сечение стержня на сжатие $\sigma_c = P : f$ *кг/см²*, допуская напряжение σ_c для углеродистой стали до 750 *кг/см²*, для никелевой до 1 200 *кг/см²*, а для хромоникелевой до 1 500 *кг/см²*.

Для быстроходных двигателей необходимо также проверить изгиб Ш. от сил инерции в плоскости качания. Этот расчет производят по ф-ле Баха: $\sigma_b = \left(\frac{n}{1\,200}\right)^2 r\gamma \frac{fl^2}{W}$ *кг/см²*, где n—максимальное число оборотов, r—радиус колена вала в *см*, γ—уд. в. материала, l—длина Ш. между центрами головок в *см*, f—площадь поперечного сечения в *см²*, W—момент сопротивления в *см³*. Наибольшее значение изгибающего момента от сил инерции стержня постоянного сечения находится в расстоянии $x = 0{,}5771\, l$ от центра поршневой цапфы (фиг. 6), а равнодействующая их приложена в расстоянии $^1/_3\, l$ от центра нижней головки. Т. к. силы инерции точно можно подсчитать только после определения формы, размеров и веса Ш., то расчет стержня следует произвести дважды: сначала задаться весом прямолинейно движущихся частей по табл. 1 или 2 и приближенно произвести расчет, а затем подсчитать по чертежу вес Ш. и проверить выбранное сечение более точно.

Фиг. 6.

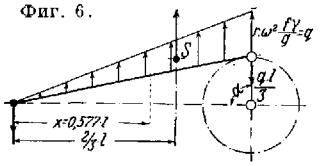


Табл. 1.—Вес прямолинейно движущихся частей (на 1 *см²* площади поршня).

Типы двигателей внутреннего сгорания		G_0, *кг/см²*
Без крейцкопфа	быстр. сгорания	0,3 —0,55
	дизеля тихоходн.	0,35 —0,65
	» быстрох.	0,3 —0,4
С крейцкопфом		0,9 —1,3
Двойного действия с 2 крейцкопф.		1,2 —1,5
Автомоб. с чугунным поршнем		0,03 —0,04
Авиац. » » »		0,025—0,03
Авиац. » алюмин. »		0,02 —0,025

В табл. 1 G_0—вес поршня + 0,4 веса Ш., приходящиеся на 1 *см²* площади поршня, а в табл. 2—вес на единицу рабочего объема цилиндра;

Табл. 2.—Вес прямолинейно движущихся частей (на 1 *л* рабочего объема цилиндра).

Типы цилиндров	G_0, *кг/л*
Двигатель без крейцкопфа	5— 7
» с крейцкопфом	10—16
Ступенчатый компрессор	6—10
Продувочный насос	1— 2

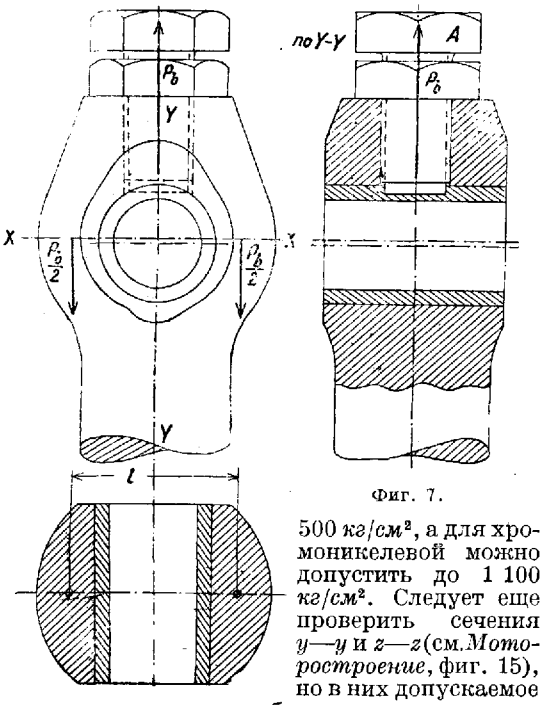
для ступенчатого компрессора считается вес всего поршня + 0,4 веса Ш., приходящиеся на 1 *л* объема цилиндра низкого давления. Пользование табл. 2 дает более правильные результаты. Для поршней с охлаждением следует брать значения ближе к верхним пределам.

Поршневая головка закрытого типа Ш. двигателей внутреннего сгорания простого действия в поперечном сечении X—X (фиг. 7) нагружена силой P_b, возникающей от инерции ускоренных движущихся частей, а также от заедания поршня. Эта сила вызывает напряжение растяжения $\sigma_z = \frac{P_b}{2F_1}$, где F_1—площадь сечения боковины; напряжение допускается для углеродистой стали до 900 *кг/см²*, а для хромоникелевой до 1 750 *кг/см²*. Сечение Y—Y проверяется на изгиб от момента $M_b = \frac{P_b}{2} \cdot l$. В вильчатых Ш. каждый подшипник нагружен силой $\frac{P_b}{2}$, действующей

вверх, и силой $\frac{P_z}{2}$, действующей вниз (фиг. 8). В каком-нибудь сечении $X—X$ (фиг. 9) от силы $\frac{P_z}{2}$ возникают сложные напряжения. Пара сил $\frac{P_z}{2} \cdot l$ изгибает сечение, а сила $\frac{P_z}{2}$, разлагаясь на две составляющие P_n и P_t, вызывает нормальные и касательные напряжения. Напряжение изгиба $\sigma_b = \frac{P_z l}{2W}$, напряжение растяжения $\sigma_z = \frac{P_n}{F_2}$ и напряжение скалывания $\sigma_s = \frac{P_t}{F_2}$, где W—момент сопротивления сечения $X—X$, а F_2—площадь этого сечения. Сложное напряжение определяется по ф-ле:

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_b + \sigma_z)^2 + 4\sigma_s^2}.$$

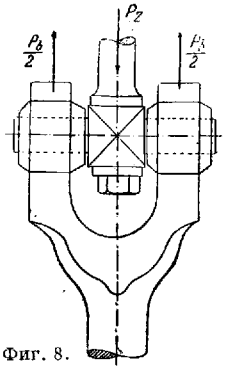
Подобным же образом следует проверить ряд сечений. Суммарное напряжение для углеродистой стали не рекомендуется брать больше



Фиг. 7.

500 *кг/см²*, а для хромоникелевой можно допустить до 1 100 *кг/см²*. Следует еще проверить сечения $y—y$ и $z—z$ (см. *Моторостроение*, фиг. 15), но в них допускаемое напряжение следует выбирать еще ниже.

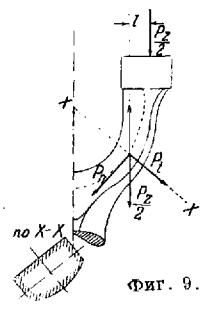
При конструировании и расчете нижней головки требуется прежде всего определить диаметр стяжных болтов. Эти болты представляют очень ответственную деталь каждого двигателя и требуют очень внимательного отношения при конструировании, расчете и изготовлении. В четырехтактных двигателях простого действия они подвергаются растяжению от сил инерции движущихся частей, изгибу от ударов в зазорах подшипников и изгибу от центробежных сил; последние два напряжения не поддаются точному учету. В двигателях двойного действия к этим напряжениям добавляется еще сила от действия газов в нижней полости цилиндра. Во избежание разрыва болтов принимаются следующие меры: 1) по возможности выбирают больший диаметр их, однако с тем расчетом, чтобы излишне не увеличивать размеры головки Ш., к-рая как правило должна проходить через цилиндр при монтаже; 2) число болтов выбирают 2 и только в исключительных случаях—4; 3) резьбу делают мелкую; 4) все выточки и переходы делают плавными; 5) выбирают материал высокого качества. Напряжение на разрыв определяется по ф-ле: $\sigma_z = \frac{P_b}{2f}$, где P_b—сила инерции + 25% на затяжку болта, а f—площадь сечения болта по внутреннему диаметру резьбы. Напряжение для углеродистой стали не должно превосходить 450 *кг/см²*, а для хорошей хромоникелевой не более 1 000 *кг/см²*. Запас прочности берут ок. 20. При установлении допускаемых напряжений на разрыв следует иметь в виду возможность появления изгибающих напряжений при плохой подрезке дыры или головки болта. Толщина вкладышей принимается равной 0,1 диаметра вала. Толщина заливки баббитом $S_1 = 1/20—1/25$ диам. вала, глубина ласточкиных хвостов баббита выбирается примерно равной $3/4 S_1$.



Фиг. 8.

Методы изготовления. Заготовка для Ш. небольших двигателей, а также и средних, но очень быстроходных, в большинстве случаев выполняется штамповкой, тогда как для Ш. средних и крупных размеров исключительно в виде поковок. Штамповка представляет наиболее выгодный вид заготовки, т. к. отсутствует необходимость в механич. обработке стержня (особенно трудной и сложной при тавровом сечении), а также часто и наружных контуров верхней и нижней головок; если же и встречается необходимость обработки, то припуски на обработку в заготовке минимальные. Формы штамповки бывают различные; обычно крышка нижней головки штампуется вместе с телом Ш. Для облегчения обработки и для более выгодного расположения волокон при штамповке делают полушаровые углубления в теле верхней и нижней головок на местах будущих отверстий.

Нормальный порядок основных операций механической обработки Ш. автомобильного типа: 1) снятие заусенцев и швов; 2) фрезерование торцовых плоскостей нижней и верхней головок; 3) сверление и развертка отверстий обеих головок; 4) разрезка нижней головки и обработка мест стыка; 5) сверление, развертка и подрезка мест под головку и гайку стяжных болтов; 6) сверление смазочных отверстий. При обработке Ш. с круглым сечением стержня операции несколько видоизменяются и добавляются: 1) центрирование заготовки с обоих концов; 2) обточка стержня Ш.; 3) сверление канала в стержне Ш. (после разрезки головки). Базами для установки при первых операциях выбирается в большинстве случаев тавр, а для последующих—отверстия головок. Иногда создают искусственные базы, к-рые и оставляют на Ш. после обработки или же срезают на последних операциях. Средние и крупные Ш куют под молотом и под прессом. Отдельные головки простой формы также куют, а более сложной—отливают из стали. Поковки подвергают отжигу или более сложной термич. обработке в зависимости от



Фиг. 9.

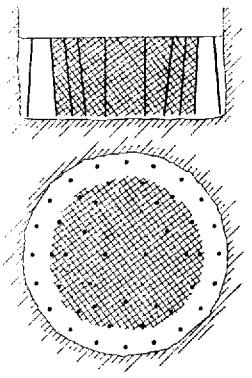
сорта стали и назначения Ш. Средние и крупные Ш. как правило делают с круглым стержнем, как более простым в обработке. Одновременно с обточкой стержня производят и подрезку одного или обоих торцов в зависимости от его формы. Обработка приставной головки Ш. ведется примерно в следующем порядке: 1) расточка внутри и выточка канавок для заливки баббитом, одновременно обтачивают и торцы; 2) на долбежном или фрезерном станке проходят продольные канавки под баббит; 3) лужение головки и заливка баббитом; 4) разрезка головки и обработка места стыков; 5) сверление дыр для болтов по кондуктору с подрезкой мест под головки и гайки болтов. Дыры для шатунных болтов проходят разверткой. Шатунные болты обтачивают из катаного материала, но для болтов большого диаметра м. б. применены поковки с последующим отжигом; высаживание головок под прессом недопустимо. При механич. обработке все переходы и закругления должны обрабатываться тщательно и аккуратно, пригоночные буртики шлифуются. Раньше все болты пригонялись плотно в отверстиях головок, но в последнее время в верхних и средних буртиках допускают зазоры 0,1—0,2 *мм* на диаметр повидимому без ущерба для службы болтов. Нарезки под гайку производятся только на хороших токарных станках; выполнение нарезки на револьверных или болторезных станках не допускается. Нарезка и подрезка гаек для Ш. также должны выполняться тщательно на токарных станках.

Лит.: Гюльднер Г., Двигатели внутреннего сгорания, пер. с нем., М., 1928; Дуббель Г., Двигатели внутреннего горения, пер. с нем., 2 изд., М.—Л., 1932; Кернер К., Конструирование дизелей, пер. с нем., Л., 1928; Колычев И., Теория и проектирование судовых двигателей внутр. сгорания, Л., 1933; Клименко Л., Проектирование быстроходных двигателей автомобильного типа, Л., 1930; Островский А., Курс конструкций и расчетов авиационных моторов, ч. 1, М., 1932; Деливьер Р., Легкие двигатели внутр. сгорания, пер. с франц., т. 1, М.—Л., 1931; Маркс Л., Авиационные двигатели, М., 1925; Жирицкий Г., Паровые машины, 5 изд., М.—Л., 1933; Дуббель Г., Паровые машины и паровые турбины, пер. с нем., 3 изд., Л., 1927; Польгаузен А., Поршневые паровые машины, пер. с нем., 3 изд., М., 1927; Зассе Ф., Бескомпрессорные двигатели Дизеля, пер. с нем., М.—Л., 1931; Platt M., «Proceeding of the Institution of Automobile Engineers», L., 1922—23, Part 2; Dicksee C., «Automobile Engineers», L., 1928, June, August; Wadlow E., ibid., 1928, June; Danben J., «Motorwagen», B., 1924, *30*; Bellag H., ibid., 1927. См. также *Двигатели газовые, Двигатели Дизеля, Двигатели нефтяные мелкие, Двигатели судовые, Моторостроение.* **Н. Макаревич.**

ШАФТ-МАШИНА, немецкое название переборной каретки, которое довольно долго удерживалось в практике ручного ткачества (см. *Ткацкие станки*).

ШАХТА, вертикальная или наклонная горная выработка, имеющая один выход на дневную поверхность и обладающая при б. или м. значительной глубине сравнительно небольшими поперечными размерами. О классификации Ш. в зависимости от назначения и устройства их и о выборе места заложения шахт см. *Горные выработки* и *Рудник*. Все работы по проходке Ш. можно разделить на две основные группы: углубка Ш. и крепление их.

Углубка Ш. В зависимости от характера пород, покрывающих полезное ископаемое, глубины залегания их, а также от срока службы Ш. принимается форма поперечного сечения Ш.: прямоугольная, круглая, эллиптическая, яйцевидная. Наиболее распространенными являются первые две. Прямоугольная форма шахты применяется в большинстве случаев при небольшой глубине и креплении деревом. Во всех прочих случаях применяется круглая форма, а материалом для крепления ее служат бетон, железобетон, кирпич и чугун. Углубка Ш. обычно производится участками—заходками глубиною 10—60 *м*. Эти участки до установки постоянного крепления крепятся временным креплением (см. ниже).

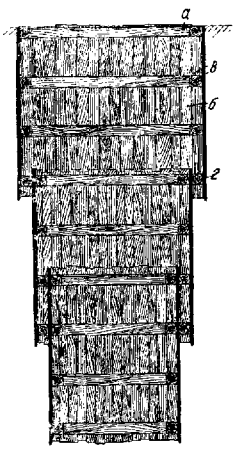


Фиг. 1.

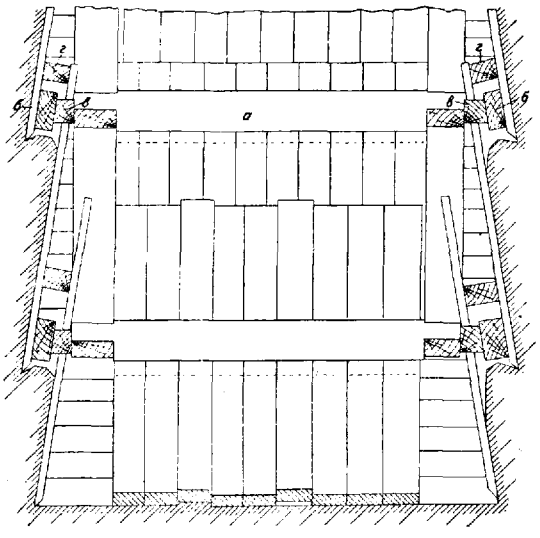
Слабые породы (глины, пески, мергели и т. д.) вынимаются с помощью лопат, кайл, пневматических лопат и отбойных молотков. Крепкие породы вынимаются с помощью *взрывных работ* (см.). Для этой цели по всей площади пневматич. бурильными молотками выбуриваются шпуры—скважины (фиг. 1). Глубина шпуров принимается 1—3 *м*. Число шпуров принимается с таким расчетом, чтобы на 1 $м^2$ забоя приходилось 1—1,5 шпура. Взрывчатое вещество—гремучий студень или аммонал. Паление шпуров в настоящее время производится электрич. способом. Расход взрывчатых веществ за один выпал зависит от глубины шпуров, количества их, характера проходимых пород и изменяется 20÷60 *кг*. Проветривание забоя после выпала производится вентиляторами «Сирокко», наиболее часто применяемыми при проходке Ш. Порода, вынимаемая из забоя Ш., выдается на поверхность в бадьях. Работы по углубке Ш. организуются т. о., чтобы в течение определенного промежутка времени, например за 8 час. или за сутки, регулярно заканчивался весь цикл работ: бурение, заряжение и паление шпуров, а также уборка породы. При такой организации достигается определенный ритм в работе, приводящий в конечном результате к увеличению производительности по углубке Ш. Небольшие притоки воды, встречаемые при углубке шахты (до 3—5 $м^3/ч$), откачиваются бадьями. При больших притоках применение специального водоотлива является обязательным. В качестве водоотливных средств применяются паровые поршневые насосы системы Вортингтон, Блек, а также электрические центробежные насосы. Работа центробежных насосов затрудняется в тех случаях, когда откачиваемая вода содержит частицы песка. При проходке Ш. насосы устанавливаются или на временных полках, переносимых все ниже по мере углубки шахты, или монтируются на специальной раме, подвешенной на канате к паровой лебедке, оборудованной на поверхности. Практикой установлено, что водоотлив является целесообразным при притоках, не превышающих 30 $м^3/ч$ в крепких породах и порядка 3—5 $м^3/ч$ в слабых водоносных породах. При притоках воды, превышающих названные цифры, проходка Ш. производится специальными способами, описание к-рых приводится ниже.

Слабые водоносные породы. Забивная крепь. Углубка Ш. по этому способу производится след. образом: в сухих породах, покрывающих водоносный пласт, Ш. проходится обычным способом. При этом, учитывая возможность сужения ствола в результате работ с забивной крепью, поперечные размеры шахты принимаются несколько бо́ль-

шими, чем это необходимо для эксплоатации Ш. Между забоем Ш. и водоносным пластом оставляется невынутым слой сухой породы толщиною 0,5—0,7 *м*. На этот слой укладывается деревянный венец *а* (фиг. 2). Затем вокруг венца в вертикальном положении устанавливаются шпунты — деревянные доски *б* с заостренными внизу концами. Ширина досок обычно 150—200 *мм*, длина 1,0—2,5 *м*. Материал для шпунтов должен быть без сучков, влажным, т. к. сухие доски, соприкасаясь с влагой, разбухают, чем нарушается водонепроницаемость и прочность крепления. В качестве материала наиболее применимы сосна, дуб. Ель применять не рекомендуется из-за ее способности раскалываться. Забивка шпунтов производится деревянной бабой или баллдой периодически на глубину 0,5—0,7 *м*. По мере забивки шпунта из забоя вынимается порода и устанавливаются промежуточные венцы *в*. Эти венцы являются направляющими для шпунтов, чтобы от давления грунта последние не сдвинулись внутрь Ш., и кроме того эти венцы защищают шпунты от поломок. Чтобы избежать прорывов плывуна, концы шпунтов в водоносной породе не обнажаются. Для забивки второго ряда «посада» шпунтов внутри шахты на небольшом расстоянии от конца шпунтов первого посада укладывается следующий основной венец *г*. Вокруг этого венца устанавливается новый ряд шпунтов, и операции повторяются. Этот способ работ получил



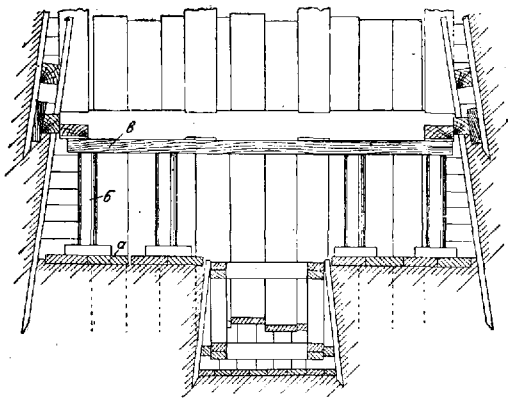
Фиг. 2.



Фиг. 3.

название вертикальной забивной крепи. Способ вертикальной забивной крепи применяется гл. обр. при прохождении плывунов, залегающих неглубоко от поверхности.

Отмеченные выше недостатки вертикальной забивной крепи устранены в другом типе—к о с о й з а б и в н о й к р е п и. Отличие ее от вертикальной забивной крепи заключается в том, что шпунты устанавливаются не вертикально, а наклонно, под углом 80—85° к вертикали (фиг. 3, где *а*—венец из дерева, *б*—затяжка из длинных брусьев, *в*—клинья, *г*—отводящие брусья). Порядок производства работ при этом способе такой же, как и при вертикальной забивной крепи, с той лишь разницей, что вследствие наклона шпунтов размеры промежуточных венцов будут больше. Работы по углубке шахты затрудняются, если плывун н а п о р н ы й. В этом случае весь забой приходится закрывать досками и затем, вынимая по одной, постепенно выбирать породу (фиг. 4, где *а*—настил из досок, *б*—стойки, устанавливаемые между досками и разгоном *в*). По прохождении всего плывуна Ш.

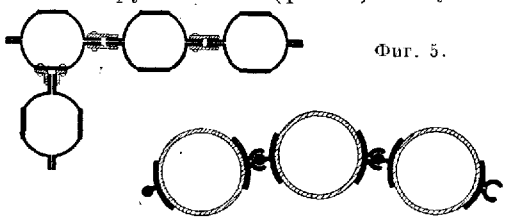


Фиг. 4.

закрепляется деревянным креплением на бабках, чаще всего сплошным деревянным срубом (см. ниже). Заключая в себе недостатки всех несовершенных способов (медленность работ, большая трудоемкость, ненадежность), этот способ может быть применен лишь в весьма ограниченных пределах: при мощности водоносных пластов не свыше 3—4 *м* и глубине залегания их не свыше 30 *м*. Известны отдельные, очень редкие случаи, когда этим способом достигали положительных результатов и на большей глубине. Совершенно не рекомендуется применение его в породах, плохо отдающих воду. Выемка породы при этом способе производится обязательно с водоотливом, а следовательно с неизбежным выносом частиц песка на поверхность, что является причиной образования пустот за креплением Ш. Эти пустоты в свою очередь являются источником всех аварий—неизменным спутником способа забивной крепи. Наиболее типичными авариями являются: 1) поломка венцов крепления, 2) искривление ствола шахты, 3) оседание крепления, 4) образование воронок на поверхности и, как результат этого, разрушение поверхностных сооружений, находящихся вблизи Ш. Ликвидация этих аварий в еще большей степени замедляет работу, удорожает стоимость строительства, в большинстве случаев приводит к потере поперечного сечения Ш. и нередко кончается полной неудачей.

М е т а л л и ч е с к и е ш п у н т ы. При проходке более мощных водоносных пластов вместо деревянной забивной крепи забивается крепь, составленная из металлических шпунтов. В качестве шпунтов м. б. применены балки

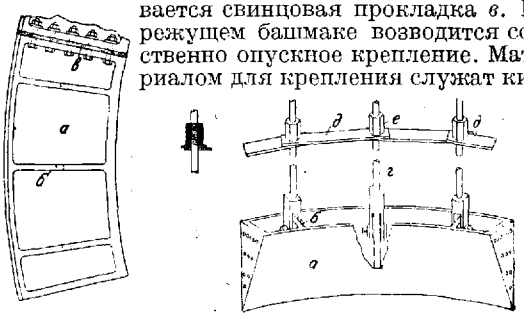
всех видов фасонного железа. Наиболее часто применяются шпунты Simon'a—комбинация из балок двутаврового и коробчатого железа. В последние годы в шахтном строительстве нашли применение шпунты более сложных профилей: Лакуанна, Ларсена, Рансома и др., применяющиеся в строительном деле (см. *Шпунтовые стенки*). Так же, как и при деревянной забивной крепи, в шахте устанавливаются направляющие рамы—для сохранения вертикальности шпунтовой стенки—на расстоянии 1—1,5 *м* одна от другой. Затем между стенками Ш. и направляющей рамой устанавливаются шпунты. Отдельные шпунты в породу забиваются бабами или паровыми молотами периодически на глубину 0,7—1 *м*. В нек-рых случаях шпунты могут забиваться сразу на глубину 15—20 *м*. Как правило, выемка породы из Ш. производится после проходки шпунтами всей толщи водоносных пород. В целях предохранения шахты от прорывов плывуна шпунты забиваются на 1—2 *м* в породу, обычно глину, подстилающую плывуны. По прохождении Ш. через водоносные породы в ней устанавливается бетонное или железобетонное крепление; шпунты не вынимаются, а остаются за стенками крепления. Предельная мощность плывуна, который можно пройти шпунтами, определяется максимальной длиною шпунтов, изготовляемых заводами. Эта длина обычно составляет 12—15 *м*. В тех случаях, когда необходимо пройти плывун большей мощности, длина шпунтов увеличивается путем наращивания их. Неблагоприятным условием для проходки Ш. металлич. шпунтами является наличие крупных валунов и крепких прослойков в плывуне. При забивке шпунтов они оказывают большое сопротивление, благодаря чему шпунты отклоняются от вертикального положения, изгибаются и входят внутрь Ш., тем самым уменьшая поперечное сечение последней. По этой причине первоначальные размеры шахты принимаются больше проектных. По сравнению с деревянной забивной крепью металлич. шпунты прочнее, с помощью их можно пройти плывун большей мощности и работы производятся быстрее, т. к. за одну операцию их можно забивать на бо́льшую глубину. Металлич. шпунты обычно применяются при прохождении плывунов мощностью до 10 *м* и на глубине залегания их не свыше 30—40 *м*. Разновидностью металлич. шпунтов являются трубы Haase (фиг. 5). Шпунтовая



Фиг. 5.

стенка в этом случае составляется из стальных труб ⌀ 100—125 *мм*. Трубы снабжаются стальными башмаками. Соединение отдельных труб между собою достигается тем, что к одной стороне их приклепывается обычный рудничный рельс, а к другой—направляющие лапы. Забивка труб облегчается тем, что в них вставляются трубки меньшего диам., через которые нагнетается вода. Вода, выйдя из трубки под башмаком трубы Haase, размывает породу под ним и вместе с породой поднимается по кольцевому пространству вверх, где она собирается в бадьи и выдается на поверхность. Иногда промывные трубки снабжают небольшим долотом, с помощью которого можно разрыхлять плотные пески. Длина труб обычно не превышает 5—6 *м*. При проходке плывуна мощностью более 5 *м* трубы наращиваются с помощью внутренних муфт. Этим способом проходились плывуны мощностью до 25—30 *м*. Теперь способ Haase применяется сравнительно редко.

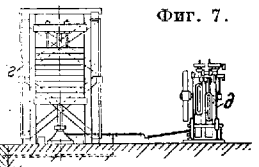
О п у с к н а я к р е п ь. Другим методом проходки Ш. в слабых водоносных породах является опускная крепь. При этом способе работ так же, как и при забивной крепи, крепление Ш. опережает углубку. До водоносных пород проходится форшахта, внутренний диам. которой несколько больше внешнего диаметра опускной крепи. На дне форшахты укладывается бетонная подушка толщиною 100—200 *мм*, служащая основанием режущему башмаку *а* (фиг. 6)—кольцу, составленному из чугунных сегментов, изготовленных в форме клина или со срезанными внизу краями. Сегменты усиливаются ребрами *б* и между ними прокладывается свинцовая прокладка *в*. На режущем башмаке возводится собственно опускное крепление. Материалом для крепления служат кир-



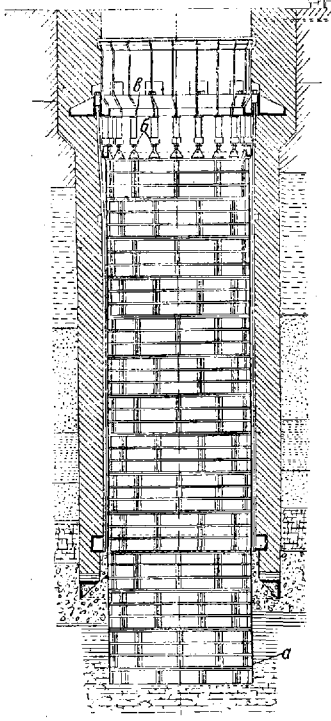
Фиг. 6.

пич, бетон, чугун, реже дерево. Опускная крепь снаружи обшивается досками, которые уменьшают трение опускной крепи о стенки Ш., а также предохраняют крепь от расшатывания и образования трещин во время опускания. В теле крепи заделываются вертикальные стержни *г*, анкерные болты, расположенные на равном расстоянии друг от друга по окружности. Назначение их — предохранить опускную крепь от разрыва во время опускания. Разрыв крепи может произойти в том случае, когда верхняя часть ее по каким-либо причинам заклинится и нижняя часть окажется в висячем положении. Болты между собою связаны горизонтальными полосами *д* и наращиваются помощью муфт *е*. Когда установка крепи окончена, приступают к разбору бетонной подушки, а затем к выемке породы со дна шахты. По мере выемки породы происходит опускание (собственным весом) крепления, которое постепенно наращивается. Для сохранения вертикальности опускной крепи к стенкам форшахты укрепляются вертикальные деревянные брусья, служащие направляющими для опускной крепи. Если благодаря большому трению собственного веса для опускания крепления недостаточно, вес крепи увеличивается дополнительной нагрузкой. Для этой цели на опускную крепь сверху накладывают груз или нажимают домкратами и гидра-

влическими прессами. На фиг. 7 представлена опускная крепь, зажимаемая гидравлич. прессами. Здесь *а*—чугунная опускная крепь, *б*—гидравлические прессы, *в*—упорное кольцо, *г*—гидравлич. аккумулятор, *д*—насос. Выемка породы при способе опускной крепи производится с водоотливом или без него. В первом случае вода откачивается насосами, а порода вынимается обычным способом. Однако иногда притоки воды встречаются настолько значительные, что никакой водоотлив с ними не в состоянии справиться. Помимо этого водоотлив в слабых водоносных породах нежелателен из-за возможности образования пустот за креплением. В таких случаях Ш. проходят без



Фиг. 7.



водоотлива. При углубке Ш. без водоотлива уровень воды в Ш. остается неизменным, а порода вынимается грейферами, элеваторами или с помощью Маммут-насоса. Так же, как и для забивной крепи, неблагоприятным условием для проходки является наличие валунов и крепких прослойков в плывуне. При встрече их опускной крепью опускание последней затрудняется, и крепь отклоняется от вертикального положения. В практике были случаи, когда крепь отклонялась от вертикали на 0,6—1,0 *м*. Каменное (кирпичное, бетонное) крепление возможно только для проходки плывунов мощностью 15—18 *м*. Трение, развиваемое между креплением и породой, замедляет опускание крепления, а малая сопротивляемость сжатию такого крепления не позволяет применить слишком большого давления на него. В тех случаях, когда опускание крепления из-за сильного трения прекращается или отклонение от вертикали достигает больших размеров, предпочитают опустить вторую опускную крепь внутри первой. Это в значительной мере уменьшает полезный диам. Ш., т. к. помимо пространства, занимаемого стенкой второй опускной крепи, между ними необходимо оставлять зазор. В практике известны случаи, когда телескопически одна в другую опускалось до семи колонн опускной крепи. Иногда для уменьшения трения опускной крепи применяют «смазку», состоящую в том, что в кольцевое пространство между опускной крепью и породой по трубам нагнетается вода, пар или сжатый воздух. Чтобы уменьшить потерю сечения Ш., вторую колонну опускной крепи изготовляют из чугуна. Благодаря большому сопротивлению сжатию чугуна опускную крепь можно подвергать большой нагрузке—до 1 000—2 000 *т*. Трение, развиваемое боковой поверхностью опускного крепления, выражается следующими цифрами: песок и гравий по дереву и каменной кладке 3 *т*/*м*², песок и гравий по бетону и железным листам 2,5 *т*/*м*², глина и мергель по каменной кладке 2,5 *т*/*м*², глина и мергель по бетону и железу 1,5 *т*/*м*². Самая глубокая Ш., пройденная опускной крепью,—Ш. «Hügo» в Германии глубиною 178 *м*. Давление на единицу боковой поверхности опускной крепи определяется по ф-ле

$$p = \delta H \cdot \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right),$$

где δ—об. вес породы в *кг*/*м*³, H—глубина залегания водоносного пласта в *м*, φ—угол естественного откоса породы. Расчетные данные для давления пород приведены в таблице.

Расчетные данные для подсчета давления пород.

Род пород	δ в *т*/*м*³	$\varphi°$
Сухой песок	1,6	30—35
Песок естеств. влажн. .	1,8	40
Песок, насыщ. водой . .	2,0	25
Сухая глина	1,6	40—45
Мокрая глина	1,9	20—25

Толщина стенки опускной крепи определяется по формуле

$$E = R\left(\sqrt{\frac{k}{k-2p}} - 1\right),$$

где E—толщина опускной крепи, R—радиус Ш. в свету, p—расчетное давление, k—допускаемое напряжение. Высота опускной крепи (в *м*) $H = h + 3$, где h—мощность водоносных пород. Вес опускной крепи

$$g = \pi (R_1^2 - R^2) H\gamma;$$

здесь R_1—радиус Ш. вчерне, γ—уд. в. материала опускной крепи. Если вес башмака—q, то полный вес опускной крепи будет $Q = g + q$. Боковая поверхность трения опускной крепи $S = 2\pi R_1 H$. Сила трения, развиваемая опускным креплением,—$F = f \cdot S$, где f—приведенные выше коэф-ты трения опускной крепи в зависимости от характера породы и материала опускной крепи. Для опускания крепления д. б. соблюдено условие, чтобы Q было $> F$. Если Q оказывается недостаточным, его увеличивают за счет увеличения толщины E или высоты H. Если разность $F - Q$ очень большая, прибегают к искусственной нагрузке.

Химическое окаменение плывунов. Идея этого способа основана на естественном образовании песчаников и конгломератов в природе, когда отдельные мелкие зерна пород связываются между собой различными цементирующими веществами, главн. обр. кремнекислотой. Способ этот состоит в том, что в породу, содержащую воду, нагнетаются по очереди два раствора химикалий. Один из этих растворов является раствором кремнекислого натрия—жидкого стекла—крепостью 36—38° Bé; другой из них выбирается в зависимости от характера укрепляемых пород, напр. раствор хлористого кальция 33—40° Bé и хлористого алюминия при кварцевых, известковых породах, раствор фтористых солей кремния для глин и т. д. Эти растворы, вступая между собою в реакцию, образуют коллоидаль-

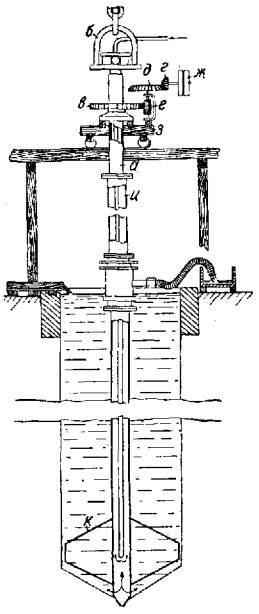
ный студнеобразный осадок, к-рый очень быстро затвердевает. При этом реакция протекает по ур-ию:

$$CaCl_2 + Me_2O \cdot nSiO_2 = 2MeCl + CaO \cdot nSiO_2,$$

где $Me_2O \cdot nSiO_2$—общая ф-ла жидкого стекла щелочных силикатов различного стереохимич. состава: Na_2SiO_3; $Na_2Si_2O_5$; $Na_2Si_3O_7$. Работы по химич. окаменению производятся сл. обр.: на нек-ром расстоянии (0,5—1,0 *м*) от водоносных пород, предположенных к укреплению, укладывается прочная бетонная подушка. Через эту подушку бурятся скважины, необходимые для нагнетания раствора. В пробуренные скважины вставляются стальные перфорированные трубы, нижний конец к-рых заострен. Нагнетание химикалий производится под высоким давлением—до 50 *atm*. Вначале нагнетается первый раствор, затем при постепенном подъеме трубы—второй. Твердение растворов наступает немедленно, причем с течением времени прочность укрепленных пород увеличивается, и последние становятся практически водонепроницаемыми. Временное сопротивление сжатию укрепленного грунта достигало 60—120 *кг/см*^{2}.

Искусственное понижение уровня грунтовых вод (способ Сименс Бау унион) наиболее применимо в песках, хорошо отдающих воду. Способ этот состоит в том, что вокруг шахты с поверхности земли бурится несколько скважин, через которые откачивается вода, находящаяся в песках. В результате этой откачки вокруг Ш. образуется депрессионная воронка, т. е. понижается уровень грунтовых вод, и Ш. таким образом проходится в сухой породе. Для откачки воды из скважин в первый период применения этого способа применялись центробежные или Маммут-насосы. Так как практически максимальная высота всасывания центробежных насосов не более 5—6 *м*, то в один прием этими насосами можно понизить уровень грунтовых вод не более как на 4,5—5 *м*. При большой мощности водоносного пласта уровень грунтовых вод приходится понижать на значительную глубину. Понижение уровня грунтовых вод центробежными насосами в таком случае возможно произвести постепенно, в несколько ярусов, в зависимости от мощности пласта. Фирмой Сименс-Шуккерт недавно выпущены электрические насосы специальной конструкции, которые в скважине опускаются по мере понижения уровня воды. При откачке воды этими насосами уровень грунтовых вод можно понизить одноярусной системой на значительную глубину, не прибегая к многоярусной. Насос этого типа напоминает сигару и имеет высоту ок. 2,5 *м* при диам. 200—300 *мм*. В скважину он подвешивается на водоотливных трубах. Центробежный двухступенчатый насос и электромотор монтируются на одном вертикальном валу, причем электромотор м. б. установлен выше или ниже насоса. Мощность электромотора 5—13 kW. Наиболее трудной задачей при конструировании такого типа насосов является достижение герметичности его, т. е. устранение возможности проникания воды в него и тем самым затопления. В современных конструкциях затопление предупреждается тем, что все пространство, окружающее мотор под кожухом, наполняется сжатым воздухом или ниже главного насоса устанавливается вспомогательный, к-рый откачивает воду, просочившуюся в кожух через сальник и другие неплотные места. Этим способом пройдена только одна Ш. «Матадор» в Германии.

Способ Хонигмана. Для проходки Ш. через водоносные породы большой мощности в Германии применяется способ Хонигмана. Последний основан на принципе глубокого бурения Ш. с промывкой глинистым раствором. Работа обычно начинается с устройства форшахты, к-рая проходится до уровня грунтовых вод. После этого приступают к бурению Ш. без водоотлива и крепления стенок ее. При этом стенки буровой Ш. поддерживаются от обрушения глинистым раствором с большим уд. в. и при давлении, превышающем гидростатическое. Буровое оборудование, применяемое для бурения Ш., представлено на фиг. 8. Здесь *а*—буровой шпиндель, подвешенный к вертлюгу *б*, приводится во вращение цилиндрич. зубчатым колесом *в* при посредстве зубчатой передачи *г*, *д*, *е* и шкива *ж*. Эта зубчатая передача установлена на буровой тележке *з*. Буровой шпиндель *а* поддерживает полые штанги *и*; *к*—бур (рабочие части не показаны). Буровая муть удаляется через полые штанги насосами Маммут. Под



Фиг. 8.

давлением воздуха поднимающаяся по штангам вода получает столь большую скорость, что она в состоянии поднять куски породы весом до 16 *кг*. Глинистый раствор подается в таком количестве, что уровень воды в Ш. превышает горизонт грунтовых вод примерно на 6—10 *м*. Как только слабые водоносные породы пробурены и шахта вошла на 5—10 *м* в крепкие породы, в Ш. опускают постоянное крепление и делают его водонепроницаемым. Бурение Ш. производится с постепенным увеличением ширины буров. При достаточно изученном геологич. разрезе проходимых пород бурение Ш. начинают шириною 2,0 *м*, затем заменяют его буром на 1,3—1,5 *м* больше. Если породы недостаточно изучены, то начинают с предварительного бурения диам. 700 *мм*. Напр. для бурения Ш. диам. 5,0 *м* в свету применяют буры шириною 700; 2 000; 3 500; 5 000 и 6 500 *мм*, причем каждая ступень бурится сразу до окончательной глубины. Крепление Ш. при этом способе производится тюбингами. Кольца из отдельных сегментов собираются на поверхности и затем опускаются в Ш. Нижнее кольцо снабжается бетонной подушкой, на нем устанавливают следующие кольца крепления. Первоначально крепление поддерживается на прочных штангах, к-рые постепенно вывинчиваются из муфт, поддерживающих штанги. По мере опускания крепления штанги наращиваются отрезками соответствующей длины. Так крепление опускают, пока оно не начнет всплывать. С этого момента в применении опускного устройства нет нужды: дальнейшее погружение крепления происходит уже с помощью водяного баласта,

для чего цилиндр, образованный креплением, наполняется водой или глинистым раствором. Если S—площадь дна опускаемой колонны, H—глубина погружения, δ—удельный вес глинистого раствора, то вес, вытесняемый колонной, $g = SH\delta$. Для погружения колонны в глинистом растворе необходимо, чтобы Q было больше g, где Q—вес опускаемой колонны. По достижении определенной глубины погружение колонны прекратится, т. к. вес ее окажется недостаточным. Сила, противодействующая опусканию крепления,

$$P = g - Q = SH\delta - qH = H(S\delta - q),$$

где q—вес 1 *п. м* крепления. Чтобы крепление могло опускаться, колонну необходимо наполнить водой или глинистым раствором в количестве, равном по весу силе P, т. е. $P = Fh\delta$, где F—площадь поперечного сечения Ш. в свету, h—искомая высота наполнения. Подставляя это выражение в предыдущую формулу, получим

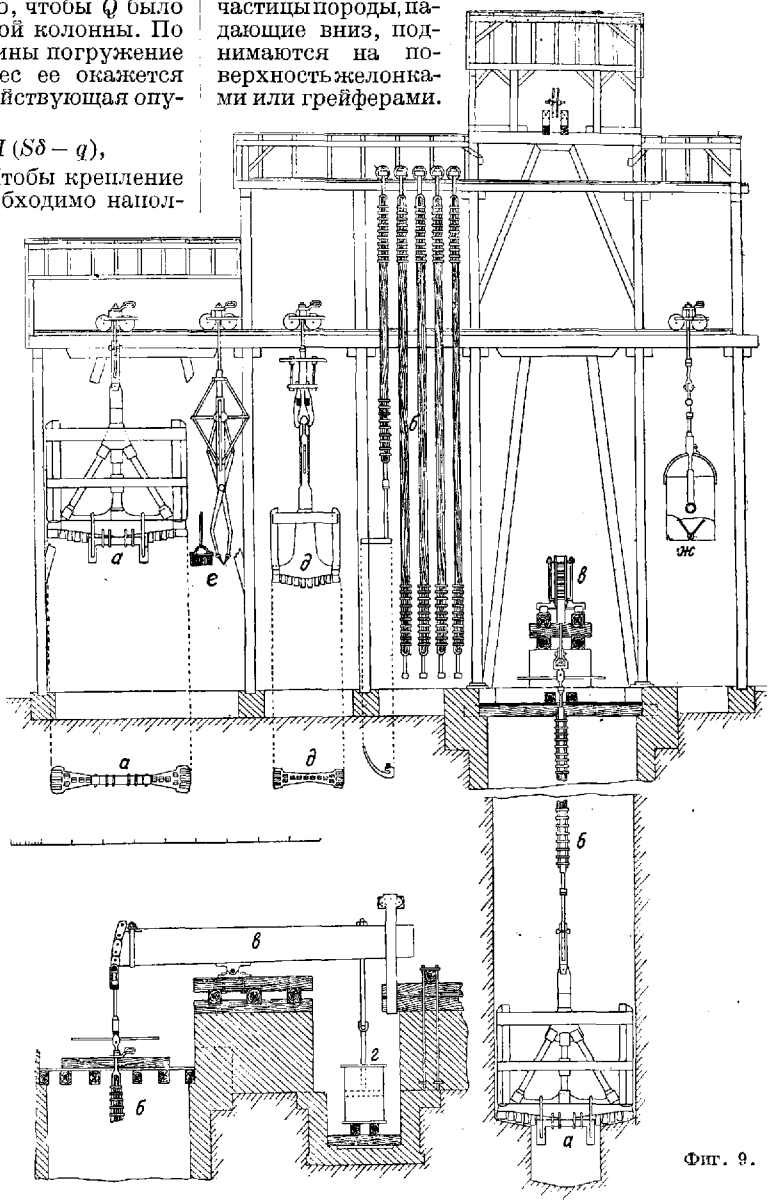
$$F \cdot h\delta = (S\delta - q)H,$$

откуда

$$\frac{h}{H} = \frac{S\delta - q}{F\delta};$$

отношение $\frac{h}{H}$ обычно 0,6—0,7. По мере погружения крепления сверху продолжают наращивать новые кольца тюбингов. Как только нижнее кольцо достигает 1 *м* над забоем Ш., погружение останавливают. По трубопроводам, опущенным между стенками крепления и боками Ш., к забою шахты подводится цементный раствор, и крепление затем погружается в этот раствор. Затем кольцевое пространство между креплением и стенкой Ш. заполняется цементным раствором. После затвердения раствора Ш. откачивается, бетонная подушка удаляется и дальнейшая проходка Ш. производится обычным способом. В Голландии способом Хонигмана пройдено несколько Ш. диам. 2,65—4,5 *м* и глубиною 100—200 *м*. В Германии шахта «Арсбек» диаметром 5,5 *м* пройдена на глубину 428 *м*. Менее распространенными способами бурения Ш. в слабых водоносных породах являются: способ Стокфиша, Тиссена, Цейслера. Замораживание Ш.—см. *Замораживание грунта*.

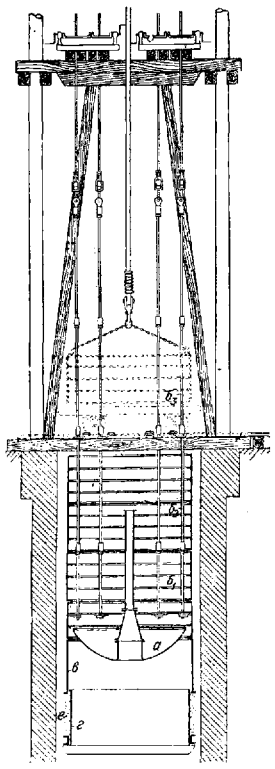
Крепкие водоносные породы. Бурение Ш. по способу Кинд-Шодрона. Бурение Ш. полным диам. в крепких водоносных породах впервые было осуществлено немецким инж. Киндом. Крепление шахты при этом способе было предложено французским инж. Шодроном, почему этот способ и получил название Кинд-Шодрона. Бурение Ш. выполняется в два приема. Вначале выбуривается шахта диам. 1,2—2,7 *м*, а затем расширяется до полного диам.; опережение первой ступени составляет 10—12 *м*. Штанги, несущие долото, прикрепляются к концу балансира, расположенного на поверхности земли и приводимого в движение специальной машиной. Режущий инструмент или долото состоит из стальной балки, к нижней поверхности к-рой прикрепляются стальные зубья весом ок. 50 *кг* каждый. Разрушенные частицы породы, падающие вниз, поднимаются на поверхность желонками или грейферами.



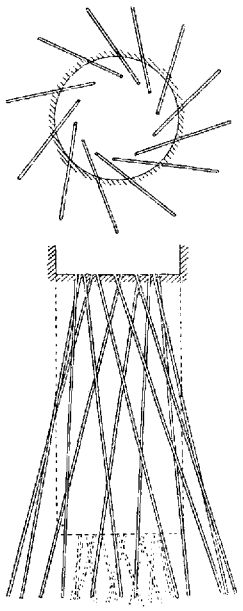
Фиг. 9.

Материалом для штанг служит специальная америк. сосна размерами 200×200×15 000 *мм*. Высота удара штанг 250—600 *мм* и число ударов 9—20 в мин. Долото высотой 2,7 *м* и весит 12÷25 *т* в зависимости от диам. Ш.; ширина долота 200—250 *мм*. Большое долото направляется специальной рамой, прикрепленной снизу к долоту и скользящей в передовой шахте. Штанги и долото на поверхность поднимаются специальной машиной. На фиг. 9 представлено буровое оборудование для бурения шахты по способу Кинд-Шодрона. Здесь *а*—долото, *б*—штанги, *в*—балансир, *г*—цилиндр паровой машины, приводящий в движение балансир, *д*—малое долото, *е*—ловильный инструмент,

ж—желонка. По прохождении водоносной зоны пробуривают на некоторую глубину и водоупорные породы. После этого шахта очищается от буровой мелочи, удаляется буровой инструмент и приступают к опусканию крепления. Крепление шахты производится чугунными кольцами или тюбингами. Чрезмерно большой вес крепления, достигающий 3 000—4 000 *т*, уравновешивается водой, вытесняемой креплением. К нижнему кольцу (фиг. 10) прикрепляется металлическое дно *а*, и крепление т. о. представляет собою цилиндр, плавающий в воде. При спуске крепления несколько первых колец поддерживается на штангах ($б_1$, $б_2$, $б_3$ и др.); по погружении крепления в воду, когда оно начинает всплывать, штанги удаляются и дальнейший спуск производится уже без них. Для достижения водонепроницаемости опоры крепления основание последнего снабжается «моховым сальником». Операция состоит в том, что к нижнему кольцу *в* крепления прикрепляется кольцо меньшего диам. *г* с фланцем, отогнутым к стенке Ш. На этот фланец укладывается мох *е*. Когда нижнее кольцо *г* достигает опоры, колонна крепления Ш., продолжая все еще опускаться, входит внутрь этого кольца, сжимает мох, уплотняя т. о. кольцеобразное пространство. Этим способом проходились шахты диам. до 4,1 *м* и на глубину до 400 *м*. Вследствие громоздкости и сложности оборудования, а также трудности выполнения работ, этот способ в настоящее время применяется редко.



Фиг. 10.



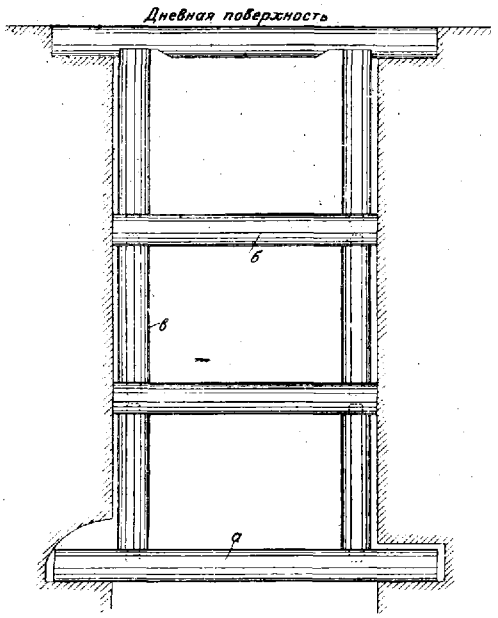
Фиг. 11.

Ц е м е н т а ц и я. Для уменьшения притоков воды при проходке Ш. через крепкие водоносные породы применяется способ цементации, состоящий в том, что водопроводящие пустоты и трещины в горных породах заполняются жидким цементным раствором, к-рый, затвердевая в них, образует вокруг Ш. кольцо, защищающее ее от проникновения воды. Заполнение трещин и пустот производится путем нагнетания в них через буровые скважины цементного раствора. Бурение цементационных скважин м. б. осуществлено как непосредственно с поверхности, так и из забоя Ш. Работам по цементации из забоя Ш. обычно предшествует укладка подушки—бетонной перемычки. Подушка должна предупреждать обратный выход в шахту цементного раствора из трещин. Толщина подушки 2—6 *м* в зависимости от давления, под которым нагнетается цементный раствор. В подушке заделываются стальные трубы, через которые пробуриваются цементационные скважины. Скважины располагаются по окружности (фиг. 11), диам. к-рой на 0,5—0,6 *м* меньше диам. Ш. Диам. скважин 50 *мм*, расстояние между ними 0,7—1,0 *м*. Угол наклона скважин к горизонту, 70—80°, принимается с таким расчетом, чтобы скважины на своей конечной глубине выходили бы за периферию Ш. на 1,5—2,0 *м*. Кроме того скважинам придается боковое отклонение обычно под углом 135° к радиусу, проведенному из центра Ш. к скважине. Глубина скважин 8—15 *м*. Для целей цементации применяется быстродействующий тампонажный портланд-цемент. При цементации трещин, содержащих рассол, вместе с портланд-цементом применяется магнезиальный цемент. Концентрация раствора, нагнетаемого в скважины, изменяется от 2,5 до 50% по объему цемента. Давления, развиваемые при нагнетании цементного раствора, достигают 50—100 *atm* и в некоторых случаях — на больших глубинах — даже до 200 *atm*. Оборудование, необходимое для цементации: растворомешалка, насос и трубопроводы. Трубопровод, по к-рому нагнетается цементный раствор в скважины, составляется из стальных труб ⌀ 50 *мм*. Расход цемента на 1 *п. м* Ш. изменяется от 2 до 20 *т* и зависит от количества пустот и трещин в породе. В практике имели место случаи расхода цемента до 10 000 *т* на Ш. глубиною в 200 *м*. Цементацию целесообразно применять при наличии притоков воды в шахте свыше 30 *м*³/*ч*. Расход цемента достигает значительных размеров при цементации т. н. к а р с т о в ы х и з в е с т н я к о в, т. е. известняков, в к-рых образовались большие пустоты, пещеры, в результате выщелачивания их подземными водами. В таких случаях применяют способ г л и н и з а ц и и, состоящий в том, что в большие пустоты и трещины вместо цементного раствора нагнетается глинистый раствор. Операции и аппаратура для нагнетания глинистого раствора отличаются лишь немногим от тех же для цемента. В этом случае необходима лишь дополнительная аппаратура для отделения от глины гравия, кусков породы, растительных остатков и т. д. Для быстрейшего осаждения в трещинах глины из раствора, после нагнетания глинистого раствора, нагнетается какой-либо коагулянт—хлористый кальций или окись кальция. В результате действия коагулянта глина выпадает в осадок в виде плотной массы. Способ глинизации применялся при проходке каменноугольной Ш. в Кизеле и калийной—в Соликамске. Кизеловская Ш. была начата проходкой способом цементации в 1926 г.; по 1930 г. пройдена на глубину 81 *м*, причем с глубины 25 *м* применялась цементация. На проходку высотой 56 *м* Кизеловской Ш. израсходовано ок. 5 000 *т* цемента, что на 1 *п. м* Ш. составляло почти 100 *т*. На глубине ниже 81 *м* применялась уже глинизация больших

пещер и цементация небольших трещин. На заполнение пустот и трещин между 92 и 142 *м*, т. е. на протяжении 50 *м*, было израсходовано 40 200 *м*³ глины, 1 600 *т* цемента и ок. 350 *т* хлористого кальция.

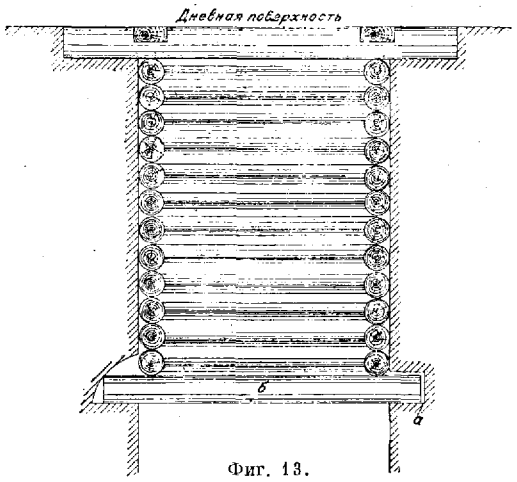
Самая глубокая Ш. в мире пройдена в Африке. Глубина ее 2 500 *м*. В СССР наиболее глубокой Ш. является Ново-Смоляниновская (Донбасс). Глубина ее ок. 800 *м*. Средняя месячная скорость проходки Ш., достигнутая в Донбассе, 18—20 *м*; максимальная 40—50 *м* в месяц. Максимальная скорость проходки Ш. в мире достигнута в Африке—120 *м* в месяц.

Крепление Ш. Деревянное крепление. Различают два основных вида деревянного крепления шахты: сплошное венцовое крепление и венцовое крепление на бабках. Последнее применяется



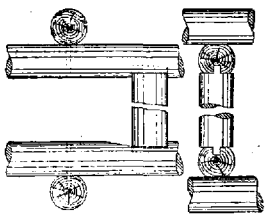
Фиг. 12.

только при креплении Ш. малого размера и при незначительном давлении пород. Это крепление ведется путем установки основных венцов *а* (фиг. 12), промежуточные венцы *б* устанавливаются на бабках *в* (стойках), длина которых делается 1—2 *м*. Иногда стенки Ш. при этом затягиваются досками или горбылями. Шахты среднего и большого размера крепятся сплошным венцовым креплением из круглого леса, из распиленных бревен, пластин нормального типа, пластин, опиленных с трех сторон, и из брусьев. Крепление ведется сл. обр. Сплошной сруб заготовляют на поверхности, затем разбирают его и по частям спускают в Ш. Основной венец *б* (фиг. 13) укладывают в самом забое. Пальцы венца длиной ок. 0,5 *м* укладывают в лунки *а*; на основном венце снизу вверх возводят сруб Ш. Бока Ш. тщательно забучивают. Расстояние между основными венцами зависит от прочности проходимых Ш. пород и изменяется от 2 до 6 *м*. Для усиления деревянного крепления шахты применяется развандрутка—постановка вандрутов и расстрелов. Вандруты—длинные брусья, прибиваемые вертикально к стенкам Ш. для предохранения ее от искривления; расстрелы—деревянные брусья или железные балки, устанавливаемые между вандрутами или заделываемые в стенки ствола Ш. Вандруты ставятся по длинным сторонам Ш. и распираются расстрелами, к-рыми Ш. разделяется на отделения. Вандруты устанавливаются

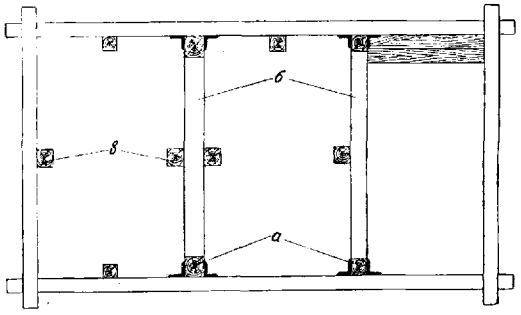


Фиг. 13.

сразу ставами в зависимости от длины вандрутов. Для вандрутов идет круглый и тесаный лес, сосновый или дубовый, размеры которого зависят от сечения Ш. и крепости проходимых пород; от этих же факторов зависит и расстояние между расстрелами. Обычные размеры вандрутов 15 × 15 *см* при длине до 6 *м*; расстрелы такого же сечения или немного меньше. Количество леса на 1 *м*³ шахты в свету для вандрутов ок. 0,013 *м*³, для расстрелов—0,012 *м*³. Способ соединения вандрутов и расстрелов виден на фиг. 14, а расположение их на фиг. 15, где *а*—вандруты, *б*—расстрелы, *в*—направляющие (проводники). При закреплении Ш. деревом одновременно производят установку проводников, полков и лестниц в лестничном отделении и отшивку отделений Ш. При деревянном креплении направляющие чаще устанавливают деревянные, реже



Фиг. 14.

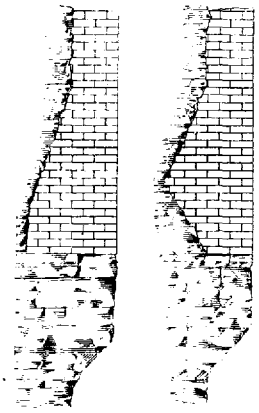


Фиг. 15.

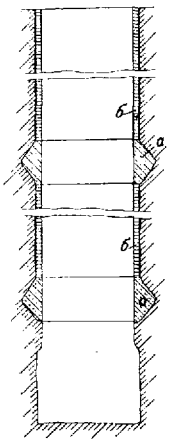
рельсовые и изредка канатные. Направляющие прикрепляют или непосредственно к стенкам Ш. или к расстрелам. Для деревянных направляющих идут обрезные брусья, обычно дубовые, сечением до 13 × 15 *см*. Лестничные полки в Ш., закрепленных деревом, устраиваются

из дерева; лестницы бывают деревянные и железные. Отшивка отделений в Ш. производится досками, прибиваемыми к расстрелам сплошь или в разбежку.

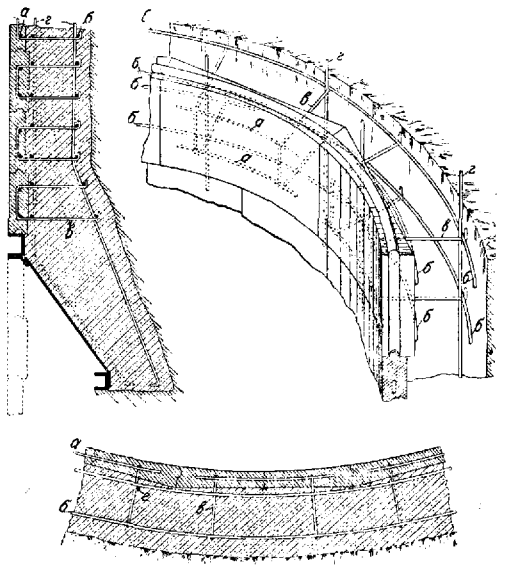
Каменное крепление. Материалом для крепления служат кирпич, естественные тесаные камни, искусственные камни, бетон и железобетон. Толщина стен зависит от размеров Ш., свойства и залегания пород и вида крепежного материала и колеблется от 0,15 до 0,70 *м*, иногда и больше. Наиболее часто применяется кирпичное крепление, затем из сплошного или набивного бетона, железобетона, искусственных камней, реже тесаных камней. При каменном креплении обычно устраивают временную подвесную крепь. Крепление Ш. ведут снизу вверх звеньями, располагая каждое звено на основных венцах. На фиг. 16 показаны конич. и двухконич. основные венцы из кирпича, уложенные на выравненном уступе породы. Кирпичи располагают концентрическими слоями, причем швы одного ряда несколько сдвигаются относительно швов другого ряда. Промежутки между кладкой и стенками выработки заполняют бетоном или другим материалом (забучивают). Толщина стен 1÷3 кирпичей. Кирпичом иногда обделывают устья Ш., закреплённых другими материалами. На 1 $м^3$ проектного объема крепления идет 360 шт. кирпича, 0,61 $м^3$ цементного раствора и 0,23 $м^3$ камня для забутки. Крепление из тесаных камней (гл. обр. из песчаника) производится таким же способом, как и из кирпича. Камни обтесывают пятикатом. Размер камней в зависимости от размеров Ш. достигает $30 \times 40 \times 50$ *см*; в этом случае крепление делается в 1 кирпич вперевязку. Промежутки между кладкой и стенками Ш. забучивают камнем или заполняют тощим бетоном. Из искусственных камней наиболее применяются бетонные, изготовляемые из измельченного доменного шлака с прибавлением 10% (по весу) извести. Для затвердения кирпичей требуется около 5 дней. Бетонные камни обычно изготовляют из бетона такого состава: 1 ч. цемента, 3 ч. песка, 4—5 ч. щебня. Песок д. б. хорошего качества, лучше всего мытый. Для заливки пространства между кладкой и породой идет тощий бетон состава: 1 ч. цемента, 6 ч. щебня и 10 ч. рядового песка или же это пространство заполняют набивным бетоном. Форма камней различна: клинообразная, очерченная кривыми различных радиусов, и фасонная; вес одного кирпича до 30 *кг* и больше. Работа по креплению ведется следующим образом. Когда Ш. углублена настолько, что можно уложить звено крепи (лучше до более крепкой породы), расширяют выработку, выравнивают почву и возводят основной венец *а* (фиг. 17) из набивного бетона, для чего устанавливают разборные деревянные или железные шаблоны; пространство за шаблонами заполняют бетоном такого же состава, как и бетонные камни, и хорошо затрамбовывают. На основном венце вверх возводится крепление камнями *б*. Работа производится на подвесном полке, куда спускают с поверхности строительные материалы. Раствор для кладки бетонных кирпичей обычно таков: 1 ч. цемента и 3 ч. хорошего песка. На 1 $м^3$ камней идет 0,30 $м^3$ раствора. Крепь из бетонных камней возводится скорее крепи из набивного бетона (почти вдвое), что дает ей большое преимущество по сравнению с набивным бетоном, в особенности на больших глубинах, где подача материала отнимает много времени. Кроме того крепь из бетонных камней при большом притоке воды не подвергается размыванию, как это бывает при креплении



Фиг. 16.



Фиг. 17.



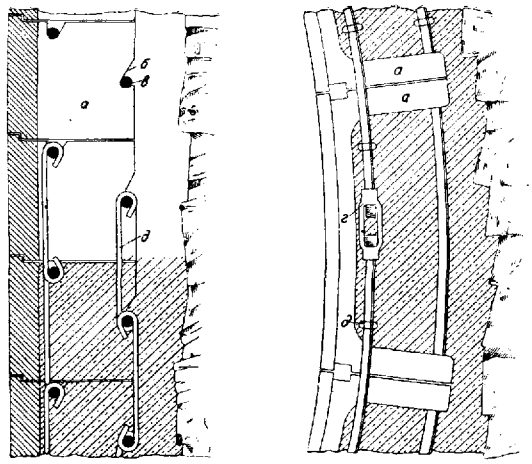
Фиг. 18.

набивным бетоном. Существует несколько систем таких камней, например в камнях Кнебеля в бетон закладывают при формовке железные прутья; камни Рюде, Волле соединяются вертикальными и горизонтальными железными прутьями.

В сист. Вольрата (фиг. 18) каждый камень прочно соединен железным каркасом с набитым сзади бетоном. Каркас состоит из 8-*мм* проволок *а*, 10-*мм* прутьев *б*, изогнутых железных прутков *в*, вертикальных прутьев *г*. Камни Брейля (фиг. 19) имеют U-образную форму; для пропуска каркаса в них оставлены отверстия; сзади кладки набивается бетон. Камни имеют 60 *см* ширины, 25 *см* высоты и 6—8 *см* толщины. Камни снабжены ребордами *а*; последние имеют выемки *б*, в к-рые вкладываются железные прутки *в*; железными натяжными винтами *г* эти прутки соединяются между собою, стягивая и скрепляя отдельные камни. Ряды прутков *в* скрепляются кроме того крючками *д*. Пространство между стенками выработки и кладкой заполняется набивным бетоном.

Как на пример крепления Ш. *бетонитами* (см.) можно указать на крепление Ш. первого рудника для разработки железной руды в пре-

делах Курской магнитной аномалии (Старо-оскольский район). Проектная глубина шахты 208 *м*, из к-рых 90—95 *м* будет пройдено в осадочных покровных породах, 20—25 *м* в обогащенной зоне и ок. 100 *м* в кварцитах. Для разработки месторождения будут пройдены рудничные дворы на горизонтах 108, 121, 147 и 208 *м*; главный остаточный штрек—на горизонте 208 *м*. Крепление Ш. от поверхности до плывуна кирпичное, а ниже—бетонитами. Бетониты состоят из 1 ч. портланд-цемента, дающего не более 14—15% остатка на сите с 5 000 отверстий на 1 *см*², 1 ч. песка с крупностью зерен 0,5÷5 *мм*, 2 ч. щебня с крупностью зерен 5÷40 *мм*. Для крепления предусматривается два вида бетонитов: малых размеров для кладки стен и больших размеров для основных венцов. Размеры бетонитов: малых—500 × 500 × 495 *мм*, больших—1 000 × 500 × × 495 *мм*. Пространство между задней стенкой

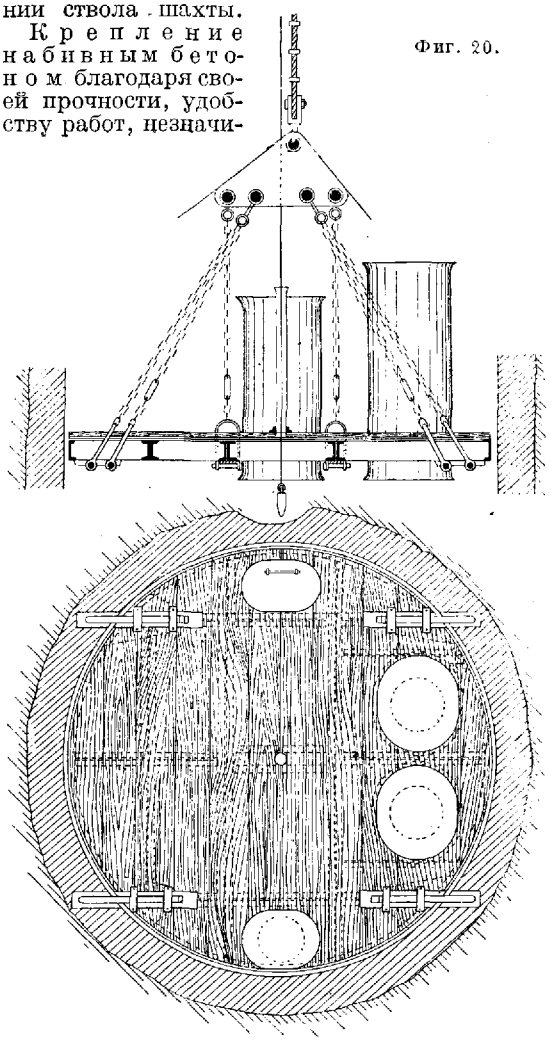


Фиг. 19.

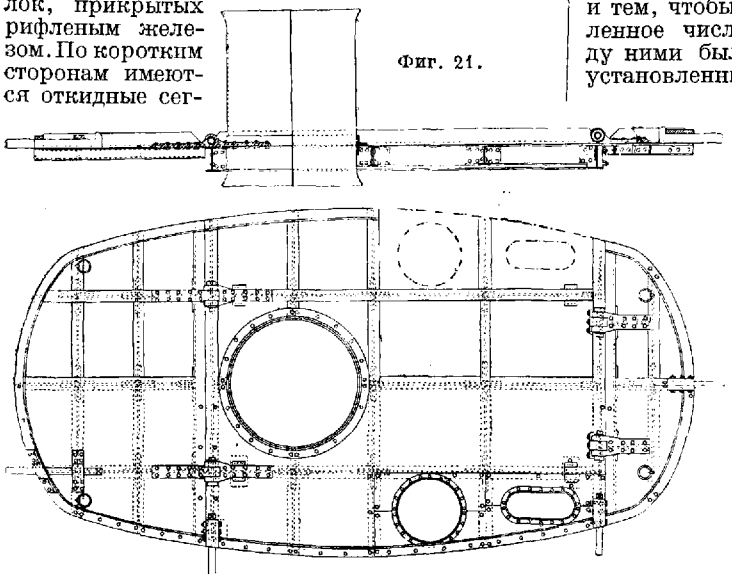
бетонитов и породой в целях водонепроницаемости заполняется слоем глины толщиной 250 *мм*. С той же целью водонепроницаемости передняя стенка торкретируется цементным раствором слоем в 3—5 *мм*. Бетонитовое крепление армируется железными круглыми стержнями диам. 12—15 *мм*, расположенными на расстоянии 200—500 *мм* один от другого. Пустоты между бетонитами, образованные для помещения в них горизонтальных и вертикальных стержней, заливаются цементным раствором состава 1 : 2. Т. к. опытами заграничной практики установлено, что холод вредно действует на затвердевание цемента бетонитовой кладки, то, чтобы предотвратить это явление, к раствору прибавляется 25—30% раствора хлористого кальция. С целью ускорения схватывания и затвердевания раствора к последнему кроме того добавляется 1—2% по объему раствора жидкого стекла. Веса бетонитов малого размера 210 *кг* и больших 480 *кг*. Расстояние между основными венцами 20—25 *м*. Согласно ориентировочной смете Шахтстроя стоимость крепления бетонитами определяется сл. обр.: а) изготовление бетонитов: рабочая сила 60 коп. за шт., материалы 1 р. 40 к.; полная стоимость с накладными и прочими расходами одного бетонита 5 р. Стоимость 1 *м*³ кладки: бетониты 20 р., рабочая сила с трамбовкой глины 20 р. и прочие расходы 30 р., всего 70 р. Стоимость крепления бетонитами 1 *п. м* Ш. определяется в 500 р. Необходимо отметить существенные недостатки бетонитового крепления при недостаточно доброкачественном материале, напр. глинистом песке, что имеет место на КМА; прочность такого крепления оставляет желать много лучшего. Кроме того благодаря многочисленным стыкам в этой кладке достигнуть совершенной водонепроницаемости ее очень трудно. В качестве примера можно указать на одну из буроугольных Ш. Об-ва Кольбе (Германия), пройденную способом замораживания и закрепленную бетонитами в аналогичных же условиях с Ш. КМА. По оттаивании Ш. приток воды через это крепление достигал 40—50 *л/мин* на всем протяжении ствола шахты.

Крепление набивным бетоном благодаря своей прочности, удобству работ, незначительной толщине стен имеет наибольшее применение. Обычно для составления бетона берется 1 ч. цемента (по объему), 3 ч. песка и 4 ч. щебня. Бетон приготовляют на поверхности или ручным способом или в бетономешалках; в Ш. он подается в слегка смоченном виде и уже в Ш. доводится до требуемой консистенции; чаще же всего бетон подается в Ш. в готовом виде в обыкновенных или специальных различного устройства бадьях, иногда и по трубам. Полки, с к-рых производится работа, деревянные, а чаще железные, имеют различные устройства. На фиг. 20 показан полок, применяемый при креплении Ш. круглого се-

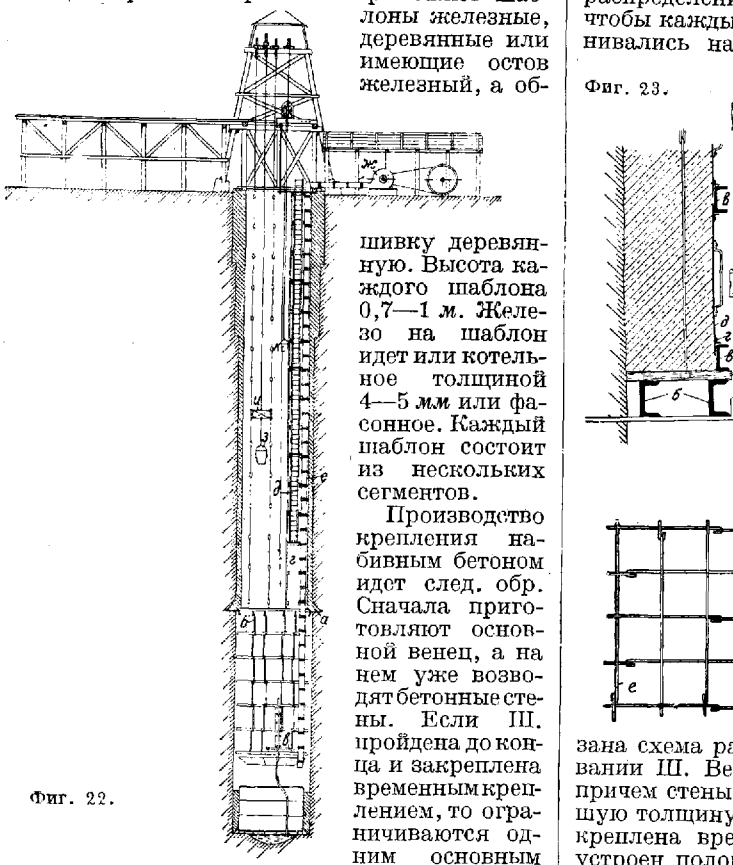
Фиг. 20.



чения, а на фиг. 21 показан железный полок для бетонирования Ш. криволикого сечения. Рама полка состоит из железных двутавровых балок, прикрытых рифленым железом. По коротким сторонам имеются откидные сегменты на шарнирах. Для установки полка на той или иной высоте устроены выдвижные пальцы. При бетонировании применяют шаблоны железные, деревянные или имеющие остов железный, а обшивку деревянную. Высота каждого шаблона 0,7—1 *м*. Железо на шаблон идет или котельное толщиной 4—5 *мм* или фасонное. Каждый шаблон состоит из нескольких сегментов.



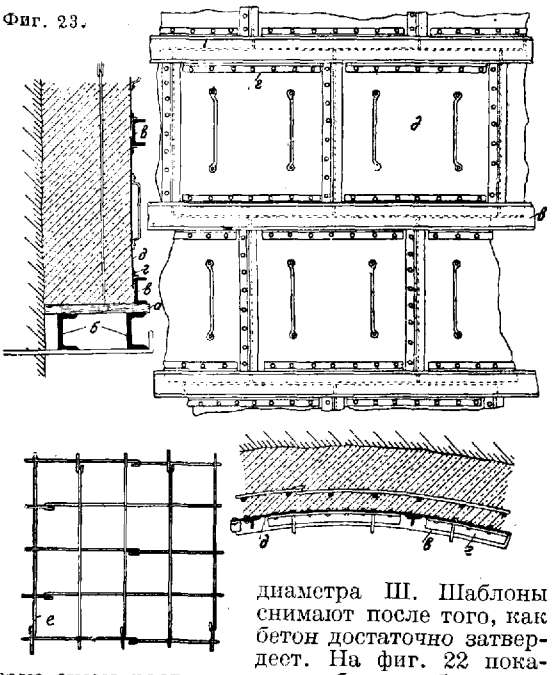
Фиг. 21.



Фиг. 22.

Производство крепления набивным бетоном идет след. обр. Сначала приготовляют основной венец, а на нем уже возводят бетонные стены. Если Ш. пройдена до конца и закреплена временным креплением, то ограничиваются одним основным венцом; в большинстве же случаев бетонирование производят звеньями сверху вниз, а самое звено бетонируют снизу вверх. Величина звеньев, бетонируемых зараз, зависит от твердости пород и общего хода работ как по проходке шахты, так и закреплению ее. При выборе высоты звена руководствуются также и тем, чтобы по высоте его уложилось определенное число расстрелов и расстояния между ними были такие же, как и между ранее установленными. Основной венец, если можно, возводят на более твердой породе (песчаник, песчанистый сланец). Сначала расширяют стенки Ш. и выравнивают забой, затем устанавливают шаблоны и все пространство за ними вплоть до стенок выработки бетонируют. Для лучшей связи бетона с породой и большей прочности бетона иногда пробуривают несколько шпуров, вставляя туда железные стержни, а в бетон заделывают куски старого железа, рельсов, старые проволочные канаты и пр. На основном венце возводят стены, толщина к-рых зависит от размеров Ш., крепости пород и других факторов; толщина эта варьирует от 20 до 60 *см*, иногда и больше. Бетон трамбуется слоями не более 20 *см* до тех пор, пока на его поверхности появится жидкость молочного вида. Таким же порядком бетонируются и стены Ш. Для однородности бетона и равномерности распределения его за шаблонами наблюдают, чтобы каждые две последующие бадьи опоражнивались на двух противоположных концах

Фиг. 23.



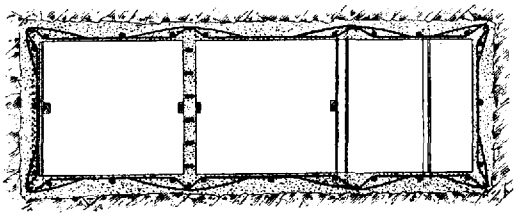
диаметра Ш. Шаблоны снимают после того, как бетон достаточно затвердеет. На фиг. 22 показана схема расположения работ при бетонировании Ш. Верхняя часть Ш. забетонирована, причем стены в наносных породах имеют большую толщину. Ниже основного венца *а* Ш. закреплена временной крепью *б*; на забое Ш. устроен полок, на нем расположены шаблоны и начато бетонирование. На нек-рой высоте устроен предохранительный полок, а еще выше—полок *в*, на к-ром стоит насос, откачивающий воду из приямка в забое Ш. В за-

бетонированной части Ш. отшито лестничное отделение *г* и установлены лестницы *д* (показана часть). Воздух подается по железной трубе *е* вентилятором *жс*, установленным в надшахтном здании. Бадья *з* с направляющей рамой *и* служит для подъема во время проходки; другая (меньшая, вспомогательная) бадья *к* без направляющих поднимается ручной лебедкой, установленной над Ш. Материал для бетонирования может подаваться бадьей *з* или же вместо нее бадьей специального устройства.



Фиг. 24.

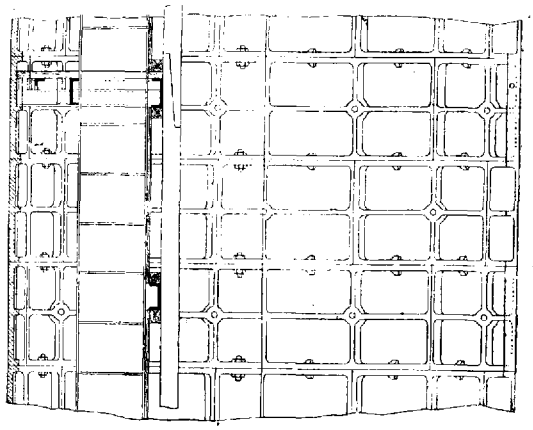
Железобетонное крепление применяется при неравномерном давлении боковых пород; растягивающее усилие должен воспринимать на себя железный каркас, форма и прочность которого находятся в зависимости от давления пород и сечения Ш. Отдельные части каркаса связываются между собою проволочными петлями, крючками и т. п. На каркас идет железо (начиная от проволоки и до рельсов) чаще круглого сечения 5 ÷ 25 *мм* толщиною, реже квадратное. Бетон д. б. жирным, щебень обычно не больше 5 *см* в диам., при частой сетке—не более 2—3 *см*. Железобетонное крепление вследствие присутствия железа в бетоне может иметь меньшую толщину, чем из набивного бетона. При производстве этого крепления временную металлическ. крепь обычно не разбирают, а оставляют вместо каркаса. Железный каркас приготовляют ординарным или двойным; на фиг. 23 представлен ординарный каркас. Временный венец из брусьев *а* покоится на двух кольцах *б* из швеллеров; к другим кольцам *в* приклепывают при помощи уголков *г* опалубку из листового железа *д*. Каркас представляет собой сетку из прутьев *е* круглого



Фиг. 25.

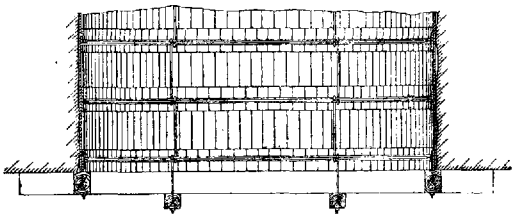
железа в 2 *см* толщиной, концы к-рых для соединения их загнуты в виде крючков; прутья горизонтальных и вертикальных рядов связываются между собою мягкой проволокой. На фиг. 24 представлен двойной каркас сист. Брейля с устройством основного венца. На фиг. 25 показано железобетонное крепление Ш. прямоугольного сечения, ранее закрепленной деревом; толщина крепления осталась прежней. Производство работ идет в таком порядке: сначала устанавливают железный каркас, а затем идет бетонирование обычным способом.

Металлическое крепление Ш. встречается сравнительно редко. Сначала устанавливают чугунный основной венец в виде кольца;



Фиг. 26.

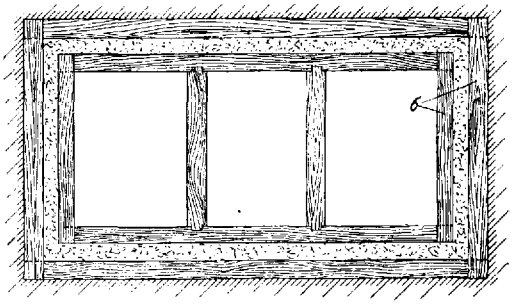
к нему по мере углубления Ш. подвешивают чугунные кольца, состоящие каждое из нескольких сегментов высотой 70 *см* и весом ок. 300 *кг* каждый. Закраины сегментов обращены внутрь шахты (фиг. 26); соединение их—при помощи болтов, причем вертикальные швы располагаются вперевязку. Спуск сегментов в шахту производится при помощи скобы, подвешенной на канате; сегмент подводят к лежащему



Фиг. 27.

выше венцу и закрепляют; последний сегмент кольца заводят боком, для чего один конец заводят в приготовленную лунку. Промежуток между крепью и стенкой шахты заливают цементным раствором

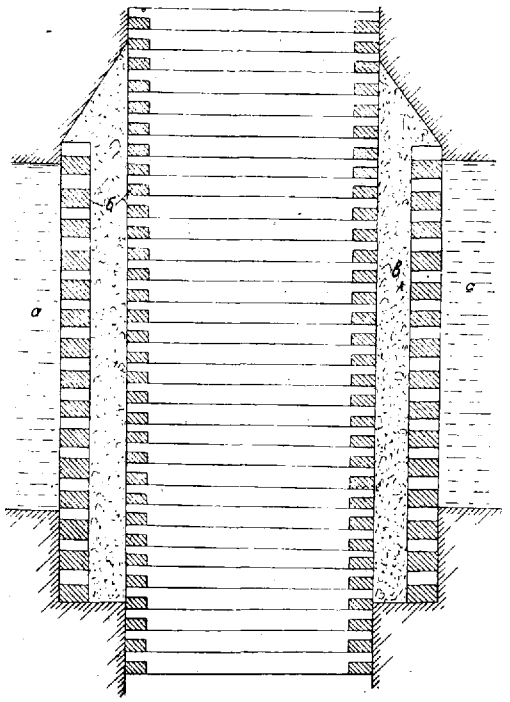
Временное крепление Ш. В виду того что при каменном креплении высота звеньев крепления большая (20—80 *м*), возникает



Фиг. 28А.

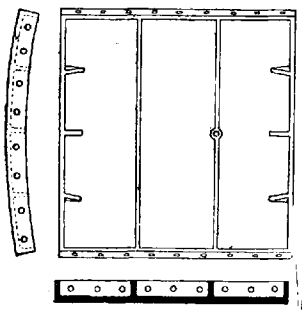
необходимость во временном креплении Ш., иначе может произойти обвал Ш. Это крепление возводится сверху вниз и делается из коробчатого или двутаврового железа или из

старых рудничных рельсов. Венец крепи имеет форму сечения Ш.; он состоит из отдельных частей (3÷8), соединенных различным образом: при помощи муфт, плоских накладок и болтов, коробчатых накладок и шпилек. Венцы крепи соединяются между собою длинными железными болтами, крючьями, железными стойками.

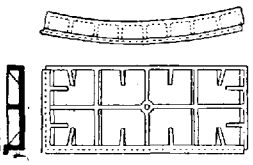


Фиг. 28Б.

Подвески из стальных канатов, цепей менее удобны, т. к. трудно достигнуть их равномерного натяжения. Число подвесок у верхних венцов, несущих нагрузку нижних, достигает 20, тогда как у нижних 6—10. Промежутки между отдельными венцами, расположенными обычно на расстоянии 1—1½ *м* друг от друга, затягивают досками или обаполами, реже металлическими пластинками. На фигуре 27 показан способ подвешивания временной крепи.

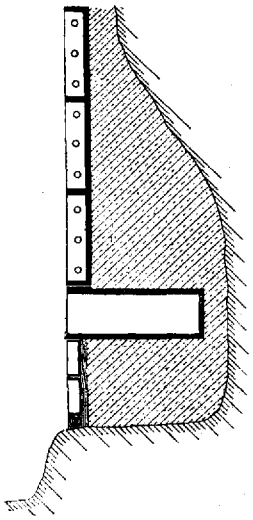


Фиг. 29.

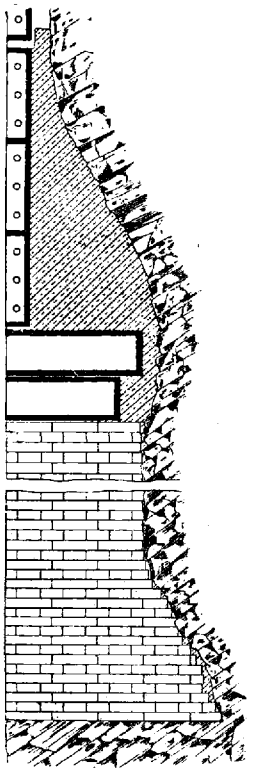


Фиг. 30.

Водонепроницаемое крепление применяется при пересечении сильно водоносных пород. Это крепление м. б. деревянным, каменным, бетонным и металлическим. При деревянном водонепроницаемом креплении поступают так. Пройдя водоносные породы, устанавливают основной венец. Промежутки между венцом и стенкой Ш. плотно забивают мохом; далее возводится обычным порядком сплошная венцовая крепь с соединениями в лапу. Промежутки между венцами и стенкой Ш. плотно утрамбовывают глиной, а щели между венцами заделывают мохом, паклей и заливают смолой. При прохождении сильно водоносных, но не чрезмерно плывучих пород на нек-рых Ш. в США применяется способ крепления, указанный на фиг. 28А и 28Б (где *а*—водоносный пласт). Крепление состоит из двойной сплошной венцовой крепи *б*. На наружный сруб идут брусья сечением 300 × 300 *мм* и на внутренний—250 × 250 *мм*. Промежуток между срубами 100—150 *мм* заполняется хорошо утрамбованной глиной *в*. Преимущество каменного водонепроницаемого крепления состоит в прочности и быстроте работы; недостатки его—слишком большая толщина и невозможность при большом напоре воды достигнуть водонепроницаемости. Для бетонного водонепроницаемого крепления применяют очень жирный бетон—1 : 1 : 2 или 1 : 2 : 3. Бетонирование ведут слоями в 10—15 *см*; чтобы вода не размывала во время работы бетон, ее отводят по особым трубкам, к-рые



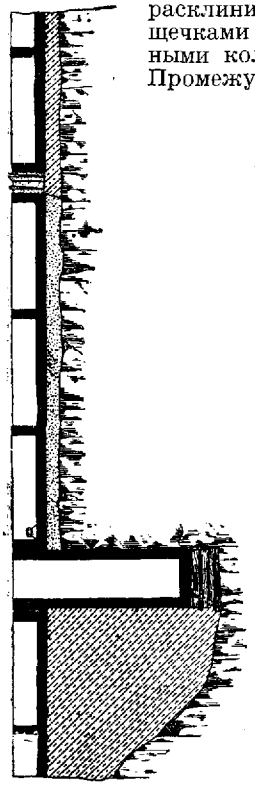
Фиг. 31.



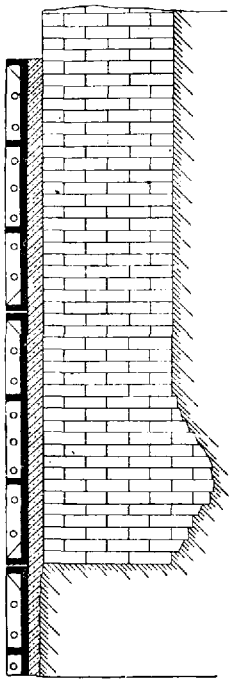
Фиг. 32.

затем вынимают, а оставшееся отверстие прочно заделывают. Наиболее распространенным видом водонепроницаемой крепи является металлическая крепь (к ю в е л а ж), состоящая из особых чугунных или стальных сегментов (плит), называемых т ю б и н г а м и. Различают тюбинги без вертикальных ребер—немецкие (фиг. 29) и с вертикальными ребрами—английские (фиг. 30). В первом случае тюбинги тщательно пригоняют друг к другу и соединяют на месте при помощи болтов; все стыки прокладываются листовым свинцом. Англ. тюбинги изготовляют без болтов; они расклиниваются между собою в швах мягким деревом, обычно еловыми клиньями. Крепление тюбингами может итти снизу вверх отдельными участками или сверху вниз в виде подвесной крепи. На фиг. 31—34 ясно видно устройство водонепроницаемой крепи при помощи тюбингов. При креплении снизу вверх иногда остается зазор между последним рядом тюбингов и основным

венцом верхнего звена. В этом случае в этот промежуток вставляют соответственной величины отлитое кольцо, к-рое и снизу и сверху расклинивают деревянными дощечками и деревянными и стальными колышками (пикотаж). Промежутки между тюбингами и



Фиг. 33.



Фиг. 34.

породой или каменной стенкой заполняют бетоном. В случае же подвесной водонепроницаемой крепи промежуток между нижним тюбингом и стенкой Ш. расклинивают деревянными колышками, а затем заливают через особые отверстия в тюбинге цементным раствором.

В последнее время для крепления начинают применять *торкретирование* (см.). Материалом для торкретирования служит бетон из цемента с песком или гравием крупностью 5—7 *мм* в отношении от 1 : 3 до 1 : 10. Иногда торкретируемую поверхность покрывают каркасом из железных проволок или продырявленных железных листов. Предельная длина шланга 200 *м*; давление сжатого воздуха 2,5—5 *atm*; давление воды, поступающей в сопло, д. б. больше давления в нем воздуха примерно на 1 *atm*. Для подземных работ цементную пушку (тектор) устанавливают на тележке вместе с компрессором и баком для воды; по рельсовым путям тектор может подвозиться к местам торкретирования. Торкрет-бетон при прохождении Ш. в нек-рых случаях может заменять временное крепление.

Расчет шахтного крепления. 1) Крепление на бабках. Толщина d круглого крепления определяется по формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16\,pla^2}{\pi b_b}},$$

где p—давление пород в *кг/см²* поверхности Ш., l—расстояние между венцами (середина от середины), $2a$—наибольший пролет венца, не подпертый расстрелами (чаще короткая сторона Ш.), k_b—прочное сопротивление материала крепления изгибу, равное (если все размеры в *см*) 60 *кг/см²* для сосны и 80 *кг/см²* для дуба.

2) Сплошное венцовое крепление. Толщина крепления для прямоугольного сечения определяется по ф-ле:

$$d = 0{,}9 \cdot 2a\sqrt{\frac{p}{k_b}}$$

или по эмпирич. ф-ле (на основании данных Донбасса):

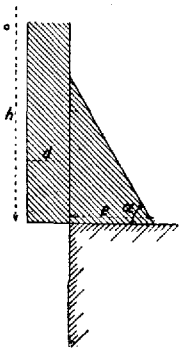
$$d = 0{,}1\sqrt[4]{Hl},$$

где H—глубина шахты в *см*; значение остальных букв прежнее.

3) Круглое каменное крепление. Толщина стенки будет:

$$d = \frac{pR}{k-p} + \frac{150}{k},$$

где R—внутренний радиус Ш. в *см*, k—прочное сопротивление материала крепления на сжатие в *кг/см²*, $\frac{150}{k}$ — запас прочности. Более точная ф-ла:



Фиг. 35.

$$d = R_0\left(\sqrt{\frac{k}{k-2p}} - 1\right) + \frac{150}{k},$$

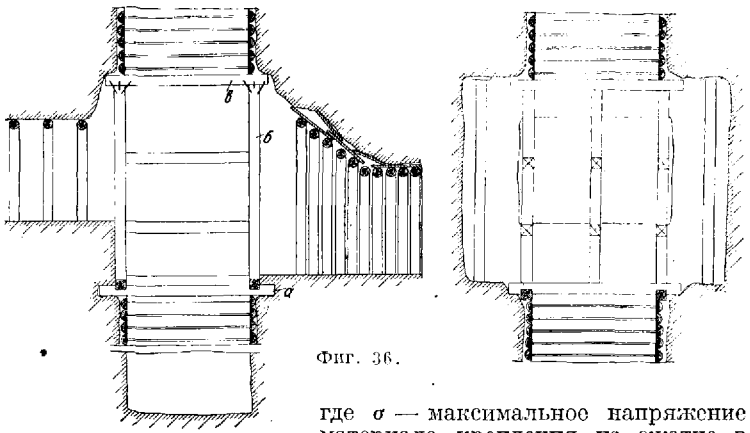
где R_0—наружный радиус Ш.; значение остальных букв прежнее. Полученную величину d можно проверить по эмпирич. ф-ле:

$$d = 0{,}007\sqrt{DH} + 14\ см,$$

где D—внутренний диам. Ш. в *см*; значение остальных букв прежнее.

4) Крепление эллиптических Ш. Для расчета толщины крепления пользуются ф-лой Mayer-Mit'a, для эллиптических труб:

$$\sigma = \frac{pa}{d} + \frac{3p(a^2 - i_p^2)}{d^2},$$



Фиг. 36.

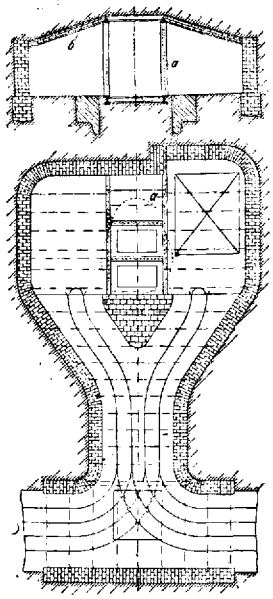
где σ — максимальное напряжение материала крепления на сжатие в *кг/см²*, a—большая полуось (b—малая полуось эллипса), i_p—радиус инерции; все размеры в *см*. При вычислениях по этой формуле необходимо пользоваться следующими данными:

$b : a$	$i_p : b$	$b : a$	$i_p : b$
1,000	1,000	0,643	1,278
0,985	1,008	0,500	1,503
0,940	1,032	0,342	1,982
0,866	1,077	0,174	3,521
0,768	1,153	0	—

5) Крепление овальных и криволикихШ. При сечениях Ш., образованных дугами круга, каждую часть рассчитывают по ф-лам, приведенным в расчете круглого каменного крепления, беря за R и R_0 соответственные радиусы кривизны. Для овального сечения с полуосями a и $б$ радиусы кривизны R_1 и R_2 связаны след. ур-ием:

$$a\,(2R_2 - a) + b\,(2R_1 - b) = 2R_1R_2.$$

Задавшись одним радиусом, вычисляют другой, затем по ф-лам для круглого сечения вычисляют толщину стенки. Этот способ пригоден при равномерных давлениях на крепь. При неравномерных давлениях криволикие сечения рассчитывают, как пологие своды, а овальные, — как эллиптические, с учетом изгибающих моментов.

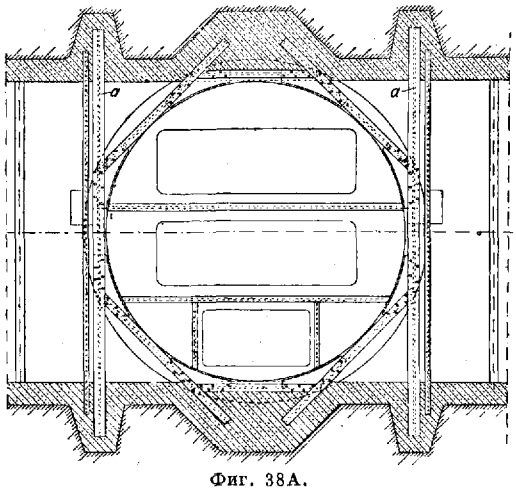


Фиг. 37.

6) Расчет основных венцов (фиг. 35). Ширина подошвы венца (в $м$) определяется по эмпирич. ф-ле

$$e = \frac{\delta h d}{50\,000\sqrt{f}},$$

где δ—вес 1 $м^3$ крепления в $кг$, d—толщина крепления в $м$, h—высота звена в $м$, f—коэф. крепости породы.



Фиг. 38А.

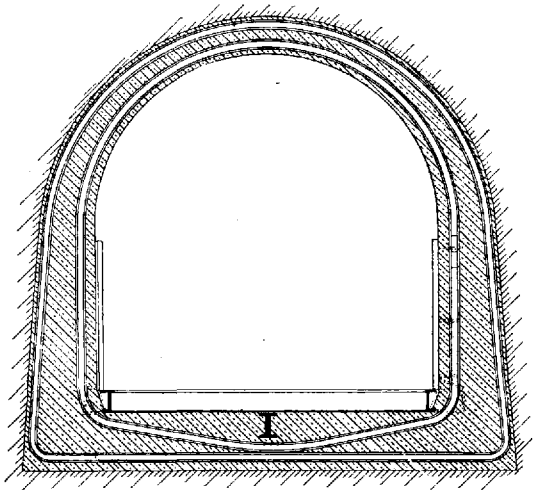
7) Водонепроницаемое крепление. Давление на крепь определяется по ф-ле

$$p = \delta H \operatorname{tg}^2 \frac{90 - \varphi}{2},$$

где φ для воды равно 0 и δ равно 0,001 $кг/см^3$. Для плывунов φ равно 6—16° и вес 1 $см^3$ = 0,0019—0,0020 $кг$. Для воды давление на 1 $см^2$ p = 0,001 H, для жидкого плывуна p = 0,0016 H, более густого плывуна p = 0,0011 H. Толщина стенок чугунной крепи d определяется по той же формуле, как и для круглого каменного крепления, причем прочное сопротивление чугуна на сжатие k может быть принято в 600—900 $кг/см^2$. По ф-ле Chastelain'a толщина стенки (в $см$) $d = 0{,}9 + 0{,}0065\,HD$, где H и D в $м$. По ф-ле Kegel'я толщина определяется так:

$$d = \frac{pD}{2(k-p)},$$

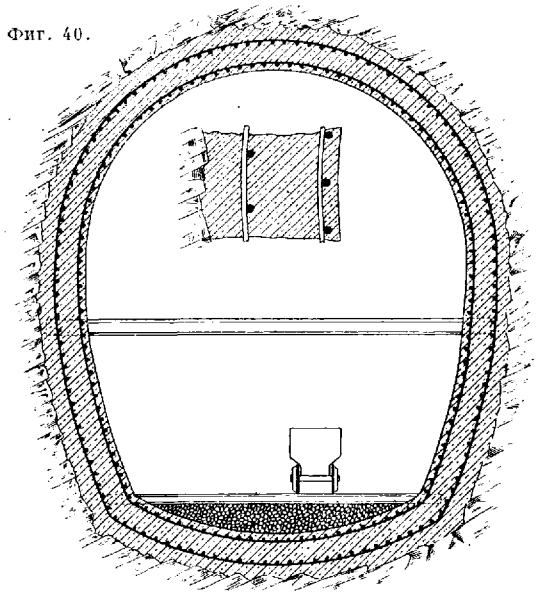
где D—диам. Ш. в свету в $см$, p—давление в $кг/см^2$, а k имеет прежнее значение.



Фиг. 39.

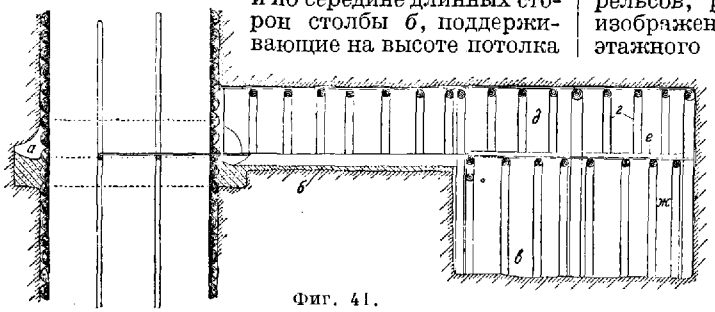
Крепление рудничных дворов и камер. В виду того что эти выработки обладают большими размерами и должны служить продолжительное время, они д. б. прочно закреплены. Для крепления их идут те же материалы, как и для

Фиг. 40.



крепления Ш. Ширина рудничных дворов обычно равна ширине Ш., высота их—3,6 $м$, а двухэтажных рудничных дворов—до 7 $м$. Высота эта выбирается с таким расчетом, чтобы удобно было разгружать клети с рельсами, трубами, крепежным лесом. На фиг. 36 показан один из видов деревянного крепления рудничного двора. В месте примыкания рудничного двора к

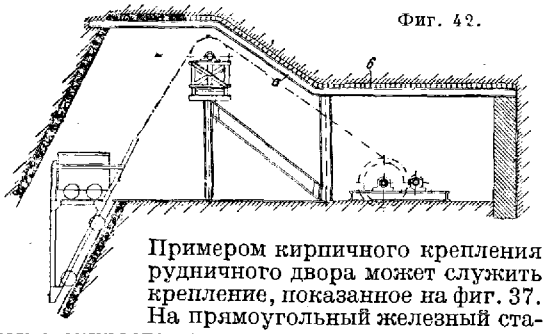
Ш. устраивается т. н. станок след. обр.: на уровне пола рудничного двора укладывается рама *а*; на ней устанавливают в шип по углам и по середине длинных сторон столбы *б*, поддерживающие на высоте потолка



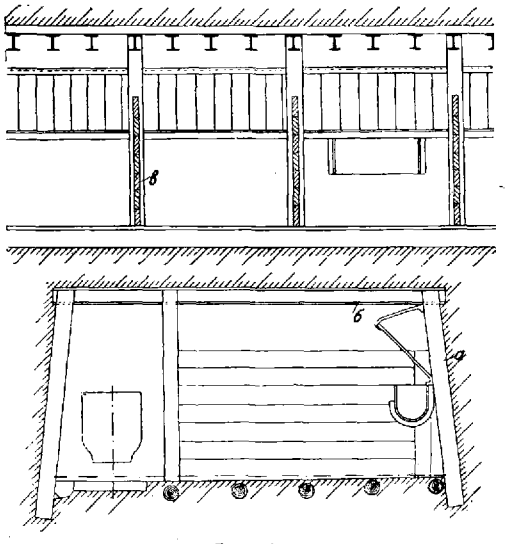
Фиг. 41.

двора такую же раму *в*, к-рая держит на себе крепь Ш. Рама схвачена со столбами помощью болтов или железных скоб. По мере удаления от Ш. потолок рудничного двора понижается. Рудничные дворы крепятся обычно сплошными дверными окладами с затяжкой кровли обаполами.

Фиг. 42.



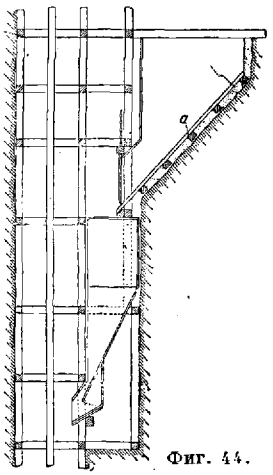
Примером кирпичного крепления рудничного двора может служить крепление, показанное на фиг. 37. На прямоугольный железный станок *а* опирается шахтная крепь; на кирпичные стены укладывают двутавровые железные балки *б*. Потолок заделывают обычно бетоном. На фиг. 38А и 38Б показано примыкание рудничного



Фиг. 43.

двора к Ш. круглого сечения. Ш. и рудничный двор закреплены бетоном; там, где оканчивается шахтная крепь, устроен плоский венец из двутавровых балок *а*, опирающийся на две параллельные бетонные стенки *б*, поддерживающие шахтную крепь. Железобетонное крепление рудничного двора показано на фиг. 39; оно состоит из двойных железных рам в виде полных дверных окладов, изготовленных из рельсов; рамы заделаны в бетон. На фиг. 40 изображено железобетонное крепление двухэтажного рудничного двора шириною 4 *м* и высотою 6,8 *м*.

Камеры для насосов, для подъемных лебедок, двигателей механич. откатки, конюшен, камеры для компрессоров, электрич. подземные подстанции и др. закрепляются всевозможными видами крепления в зависимости гл. обр. от их размера и крепости окружающих пород. Деревянное крепление применяется для камер небольшого сечения, имеющих второстепенное значение и срок службы к-рых незначителен. На фиг. 41 показано крепление временной насосной камеры дубовыми дверными окладами. Вода со стен Ш. по бетонному кольцу *а* и бетонному каналу *б* собирается в резервуар *в*; дверные оклады *г* насосного отделения *д* устанавливаются на помосте *е*, расположенном на перекладах *ж*. Крепление камер большого размера в слабых породах иногда производится сл. образом. Стены выкладывают из камня, потолок камеры устраивают из толстых бревен или ж.-д. рельсов, заделанных в стены и подпертых каменными столбами с затяжкой из кругляков. Над потолком выбирается слабая порода до крепкой породы, и пустоту забучивают костровой крепью. На фиг. 42 показано смешанное крепление камеры для двигателя и направляющих шкивов круто-наклонного подъема; изогнутые железные балки *а* уложены на каменные и деревянные стены; затяжками служат рудничные рельсы *б*. Пример крепления конюшни приведен на фиг. 43: на деревянные стойки *а* уложены железные двутавровые переклады *б*; перегородки между стойлами — досчатые. На фиг. 44 показан один из видов деревянного крепления бункера для руды при больших вертикальных Ш. для подъема в скипах большой емкости; обшивка его прибивается к основным брусьям *а*, заделанным в бетон.



Фиг. 44.

Лит.: Браун Ф., Проходка вертикальных шахт, пер. с англ., М., 1930; Слесарев В., Проходка шахт в водоносных неустойчивых породах, М.—Л., 1932; Проходка шахт, сборник, Новосибирск, 1931; Справочник для проходчиков, под ред. А. Терпигорева, Харьков, 1931; Стоматиу М., Исследование вопроса о химическом способе укрепления горных пород и бетонной кладки, М., 1933; Трупак Н., Цементация контактовой зоны шахты № 1 калийного треста, «ГЖ», 1931, *11*; Heise F. u. Herbst F., Bergbaukunde, B. 2, 5 Aufl., B., 1932; Haton de la Goupillière, Cours d'exploitation des mines, P., 4 éd., t. 1, 1928; Peele R., *Mining Engineers Handbook*, N. Y., 1927; Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau, hrsg. v. G. Klein T. 1, Halle a/S., 1927; Brown, Vertical Shaft Sinking, London, 1927; Bansen H., Grubenausbau, 2 Aufl., B., 1909; Redmayne R., Modern Practical in Mining, v. 2, The Sinking of Shafts, London, 1909; Riemer J., Shaft-Sinking in Difficult Cases, London, 1907; см. также *Рудничное крепление*.

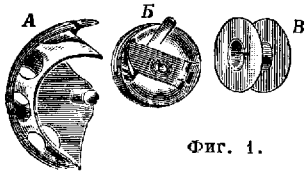
И. Мушенко и Н. Трупак.

ШАХТНЫЙ ПОДЪЕМ, см. *Рудничный подъем.*

ШВЕДСКАЯ МАТЕРИЯ принадлежит к группе одежных тканей, а по характеру своего переплетения относится к классу атласных тканей типа молескин, но наощупь мягче и нежнее последнего. Ш. м. вырабатывается трех видов: ровная—шириною до 138 *см* из пряжи (англ. номер) основы № 20 и утка № 24, средняя—шириною до 80 *см* из основы № 22 и утка № 26 и тонкая—шириною до 80 *см* из основы № 26 и утка № 32. Ткань работается на 8 ремизках, причем на лицевой ее стороне преобладают уточные нити в количестве $^6/_8$ частей раппорта переплетения, б. или м. плотно набитых (от 2 до 4 и более раз сравнительно с плотностью по основе), и только $^2/_8$ части основы выступают на лицевой стороне ткани. Ткань выпускается различных сортов. В отделке ткань окрашивается в различные гладкие цвета, преимущественно темные (черный) и реже в другие. Лицевая сторона тканей начесывается и благодаря этому они принимают вид суконоподобных и применяются в таком виде: ровная—для обивки мебели, экипажей и пр.; средняя и тонкая, которые между прочим и набиваются,—как платяная и брючная ткань.

С. Молчанов.

ШВЕЙНЫЕ МАШИНЫ, машины для механич. сшивания различных материалов, идущих на изготовление белья, обуви, верхней одежды и т. п., начиная от легких хл.-бум. тканей и сукна и кончая тяжелой кожей и брезентом. Ш. м. выполняют кроме того все разнообразие сложных функций, встречающихся в производстве одежды и обуви, напр. изготовление петлиц для пуговиц, пришивание самих пуговиц, ажурную строчку, и являются т. о. незаменимыми орудиями производства как в швейной пром-сти, так и в быту. Соответственно своему назначению Ш. м. обычно разделяются на семейные, ремесленные и специальные, а по характеру механизма петлеобразования—на машины с качающимся челноком, центральношпульные, ротационные и крючковые. Машины с качающимся челноком (лодочкой), интересные как прототип современной Ш. м., значительно устарели и строятся только для домашнего обихода; работают от ручного или ножного привода и развивают до 700 об/м. на главном валу. К этому типу принадлежит Ш. м. 127-го класса. К центральношпульным машинам относится большинство нормальных современных швейных машин. Переплетение нитей производится здесь чашкообразным челноком (фиг. 1, А), на центральном стерженьке которого надет так наз. шпульный колпачок (фиг. 1, Б) с заключенной в последнем шпулькой (фиг. 1, В). Челнок, заключенный в корпусе хода, совершает качательные движения вокруг неподвижного шпульного колпачка. К недостаткам этих машин относятся: сложность конструкции передаточного механизма, значительные инерционные усилия, развивающиеся в результате периодич. колебательных движений, а вследствие этого и быстрый износ всей машины, и наконец сравнительно невысокий предел для числа оборотов (до 2 200 об/м.), уже не вполне удовлетворяющий требованиям современного швейного дела. Типичными образцами центральношпульных машин являются: семейная машина 15-го класса полупромышленного значения—для бельевых работ,—получившая широкое распространение и в быту и в легкой пошивочной пром-сти и являющаяся предметом массового производства на Подольском государственном механич. заводе; ремесленные машины 31-го класса для работ по сукну и коже; петельные автоматы 71-го класса для производства петлиц для пуговиц в бельевом материале. Характерной особенностью ротационных машин является непрерывно и обычно равномерно вращающийся круглый челнок в виде коробки. Передача от главного вала машины к валу челнока производится или специальной цепочкой или двумя парами конич. шестерен. Относительная простота передаточного механизма, отсутствие колебательных движений, а следовательно и динамич. усилий переменного знака, допускающее высокое число оборотов (3 500—4 000 об/м.), являются преимуществами ротационных машин. Крючковые Ш. м. без челночного устройства относятся к разряду специальных. Они отличаются большой сложностью кинематич. схем и разнообразием конструкций. Сюда относятся машины для зашивания заполненных мешков (с мукою, зерном и т. п.), дающие тамбурный шов—прочный, эластичный и легко распускаемый; машины для меха—однониточные—типа 46-го класса и др.



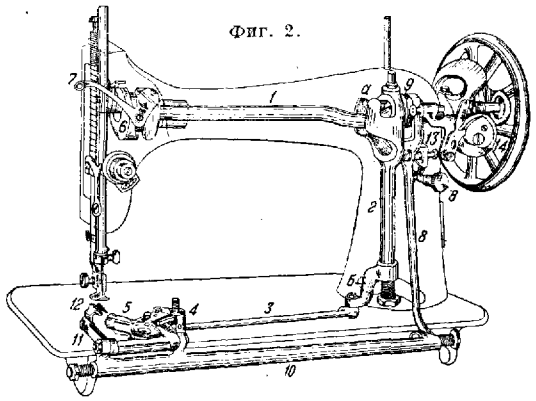
Фиг. 1.

Обыкновенная нормальная Ш. м. состоит из следующих основных механизмов: 1) механизма движения челнока с челночным устройством, выполняющим функцию переплетения нитей; 2) механизма нитепритягателя, производящего затягивание образованной челноком петли, а также и подачу «верхней» нити с катушки; 3) механизма игловодителя, посредством которого игла в нужный момент прокалывает материал и проводит через последний верхнюю нить к носику челнока, образуя петлю («нижняя нить» подается со шпульки, заключенной в самом челночном устройстве); 4) механизма для продвижения ткани—транспортера; 5) приспособления для регулирования длины стежка, т. е. расстояния между двумя смежными уколами иглы, определяющего частоту строчки; 6) нажимного устройства в виде лапки, нажимного ролика и т. п. для зажимания прошиваемого материала. Конструктивные формы и кинематич. схемы отличаются большим разнообразием, модифицируясь в зависимости от назначения, мощности и быстроходности машины. Специальные Ш. м., постепенно развившиеся из нормальных, включая обычно все вышеуказанные основные механизмы или нек-рые из них, осложнены рядом добавочных устройств и приспособлений, соответствующих специализации машины и приобретающих доминирующее значение; так, в петельной машине имеется механизм для прорубания ткани, особое устройство для обрезания нити и т. п. Сущность работы швейных машин и ее устройства легко уясняются на приводимых примерах.

Швейная машина 127-го класса с качающимся челноком-лодочкой семейного типа (фиг. 2). Механизм движения челнока состоит из главного коленчатого вала машины *1*, вращающегося в подшипниках рукава, своеобразной пространственной кулисы, образованной искривленным коленом вала *1* и щечками *a* вертикального качающе-

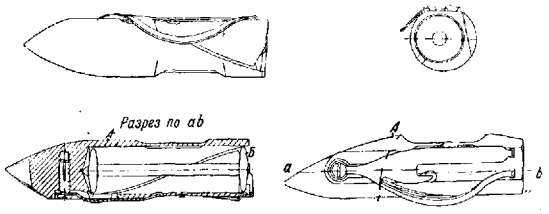
гося вала *2*, четырехзвенного шарнирного механизма, составленного из отростка *б* качающегося вала *2*, дышла челнока *3* и двухколенного рычажного кривошипа *4*, на к-ром закреплена каретка с челноком *5*. Равномерное вращение главного вала машины *1* преобразуется в сложное колебательное движение вертикального вала *2*, а от этого последнего (через шарнирный механизм)—в качательное движение

Фиг. 2.



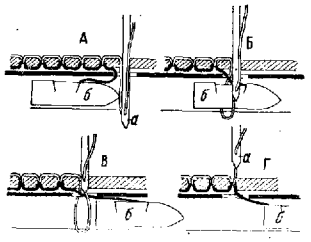
челнока *5*. В челноке заключена шпулька с запасом нижней нити, конец к-рой через отверстие челнока выходит наружу. Механизм нитепритягателя осуществлен в виде барабанного эксцентрика *6* с криволинейным желобком для ролика нитепритягательного рычага *7*. При опускании ушка нитепритягательного рычага происходит подача нити с катушки, при быстром движении его вверх—затягивание уже образовавшейся петли. Барабанный эксцентрик применяется во многих конструкциях машин, рассчитанных на небольшое число оборотов,—семейных машинах 127-го и 15-го класса, тяжелых ремесленных 45-го класса и др.

Механизм для передвижения ткани. Продольное перемещение двигателя ткани, или зубчатой гребенки, захватывающей материал, заимствуется от вилки *8*, охватывающей вилочный эксцентрик *9* на заднем конце главного вала *1*. Вилка *8* заставляет качаться вал *10*, между ушками к-рого в центровых винтах шарнирно закреплен рычаг *11*, несущий



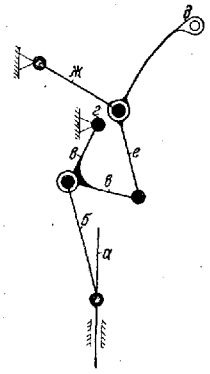
Фиг. 3.

зубчатую гребенку *12*, посредством к-рой и подается материал. Величина продольного перемещения гребенки, определяющая частоту строчки, зависит от амплитуды вертикального колебания вилки *8* и регулируется особым кулисным механизмом—*т. н. регулятором строчки 13*, состоящим из рамки, в прорезе к-рой ходит ролик, связанный с вилкой. Изменение амплитуды достигается изменением посредством регулировочного винта *в* угла наклона рамки регулятора. Машина 127-го класса, как и большинство нормальных Ш. м., дает обыкновенный двухниточный шов. Петлеобразование производится здесь качающимся челноком (фиг. 3, *А*), в к-рый вкладывается шпулька (фиг. 3, *Б*) с намотанной на ней нитью. Самый процесс образования шва показан на фиг. 4. Верхняя нить, указанная белым, сматывается с катушки и продета через ушко иглы *а*. Нижняя нить поступает со шпульки, заключенной в челноке *б*. Фиг. 4, А соответствует тому положению, когда игла, проколов материал, опустилась до крайнего нижнего своего предела, а челнок своим острым носиком начинает задевать петлю, стремясь проскользнуть между нитью и иголкой. На фиг. 4,Б показано то положение, когда челнок уже наполовину вошел в расширенную петлю, а игла начала медленно приподниматься. На фиг. 4, В нижняя нить уже продернулась через петлю, игла движется вверх, а челнок приближается к своему крайнему положению. Последнее положение (фиг. 4, Г) соответствует моменту затягивания петли.

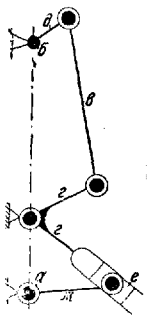


Фиг. 4.

Типичной центральношпульной Ш. м. является ремесленная машина 31-го класса для работ по сукну и коже. Механизм нитепритягателя (фиг. 5)—шарнирный четырехзвенник—в противоположность барабанному типу (фиг. 2) нитепритягателя семейных и других тихоходных машин. Игловодитель *а* приводится в возвратное движение шатуном *б* от кривошипа *в*. сидящего на главном валу *г*; ушко *д* нитепритягателя является продолжением дышла *е* четырехзвенного шарнирного механизма *в*, *е*, *ж*. Вал челнока *а* (фиг. 6) получает свое движение от главного коленчатого вала *б* машины посредством чрезвычайно характерной для всех центральношпульных машин комбинации из двух элементарных механизмов—простого четырехзвенного, образованного дышлом *в*, одной стороной кулисы *г* и колепом *д* главного вала *б*, и кулисного с небольшим крейцкопфом *е* (иногда в форме ролика), скользящим в прорезе кулисы *г* и сообщающим через посредство кривошипа *жс* качательное движение валу челнока *а*. На конце вала челнока закреплен так наз. двигатель, сообщающий челноку определенные углы поворота в ту и другую сторону. Продвижение ткани производится весьма сложным многозвенным механизмом (фиг. 7) с двумя парами скольжения. Рычаг двигателя ткани *а*, несущий зубчатую гребенку *б*, получает движение с двух сторон: 1) от качающегося вала *в* для подъема и опускания и от вала *г* для продольного перемещения. Колебания первого вала *в* производятся дышлом *д*, работающим от колена *е* главного вала *жс*. Второй вал *г* качается от

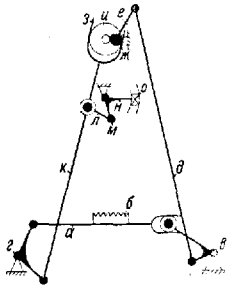


Фиг. 5.



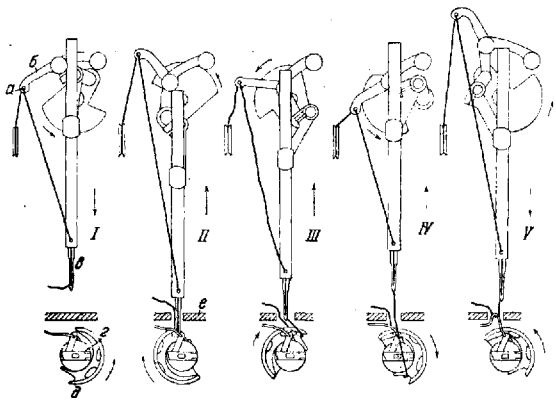
Фиг. 6.

вилки *з*, охватывающей сидящий на главном валу *ж* машины эксцентрик *и* и составляющей продолжение дышла *к* четырехзвенного механизма *г*, *к*, *л*, имеющего вторую неподвижную точку *м* в шарнирном рычаге *н* регулятора строчки. Амплитуда продольных колебаний вилки *з* изменяется перемещением точки опоры *м* посредством вращения коленчатого рычага регулятора строчки *н*, фиксируемого в требуемом положении головкою винта *о*. Величина продольного колебания дышла *к* определяет величину продольного перемещения гребенки *б*, а следовательно и частоту строчки.



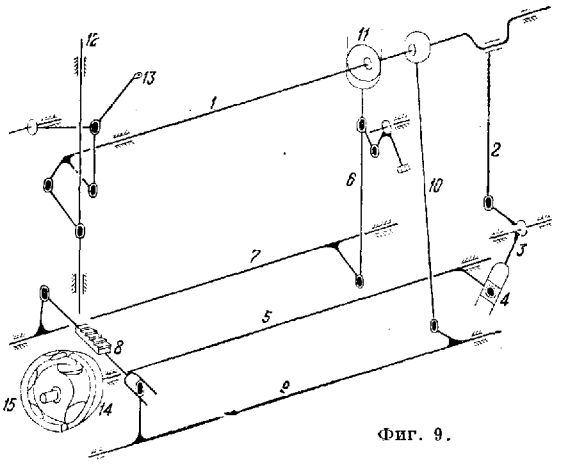
Фиг. 7.

Процесс петлеобразования в центральношпульных Ш. м. несколько отличается от описанного выше для Ш. м. с качающимся челноком. Через нитеводительное отверстие *а* (фиг. 8) рычага нитепритягателя *б* и ушко иглы *в* пропущена верхняя нить (изображенная на фиг. 8 черным). Нижняя нить (на фиг. 8 белая) выходит из шпульного колпачка *г*. В положении *I* игла приближается к материалу, а челнок своим носиком *д* начинает поворачиваться к игле. В положении *II* игла, проколов материал *е*, опустилась до нижнего своего предела. Челнок, успевший тем временем повернуться более чем на 180°, меняет направление движения и подходит своим носиком к игле, готовясь захватить небольшую образовавшуюся петельку. Положение *III*—челнок, продолжая вращаться в том же направлении, удлиняет захваченную петлю. Положение *IV*—челнок расширяет петлю, обводя последнюю вокруг шпульного колпачка, т. ч. нижняя нить оказывается захваченной в середину петли. Нитепритягатель подает верхнюю нить с катушки. Положение *V*—челнок сбрасывает петлю и меняет



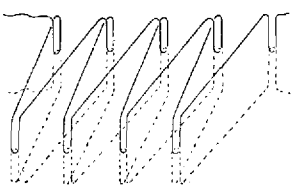
Фиг. 8.

направление вращения. Ушко нитепритягателя, двигаясь вверх с большим ускорением, вытягивает нить и затягивает петлю. Игла начинает опускаться, готовясь к новому проколу. В это время происходит перемещение материала от механизма подачи на расстояние, равное длине стежка. На фиг. 9 изображена общая схема механизма центральношпульной машины: *1*—главный вал, *2*—дышло, *3*—угловой рычаг с кулисой, *4*—крейцкопф, *5*—вал челнока, *6*—вилка, *7*—качающийся вал для продольного перемещения рычага двигателя ткани (транспортера), *8*—рычаг двигателя ткани, *9*—качающийся вал для подъема рычага *8*, *10*—



Фиг. 9.

дышло, *11*—эксцентрик, *12*—игловодитель, *13*—рычаг нитепритягателя, *14*—двигатель челнока, *15*—челнок. Во многих специальных машинах — петельной, закрепочной, зигзаг-машине и др.—игла кроме возвратно-поступательного движения вверх и вниз имеет еще поперечное перемещение, которое, слагаясь с продольным продвижением прошиваемого материала, дает своеобразную зигзагообразную строчку. Осуществляется это тем, что игловодитель движется не в постоянных направлениях рукава, а в качающейся от особого механизма рамке. На фиг. 10 изображен в перспективе шов обыкновенной петельной машины с переплетением верхней и нижней нити; фиг. 11 представляет зигзагообразную строчку краевой машины для сшивания материалов впритык.

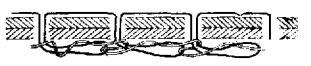


Фиг. 10.



Фиг. 11.

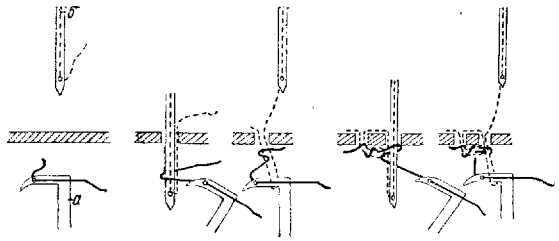
Примером специальной крючковой машины без челночного устройства может служить нем. машина Union Special для зашивания заполненных мешков с мукою, зерном и т. п. Машина дает тамбурный шов, очень прочный, но легко распускаемый (фиг. 12); на фиг. 13 изображено относительное движение крючка *а* и иглы *б*, необходимое для образования стежка.



Фиг. 12.

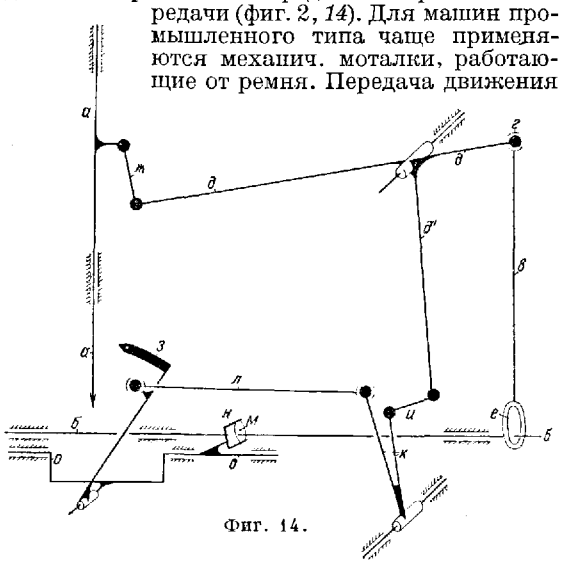
На фиг. 14 показана упрощенная кинематическая схема самой машины. Игловодитель *а*—*а* получает движение от непрерывно вращающегося главного вала *б* через комбинацию двух механизмов—одного, кривошипно-шатунного пространственного с дышлом *в*, верхняя головка которого посредством шарового шарнира *г* соединена с концом коромысла *д*, а нижняя охватывает шаровой же эксцентрик *е*, и другого плоского четырехзвенного механизма, представляющего своеобразную модификацию кривошипно-шатунного, где ползуном является сам игловодитель *а*, а роль дышла выполняет короткая серьга *ж*. Швейный крючок *з* с продетой

нитью описывает сложную пространственную кривую, находясь то по одну то по другую сторону от иглы. Он получает свое движение одновременно и от коромысла *д* через шарнирный механизм *д'*, *и*, *к* и дышло *л* с двумя шаровыми шарнирами и от второго эксцентрика *м*, качающего посредством вилки *н* коленчатый вал *о*, шарнирно связанный со швейным крючком.



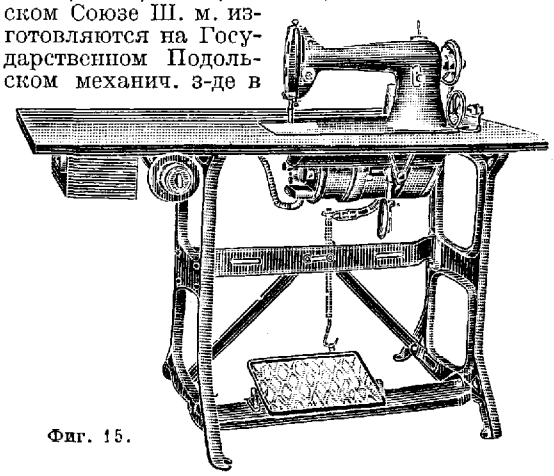
Фиг. 13.

Необходимой принадлежностью Ш. м. является приспособление для механич. наматывания нити на шпульку — т. н. м о т а л к а. Конструкции моталок отличаются большим разнообразием. В Ш. м. семейного типа (127-го, 15-го класса и др.) моталка закрепляется на рукаве машины у махового колеса. Шпулька челнока, на к-рую требуется намотать нить, сажается на шпиндель или закрепляется в центрах и приводится в быстрое вращение от небольшого фрикционного шкивочка с резиновым ободом, прижимаемого к маховику машины. Продольная намотка нити производится нитенаправительным рычажком, получающим медленное возвратное движение от небольшого кардиоидального эксцентрика, который приводится во вращение посредством червячной передачи (фиг. 2, *14*). Для машин промышленного типа чаще применяются механич. моталки, работающие от ремня. Передача движения



Фиг. 14.

к Ш. м. осуществляется различными способами. Ш. м. семейного назначения приводятся в действие обыкновенно вручную посредством так наз. ручного привода, состоящего из пары цилиндрич. шестерен, позволяющих сравнительно медленное вращение руки трансформировать в быстрое вращение главного вала. Наряду с этим широкое распространение получил и ножной привод, состоящий из шатунной и простой ременной передач, приводимых в движение от подножки. На швейных ф-ках и в пошивочных мастерских Ш. м. обыкновенно работают от группового электрич. привода, хотя в последнее время и заметно стремление перейти на индивидуальный электрич. привод (фиг. 15), представляющий несомненные преимущества в смысле экономии энергии. Семейные машины лучших марок давно уже выпускаются с индивидуальными моторчиками штепсельного типа, работающими от осветительной сети. Ш. м. является одним из самых распространенных орудий производства. Можно полагать, что в настоящее время общее количество работающих Ш. м. (во всем мире) превышает 50 000 000. Соответственно массовому потреблению и само производство Ш. м. носит ярко выраженный массовый характер. Главное производство Ш. м. сосредоточено в Америке на з-дах Зингера, где изготовляются многие десятки классов и сотни разновидностей семейных, промышленных и узкоспециальных машин. Почти все европ. производство Ш. м. падает на Германию; наиболее известными фирмами являются: Naumann, Pfaff, Adler, «Union», «Phönix». В Советском Союзе Ш. м. изготовляются на Государственном Подольском механич. з-де в

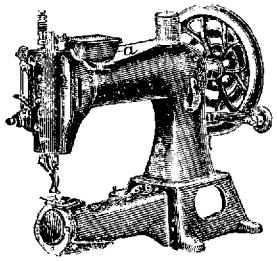


Фиг. 15.

Московской обл. Основной продукцией з-да являются семейные Ш. м. 15-го и 127-го класса (в среднем 450 000 в год) и ремесленные машины 31-го класса.

Советская швейная пром-сть, бурно развившаяся за последние годы, начинает предъявлять все больший спрос на Ш. м., в особенности на специальные. Скорейшее освобождение от импорта и создание собственного специального швейного машиностроения являются поэтому неотложной задачей. В основном оборудовании наших швейных ф-к зингеровские типы Ш. м. до сих пор еще преобладают. Широко известна и до сих пор применяется и классификация Ш. м., выработанная Зингером. Следующие классы Ш. м. имеют наибольшее распространение в нашей швейной пром-сти. Ш в е й н а я м а ш и н а 31К15 (центральношпульная)— одна из распространеннейших машин на наших ф-ках для работ по сукну—служит для изготовления верхней одежды. Механизм нитепритягателя—шарнирного типа. Наивысшее расчетное число оборотов главного вала 2 200 в мин. Дает обыкновенный ординарный двухниточный шов. Самая редкая строчка—6 стежков на один дм. Работает обыкновенно от общей трансмиссии, реже от ножного привода. Является предметом крупно-серийного производства на Подольском механич. з-де. Ш в е й н а я м а ш и н а 31К18—одна из ходовых ма-

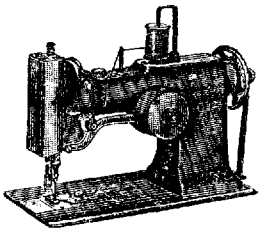
шин легкой кожевенной швейной пром-сти. От машины 31К15 отличается только устройством механизма продвижения материала. Вместо обычной нажимательной лапки применяется нажимное устройство с накатным роликом. Двигатель ткани (гребенка) заменяется зубчатым колесом, совершающим прерывистое вращательное движение в одном направлении. Изготовляется на Подольском механическом з-де. Швейная машина 16-го класса по конструкции и по характеру выполняемой работы близка к машине 31-го класса, но значительно слабее последней. Нитепритягатель барабанного типа ограничивает наивысшее число оборотов 1 600 в мин., поэтому эта машина обычно применяется в качестве ремесленной. Машина 96-го класса—ротационная, т. е. с непрерывным круговым вращением челнока. Рассчитана на 3 000 об/м. Передача от главного вала—гибкая с отношением 2 : 1, т. ч. вал челнока делает вдвое большее число оборотов. Машина предназначена для обыкновенных швейных работ. Швейная машина 15К26 (центральношпульная) является объектом массового производства (Подольский механич. з-д). Применяется гл. обр. как семейная машина. Находит применение и на швейных ф-ках для белошвейных работ. Число оборотов главного вала 800—900 в мин. Может работать как на тонком, так и на толстом материале—шелке, батисте, ситце и бязи. Барабанного типа нитепритягатель является слабым элементом конструкции. Машина 15К66 применяется на отбелочных ф-ках для сшивания материала. Цепной, легко распускаемый шов. Швейные машины 45-го класса применяются для работ по коже и брезенту. Механизм нитепритягателя—барабанного типа, как у всех тихоходных машин. Своеобразный барабанный челнок совершает качательное движение в вертикальной плоскости. Шьют вощеной или просмоленной нитью; для просмолки служит характерная для этих Ш. м. коробка *а* (фиг. 16) с варом, располагаемая на рукаве. Существует несколько разновидностей этих машин. Машина 45К1 (с плоской платформой) применяется для общих работ по коже и брезенту. Машина 45К48 предназначается для штопки мешков. Отличается цилиндрич. платформой. Машина 45К64 (фиг. 16) служит для пришивания подошв к подметкам.



Фиг. 16.

Петельная машина 71-го класса служит для изготовления петлиц для пуговиц в бельевом материале с закрепкою по концам петли. Работает автоматически. По характеру челночного устройства принадлежит к центральношпульным машинам. Игла кроме возвратно поступательного совершает еще и качательное движение. Машина снабжена механизмом для прорубания ткани и для обрезания нитей. Главный вал машины делает 1 600 об/м. Образование петли слагается из следующих элементов. 1) Продвигатель ткани подает материал вперед, игловодитель совершает колебательное движение, образуя на материале зигзагообразную строчку, и обметывает одну сторону будущей петли. 2) После того как одна сторона петли обметана, продвигатель ткани вместе с зажатым материалом останавливается, а игла, описывая широкий размах, делает на конце петли закрепку. 3) Продвигатель ткани начинает движение в обратном направлении, игла продолжает совершать колебания, но уже по другую сторону, т. к. продвигатель успел уже несколько сместить материал в поперечном направлении, — образуется вторая зигзагообразная строчка. 4) После того как и вторая сторона петли обметана, продвигатель опять останавливается, игловодитель с иглой делает снова широкий размах, образуя вторую закрепку. 5) Наконец специальный нож, все время находившийся над петлей, опускается и прорубает отверстие петли, как-раз по середине между строчками. 6) Цикл машины закончен, и ремень посредством особого сбрасывателя автоматически переводится с рабочего шкива на холостой. Машина снабжается набором ножей разной длины.

Пуговичная машина 69-го класса служит для пришивания плоских пуговиц к брюкам, рукавам и другим предметам, имеющим замкнутую полую форму, почему и устраивается с цилиндрич. платформой. Пуговицы м. б. различных размеров и иметь или два или четыре отверстия. Нормальное число оборотов при центральношпульном выполнении—1 000 в мин. Главная особенность машины заключается в устройстве продвигателя материала и пуговицы. Для того чтобы пришить пуговицу, продвигатель ткани должен описывать сложное движение по диагоналям, которое комбинируется из перемещений как вдоль, так и поперек платформ при помощи особого механизма с распределительным диском. Игловодитель с иглой совершает обыкновенное возвратно-поступательное движение, как в нормальных Ш. м., т. ч. весь процесс осуществляется только относительным движением пуговицы. Механизм нитепритягателя барабанного типа. В советской конструкции пуговичной машины применен принцип кругового вращения, а механизм нитепритягателя—шарнирный.



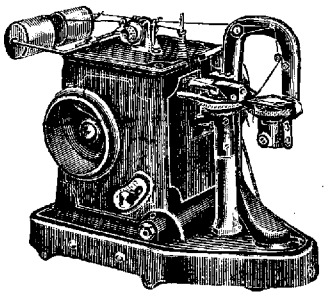
Фиг. 17.

Зигзаг-машина 107W1 (фиг. 17) дает т. н. зигзагообразную строчку (см. выше). Служит для производства верхнего и нижнего платья, белья, шляп, перчаток, подтяжек, чулочного товара и трикотажных изделий. Эта швейная машина—ротационная и имеет гибкую передачу с главного вала машины. Игловодитель кроме возвратно-поступательного совершает еще и качательное движение, определяющее ширину зигзага. Производительность машины—до 2 500 стежков в минуту. Ширина зигзага—до 7/32″ (5,6 *мм*).

Машины 72W служат для образования ажурной строчки; представляют собой двухигольные, ротационные Ш. м. с двумя челноками. Производительность—до 1 300 стежков в мин.

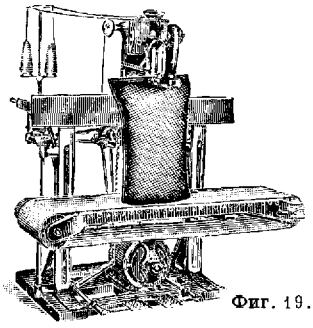
В меховой пром-сти для сшивания шкурок широко применяются машины 46-го класса (фиг. 18)—46К25, 46К26 и 46К27—своеобразной коробчатой конструкции, чисто крючкового типа. Эти Ш. м. дают однониточный или двухниточный шов; игла у них горизонтальна; про-

движение материала производится двумя рифлеными дисками. Машины 46-го класса применяются также и при производстве перчаток.



Фиг. 18.

Для зашивания наполненных мешков (с мукою, зерном, рисом, солью, семенами, сахаром, цементом и т. п.) применяются специальные машины 104-го класса (фиг. 19). Машина работает совместно с конвейером-самотаской от общего электромотора постоянного или переменного тока. На мукомольных мельницах можно встретить описанную выше немецкую машину Union Special. Для шитья мешков под цемент, сахар, соль, муку, зерно и т. п. употребляются машины 92-го класса. Разобранными классами Ш. м. далеко не исчерпывается все богатство существующих конструкций. Стремление удовлетворить всем многообразным требованиям специализированной пром-сти привело к созданию узкоспециальных машин, приспособленных только для определенного рода работ. Характерные примеры: машины 25—53 (фиг. 20) предназначены для сшивания соломенной плетенки при производстве соломенных шляп; машины 17—28 — для штопки чулок, носков и вязаного белья; машины 11—24—для обметывания круглых петель на мешках и брезенте; машины 5-го класса — для отделки кромок у одеял; машины 49-го класса—для плиссерования; специальные сапожные машины 58-го класса применяются для пришивания пуговиц к гетрам и т. д.

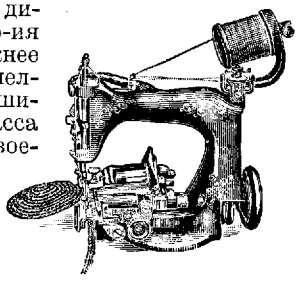


Фиг. 19.

Несмотря на чрезвычайную распространенность Ш. м. и более чем столетнюю историю ее развития отсутствует строгая теоретич. база швейного машиностроения. Объясняется это, с одной стороны, большой сложностью кинематич. устройства машины, а, с другой стороны, несомненно секретами конкурирующих фирм, производящих машины. Цель кинематич. исследований Ш. м. не ограничивается одним изучением рабочего процесса и взаимодействия деталей, главная задача кинематики — это строгий и исчерпывающий анализ влияния всех неизбежных погрешностей производства на работу машины в целом, задача тем более трудная, что приходится иметь дело со многими переменными, связанными сложными функциональными зависимостями. Существует два метода подсчета и исследования: графо-аналитический и аналитический. Графо-аналитич. способом исследуются скорости и ускорения отдельных точек механизма, аналитич. метод незаменим при определении угловых и линейных перемещений, траекторий и взаимного расположения рабочих точек, из взаимосвязи которых и образуется рабочий процесс. Так, процесс петлеобразования определяется взаимным расположением носика челнока, ушка иглы и отверстия нитепритягателя. Механизм игловодителя в большинстве случаев строится по принципу обыкновенного кривошипно-шатунного и величина перемещения x его м. б. легко определена по общей ф-ле

$$x = r(1 - \cos\varphi) \pm \frac{r^2}{2l}\sin^2\varphi, \qquad (1)$$

где φ—угол поворота кривошипа, r—длина кривошипа, l—длина шатуна. Вторым членом пренебрегать нельзя, т. к. отношение $\frac{r}{l}$ часто бывает больше $^1/_4$. Скорости и ускорения иглы находятся простым дифференцированием ур-ия (1). Значительно сложнее механизмы движения челнока. В семейных машинах 127-го, 66-го класса и др. применяется своеобразная кулиса, образованная изогнутым коленом главного вала с шаровым яблочком и щечками вертикального вала 2 (фиг. 2 и 21, А). Дальнейшая передача—шарнирным механизмом 3—4. Если обозначим через r радиус колена (фиг. 21, Б), l—расстояние центра колена до оси вращения вертикального вала 2, φ—угол поворота главного вала, то угол ψ отклонения вертикального вала определится из соотношения



Фиг. 20.

$$a = r\sin\varphi = l\,\mathrm{tg}\,\psi, \qquad (2)$$

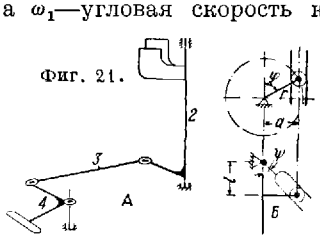
откуда

$$\psi = \mathrm{arc\,tg}\,\frac{r}{l}\sin\varphi. \qquad (3)$$

Положение носика челнока определяется теперь простым решением четырехшарнирного механизма 2, 3, 4. Вертикальный вал колеблется почти по синусоидальному закону; угловую скорость его можем найти, диференцируя по t ур-ие (3)

$$\frac{d\psi}{dt} = \omega_1 = \frac{r}{l}\cdot\frac{\cos\varphi}{1+\left(\frac{r}{l}\right)^2\sin^2\varphi}\cdot\frac{d\varphi}{dt} = \\ = \frac{r}{l}\omega\cos\varphi\,\frac{1}{1+\left(\frac{r}{l}\right)^2\sin^2\varphi}, \qquad (4)$$

где ω—угловая скорость вала машины = Const, а ω_1—угловая скорость качания вертикального вала. Угловые и линейные скорости самого челнока легче всего определить графически — путем построения планов скоростей для шарнирного механизма, связанного с вертикальным валом, причем угловые скорости ведущего звена будут переменными и определятся из кривой $\omega_1 = f(\varphi)$.



Фиг. 21.

Механизмы движения челнока центрально-шпульных машин 31-го, 71-го и других классов обыкновенно приводятся к схеме фиг. 22 (см. также фиг. 6 и 9). Введя обозначения, указанные на фиг. 22, получим соотношения между углами φ—отклонения челнока—и γ—поворота главного вала—из следующих ф-л:

$$m = \sqrt{r^2 + h^2 - 2rh\cos\gamma},$$

$$\sin\beta = \frac{r\sin\gamma}{m} = \frac{r\sin\gamma}{\sqrt{r^2+h^2-2rh\cos\gamma}}, \quad (5)$$

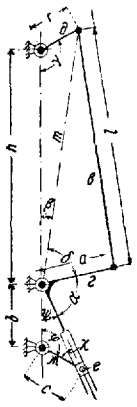
$$\cos\delta = \frac{a^2+m^2-l^2}{2am} = \frac{a^2+r^2+h^2-2rh\cos\gamma-l^2}{2a\sqrt{r^2+h^2-2rh\cos\gamma}}, \quad (6)$$

$$\psi = 180° - (\alpha+\beta+\delta),$$

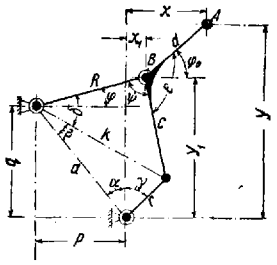
$$\sin\chi = \frac{b\sin\psi}{c},$$

$$\varphi = 180° - (\psi+\chi) = \alpha+\beta+\delta - \text{arc}\sin\left[\frac{b}{c}\sin(\alpha+\beta+\delta)\right]. \quad (7)$$

Т. о. угол φ является ф-ией постоянного угла α, постоянных длин b и c и переменных углов β и δ, являющихся ф-ией размеров отдельных звеньев механизма, и угла γ поворота главного вала—см. ур-ия (5) и (6). Т. к. углы отклонения челнока имеют существенное значение для работы машины и допустимые пределы колебаний довольно узки, то просчеты необходимо производить не только по номинальным размерам частей, но и для измененных в соответствии с допускаемой неточностью обработки и износом величин параметров r, h, l, a, b, c и $\angle\alpha$. Угловые скорости челнока легко определяются из планов скоростей для шарнирного четырехугольника и кулисного механизма.



Фиг. 22.



Фиг. 23.

Механизмы нитепритягателя отличаются разнообразием; в быстроходных машинах чаще встречается шарнирная конструкция, приводящаяся к схеме фиг. 23. Искомые величины—координаты x, y ушка A для нити. Траектория ушка представляет сложную кривую высшего порядка и проще всего определяется по точкам. Путь решения—геометрический.

$$k = \sqrt{a^2 + r^2 - 2ar\cos(\alpha+\gamma)},$$

$$\sin\beta = \frac{r\sin(\alpha+\gamma)}{k} = \frac{r\sin(\alpha+\gamma)}{\sqrt{a^2+r^2-2ar\cos(\alpha+\gamma)}}, \quad (8)$$

$$\cos\delta = \frac{R^2+k^2-c^2}{2Rk} = \frac{a^2+R^2-c^2+r^2-2ar\cos(\alpha+\gamma)}{2R\sqrt{a^2+r^2-2ar\cos(\alpha+\gamma)}}, \quad (9)$$

$$\varphi = \alpha+\beta+\delta-90°.$$

Отсюда координаты точки x_1 и y_1 конца B качающегося рычага R (*ж* на фиг. 5) определятся из ур-ий:

$$x_1 = R\cos\varphi - p, \quad (10)$$

$$y_1 = R\sin\varphi + q. \quad (11)$$

Далее

$$\cos\psi = \frac{R^2+c^2-k^2}{2Rc} = \frac{R^2+c^2-a^2-r^2+2ar\cos(\alpha+\gamma)}{2Rc} \quad (12)$$

и

$$\varphi_0 = \psi+\varphi+\varepsilon-180°.$$

Тогда координаты x и y ушка A определятся из ур-ий

$$x = d\cos\varphi_0 + x_1; \quad y = d\sin\varphi_0 + y_1,$$

где φ_0, x_1 и y_1—переменные, определяемые из ур-ий (8), (9), (10), (11) и (12), в ф-ии угла поворота γ главного вала и параметров p, q, a, R, c, d, r, $\angle\alpha$ и $\angle\varepsilon$, изменяющихся для данной конструкции лишь в пределах допуска. Решение производится для разнообразных комбинаций величин этих параметров. Решение пространственных механизмов специальных машин является одной из труднейших задач кинематического анализа.

Лит.: Михайлов А. и Русаков С., Швейные машины, М.—Л., 1929; Григорьев С., Швейная машина, Москва—Ленинград, 1927; Rollinger E., Der Nähmaschinen-Mechaniker; Cosmann, «Z. d. VDI», 1930, 15/II; «Deutsche Nähmaschinen-Zeitung», Bielefeld. **Н. Сумароков.**

ШЕВИОТ, шерстяная ткань. Пряжу из полугрубой шевиотовой шерсти (от овец шотландской породы) вырабатывают по камвольному способу прядения (гл. обр. английскому) и по аппаратному способу (более короткие сорта) в чистом виде или с примесью других видов шерсти и суррогатов. Ш. вырабатывают также из шерстей метисных, кроссбреда, цигайской и т. п. Более тяжелые сорта шерсти идут на изготовление ткани для мужских костюмов и верхней одежды и вырабатываются гл. обр. из аппаратной пряжи № 8—12; более легкие сорта шевиота из пряжи камвольного прядения № 1/32, 1/40, 2/32, 2/40 применяют для Ш., идущего на изготовление женской одежды. Ш. обычно вырабатывают *саржей* (см.), но встречается Ш. и со сложным рисунком. Внешний вид Ш. большей частью слегка завалянный, но встречается он и с гладкой отделкой. Ш. выпускают окрашенным в темные цвета или в отбеленном виде (женская верхняя одежда, одежда для спорта и т. п.). **Н. Арманд.**

ШЕЕЛЕ ЗЕЛЕНЬ, шведская зелень, минеральная краска, полученная шведским химиком Шееле; состоит из смеси мышьяковистомедной соли $CuHAsO_3$ с различными количествами гидрата окиси меди $Cu(OH)_2$. Краску приготовляют из растворов медного купороса, мышьяковистонатриевой соли и едкого натра. Способ получения состоит в следующем. В небольшом баке растворяют при нагревании 75 *кг* медного купороса (не содержащего примеси железа) в 500 *л* воды; в другом баке, также при нагревании, растворяют 5÷15 *кг* мышьяковистой к-ты H_3AsO_3 (в зависимости от оттенка краски) в 17 *кг* кальцинированной соды. Оба раствора сливают затем при помешивании в большой чан емкостью 2 500÷3 000 *л*, наполненный до $^1/_2$ объема холодной водой. После осаждения мышьяковистомедной соли к прозрачной жидкости прибавляют остывший раствор едкого натра до полного осаждения оставшегося медного купороса в виде $Cu(OH)_2$. Растворы едкого натра получают или из каустич. соды или готовят непосредственно на самом з-де путем обработки гашеной известью раствором соды. Ш. з. в зависимости от соотношения составных частей может иметь самые разнообразные оттенки — от светлозеленого до темного сине-зеленого цвета. Чистота краски определяется по виду излома; последний д. б. раковистым и блестящим. В продаже под названием Ш. з. также встречается краска, состоящая из смеси мышьяковистомедной соли с основной углекислой медью. Она получается в том случае, если вместо едкого натра применяется кальцинированная сода. Ш. з. отличается хорошей укрывистостью, прочностью к действию света и воздуха, но вследствие очень

сильной ядовитости в настоящее время применяется редко. **П. Черенин.**

ШЕЕЛИТ, см. *Вольфрамовые руды.*

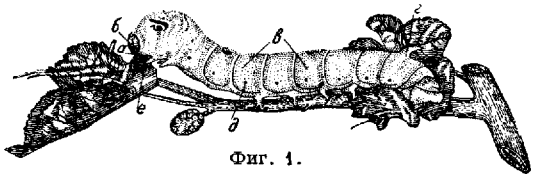
ШЕЛК, продукт выделения шелкоотделительных желез червя при завивке им кокона перед превращением его в куколку. Ш. называют также и другие волокнистые материалы, которые по внешнему виду и блеску напоминают собою нить шелковичного червя. В табл. 1 приведена классификация шелка по Герцогу. Наибольшее промышленное значение имеет Ш. культурного тутового шелкопряда (Bombyx mori), нек-рое значение имеет Ш. диких шелкопрядов, преимущественно туссоров и ямамай. Ш. раковинный и Ш. пауков, а также волокна, именуемые растительным Ш., имеют крайне ограниченное промышленное значение. Из видов искусственного Ш. исключительное промышленное распространение получил Ш. растительного происхождения, имеющий исходным материалом целлюлозу. Стеклянная нить имеет очень ограниченное технич. применение. Искусственный Ш. животного происхождения применения не получил.

Табл. 1. — Классификация шелка по Герцогу (A. Herzog).

Растительного происхождения	Животного происхождения					Неорганич. происхожд.	Органич. происхожден.	
	Ш. гусениц			Ш. пауков	Ш. моллюсков			
	*1		*2					
Волоски семян растений, произрастающих в субтропических странах и отличающихся блеском	Ш. культурного тутового шелкопряда	Ш. диких шелкопрядов	Ш. африканский	Ш. мадагаскарского паука	Ш. раковинный	Стеклянная нить	Растительный	Животный

*1 Кокон одиночной завивки. *2 Кокон групповой завивки.

Тутовый шелкопряд (фиг. 1), являющийся главным производителем Ш., принадлежит к

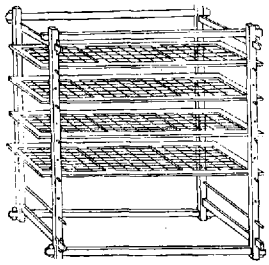


Фиг. 1.

одному из 20 000 видов отряда чешуекрылых насекомых; *а*—нижняя губа, *б*—верхняя губа, *в*—брюшные членики, *г*—шип, *д*—дыхальца, *е*—жвала. Из яичка, отложенного летом бабочкой тутового шелкопряда, весною следующего года вылупливается червячок, который быстро растет, пожирая значительные количества листа шелковицы; созрев, червяк перед превращением в куколку завивается в кокон, который должен предохранить куколку от неблагоприятных внешних условий и врагов. Внутри кокона куколка превращается в бабочку, которая, вылетая из кокона, спаривается с самцом и откладывает яички, и процесс жизни червя повторяется. В настоящее время тутовый шелкопряд воспитывается исключительно в культурной обстановке—в комнате на этажерках, в диком состоянии он почти неизвестен. Яичко тутового шелкопряда—грена (фиг. 2)—представляет собою зернышко овальной формы, во время кладки желтоватого цвета, который меняется в голубовато-фиолетовый, затем в серый. В одном *г* грены содержится 1 450—1 950 яичек. В течение зимы грена сохраняется в особых зимовниках, имеющих определенную $t°$ (ок. 0°) и определенную влажность. Весною, когда лист шелковицы начинает распускаться, грену кладут на оживление. Грена м. б. оживлена в комнатной $t°$ на листе бумаги, но продолжительность этого способа и колебание $t°$ помещения могут подействовать ослабляюще на оживляемую партию, поэтому рекомендуют оживлять грену искусственным путем в инкубаторе, к-рый представляет собой камеру с определенной $t°$ (20—21°) и влажностью (70%). Выход червей совершается утром, гл. обр. от 5 до 8 час. Как только черви начинают выходить, прогрызая скорлупу яйца, их необходимо собирать, для чего кладут поверх грены, рассыпанной на листе, кусочек тюля, а на него свежий молодой лист шелковицы. Червячки, почуяв запах листа, переползают через отверстия в тюле наверх и м. б. вместе с тюлем сняты и перенесены в другое место. Так как шелководство является занятием сезонным, временным и помещение для него требуется на 5—6 недель, то обычно специальных червоводен не устраивают. В некоторых районах Франции (в Севеннах) встречаются у крестьян специальные постройки для червекормления. Рационально построенная червоводня должна иметь достаточную кубатуру (2,5—3 $м^3$ на 1 *г* грены), печь для отопления и поддержания $t°$ в пределах 16—20°, приточную и вытяжную вентиляцию; $t°$ ниже 16° задерживает развитие червей и вредно действует на них, выше 20° она вызывает болезни и чрезмерно быстрое развитие червей; при высокой $t°$ черви, завивая кокон, слишком быстро выделяют Ш., и шелковичная нить получается толстой и грубой. Влажность в червоводне держат в пределах 70—75%; освещение д. б. умеренным; прямой солнечный свет вреден и не должен падать на червей. Ежегодно перед выкормкой червей червоводню необходимо дезинфицировать путем беления стен известью с прибавлением формалина, опрыскивания стен формалином или сжигания в помещении формалина или серы; при этом необходимо герметически закрывать помещение на несколько дней. Для кормления червей, вылупившихся из одного *г* грены, необходима площадь не менее 1,7 $м^2$.



Фиг. 2.

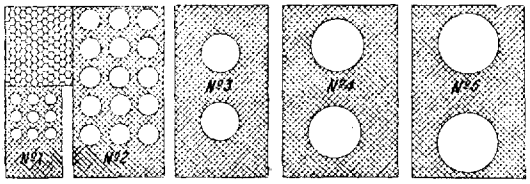


Фиг. 3.

В примитивных хозяйствах для этого употребляют плетенки из камыша, доски, столы; кормление может производиться и на полу. В Японии в большом ходу бамбуковые полки. Для рационального ведения выкормки рекомендуют применение этажерок в 4 полки (фиг. 3) общей площадью в 6 $м^2$. Полки представляют собою деревянные

рамы, на к-рых натянута веревочная сетка. Червяк растет быстро: длина его тотчас после вылупления—3,5 *мм*, перед первой линькой—6,5 *мм*, перед второй—12,4 *мм*, перед третьей—29 *мм*, перед четвертой—40 *мм* и перед пятой—73 *мм*. Габерланд предлагает давать в каждый период жизни червя для успешного червекормления втрое больше места, чем он занимает: тотчас после вылупления—0,01 *м*², перед 1-й линькой—0,03 *м*², перед 2-й—0,1 *м*², перед третьей—0,33 *м*², перед 4-й—0,5—0,8 *м*², перед 5-й—1,5—2,2 *м*². Первый возраст продолжается 4—5 суток, 1-я линька—1—1½ суток; 2-й возраст продолжается 4 суток, 2-я линька—1—1½ суток; 3-й возраст продолжается 4—5 суток, 3-я линька—1—1½ суток; 4-й возраст продолжается 5—6 суток, 4-я линька—1—1½ суток; 5-й возраст продолжается 9—12 суток; всего 30—38 суток.

При кормлении на этажерках скученность червей разрежают по мере роста посредством съемников (фиг. 4)—листа бумаги с отверстиями различной величины, в зависимости от воз-



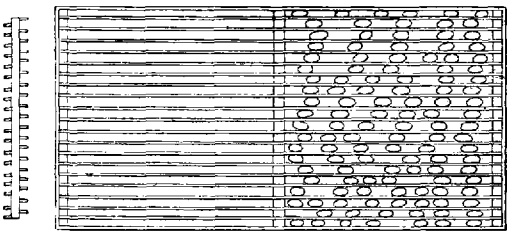
Фиг. 4.

раста червей. На съемник кладут свежий лист шелковицы; черви переползают через отверстия съемника наверх; их переносят на другое место со съемником, производя при этом их разрежение; внизу остаются объедки и экскременты червей, а также слабые больные черви; все это выбрасывают и уничтожают. Главный вид корма червей—лист шелковицы, к-рая в диком виде встречается в Закавказьи, на Сев. Кавказе, Украине и в Ср. Азии; наиболее пригодной является белая шелковица с белыми плодами как менее страдающая от морозов; лучшими суррогатами шелковицы являются скорцонера (сладкий корень), лист маклюры, брусонеции, рами и одуванчика, но кормление ими не дало удовлетворительных результатов. В 1-ом, 2-ом, 3-ем возрасте лист дают резаный, в 4-ом и 5-ом—цельный; в 5-ом возрасте черви часто кормятся на ветках. На количество червей из 1 *г* грены расходуется до 35 *кг* листа.

Сбор и хранение листа имеют большое значение в шелководстве. Лист д. б. неповрежденным во время сбора и не должен начинать загнивать, обрывать его надо осторожно руками. Опытный рабочий собирает в день в открытые мешки или в корзины до 45 *кг* листа. Лист д. б. хорошего зеленого цвета, блестящий, хрящеватый, б. или м. упругий. Светлозеленый лист, содержащий менее питательных веществ, дает Ш. более тонкий, лист же зеленовато-бурый, суховатый, содержащий много питательных веществ, дает Ш. менее блестящий и более толстый. Лист дикой шелковицы считается более питательным, чем привитой; им рекомендуют кормить червей после линьки. Лист должен нек-рое время вылежаться и не д. б. собираем в мокром виде. Лучшим временем сбора листа считаются утренние часы после восхода солнца и вечерние—перед закатом, при сухой погоде. Червь перед завивкой коконов (зрелый) отыскивает основу, где бы он мог начать вить свой кокон. Такой основой м. б. угол или другое сочетание нескольких плоскостей, к-рое позволило бы червю начать перекидывать шелковину от одной плоскости к другой. Для этой цели в червоводне употребляют особые приспособления — коконники, которые облегчают червю эту работу. Коконники бывают различного устройства: устраиваются из прутьев, из стружек, из соломы, где червь может найти опору для завивки кокона, но лучшим коконником считается коконник Даврила, к-рый и получил наибольшее распространение (фиг. 5).

Завивка кокона начинается с того, что червь размашистыми движениями устраивает основу для кокона—плетенку, в к-рой и основывает кокон. Шелковинная нить кладется им петлями в виде восьмерок. Работа червя продолжается трое суток. Червь впадает в 5-й сон, сбрасывает старую шкурку, линяет, превращаясь в куколку. За время от начала завивки кокона и до выхода из него бабочки червь уменьшается в весе приблизительно в четыре раза. Зрелый червь весит 4 *г*, бабочка 1 *г*. Эта потеря в весе происходит, во-первых, благодаря выпуску червем Ш., что составляет по весу приблизительно ⅘ *г*, и, во-вторых, за счет тех жизненных процессов, к-рые происходят с червем, когда он находится в коконе. Для того чтобы выйти из кокона, бабочка смачивает стенку кокона щелочной жидкостью, находящейся в передней кишке; щелочь быстро размягчает ткань кокона, и бабочка выползает наружу. Выйдя из кокона, бабочки спариваются, после чего самка откладывает грену—яички, из к-рых следующей весной выходят черви. Одна самка откладывает в среднем 450—500 яичек, и для одного *г* грены требуется 3—4 кладки. Грена микроскопируется, отмывается и сохраняется в течение зимы в погребе при определенной $t°$.

Органами червя, которые вырабатывают Ш., являются шелкоотделительные железы; их две и они идут по длине всего тела червя. Шелкоотделительные железы достигают у тутового



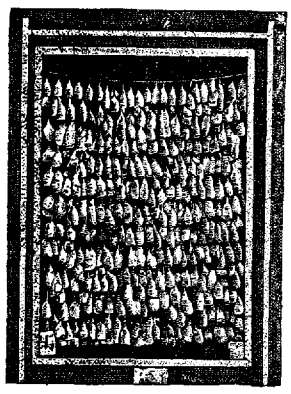
Фиг. 5.

шелкопряда больших размеров; их длина в вытянутом состоянии доходит до 40 *см*, в несколько раз превышая длину тела червя, и составляет ⅖ его тела и по объему и по весу. Каждая из желез представляет собою длинную, извитую трубку, которая оканчивается в области задней кишки. В каждой железе различают три различные части. Задняя часть—железистая—сильно извита, она достигает в длину 15 *см*, имеет 12—15 извитков при толщине железы в 1 *мм*. Вторая часть — средняя — называется р е з е р в у а р о м. Резервуар имеет 3 колена. Длина резервуара 6—7 *см*, толщина стенки 2,5—3 *мм*. Третья часть железы—выводной проток—длиной 5 *см* служит продолжением резервуара. Выводной проток очень извилист, он очень тонок, примерно в три раза тоньше железистой части. В голове червя оба протока соединяются в один, оканчивающийся в шелкоотделительном сосочке нижней губы.

Стенка канала шелкоотделительной железы состоит из 3 слоев: поверхностного, среднего клеточного и внутреннего кутикулярного. Шелковое вещество вырабатывается клеточным слоем. Кутикулярный слой в выводном протоке железы представляется сплошным, а в первых двух ча-

стях железы—в виде мелкого сита. Железы выделяют 4 вещества: собственно Ш., или фиброин, шелковый клей, или серицин, красящее вещество и слизь, или мукоидин. Фиброин выделяется железистой частью шелкоотделительной железы. Средняя часть—резервуар—на $^2/_3$ своей длины, считая от железистой части, выделяет второе вещество—шелковый клей, или серицин, к-рый отлагается в виде толстой оболочки вокруг фиброина. В последней трети резервуара шелковая масса, состоящая из фиброина и серицина, покрывается слоем слизи, или мукоидина. Из серицина добывают бастовое мыло. Выходя на воздух, фиброин свертывается и дает волокно; с ним происходит тот же процесс, что и с кровью; серицин твердеет на воздухе значительно медленнее, что дает возможность шелковине склеиваться с другими частями кокона и превратить кокон в одну компактную массу. Серицин, являясь необходимым для построения кокона, имеет в производстве значение как вещество, связывающее нить фиброина, усиливающее ее крепость, но нарушающее блеск шелковины и чистоту ее цвета. Червяк благодаря имеющемуся в средней части выводного протока аппарату (волочильне) может регулировать выход нити и ее толщину, изменять толщину слоя клея, облегающего нить; червяк выпускает нить парную, причем обе отдельные шелковинки местами склеены, местами м. б. только сближены.

Большое значение для качества и количества Ш. в коконе имеют болезни червей во время их выкормки. Червь как животное, воспитанное в культурной обстановке и изнеженное, сильно подвержен заболеваниям. Наиболее известными болезнями являются: пебрина, флашери, желтуха, мускардина. Большинство из них является сильно заразными, часто уничтожающими целые выкормки червей. Пебрина является в то же время наследственной, так как тельца пебрины продолжают жить в яйце, откладываемом бабочкой. Вред, причиняемый пебриной, был в значительной степени уменьшен работами Пастера и предложенной им системой целлюлярного гренажа, состоящего в том, что каждая пара бабочек вместе с отложенной самкой греной изолируется в отдельном мешочке (фиг. 6).



Фиг. 6.

Тело бабочек растирается в ступке и приготовленный препарат микроскопируется на присутствие телец пебрины. На племя оставляется лишь грена здоровых производителей. Несмотря на кажущуюся сложность способ не требует большой затраты времени; под микроскопом можно в день пропустить до 800 и более кладок. Этот способ является общепризнанным; на гренажных з-дах СССР грена приготовляется только целлюлярным способом.

Кокон. Нить, выпускаемая червем, укладывается им в виде восьмерок в результате небольших движений взад и вперед его головы; 15—20 таких восьмерок образуют пакетик, к-рый червь производит в одном направлении. Размер пакетика 4×5 *мм*. Закончив один пакетик, червь несколько изменяет положение головы и приступает к работе второго; серицин, затвердевая на воздухе, склеивает пакетики в одну цельную оболочку. В среднем кокон состоит из 60 000 таких пакетиков, в каждом из к-рых 15—20 восьмерок. Червь завивает кокон не непрерывно, а с остановками, благодаря чему в разрезе кокон представляется состоящим из ряда слоев, к-рые довольно рельефно видны в атласистых и слабых коконах и трудно различимы в нормальных коконах. Как толщина отдельных слоев, так и толщина промежутков между слоями бывают весьма различные. Число слоев в коконной оболочке колеблется 10 ÷ 30. В коконе легко различимы три слоя: 1) наружный, который не имеет еще достаточно правильного строения, не м. б. размотан и перед размоткой снимается в виде фризона, 2) средний слой, представляющий собою разматываемую часть кокона, 3) внутренний слой—пленка, к-рая имеет крайне тонкую нить и не вполне правильное строение и не м. б. домотана. По цвету коконы бывают: белые, серовато-белые, палевые, светложелтые, ярко-желтые, зеленые, розовые. Особенно разнообразны по окраске азиатские породы. Белый цвет представляет собою натуральный цвет фиброина при прозрачном серициновом слое. Окраску же в другие цвета дает красящее вещество, поступающее из крови червя, к-рое и окрашивает серицин; фиброин остается неокрашенным. Важна однородность окраски коконов, что обычно связано с их качеством. Форма коконов различна (см. *Кономотание*). Коконы бывают сферич. формы, овальной, овальной с перехватом по середине, к-рая характерна для большей части европ. и нек-рых японских пород и имеет наибольшее распространение, а также коконы остроконечной формы (один конец кокона заострен), характерной для менее культурных пород: терской, нек-рых персидских и др. По величине коконы бывают весьма различны в зависимости от породы и от состояния выкормки. Длина кокона тутового шелкопряда колеблется 25÷42 *мм*; ширина 14—21 *мм*, объем 4—9 *см*^{3}. Наибольшей величиной отличаются коконы ближневосточных пород: кипрской, багдадской, хоросанской; коконы европ. пород имеют средние размеры; китайские и японские породы дают наиболее мелкие коконы. С величиной коконов изменяется и вес их, он колеблется для сырого кокона по данным проф. Тихомирова от 0,5 до 4 *г*. Средний вес хорошего европ. кокона 2 *г*, японского 1,4 *г*. Средний вес сухого кокона по данным Миланской лаборатории составляет: кутаисские коконы—0,636 *г*, туркестанские—0,563 *г*, персидские—0,586 *г*, китайские—0,298 *г*, пьемонтские—0,739 *г*. Мужские коконы мельче и легче, женские—крупнее, тяжелее мужских в 1,23÷1,31 раза. Относительное содержание шелка в мужском коконе несколько больше, чем в женском; у женских коконов куколка тяжелее, и потому мужские коконы дают несколько больший выход шелку. Вес шелковой оболочки мужского кокона составляет 14—16% веса живого кокона, в то время как в женском коконе шелк составляет лишь 11—13%. В среднем можно принять для сырого кокона вес куколки 84,2% кокона, вес шкурки 0,45%, вес оболочки 15,35%.

При размотке использовать удается 8—9%, в лучшем случае 10% от веса сырого кокона. Поверхность кокона, освобожденного от сдора, представляет собою ряд бугорков и углублений. Эта неровность наружной поверхности, зависящая от породы кокона, называется зернистостью, или гранью; породы, имеющие большие коконы, бывают обычно крупнозернистыми. Зернистость д. б. правильной, определенно выраженной и мелкой по рисунку; она определяется числом бугорков на 1 квадратную единицу поверхности оболочки. С гранью кокона тесно связана и его плотность. Чем лучше грань, тем кокон плотнее. По плотности

стенки кокона обычно судят и о качестве его и количестве в нем Ш. В практике шелкового дела проба на плотность кокона производится сдавливанием его между двумя пальцами: большим и указательным. Плотность коконов можно определить в *кг* путем сжатия их на динамометре. Опыты, произведенные в Московском текстильном ин-те, показали, что плотность колеблется в среднем 900÷2 000 *г*. Наибольшей плотностью обладает оболочка коконов пород асколи и итальянской, наименьшей—коконы багдадской породы. Водопроницаемость оболочки коконов характеризует ее поглощательную способность, весьма различную не только у разных пород, но и у отдельных коконов одной и той же породы и партии. Поглощательная способность кокона имеет большое значение для запарки, режим которой, т. е. *t°* воды и продолжительность запарки, определяется поглощательной способностью кокона: чем однороднее коконы в отношении водопроницаемости, тем правильнее протекает запарка. Поглощательная способность оболочки коконов определяется погружением их в горячую воду (93°) в течение 3 мин. при сливании затем в течение 15 мин. воды из сосуда, в к-ром находились коконы. Разница в весе коконов до погружения их в воду и после сливания воды определяет вес поглощаемой коконами воды. Водопроницаемость оболочки коконов в среднем (% поглощенной воды по данным б. Лаборатории технологии волокнистых веществ МВТУ) следующая: китайские белые—171,73%, туркестанские—146,15, китайские скрещенные желтые—118,03, адрианопольские желтые—125,35, персидские белые—128,93, тосканские желтые—109,46, при значительных колебаниях в пределах одной и той же породы. Породы желтые, отличающиеся большой заклеенностью оболочки и большей жесткостью, обладают меньшей водопроницаемостью, чем породы белые, имеющие более мягкую и менее заклеенную оболочку. Кокон состоит из оболочки и тела куколки, весьма различных как по происхождению, так и по физич. свойствам. Содержание влаги в оболочке живого кокона по данным д-ра Келлера составляет 12,5%, в то время как в теле куколки оно колеблется 71,77÷78,89%. При высушивании коконы теряют в среднем ок. 66% влаги, причем эта потеря почти целиком идет за счет усушки куколки; высушивание коконов происходит очень медленно, т. к. куколка защищена оболочкой. В сырых коконах вес оболочки кокона составляет 13—15%, в сухих коконах 36—52%. Богатство коконов Ш., выраженное %-ным отношением веса всего шелкового волокна (грежа, фризон и внутренняя оболочка), полученного при размотке кокона, к весу сухого кокона, называется шелконосностью. Шелконосность указывает как на хорошие природные свойства кокона, обусловливаемые породой и правильностью ведения шелкового х-ва, так и на способность кокона разматываться. По данным Среднеазиатского ин-та шелководства содержание Ш. в воздушном сухом коконе колеблется для коконов багдадской породы 43,3÷45,7%, для «асколи» 43,2÷46,1%. Отношение веса разматывающейся коконной нити к весу всей шелковой оболочки кокона называется разматываемостью оболочки кокона. По данным Среднеазиатского ин-та шелководства разматываемость оболочки кокона в среднем составляет 68—75%. Экономич. ценность кокона определяется выходом Ш. «рандеман», под которым разумеется количество *кг* коконов, необходимых для того, чтобы получить 1 *кг* размотанного Ш. Нормальным выходом в практике западноевропейских государств считается 4, т. е. для получения 1 *кг* Ш.-сырца необходимо израсходовать 4 *кг* сухих коконов; цифра эта в зависимости от качества шелковой оболочки и ее плотности колеблется в пределах 3,5—5,5. Выход Ш. одновременно служит показателем качества коконов, так как обычно плотная оболочка содержит не только много Ш., но и Ш. хорошего качества.

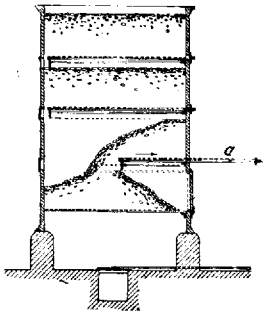
Коконы с недостатками составляют значительный % каждой выкормки. Главными видами недостатков являются: 1) Пятнистые коконы, причем различают два вида пятен—поверхностные и внутренние; поверхностные получаются коконом от соприкосновения с больными коконами, червями или с грязными листами выкормки. Поверхностные пятна являются крупными недостатками, но коконы, имеющие их, обычно поступают в размотку. Внутренние пятна на оболочке кокона получаются в результате болезней—желтухи и флашери, при к-рых больные черви выделяют жидкость темнобурого цвета, к-рая пропитывает изнутри весь кокон насквозь. Такие коконы не годятся для размотки и поступают в прядение. Коконы с такими пятнами д. б. отобраны до замаривания, т. к. при замаривании (в особенности паром) куколка, а также и пятна на коконе расплываются, благодаря чему пачкаются другие коконы. 2) Слабо завитые и недовитые коконы, к-рые обычно завиваются заболевшими слабыми червями, не имеющими физич. сил для завивки плотного и здорового кокона. 3) Двойники—коконы, завитые двумя червями. Такой недостаток получается или благодаря отсутствию соответствующих условий для завивки (неправильная система коконника) или в силу специфичности породы; нек-рые китайские породы отличаются особой склонностью к завивке двойных коконов. Двойные коконы легко узнаются по внешнему виду как по их величине, так и по форме, обычно овальной без перехвата. Стенки двойников значительно плотнее нормальных коконов. Двойники обычно сортируются на три сорта; первые два сорта разматываются, но отдельно от нормальных коконов и на особых станках; третий сорт идет на прядение. 4) Коконы неправильной формы (уроды) получаются, как и двойники, при завивке одного кокона тремя и более червями в силу специфич. особенности данной породы; уродливые коконы не разматываются, а поступают в прядильное производство. 5) Атласистые коконы со стенками, легко расслаивающимися на отдельные слои; коконы отличаются рыхлостью и слабостью стенки и обычно трудно разматываются, т. к. быстро пропитываются водой и тонут, причем нить сходит с кокона целыми пучками. Атласистость кокона есть свойство отчасти наследственное, отчасти присущее определенным породам. Атласистые коконы имеют гладкую поверхность без определенно выраженной зернистости. 6) Дырявые коконы, в стенках к-рых имеются небольшие отверстия, либо оставленные червями при завивке, либо сделанные бабочкой при плохой заморке, либо прогрызенные мышами, муравьями, жуками-кожеедами; они для размотки не годятся.

Коконы, составляющие партию, должны принадлежать к одному классу и быть б. или м. однообразными по цвету, форме, размерам,

плотности и зернистости. С мая 1931 г. в СССР введен общесоюзный стандарт на сырые коконы (ОСТ 2842), по которому должна производиться приемка коконного сырья на заготовительных пунктах. По ОСТ'у коконы подразделяются на четыре группы: среднеазиатские (шесть подгрупп), закавказские (три подгруппы), коконы новых районов (Украина, Крым, Астрахань, Дагестан) и дальневосточные (Приморская обл.). Все сырые коконы подразделяются на пять сортов, первые три сорта нормальные, 4-й и 5-й—брак. К 1-му сорту относятся коконы нормальной формы и объема, присущих данной породе, однородные, плотные наощупь, вполне довитые, с оформившейся куколкой, абсолютно чистые; ко 2-му сорту—коконы нормальной формы и объема, присущих данной породе, однородные, несколько слабые наощупь, довитые, с оформившейся куколкой, с мелкими наружными пятнами. К 3-му сорту—коконы неправильной формы и объема, слабые наощупь, недовитые, несколько мятые, с крупными наружными пятнами. К 4-му сорту: а) коконы очень слабые наощупь, испачканные внутри и снаружи, недовитые, б. ч. без оформившихся куколок, с погибшими червями; б) коконы уродливые по форме и атласистые, характеризующиеся рыхлым и ватообразным строением оболочки; в) коконы с поврежденной оболочкой, дырявые, раскрытые вышедшей бабочкой, проеденные мышами и т. п. К 5-му сорту относятся двойники—коконы, завитые двумя или несколькими гусеницами. С сдаваемых на пункт коконов д. б. снят сдор—наружная, легко отделяющаяся часть кокона, состоящая из шелковины, не прикрепленной к стенкам кокона. Доставка сырых коконов должна производиться преимущественно в твердой таре. При приемке от шелководов отсортированных коконов допускается нахождение в 1-ом сорте до 20% коконов 2-го сорта, во 2-ом—до 20% 3-го, в 3-ем—до 10% 4-го, кроме коконов, испачканных внутри и снаружи. Во всех трех сортах допускается 1% коконов 5-го сорта (двойников). В случае разногласия между приемщиком и сдатчиком в определении сортов коконов по сдаваемой партии берется средняя проба из разных мест в количестве 1% общего веса, но не менее 500 *г*, для производства контрольной сортировки. Полученные данные рассортировки взятой средней пробы характеризуют всю партию.

Заготовка коконов. Под заготовкой коконов понимается: сбор коконов с коконников и превращение их в такое состояние, к-рое необходимо для фабричного производства, которого требует фабричная размотка. В число операций, составляющих заготовку, кроме съема коконов с коконников входят: 1) отделение из партии коконов недовитых и завитых больными червями, 2) предварительная очистка коконов от сдора, к-рая лучше и легче м. б. произведена на живых коконах, еще не бывших в упаковке и перевозке; эта работа, как и первая, имеет целью повысить качество партии, облегчить запарку и уменьшить % фризона при размотке; 3) заморка коконов шелководом и доставка замоpенных на заготовительный пункт или, что чаще бывает, живых коконов и заморка их на пункте с целью умерщвления куколки и предупреждения вылета бабочки из кокона. В настоящее время заморка обычно производится в сушилках; одновременно с заморкой коконы высушиваются. Сушильная установка состоит из трех частей: вентилятора, нагнетающего воздух, нагревателя воздуха и сушильной камеры. Сушилки бывают с нагревом воздуха жаровыми или паровыми трубами. Первая система имеет ряд неудобств: трудную регулировку нагрева, опасность пожара и возможность проникновения в сушильную камеру продуктов горения; она применяется там, где нет парового котла.

В качестве нагревателя воздуха применяют печь с трубчатым калорифером, через к-рый проходят продукты горения. При нагреве паром в качестве нагревателя применяются ребристые трубы, или радиаторы. По конструкции сушильной камеры сушилки делятся на три группы: камерные, барабанные и специальные типы сушилок. Камерные сушилки являются наиболее распространенными, в свою очередь м. б. разделены на две подгруппы: а) сушилки упрощенного типа и б) сушилки механизированные. Наиболее распространенными представителями камерных сушилок первой подгруппы являются сушилка «симплекс» итальянской фирмы Алеа в Милане, которую также строит з-д Грузметаллтреста в Тифлисе, и сушилка «мультиплекс». Сушилка «симплекс» состоит: из сушильной камеры, нагревателя и вентиляторов.



Фиг. 7.

Камера (фиг. 7) состоит из отдельных секций, по 4 сушильных ящика в каждой секции, помещенных вертикально один над другим. Наименьший размер сушилки представляет собою одна секция в 4 ящика, наибольший—в 12 секций. Воздух с $t°$ 90—95° подводится в сушильную камеру снизу, проходит через толщу коконов всех 4 ящиков наверху камеры и выходит в атмосферу с $t°$ 40—50°. Коконы загружают в верхний ящик. При выдвигании дна ящика *a* коконы падают в ниже лежащий. Пересыпка коконов из ящика в ящик совершается по мере высыхания коконов нижнего ящика, что узнают по пробе, вынимаемой через особое отверстие. Если коконы нижнего ящика высохли до желаемой степени сухости, то дверка ящика открывается, и коконы высыпаются в ящик или мешок, затем выдвигается дно 2-го ящика и коконы из него пересыпаются в 1-й ящик и т. д. В среднем коконы пересыпают через каждые 3 часа; таким образом продолжительность сушки полной загрузки сушилки составляет 12 ч. Каждая секция вмещает в себе 320 *кг* сырых коконов и ее производительность в сутки составляет 600—650 *кг* сырых коконов; основные данные сушилки «симплекс» приведены в табл. 2. Преимуществами этой сушилки являются: простота, легкость, быстрота сушки, возможность быстрого переноса с места на место. Недостатками являются: отсутствие механизации движения коконов, недостаточная регулировка сушки, возможность сгорания коконов. Сушилка рекомендуется для небольших установок в местах, не имеющих парового хозяйства. Сушилка «мультиплекс» строится примерно тех же размеров, что и сушилка «симплекс», но разнится только в деталях. В качестве представителей механизированных камерных сушилок является сушилка «Н» фирмы Алеа. Сушилка

Табл. 2.—Основные данные сушилки «симплекс».

№ сушилки	0	1	2	3	4	6	8	12
Число камер и секций	1	1	2	3	4	6	8	12
Производит. сырых коконов при t° 95° в кг	300	650	1 300	1 900	2 500	3 900	5 000	7 500
Расход энергии в IP	0,5	1	2	3	4	5	6	7

построена на принципе противотоков; она обычно имеет 4 полотна и производительность ее до 18,500 кг сырых коконов в 24 ч. Сушилки большей суточной производительности строятся в 5, 6 и 7 ярусов. В нижней части сушильной камеры помещается паровой радиатор для нагрева воздуха. Коконы загружаются сверху и рассыпаются слоем толщиною в 450 мм. Полотна находятся в непрерывном движении, и коконы последовательно передаются с верхнего полотна на второе, со второго на третье, с третьего на четвертое. Продолжительность сушки каждого полотна коконов 3,5—4 ч. При заморке скорость полотен увеличивается от 2 до 10 раз. При сушке паром давление пара принимается в 4 *atm*. При отсутствии котла сушилка снабжается особой топкой и нагревателем для нагрева воздуха; данные о сушилке типа «Н» с бесконечными полотнами фирмы Алеа приведены в табл. 3.

Табл. 3.—Данные о сушилке типа «Н».

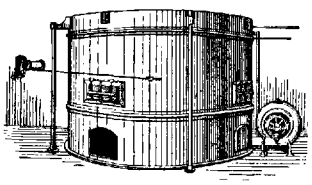
№ сушилки	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
Число полотен	—	4	4	4	5	6	7
Производит. в 24 ч. при 95° сырых коконов в кг	6 500	7 500	9 500	11 000	12 000	17 000	18 500
Расход энергии в IP	6	7,5	9	10	12	13	15

Сушилка «автомат» строится 4-ярусной и отличается от сушилки Алеа тем, что составляется из отдельных секций (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8); мощность каждой секции—1 800 кг сырых коконов в 24 ч. при t° 95°. Главными преимуществами рассмотренных сушилок являются: 1) полная механизация и небольшой расход рабочей силы, 2) меньшая площадь на единицу производительности, 3) небольшой расход пара и угля. Недостатками—высокая стоимость самой сушилки и ее установки, большое число движущихся и вращающихся частей, возможность частого ремонта и потребность в квалифицированном обслуживающем персонале. Барабанные сушилки типа «А» фирмы Алеа (фиг. 8) состоят из вентилятора, печи с радиатором для нагрева воздуха и сушильной камеры. Последняя представляет барабан диаметром 2,5÷4,5 м, который состоит из трех частей: фундамента, средней части и верхней крышки; нижняя и верхняя части неподвижны, а средняя может вращаться около вертикальной оси. Барабан разделен двумя перпендикулярными вертикальными перегородками на четыре четверти; каждая из них загружается и разгружается отдельно. Дно средней части барабана сетчатое, с такими отверстиями, что коконы не проваливаются, а воздух может легко проходить через них. Загрузка сушилки коконами производится через отверстие сверху в крышке, выгрузка—через нижнее отверстие в подвижной части барабана. Нагретый воздух вгоняется вентилятором в 1-ю четверть, поднимается, проходя всю толщу коконов, переходит во 2-ю четверть барабана, которую проходит сверху вниз, затем переходит в 3-ю четверть, поднимается в ней через всю толщу коконов и, перейдя 4-ю четверть, опускается вниз и выходит через отверстие в атмосферу. Когда коконы 4-й четверти высушены, то средняя часть барабана поворачивается на 90°, и коконы выгружаются через нижнее отверстие. Опорожненная четверть вновь загружается коконами. Темп-ра входящего воздуха 95—100°, выходящего 40° (табл. 4).

Преимуществами сушилки типа «А» являются: простота обслуживания, хорошая просушка коконов, т. к. при каждом повороте барабана на $^1/_4$ оборота направление движения воздуха в каждой четверти меняется, т. о. в течение полной сушки ток воздуха в каждой четверти имеет 2 раза направление снизу вверх и 2 раза сверху вниз, и наконец компактность сушилки и небольшая площадь, занимаемая ею. Сушилка «универсаль» представляет собою барабанную сушилку с непрерывно вращающимся на горизонтальной оси барабаном, смонтированным на легкой деревянной станине (фиг. 9). В разрезе барабан представляет двенадцатиугольник, разделенный на 6 отдельных камер, из которых каждая может загружаться и разгружаться отдельно. В углах по середине каждой камеры укреплены небольшие перегородки, имеющие целью лучшее перемешивание коконов. Загрузка сушилки производится сверху, а выгрузка через одну из боковых стенок при среднем положении камеры. Камеры засыпают коконами не полностью, а лишь на $^3/_4$ объема с тем, чтобы при вращении барабана происходило достаточно легкое и хорошее перемешивание коконов. Барабан делает 10—15 об/ч. Впуск нагретого воздуха происходит через трубу ⌀ 400 мм, представляющую собою ось барабана, выход в атмосферу — через стенки барабана, сделанные в виде рамок, полотно которых представляет железную сетку, легко пропускающую воздух. Основные данные о

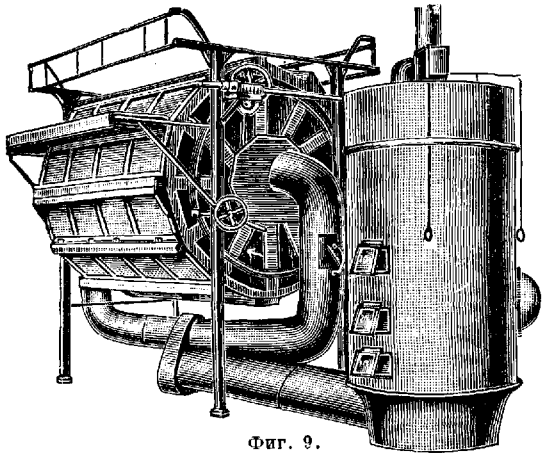
Табл. 4.—Основные данные о барабанных сушилках.

Тип сушилки	Размеры барабана в м		Производительность в кг за 24 ч.			Расход энергии в IP	Расход пара в кг/час
	Диам.	Высота	Сушка	Полусушка	Замаривание		
«А» 250	2,50	2,40	1 400	1 800	10 000	3,5	90
«А» 350	3,50	2,40	2 800	5 600	20 000	5,0	160
«А» 450	4,50	2,40	4 000	8 000	25 000	7,0—8,0	230



Фиг. 8.

барабанной сушилке «универсаль»: размеры—длина 6,1 *м*, ширина 3,15 *м*, высота 3,7 *м*; продолжительность сушки 10 час., *t*° сушки 85°; расход энергии 4 HP. Положительными сторонами сушилок типа «универсаль» являются: 1) постоянное пересыпание коконов в



Фиг. 9.

камере благодаря вращению барабана, а следовательно быстрая сушка, 2) возможность сушить отдельные небольшие партии, 3) простота установки, ее сравнительно небольшая стоимость, возможность легко переносить установку с места на место. Для небольших шелководных хозяйств применяется башенная сушилка, представляющая собой железную печку с трубой, поверх которой установлена система плоских ящиков с сетчатым дном, в к-рые загружают коконы; нагретый воздух поднимается вверх, проходя всю систему ящиков; когда коконы в нижнем ящике высушены до желаемой степени, ящик вынимается, и вся система ящиков опускается на высоту одного ящика, а сверху задвигается ящик со свежими коконами. К этой же группе сушилок относятся и передвижные сушилки на колесах, к-рые перевозят с одного места заготовки коконов на другое.

Табл. 5.—Рост мировой добычи шелка-сырца с 1871 по 1927 г. включительно (в *m*).

Годы	З. Европа	В. Европа, Левант, Ср. Азия	В. Азия, Япония, Китай и др.	Всего
1871—1875	3 676	676	5 194	9 546
1876—1880	2 475	639	5 740	8 354
1881—1885	3 630	700	5 108	9 438
1886—1890	4 340	738	6 522	11 600
1891—1895	5 518	1 107	8 670	15 295
1896—1900	5 220	1 552	10 281	17 053
1901—1905	5 312	2 304	11 476	19 092
1906—1910	5 459	2 836	14 917	23 212
1911	4 330	2 960	17 280	24 570
1912	4 982	2 233	19 750	26 965
1913	4 245	2 315	20 760	27 320
1914	4 840	1 785	15 595	22 220
1915	3 215	1 040	19 410	23 665
1916	4 070	1 040	22 015	27 125
1917	3 245	1 040	22 480	26 765
1918	3 165	1 040	21 335	25 540
1919	2 235	1 040	24 040	27 315
1920	3 655	750	16 440	20 845
1921	3 500	550	25 285	29 335
1922	2 264	700	26 950	31 867
1923	5 548	760	24 480	30 844
1924	6 022	900	32 332	39 254
1925	4 740	1 065	34 055	39 860
1926	4 180	1 070	38 840	44 090
1927	5 005	1 040	40 025	46 070

Хранение коконов. Коконы заготовляются на год, поэтому условия хранения их имеют очень большое значение. Высушенные коконы содержат влаги не менее 8%, и при хранении их в сыром, плохо вентилируемом помещении легко появляется сначала на куколке, а затем на оболочке зеленоватая плесень, к-рая понижает размоточную способность коконов, ухудшает выход Ш. и его динамометрические свойства. Кроме плесени вредителями коконов являются жучок-кожеед, мыши и крысы, к-рые прогрызают оболочку кокона. На устройство складочных помещений и на условия хранения в них коконов д. б. обращено особое внимание.

Табл. 6.—Динамика мировой добычи сырца с 1928 по 1932 г. (в *m*).

Страны	1928	1929	1930	1931	1932
З. Европа					
Италия	4 836	4 950	4 882	3 283	3 100
Франция	205	220	110	80	70
Испания	79	80	58	44	40
Итого . . .	5 120	5 250	5 080	3 410	3 210
В. Европа, Левант и М. Азия	1 110	1 150	1 220	810	740
Дальневост. стр.					
Япония (экспорт)	33 600	36 900	33 595	33 020	31 200
Китай, Шанхай (экспорт)	6 420	6 000	4 820	2 160	1 800
Китай, Кантон (экспорт)	2 795	3 000	3 310	1 550	1 440
Индия	110	100	20	10	10
Итого . . .	42 925	46 000	41 745	36 740	34 450
Всего . . .	49 185	52 400	48 045	40 960	38 400

В последнее время делались попытки хранения живых замороженных коконов в замороженном состоянии в холодильниках. Такой способ хранения прекрасно сохраняет качество оболочки кокона, и при размотке такая оболочка всегда

Табл. 7.—Урожай и заготовка коконов (сырых) в СССР (в *m*).

Годы	Ср. Азия	Азербайджан	Грузия	Всего по ЗСФСР	Всего по СССР
1913	4 914	3 194	1 556	4 750	(9 664)*1
1914	4 900	—	2 100	. .	7 000 *2
1915	—	—	1 430	—	—
1916	4 600	—	850	—	5 450 *2
1917	3 610	—	638	—	4 248 *2
1918	2 460	—	320	—	2 780 *2
1919	296	49	328	377	673
1920	740	—	800	—	1 540 *2
1921	820	370	738	1 108	1 928
1922	1 230	385	820	1 205	2 435
1923	2 048	970	1 480	2 450	4 498
1924	2 048	1 441	1 966	3 407	5 455
1925	3 817	1 556	2 129	3 685	7 502
1926	4 816	1 720	2 457	4 177	9 009
1927	6 306	2 031	1 998	4 029	10 336
1928	9 211	2 539	2 419	4 958	14 169
1929	10 377 (7 593)	—	—	4 748 (3 956)	15 125 (11 549)
1930	12 730 (9 609)	—	—	5 687 (4 888)	18 417 (14 497)
1931	— (8 751)	—	—	— (1 972)	— (10 723)
1932	7 648	1 130	1 200	2 410 *3	(10 153 *4)

*1 В скобках показана заготовка соответствующего года без Северного Кавказа и Украины, продукция которых ничтожна. *2 Без Азербайджана. *3 Включая Армению—80 *m*. *4 Включая новые районы: Украина, Сев. Кавказ, Дальний Восток—95 *m*.

дает больший выход Ш., примерно процентов на десять выше, чем при размотке сухих коконов. К сожалению слишком высокая стоимость такого хранения не дает этому способу широкого применения. Сухие коконы сортируются на основе ОСТ 2939 на 6 сортов, из коих первые три сорта предназначены для размотки, последние три для прядения; для каждого из разматываемых сортов установлен выход Ш.: для 1-го сорта 3,7—3,9, для 2-го 4,1—4,3, для 3-го 5,0. К первым двум сортам относятся те же группы коконов, что и по ОСТ 2842; к 3-му сорту две группы коконов: 1) несколько слабые наощупь с крупными наружными пятнами и 2) слабые наощупь, но чистые; к 4-му сорту—коконы с очень слабой оболочкой, уродливые, атласистые и двойники неправильной формы; к 5-му—коконы-двойники правильной формы; к 6-му—сильно пятнистые коконы, а также коконы с поврежденной оболочкой. Шелковая сболочка кокона м. б. обработана двумя способами: 1) размоткой коконов в теплой воде, в результате к-рой получается Ш.-сырец (см. *Кокономотание*), который м. б. скручен (см. *Шелкокручение*); 2) прядением тех шелковых остатков, к-рые получаются в шелководстве и при размотке коконов. Крученый шелк носит название мулине. Статистич. данные по мировой добыче Ш. приведены в табл. 5 и 6, урожай и заготовка сырых коконов—в табл. 7.

Лит.: Тихомиров А., Основы практического шелководства, М., 1914; Боярков Э., Тутовый шелкопряд, т. 1, Ташкент, 1929; Кораблев И., Учебник шелководства, Москва—Ленинград, 1930; «Среднеазиатский шелк», Ташкент, 1928—1929, *1—9*; «Советский шелк», Москва, 1930, *1—2* и *3—4*; «За реконструкцию шелководства», Москва, 1930, *1—2* и 1931, *3—4*; «Шелк», 1931 и последующие годы. **В. Линде.**

ШЕЛК ИСКУССТВЕННЫЙ, см. *Искусственный шелк.*

ШЕЛКОВОДСТВО, см. *Шелк.*

ШЕЛКОКРУЧЕНИЕ, обработка шелка-сырца в крутильном отделе путем его размотки, трощения (в два или более концов) и крутки на специальных крутильных машинах. Иногда между размоткой и трощением включается чистка. Крутка шелка имеет целью: 1) придать нити бóльшую связность и сделать возможной окраску в мотке, 2) придать нити определенный внешний вид. По направлению различается п р а в а я и л е в а я крутка. В крученом шелке правой крутки отдельные грежевые нити идут по винтовой линии справа налево, в шелке левой крутки—наоборот. Направление крутки м. б. определено следующим путем: если нить держать перед собой, зажав один конец ее в левой руке, а другой в правой, и если при кручении нити правой рукой от себя она раскручивается, то нить имеет левую крутку, при обратной раскрутке—правую крутку. Характер крутки и ее степень, т. е. число кручений на 1 погонную единицу, бывают весьма различными. Стандарт крученого шелка СССР ОСТ 987 различает два вида крученого шелка: шелк п р о с т ы х к р у т о к и с и л ь н ы х к р у т о к (табл. 1 и 2).

Табл. 1.—З а п р а в к а р а з л и ч н ы х с о р т о в к р у ч е н о г о ш е л к а.

Сорт пряжи	Титр грежи	1-я крутка			2-я крутка		
		Число концов	Число кручений на 1 м	Направление крутки	Число концов	Число кручений на 1 м	Направление крутки
Простые крутки							
Уток	14/19	2 и более	85—150	Правая	—	—	—
Основа	14/19	1	480—650	Левая	2 и более	390—450	Правая
Сильные крутки							
Гренадин	14/19	1	1 500—2 000	Левая	2 и более	1 250—1 750	Правая
Ондюле	14/17	3	1 500	»	2*[1]	1 000	»
Муслин	14/19	1	1 500	»	—	—	—
Креп (правый)	14/17	2 и более	2 200—3 200	Правая	—	—	—
Креп (левый)				Левая	—	—	—
Швейный шелк*[2]							
№ шелка / Общее число концов							
8 / 9	16/18	3	536	Правая	3	513	Левая
36 / 36	16/18	12	470	»	3	470	»
12 / 54	16/18	18	470	»	3	470	»
14 / 48	16/18	16	470	Правая или левая	3	470	Левая или прав.
16 / 45	16/18	15	470	Правая или левая	3	470	Левая или прав.
20 / 20	16/18	10	470	Правая	2	470	Левая
30 / 30	16/18	10	470	Левая	3	470	»
Шелк для обмотки петель							
15 / 12—15	Бухарка	4—5	330—365	Правая	3	240—245	Левая
21 / 18—21	»	6—7	330—365	»	3	240—245	»
24 / 21—27	»	8—9	360—365	»	3	240—245	»
30 / 24—30	»	8—10	360—365	»	3	240—245	»
Бахромный или косын. шелк / 4—3	Бухарка или безденьевая грежа	2—1	470	Левая	2	470	Правая
Шелк для мельничных сит							
Уток / 3	Грежа 13/15	3	580	Правая	—	—	—
Основа / 2	Грежа 13/15	—	820	Левая	—	820	Правая

*[1] Одна нить ондюле тростится с ординарной нитью грежи. *[2] №№ 8, 36, 20 и 30—для строчки платьев, №№ 12, 14, 16—для обуви.

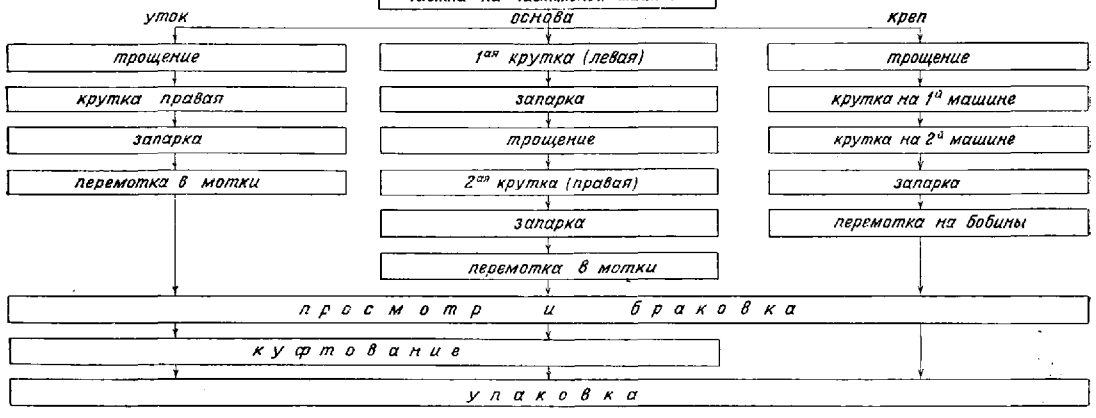
Табл. 2.—Заправочные данные различных номеров хирургического шелка.

№ шелка	Вид сырья	1 крутка (правая)		2 крутка (левая)	
		Число концов	Число кручений на 1 м	Число концов	Число кручений на 1 м
000	13/15 грежа лучшего качества	3	900	9	1 100
00	13/15 грежа лучшего качества	5	900	15	1 100
0	13/15 грежа лучшего качества	7	900	21	1 100
1	13/15 грежа лучшего качества	10	700	30	600
2	13/15 грежа лучшего качества	16	700	48	600
3	16/18	16	750	48	650
4	16/18	30	500	90	550
5	16/18	50	500	150	550
6	16/18	54	500	162	550
7	16/18	64	300	192	450
8	16/18	72	300	216	450
9	16/18	75	600	225	300
10	16/18	78	600	234	300
11	16/18	84	600	243	300
12	16/18	84	600	252	300

Кроме указанных видов крученого шелка вырабатываются специальные крученые шелка для различных нужд военного ведомства. Применяемые в европейских странах виды крученого шелка отличаются бо́льшим разнообразием, чем шелк ОСТ 987; там основа готовится трех круток.

Процесс Ш. разбивается на 3 стадии: 1) подготовка шелка сырца к крутке: подсортировка, замачивание, расщипывание, размотка, чистка, трощение; 2) собственно крутка; 3) перемотка шелка с катушек в мотки или на бобины, просмотр, браковка и упаковка шелка. Схема производственного процесса выработки трех главных видов крученого шелка—утка, основы и крепа—показана на фиг. 1.

Схема шелкокрутильного производства



Фиг. 1.

При второй крутке основы, которая имеет направление, обратное первой, одиночная нить, закрученная при первой налево, раскручивается как-раз на то число оборотов, которое составляет вторую крутку. Такая обработка имеет целью: сделать нить более мягкой и гибкой, так как при закручивании в одну сторону и затем раскручивании в другую наружный затвердевший слой серицина получает трещинки; раскручивание увеличивает длину нити, т. е. уменьшает напряжения, к-рые появляются в нити при крутке, что позволяет получить крученую нить более плотную и с лучшей посадкой в ней отдельных грежевых нитей; такая нить ложится плотнее и лучше в ткани и дает более красивую и прочную ткань.

Шелк-сырец поступает на крутильную ф-ку в кипах весом 60 *кг*, в СССР согласно ОСТ 3162—в стандартных мешках-чемоданах. Каждая кипа имеет паспорт, выданный центральной лабораторией Союзшелкпрома, в к-ром указываются вес кипы—фактурный и кондиционный,—титр, колебания по титру, крепость, удлинение, перемоточная способность, чистота. На основе этих данных кипа назначается в ту или иную партию.

Замачивание шелка после подборки партий является первой операцией шелкокрутильного производства. В замочке особенно нуждаются шелка, сильно заклеенные и низкого качества. Хорошие сорта шелка во Франции и Италии разматываются без замочки. Замачивание шелка имеет целью: 1) размягчить заклеенные места и содействовать разъединению отдельных нитей в мотке, 2) придать нити гладкость и сделать ее более скользкой, 3) придать нити способность удерживать влагу. Для замачивающей эмульсии применяются: 1) Мыло (нейтральное); в целях более быстрого действия желательна некоторая щелочность мыла, но часто встречается, что содержание ее в мыле превышает установленные нормы и вызывает расщепление нити; мыло должно легко распускаться и возможно легко и сильно смачивать шелк, проникая в середину шелковой нити. При дальнейшей обработке шелка мыло должно легко смываться, не оставляя в товаре следов. Лучшим мылом считается марсельское, приготовленное на оливковом масле; в СССР наилучшим мылом является хлопковое. При замачивании особо сильно заклеенного шелка, когда действие мыла оказывается недостаточным, рекомендуется прибавление небольшого количества щелочи, в качестве каковой чаще всего применяется бура или сода. 2) Масла

и ж и р ы. Наилучшими для замачивания считаются растительные масла: оливковое, пальмовое, кокосовое. Масла льняное, конопляное, подсолнечное применять не рекомендуется; они высыхают, сравнительно быстро портятся, делаются горькими, приобретают запах. В промышленности СССР большое применение имеет ализариновое масло, получаемое действием конц. серной кислоты на касторовое масло. Из жиров животного происхождения применяют костяное масло, получаемое из костей животных (особенно много применяется оно в США), и свиное сало. Минеральные масла, хотя и более дешевые, имеют ряд недостатков: в мыльном растворе они образуют неустойчивую эмульсию, быстро отделяются и всплывают наверх, благодаря чему шелк при погружении его в замасливающую эмульсию может слишком много и быстро впитать в себя масла. При применении их рекомендуют частое и своевременное перемешивание эмульсии. С жесткой водой минеральные масла образуют нерастворимый осадок, который может приставать к шелку и трудно удаляется при его варке. При применении минерального масла необходимо употреблять более мягкую воду. 3) Г л и ц е р и н придает нити мягкость, гибкость, эластичность, повышает ее гигроскопичность, а также оказывает склеивающее действие на нить. Рекомендуется применять глицерин двойной дистилляции с содержанием воды 5—21%, уд. в. 26—30° Bé. Склеивающее начало глицерина, увеличивающее связность нити, имеет большое значение. Желатина, крахмал и гуммиарабик для замачивания мало пригодны. 4) Л е г к и е щ е л о ч и (гл. обр. бура) для быстрого и полного разъединения нитей действуют и как антисептич. средство, нейтрализуя остатки органич. к-т, образующихся в результате разложения жиров. Способов составления и приготовления эмульсии очень много. Один из рецептов, применяемых на ф-ках СССР, состоит в следующем: на 197 *л* воды берут 8,5 *кг* хлопкового мыла и нагревают до тех пор, пока мыло не разойдется, затем вливают 8,5 *кг* вазелинового масла и варят в течение часа. Для замочки составляют следующий состав: на 12 *л* горячей воды (80°) берут 6,2 *кг* приготовленной по вышеуказанному рецепту эмульсии и 300 *г* ализаринового масла. Этого количества достаточно для замачивания двух пачек шелка, т. е. 7—8 *кг*. Замачивание производится вручную. Работница берет моток, складывает его т. о., чтобы заклеенные места выходили наружу, и обмакивает его в замачивающем составе. Замачивание продолжается 3—4 ск., в исключительных случаях 6—8 ск., затем моток отжимается вручную и без лежки поступает в расщипку. Темп-ра замачивающего состава в начале замочки 70°, в конце 40—50° и даже меньше. Шелк, мало заклеенный и слабый, замачивается в менее горячей ванне и не более 2—3 ск. Одна работница за смену в 7—8 ч. замачивает 60—75 *кг* шелка. Замачивающий состав обычно слабо окрашивается в различные цвета для отличия шелка различных видов крутки во время производственного процесса. Применяются такие красители, которые м. б. легко удалены при варке шелка. Всемирный конгресс по шелку в Милане в 1927 г. установил стандарт подкраски крученого шелка различных видов в различные цвета. На ф-ках СССР установленной системы цветов для подкраски крученого шелка не существует.

Вслед за замочкой производится расщипывание, к-рое имеет целью окончательно отделить друг от друга склеенные нити и придать им возможно параллельное положение. Расщипывание производится также ручным способом: работница надевает моток на швиль, левой рукой она поддерживает моток, а правой сильно встряхивает моток несколько раз. При встряхивании мотка нити отделяются друг от друга. Если после этого в мотке остаются заклеенные места, то работница расщипывает их отдельно. Слабо заклеенные мотки расщипыванию не подвергаются, а лишь встряхиваются. Одна работница расщипывает в среднем за смену 300—350 мотков, она же надевает мотки на кроны мотальной машины. Замочка и расщипка шелка несмотря на всю важность этих операций как операций подготовительных иногда проводятся на ф-ках СССР крайне примитивно: все операции проводятся ручным способом. Зап.-европ. и в особенности америк. техника замачивания шелка стоит значительно выше, в особенности в отношении аппаратуры и механизации процесса. Для варки эмульсии, составления замачивающего состава и замочки в США применяется аппарат, в котором все три операции механизированы и следуют одна за другой (фиг. 2). Варка эмульсии производится в верхнем котле *а*, откуда она по трубе подается в чан *б* для смешивания с водой и с теми веществами, к-рые прибавляются в замачивающий раствор; из чана раствор поступает в распылитель *в*, смонтированный над большим чаном *г*, в котором происходит замочка шелка. Шелк укладывается рядами и последовательно замачивается разбрызгиванием состава из распылителя. В шелковой пром-сти США применяют 6 видов чанов для замачивания. 1) Прямоугольные деревянные чаны преимущественно из красного дерева или кипариса. Размеры одного чана 625 × 625 × × 625 *мм*. Обычно ставят несколько чанов подряд. 2) Чаны из листовой меди. 3) Чаны из белой жести делаются обычно круглыми. Белая жесть не тускнеет, не дает соединений с эмульсией, не пачкает шелка. 4) Чаны из альберена (мыльного камня)—обычно четырехугольной формы и размером 600 × 625 × 500 *мм*. Эти чаны хорошо моются, не дают течи, но камень легко крошится. 5) Механизированные мочильные чаны цилиндрич. формы вместимостью 40 *кг* шелка. 6) Эмалированные чаны.



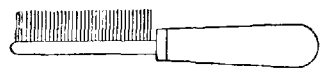
Фиг. 2.

По Г. Робертсу наиболее распространенный в США способ замачивания шелка состоит в том, что 12—15 мотков шелка расправляют в длину и перевязывают в нескольких местах мягкой нитью или тесьмой, причем на больших ф-ках имеются особые машины, к-рые производят провязку мотков. Для предохранения шелка от повреждений мотки иногда закладывают в мешки из рядна. Мешки удобны и для переноса шелка в центрифуги. Замочка без мешка дает хорошие результаты. О т ж и м влаги из замоченного шелка производится на центрифуге, и перед поступлением на мотальную машину шелк подсушивается до 14—18%

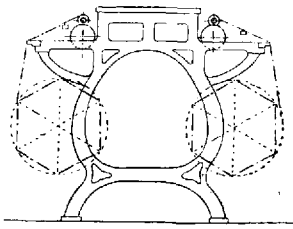
содержания влаги в мотке; подсушка производится или непосредственно в помещении мотального зала или в специальных сушильных камерах. Для расщипки сильно заклеенного и жесткого шелка применяется особая гребенка (фиг. 3).

Сим (Seem) из своей практики на ф-ках США рекомендует следующие рецепты замачивающих составов на 100 *кг* шелка: для японского (клейстого)—3 *кг* мыла марсельского, 4 *кг* масла оливкового, 95 *г* буры, 670 *л* воды. Рекомендуется $t°$ 30°. Шелк поглощает от 3 до 4,3% эмульсии. Для кантонского шелка: 6 *кг* мыла марсельского, 8 *кг* масла оливкового, 190 *г* буры, 670 *л* воды, $t°$ 30°. Шелк поглощает от 6 до 8,5% эмульсии.

Перемотка шелка с мотков на катушки. Шелк поступает с кокономотальных ф-к в мотках, что неудобно для дальнейшей его обработки и поэтому является необходимым перемотать шелк на катушки. Перемотка осуществляет две задачи: 1) дать шелк на катушках и 2) окончательно разъединить нити, выявить тонкие места их. Иногда мотальная машина снабжается приспособлениями для чистки шелка; мотки надевают на мотовило, к-рое свободно вращается в гнездах благодаря натяжению нити; катушка получает вращение от механизма машины; водок имеет возвратно-поступательное движение, он раскладывает нить в определенном порядке. Способ вращения катушки с помощью шкивка на веретене имеет тот недостаток, что число оборотов ее остается постоянным во все время намотки, а так как окружная скорость катушки, равная $\frac{\pi dn}{60}$, зависит не только от числа оборотов ее n, но и от диам. d, то с увеличением диаметра окружная скорость будет увеличиваться. Средняя скорость катушки соответствует качеству данной партии шелка. В начале намотки, при меньшей окружной скорости, производительность машины понижается; в конце намотки бо́льшая, чем средняя, скорость вызывает повышенную обрывность нити. Мотальные машины с барабанчиком, в к-рых катушка имеет постоянную окружную скорость, получая вращение от трения своей цилиндрич. поверхности о барабанчик, вращающийся с постоянной скоростью, для шелка не годятся, т. к. сильно перетирают грежевую нить. Движение водка является более сложным, чем вращение катушки; характер этого движения зависит от того, каким образом будет происходить раскладывание нити на катушке. В шелкокрутильном производстве применяют две системы намоток: цилиндрическую и фасонную. Америк. и итал. машины снабжаются механизмом для цилиндрич. намотки. Для получения фасонной намотки применяют механизмы, называемые реглажами. Каждый тип намотки имеет свои преимущества и недостатки. Цилиндрич. намотка имеет более простой механизм, допускающий большое число оборотов катушки. Фасонная намотка дает возможность намотать больше нити на катушку, и нить имеет более легкий сход с катушки, что важно при дальнейших процессах крутки. В современных машинах наибольшее применение имеет цилиндрич. намотка. Мотальные машины строят обыкновенно на число мотовил 70—100.

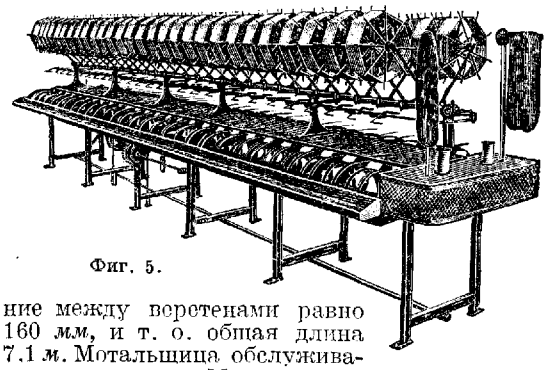


Фиг. 3.

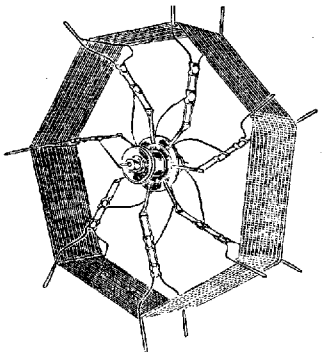


Фиг. 4.

Двусторонняя стандартная машина завода «Баталия» (фиг. 4) имеет 82 мотовила. Расстояние между веретенами равно 160 *мм*, и т. о. общая длина 7,1 *м*. Мотальщица обслуживает две сторонки. Мотальная машина имеет две наружные боковые станины и несколько внутренних поперечных стоек, число которых определяется длиной машины. По расположению мотовил различают: 1) машины с нижним расположением мотовил, 2) с верхним (фиг. 5) и 3) с расположением мотовил наверху и внизу. Наиболее удобными в смысле обслуживания являются машины с нижним расположением мотовил, так как они дают возможность работать, не поднимая высоко рук, почему они и имеют наибольшее распространение. Недостатками их являются недостаточная освещенность мотков и то, что мотальщица может платьем пачкать шелк на мотках.



Фиг. 5.

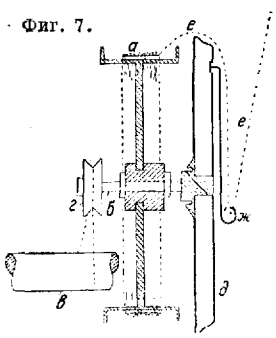


Фиг. 6.

Для размотки натурального шелка часто применяется простое деревянное мотовило, у к-рого ребрами для намотки шелка служат перевязи в виде шнурков или проволоки. Мотовило снабжается грузиком весом 50—150 *г*. Для искусственного шелка наиболее удобными являются проволочные эластичные раздвижные мотовила (фиг. 6). Эти мотовила дают нити постоянное и равномерное натяжение. Наименьший периметр мотовила 0,98 *м*, наибольший 1,55 *м*. Фирма Вандам и Дюбуа строит мотовило, показанное на фиг. 7. Мотовило *а* сидит свободно на валике *б*, вращающемся от привода *в* через блочек *г*; диск *д*, насаженный на валик *б*, вращается в ту же сторону, что и веретено. Нить *е* при наматывании на катушку проходит через глазок *ж*, вращающийся вместе с диском *д*. Такое мотовило допускает очень большую скорость, но дает несколько слабую намотку. Катушки делают из дерева твердых пород (бук, береза и др.). Катушки с двумя фланцами в целях прочности и легкости делают клееные. Веретена мотальных машин делают железные со стальными пружинами. Встречаются в старых машинах деревянные веретена. Посадка ка-

тушки на веретено производится тремя способами: 1) непосредственным надеванием катушки на конич. веретено, что допустимо лишь при деревянных веретенах, к-рые дают достаточный коэф. трения дерева о дерево, 2) с помощью пружины—наиболее распространенный способ, т. к. он дает вполне надежное соединение и допускает быструю смену катушек, 3) с помощью гайки; этот способ самый надежный в смысле соединения, но требует для смены катушек в три раза больше времени, чем предыдущий. Америк. машиностроительный з-д Атвуд и К° (The Atwood Machine Co.) в Стаунтоне (США) строит несколько типов мотальных машин для шелка. Наибольшее распространение имеет мотальная машина 3F; она строится с одним и с двумя рядами веретен. Преимущественное применение имеет однорядная двусторонняя машина, предназначенная для перемотки более заклеенных видов шелка. Число веретен 60. Диаметр фрикционного шкива 114,3 *мм* ($4^1/_2''$). Диаметр шкивка веретена 38,1 *мм* ($1^1/_4''$). Длина машины 5 587,6 *мм* (18′4″), ширина (по раме) 1 269,8 *мм* (4′2″). Теоретич. производительность машины равна 18,1 *г* = 0,04 англ. фн. на 1 веретено в 1 ч. Практич. производительность равна 0,85 × × 18,1 = 15,4 *г* = 0,034 англ. фн.

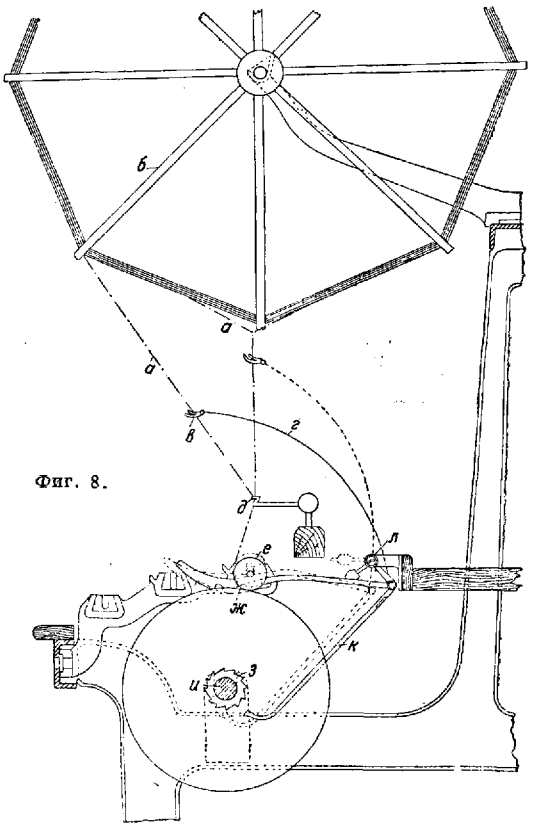
Фиг. 7.



В последнее время в мотальных машинах введено много нововведений, имеющих целью механизировать процесс размотки пряжи и улучшить качество разматываемого материала. Так, швейцарский завод Брюггера строит мотальную машину с особой револьверной стойкой для мотовила, к-рая имеет три ряда мотовил, отстоящих один от другого на 120°. Стойка вращается и м. б. повернута любым рядом мотовил к катушкам. Машина обслуживается двумя работницами: одна подготовляет мотки, а вторая обслуживает катушки и веретена. При такой диференциации труда процесс мотания протекает с наименьшей потерей времени. Тот же з-д Брюггера строит мотальные машины с безверетенной катушкой. Катушка закрепляется не на веретене, а зажимается двумя шпинделями, концы которых сточены на конус и входят в отверстие к тушки. На противоположном конусу конце одного шпинделя насажен шкивок, который фрикционно соединяется со шкивом бокового вала. Другой шпиндель на противоположном конце имеет пружину, к-рая дает зажим катушке. При такой конструкции привода катушки всякие перемещения катушки как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости совершенно исключены. Намотка нити происходит равномернее и правильнее, число обрывов нити меньше. Смена катушки очень простая и требует меньше времени, чем посадка катушки на веретено с пружиной.

Большое распространение получают механизмы, предупреждающие слишком сильное напряжение нити при перемотке ее, к-рое не только вызывает обрывы, но и понижает динамометрич. свойства нити. Одна из систем механизмов такого типа показана на фиг. 8, где нить *а*, сматываясь с веретена *б*, проходит через глазок *в* на конце проволоки *г*; затем нить проходит через крючок *д* и наматывается на катушку *е*, вращающуюся от барабана *жс* благодаря трению; барабан *жс* с соединенным с ним храповиком *з* в свою очередь вращается вместе с валом *и*, на к-ром сидит свободно. Когда нить *а* запутается около мотовила, она изменит свое положение, и проволока с глазком примет положение, показанное пунктиром, рычаг *к*, вращающийся около точки *л*, передвинется и упрется в храповик *з* (пунктир), барабан *жс* остановится, вместе с ним остановится также катушка *е* и веретено *б*, при этом вытяжки и обрыва нити не произойдет. Перемотка шелка является наиболее трудоемкой производственной операцией, и правильная организация ее имеет большое значение для расхода рабочей силы, а следовательно и стоимости обработки. Перемотка шелка среди всех переходов крутильного производства дает наибольший % рвани, который при внимательном руководстве и контроле м. б. значительно сокращен. Очень важно для работы правильное надевание мотка. Моток не д. б. надет слишком туго, так как в таком случае возрастает натяжение нити и возможны более частые обрывы, ни слишком слабо, т. к. слабо надетый моток запутывается и у него труднее найти конец нити. Для ускорения работы следует иметь около машины

Фиг. 8.

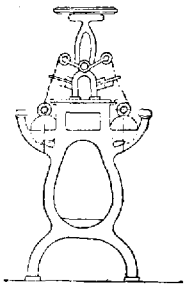


стол для запасных мотовил с мотками. Это дает возможность без задержки заменять пустые мотовила или мотовила с оборванными концами нити, не оставляя ни одного веретена вне работы; такая организация требует значительного увеличения площади пола мотального цеха. Моток во всех случаях д. б. размотан до конца, без остатка на нем шелка. Мотови-

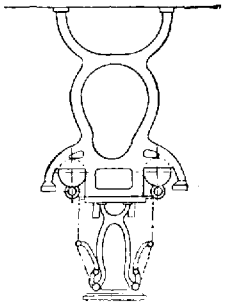
ла д. б. легкими, хорошо вращаться в гнездах, хорошо выверенными. Для большей производительности и правильного использования сырья шелк должен перематываться по партиям, подсортированным по качеству. Каждая партия должна иметь свой ярлык, отличающий ее от других. Все мотки, шелк к-рых имеет много недостатков по чистоте или согласности и неровен по цвету, следует откладывать и перематывать отдельно. Катушки д. б. в свою очередь хорошо выточенными, чистыми, гладкими, хорошо выверенными, и гнезда веретен д. б. в исправности. Катушка должна вращаться легко, правильно и с одинаковой скоростью. Необходимо внимательно следить за характером размотки и движением водителя. Огромное значение при перемотке шелка имеет % рвани. Скорость мотания (окружная скорость катушки) имеет большое значение для производительности машины. Слишком большая скорость вызывает спутывание мотка и частые обрывы нити и зависит: 1) от качества шелка и его перемоточной способности (чем она выше, тем бóльшую скорость должно давать катушке), 2) от системы машины и от состояния ее отдельных частей. Европ. шелкокрутильни мотают с небольшими скоростями: шелк тонких денье 9/11 и 10/12 со средней скоростью 60—80 *м* в 1 ск. и с наибольшей 100 *м* в 1 ск., шелк средних денье 13/15 со средней скоростью 80—100 *м* в 1 ск. и с наибольшей 130 *м* в 1 ск. Америк. ф-ки работают со значительно бóльшими скоростями благодаря применению более совершенных машин и тому, что Америка перерабатывает преимущественно японский шелк, уже перемотанный в кокономотальне (Redévidée). Практикуемые в Америке скорости колеблются в пределах 160÷200 *м* в 1 ск.

Недостатки мотки шелка: 1) слишком тугая намотка нити на катушку, 2) слишком слабая намотка, 3) длинно или совсем не обрезанные концы нитей, 4) катушки неправильной формы: вогнутые, выпуклые, бороздчатые, 5) катушки с попорченными концами.

Чистка шелка. Полученный с мотальной машины шелк на катушках перематывают еще раз, перегоняя его с катушки на катушку и пропуская при этом нить через какое-нибудь чистильное приспособление, т. е. такой прибор, к-рый удаляет налеты, петли, шишки и пр. при проходе нити через узкие отверстия. При чистильной машине можно получать катушки с более правильной и тугой намоткой, чем на мотальной машине. При мотании большинство слабых мест удалено, нить обладает большей крепостью и м. б. намотана с бóльшим и более равномерным натяжением. Тугая намотка представляет определенные преимущества при трощении, давая нить с более равномерным натяжением. Чистка шелка сохранилась лишь в практике европ. шелкокрутильной пром-сти. Америк. пром-сть не применяет чистки шелка. В СССР чистка шелка также не применяется, но в последнее время в связи с затруднениями, к-рые представляет в ткачестве шелк, не пропущенный через чистильную машину, а также в связи с развитием экспорта шелковых тканей поднят вопрос о применении чистки шелка. По принципу и устройству чистильная машина полностью напоминает мотальную машину и отличается от последней: 1) наличием чистильного аппарата, 2) подставкой для катушек, с к-рых сматывается нить, вместо стойки для мотовил, 3) несколько другим механизмом для движения нитеводителя, 4) катушками. Различают два типа чистильных машин. Фиг. 9 показывает поперечный разрез машины, в которой мотальная катушка помещена горизонтально, и нить с нее сходит по касательной к окружности тела катушки. Этот тип машин по-французски называется en déroulé, что значит перематывать нить, развертывая ее. Второй тип машины имеет вертикально поставленную



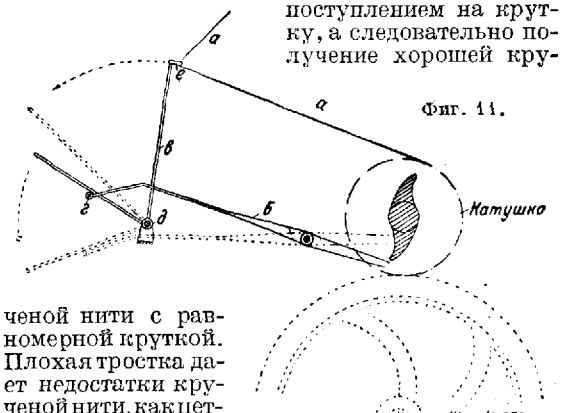
Фиг. 9.



Фиг. 10.

мотальную катушку, и нить спускается с торца катушки (франц. en défilé). Наибольшее распространение имеет второй тип машины (фиг. 10).

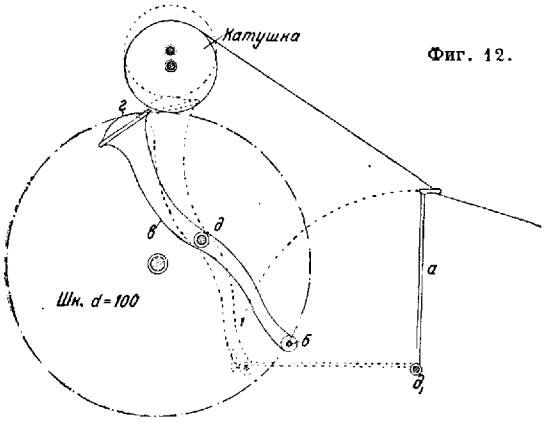
Трощение шелка имеет целью соединить две или более нити в одну для дальнейшей крутки этой составной нити. Для нек-рых сортов крученого шелка, как для трама, крепа и др., тростятся грежевые нити; для основы, гренадина, а также для различных видов специальных крученых шелков тростятся нити, получившие предварительно первую, обычно левую, крутку одиночной нити. В первом случае нити для тростки поступают с чистильной или непосредственно с мотальной машины, во втором случае—с крутильной после первой крутки. Трощение, как и размотка, является очень ответственной операцией, т. к. от правильного проведения его зависит равномерность натяжения нити на катушке перед ее поступлением на крутку, а следовательно получение хорошей крученой нити с равномерной круткой. Плохая тростка дает недостатки крученой нити, как петли, сукрутины.



Фиг. 11.

В основном тростильная машина имеет те же органы, что и чистильная, но отличается следующим: 1) тростильная машина снабжается автоматич. остановом катушки в случае обрыва нити; 2) она имеет иную стойку для катушек. Необходимость снабжения тростильных машин автоматич. остановом объясняется тем, что в случае обрыва одной из стращиваемых нитей остальные будут продолжать наматываться на катушку, и трощеная нить полу-

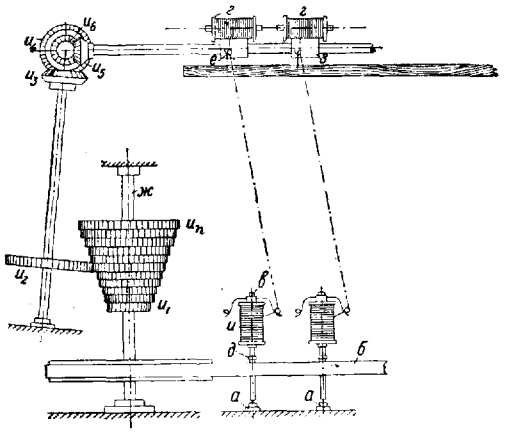
чится с меньшим числом концов, чем требуется заправкой. Для предупреждения такого брака применяют механизмы, останавливающие катушку при обрыве одной из нитей. В автоматич. останове итальянских машин катушку надевают на веретено, имеющее на конце фасонную гайку (фиг. 11). Остановочный механизм (фиг. 11) состоит из изогнутой в виде колена проволоки *в*, к-рая вращается около точки *д* и на конце длинного колена имеет петлю *е*, через к-рую проходит стращиваемая нить. Короткий конец тяжелее длинного, но натяжение нити *аа* удерживает рычажок *в* в положении, показанном сплошной линией. В случае же обрыва нити рычажок *в* опрокидывается и принимает положение, показанное пунктиром; при этом повороте он действует на рычаг *б*, к-рый имеет в точке *г* конец проволоки, на к-рую и действует рычажок *в* при повороте около точки



Фиг. 12.

д. Рычаг *б* принимает также пунктирное положение, и короткий конец его, поднимаясь, упирается в вырез гайки и останавливает веретено с катушкой. Фиг. 12 показывает останов американской тростильной машины: на оси *д* свободно вращается рычаг *в* и при отсутствии воздействия на него внешних сил он принимает положение, показанное сплошной линией; проволочный пруток *а*, к-рый имеет центр вращения в точке $д_1$, натяжением нити, проходящей через петлю на конце его, удерживается в положении, показанном сплошной линией; в случае же обрыва нити пруток *а* опрокидывается и ударяет по пальцу *б*, благодаря чему рычаг *в* принимает пунктирное положение; конец его *г* проходит под шкивом веретена и приподнимает его, благодаря чему соприкосновение между шкивом веретена и шкивом бокового вала машины нарушается, и веретено с катушкой останавливается. Америк. остановочный механизм следует признать более целесообразным, т. к. он действительно выводит катушку из-под действия привода машины, в то время как итальянский остановочный механизм только затормаживает веретено с катушкой, не прерывая соприкосновения с фрикционным шкивом бокового вала машины. Французские заводы до сих пор выпускают тростильные машины без автоматич. останова; работа тростильщицы на таких машинах более напряженная, и возможен большой % брака.

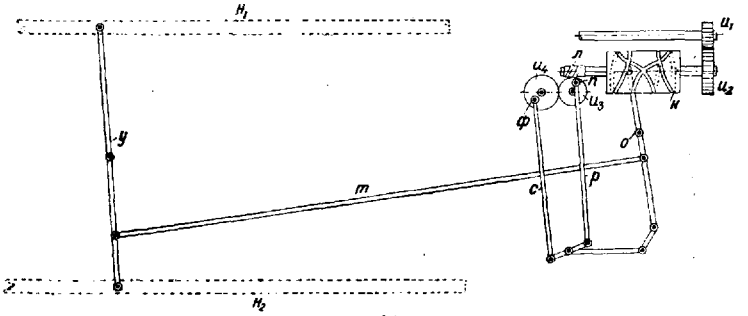
При размотке и при трощении необходимо соблюдать следующие условия: 1) остановы д. б. всегда в исправности, в том числе отдельные рычажки и глазки, через к-рые пропускаются нити; 2) натяжение стращиваемых нитей д. б. одинаковым; 3) при трощении крученого шелка (1-я крутка) необходимо следить за тем, чтобы



Фиг. 13.

лежни имели одинаковое количество шелка, чтобы крутка шелка на лежнях была одинаковой, чтобы все лежни были одинаково запарены и чтобы нить сматывалась со всех катушек в одном направлении. Трощение шелка рекомендуется производить в помещении с умеренным % влаги (55%).

Кручение шелка. Машины, применяемые для кручения шелка, м. б. разделены на три группы: 1) французско-итальянские машины, наиболее распространенные, называемые карасем, 2) германские и 3) американские. На фиг. 13 показана схема крутильной машины первой группы. Катушка *и* с чистильной машины или катушка с трощеной нитью с тростильной машины надевается на веретено *в*, которое получает вращение от поясного ремня *б*; *а*—подпятник, *д*—ушко, которые удерживают веретено в вертикальном положении. Нить, сходя с катушки *и*, проходит глазок раскладника *е* и наматывается на лежне *г*. Лежень *г*



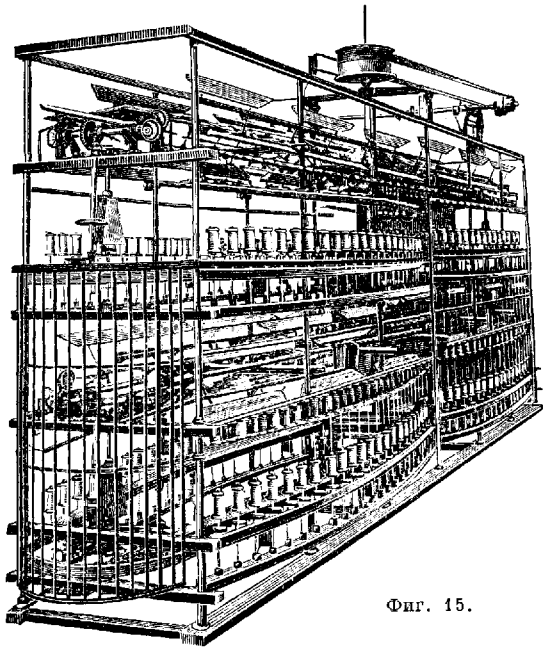
Фиг. 14.

не имеет самостоятельного вращения и получает его фрикционным путем от цилиндра *з*. Вал цилиндра *з* получает вращение от вертикального вала *жс* через конус шестерен u_1, u_n, шестерню u_2 и конич. шестерни u_3, u_5, u_6. Сменными являются шестерня u_2, которая может сцепляться с любой из шестерен конуса, и пара конич. шестерен u_3, u_4. Такая сменность шестерен дает возможность в широких преде-

лах изменять число оборотов цилиндров *зз* и лежней *гг*, а следовательно и крутку нити

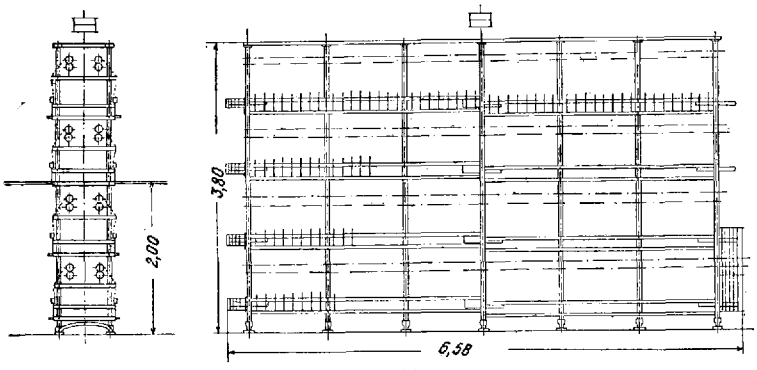
$$t = \frac{n}{600},$$

где t—крутка, число кручений на единицу длины нити (на 1 *м*), n—число об/м. веретена и



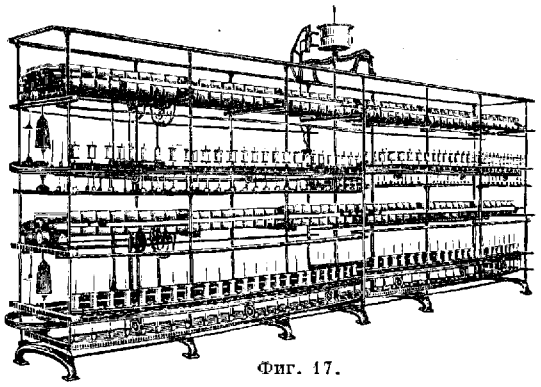
Фиг. 15.

v—окружная скорость лежня в *м/сек*. Раскладник *е* совершает возвратно-поступательное движение, которое осуществляется или эксцентриком или с помощью особых механизмов (реглаж), передающих раскладнику составное сложное движение, получаемое от сложения двух или нескольких движений. На фиг. 14 показан один из таких механизмов: вращение вала цилиндров через шестерни u_1 и u_2 передается валу, на котором сидит круглый кулак *к*, в пазу которого ходит палец конца рычага, имеющего вращение в точке *о*. На валу кулака



Фиг. 16.

к сидит червяк *л*, к-рый приводит во вращение шестерни u_3 и u_4, к-рые дают движение тягам *р* и *с*, надетым на эксцентрично укрепленные пальцы *п* и *ф*. Все перечисленные движения тяг *р* и *с* слагаются в одно через тягу *т* и передаются рычагу *у*, а через него планкам раскладника u_1 и u_2. В настоящее время встречается два основных типа крутильных машин (к а р а с ь), к-рые отличаются один от другого системой намотки крученого шелка. Первый тип—карась с мотовилами (фиг. 15), где крученая нить собирается непосредственно на мотовило. Благодаря недостаткам в конструкции и трудности обслуживания этот тип машины широкого распространения не получил. Главное распространение имеет второй тип карася, при котором нитка собирается на деревянную гладкую катушку без фланцев—л е ж е н ь. Крутильные машины этого типа строятся в 2, 3 и 4 яруса. На фиг. 16 представлена 4-ярусная машина итальянского завода «Баталиа» марки Е на 384 веретена, на фиг. 17—двухъярусная на 192 веретена. Крутильные машины под маркой DL имеют следующие главные размеры. Число веретен на каждой стороне и в каждом ярусе 56; машины строятся в 2 яруса. В зависимости от назначения машины различают 3 типа се: 1) для органзина и гренадина: ⌀ веретена 10 *мм*, допускает 28 различных заправок крутки—от 300 до 1 500 оборотов нити на 1 *м*; 2) для крепа: ⌀ веретена



Фиг. 17.

10 *мм*, число возможных заправок крутки 41, с числом оборотов на 1 *м* от 435 до 3 700; 3) для крепа из искусственного шелка: ⌀ веретена 12 *мм*, 29 различных заправок крутки, с числом оборотов 730—3 320 на 1 *м*. Расстояние между веретенами 130 *мм*, длина машины между осями крайних стояков: для машины 112 веретен—4 *м*, 168 веретен—6 *м* и 224 веретена—8 *м*. Длина машины, включая шестереночный конус механизма для движения водка, на 0,80 *м* больше; число об/м. для 1-й крутки 8 000—10 000, потребная мощность 8 Hp; для 2-й крутки 4 500—5 500, потребная мощность 6 Hp.

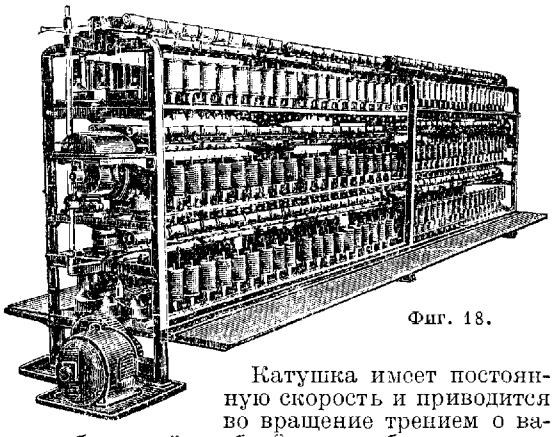
Крутильные машины нем. типа выпускаются преимущественно з-дом Гамеля в Хемнице и Вегмана в Бадене в Швейцарии. Они также типа «карась», но отличаются большей компактностью, допускают обслуживание трех ярусов прямо с пола, без лестницы, но более тяжелы в работе, требуют большего расхода энергии. На фиг. 18 представлена крутильная машина фирмы Гамель марки LL; машина строится с двумя или тремя ярусами веретен сист. Раббет (в месте касания ремня) 20 *мм*, число об/м. 4 500, намотка на лежнях крестовая. Главные размеры машины LL даны в табл. 3. Для крутки ровных шелков—вышивального, швейного и других—тот же з-д строит крутиль-

Табл. 3.—Главные размеры крутильных машин LL фирмы Гамель.

Число веретен .	48	93	114	192	210
Длина машины в м	2*1 2,15*	3,32*1 3,35*	4,65*1 5,15*	5,97*1 6,65*	7,30*1 8, 5*2
Число веретен .	60	120	180	240	300
Длина машины в м	2,48*3	4,18*3	5,88*3	7,58*3	9,28*3

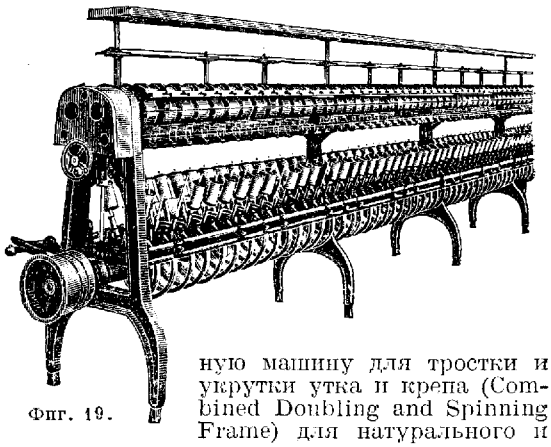
Расстояние между веретенами: *1 145 мм; *2 178 мм; *3 160 мм.

ную машину в виде рогульчатого ватера. Стандартной машиной в США является одноярусная машина B (Standard Spinning Frame) 112 веретен для первой крутки или 92 для второй, длина 19′3″, ширина 1′6″, высота 3′8″; машина пригодна для крутки утка, основы (обеих круток), крепа, а также для искусственного шелка. Машина строится с любым по заказу числом веретен и любой длины. Машина имеет шариковые подшипники. Натяжение веретенного ремня осуществляется пружиной, к-рой он прижимается к приводному ремню.



Фиг. 18.

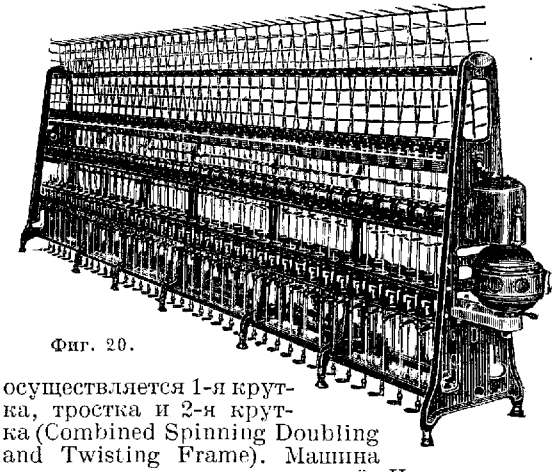
Катушка имеет постоянную скорость и приводится во вращение трением о валик, обтянутый пробкой или особым видом искусственной кожи. Движение водка производится боковым эксцентриком. Машина C (Double Deck Standard Spinning Frame) является стандартной машиной двухъярусного типа. Число веретен для первой крутки 234, для второй 184. Длина машины 18′6″, ширина 1′6″, высота 4″10″. На фиг. 19 изображена одноярусная машина 6B, существенным образом отличающаяся от распространенных типов машин способом приведения во вращение веретен; каждое веретено приводится отдельно с помощью фрикционных шкивов, к к-рым они прижимаются пружинами. Веретена с катушками поставлены наклонно к рабочему, что облегчает их обслуживание. Машина снабжена шариковыми подшипниками. Подпятник веретена имеет значительно больший стакан для масла, чем у обычных машин, что позволяет реже смазывать веретена. Преимущества машины: более принужденное вращение веретен и меньший % скольжения, удобное обслуживание, меньший расход энергии. Машина имеет 112 веретен, расстояние между веретенами $3^1/_2$″, длина машины 18′, ширина 13″, высота 4′3″, вес 1 600 англ. фунтов. К недостаткам машины следует отнести сложность ее и в особенности относительную сложность привода для вращения веретен. Из америк. шелкокрутильных машин наибольший интерес представляют комбинированные машины, осуществляющие одновременно 2 и даже 3 процесса. Машина 5B (фиг. 20) представляет собою комбинированную машину для тростки и укрутки утка и крепа (Combined Doubling and Spinning Frame) для натурального и искусственного шелка, а также для тонких номеров хлопчатобумажной и шерстяной пряжи. Ниже приведены данные о машине 5B.



Фиг. 19.

Число веретен	Расст. между верет.	Длина машины	Ширина машины	Приблизит. вес
100	4″	19′1″	1′3″	4 100 англ. фн.
80	5″	19′1″	1′3″	
76	$5^1/_4$″	19′1″	1′3″	

Машина представляет собою кольцевой ватер упрощенной конструкции с намоткой нити по винтовой линии, осуществляемой с помощью сердечника. Привод веретен обычный для шелкокрутильных машин с помощью ремня с натяжением его грузом. Каждое веретено снабжено автоматич. остановом при обрыве нити. Перезаправка производится быстро и просто перестановкой цепных шестерен. Машина дает 4 000—7 000 оборотов в зависимости от вида крутки и качества шелка. Машина 5C представляет собой комбинированную машину для крутки основы, на которой последовательно



Фиг. 20.

осуществляется 1-я крутка, тростка и 2-я крутка (Combined Spinning Doubling and Twisting Frame). Машина построена по типу предыдущей. Число веретен первой крутки—160, второй—80, длина машины 19′5″, ширина 1′11″, высота 3′8″.

Преимуществами американских машин перед итальянскими или французскими являются: 1) лучшее конструктивное оформление машины (регулируемое натяжение ремня, прижим вере-

тен к ремню, лучшая посадка веретена в подпятнике и т. п.); 2) удобство обслуживания; 3) бóльшие скорости отдельных органов машины; 4) больший коэф. использования машины; 5) более высокая производительность на 1 веретене; 6) меньший расход рабочей силы; 7) более быстрое прохождение продукта. Главными недостатками америк. машин являются: 1) бóльшая потребность в площади, в особенности в случае установки однородных машин (примерно в $2^1/_2$ раза больше, чем итальянских); 2) бóльший расход энергии, также в 2—$2^1/_2$ раза больше итальянских. Работа на американских машинах м. б. рентабельной в том случае, если машины работают с большими скоростями; последнее требует стандартного и хорошего качества сырья и рабочей силы высокой квалификации.

Т е х н и к а Ш. Несмотря на то что на крутильную машину нить поступает уже перемотанной и в известной степени очищенной от шишек, налетов и петель, все же крутка является весьма ответственным процессом, при котором, в случае неисправности в работе машины или в обслуживании ее, возможно значительное снижение производительности и качества фабриката. Первым условием для получения фабриката хорошего качества и работы на крутильной машине с большими скоростями является исправное состояние машины, в особенности ее движущихся частей; веретена должны легко вращаться и быть с несработавшимися концами и хорошо выбалансированными; подпятники не должны иметь сработанных мест. Не малое значение имеет качество проволок рогулек в машинах типа карась и бегунков в машинах ватерного типа. Рогульки делают из лучшей рояльной проволоки, бегунки—из стали, в целях возможного предохранения их от перетирания шелковой ниткой. Плавное и равномерное вращение лежня имеет большое значение для правильной крутки, правильной намотки на лежень и дальнейшей перемотки шелка. Гнезда для концов оси лежня д. б. в полной исправности, на концы оси лежня не должен наматываться шелк, чтобы не затруднять его вращения. Необходимо следить и проверять правильность работы раскладника. Нить должна наматываться на лежень с определенным натяжением, при слабом натяжении нить при сматывании дает петли. Слишком туго намотанный лежень трудно сматывается на моточной машине. Натяжение нити проверяют рукой. Для увеличения натяжения нить закручивают лишний раз о крючок водка или пропускают ее через лишний крючок. Уменьшение натяжения м. б. достигнуто разгрузкой нити от излишних переходов через крючок или через глазок, а также уменьшением скорости намотки на лежень.

Р а б о т а с д о к р у т к о й. Большинство ф-к в настоящее время работает с докруткой, т. е. дают крутильным машинам работать определенное время после ухода работниц с работы. Такая работа без обслуживания не вызывает недостатков, т. к. при обрыве нити лежень продолжает вращаться, и возможно лишь нек-рое перетирание шелковой нити о валик благодаря тому, что лежень соприкасается все время одним и тем же слоем нити с поверхностью валика, но это крайне незначительно действует на структуру крученой нити. Время, в течение которого представляется целесообразным производить докрутку, определяется 1) качеством шелка: чем лучше шелк, тем меньше обрывность и тем продолжительнее м. б. докрутка; 2) состоянием машины; 3) организацией производственного процесса—имеются ли специальные бригады для помощи основным работницам при заправке машины на следующий день утром. Наличие такой бригады ускоряет ликвидацию обрывов, полученных во время докрутки и заправки машины, и потому при такой бригаде целесообразна более продолжительная докрутка. Наконец время докрутки зависит также от сорта вырабатываемого шелка, от скорости веретен, от условий $t°$ и влажности. Практика показывает, что при средних условиях наиболее целесообразной продолжительностью докрутки является докрутка в течение 5—6 ч.

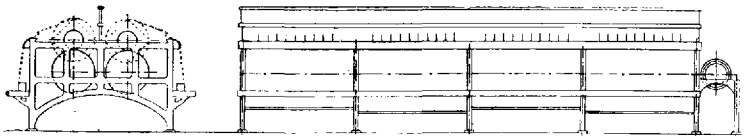
З а п а р к а ш е л к а п о с л е к р у т к и. Шелк запаривается как после первой крутки, так и после второй. Нек-рые ф-ки запаривают шелк и в мотках после размотки его на моточных машинах. Запарка шелка имеет целью увлажнением нити временно уменьшить ее упругие свойства и предупредить ее петляние. Она производится в особых камерах, сложенных из кирпича. Запарная камера снабжается краном, трубкой, проводящей пар, трубой, отводящей пар после запарки, и на дне краном для отвода конденсационной воды. Шелк подается в запарную камеру в решетчатых ящиках или корзинах; рекомендуется ящики внутри обтягивать холстом и сверху накрывать для предохранения шелка от капель воды, падающей сверху. На больших крутильных ф-ках шелк подается в камеру на вагонетках. Длительность запарки определяется толщиной слоя шелка на лежнях, степенью крутки, а также титром и качеством шелка. Толщина слоя намотки составляет 7—8 *мм*. Продолжительность запарки, принятая на союзных ф-ках при давлении пара 2,5 *atm*, следующая (в мин.):

	После 1-й крутки	После 2-й крутки
Основа	8	12
Гренадин	8	10
Креп 2-нитный	10	—
» 3 »	15	—
» 4 »	20	—

Следует внимательно следить за тем, чтобы запарка шла возможно правильнее и равномернее, для чего перед запаркой шелк д. б. подсортирован, слишком слабо намотанные или с неполной намоткой лежни следует откладывать и запаривать их отдельно. Как недопарка, так и перепарка портят шелк и затрудняют его дальнейшую обработку. При недопарке нить плохо сходит и дает сукрутины и петли, при перепарке шелк теряет блеск и цвет, делаясь тусклым, нить становится слабой, и обрывность нитей повышается. После запарки шелк поступает в сушилку, что необходимо в целях возможно равномерного подсушивания серицина и для избежания заклеенности шелка. Сушка производится при $t°$ 55°.

П е р е м о т к а ш е л к а в м о т к и и л и н а б о б и н ы. Полученный на лежнях крутильной машины шелк д. б. перемотан в форму, удобную для перевозки. Наиболее простой и удобной формой является моток; все виды крученого шелка, для к-рых моточная форма является возможной, перематываются в мотки; сильно крученые виды шелка, как креп, муслин, гренадин и другие, обладают такой силой раскручивания и образуют при раскручивании такие петли, что в мотки не м. б. перемотаны

и перематываются на бобины. Моточная машина (фиг. 21) состоит из станины, на которой укреплена внизу полка, на к-рую устанавливают лежни с шелком, прошедшие запарку. Главную часть машины составляют мотовила, на к-рые перематывается шелк. Мотовила размещены в верхней части машины и получают вращение от трансмиссии. Обычно мотовило имеет 4 лопасти. Число мотовил бывает различно. На каждой стороне машина имеет от двух до шести мотовил, на каждом мотовиле наматывается по 10 мотков. Переходя с катушки на мотовило, нить проходит направляющие стеклянные прутки и глазок раскладника; последний имеет возвратно-поступательное движение и раскладывает нить на мотовиле. Машина снабжена еще двумя механизмами: счетчиком



Фиг. 21.

длины нити, который может устанавливаться на определенную длину намотки, и автоматическим остановом, который останавливает машину в случае окончания намотки. Соотношение скоростей мотовила и раскладника таково, что нить наматывается на мотовило крестообразно, и моток получается с отверстиями в виде ромбов.

Применяемые для перемотки на бобины бобинажные машины встречаются весьма разнообразных конструкций и систем. Наибольшее распространение на союзных ф-ках имеют машины франц., швейцарских и американских з-дов как по системам намоток, так и по приспособлениям, регулирующим натяжение нити. Производительность америк. бобинажных машин значительно выше, чем европейских, но, с другой стороны, они имеют ряд недостатков: 1) занимают много места, 2) требуют большого расхода энергии, 3) неудобны в обслуживании, 4) имеют переменную окружную скорость бобин, 5) при пуске нить испытывает слишком большое натяжение. Работа бобинажной машины является очень ответственной благодаря большим скоростям, к-рые имеют бобины. Необходимо строго следить за тем, чтобы наиболее ответственные части машины находились в полной исправности, установка лежней, посадка бобин на веретена, вращение веретен и раскладника также были правильными. Для более легкого схода нити рекомендуется надевать на лежни гладко полированные деревянные крышки, к-рые предохраняют нить от прикосновения к негладкой поверхности лежня.

В л и я н и е к р у т к и н а с в о й с т в а н и т и. Крепость шелка при крутке одиночной грежевой нити по сравнению с таковой же нитью некрученой понижается. Объясняется это двумя причинами: грежевая нить, будучи нитью жесткой, заклеенной, при крутке испытывает определенные механич. деформации, на поверхности ее в серицинном слое получаются надломы, рассечины и другие повреждения, во-вторых, при крутке получаются напряжения в нити, к-рые уже частично используют динамометрич. возможности ее; жесткая же заклеенная природа шелка-сырца (грежи), его гладкая поверхность не позволяют отдельным грежевым нитям при крутке притти в более тесное соприкосновение и увеличить трение, что мы наблюдаем в мягкой пряже; и действительно в вареной шелковой нити мы наблюдаем уже совершенно иное явление: крепость нити при крутке ее до известного предела повышается. При крутке сдвоенной нити до известного предела, к-рый зависит от титра, числа концов и качества шелка, крепость крученой нити повышается в пределах 5—10%; ОСТ 987 на крученый шелк устанавливает следующие нормы крепости при крепости грежи 1-го сорта, равной 3,9 *г* на 1 денье:

Уток	в 2 конца 3,6 *г*	Гренадин	в 2 конца 3,3 *г*
Основа	» 2 » 3,5 »	Креп	» 2 » 2,4 »

При кручении отдельные нити, располагаясь по винтовым линиям, в длину укорачиваются, т. е. длина трощеной нити будет меньше длины составляющих ее нитей. Укрутка тем больше, чем толще нити, составляющие крученую нить, чем больше число их и чем сильнее крутка. Увеличение титра крученого шелка благодаря укрутке (по Розенцвейгу) составляет: для утка—0,75%, органзина—1,5%, гренадина—3,0%, крепа—10,0%. Проф. Коломбо дает для укрутки крепа 12%, гренадина—3%. Крутка оказывает влияние и на блеск шелка. Крученый шелк всегда имеет меньший блеск, чем грежа, из которой он кручен. Связность крученой нити значительно выше некрученой. Крученая нить отваривается и красится в мотке; она лучше сопротивляется расщеплению при проходе нити через ткацкие и трикотажно-вязальные приспособления—берда, ремиз, крючки, иглы и др. Перематывающаяся способность шелка претерпевает в процессе крутки также существенные изменения: благодаря утолщению нити и увеличению ее абсолютной крепости, а также повышению ее связности обрывность уменьшается, и крученый шелк может перематываться при большей скорости, чем некрученая грежа, но, с другой стороны, благодаря изменению его поверхности (в связи с круткой он теряет гладкость) и благодаря возникновению от закручивания нити внутренних упругих сил, которые, заставляя нить раскручиваться, образуют петли, перемоточная способность крученого шелка значительно понижается.

К числу недостатков крученого шелка относятся: 1) плохо скрученная нить (недокрутка или перекрутка), 2) сукрутина, 3) неправильное число концов в крученой нити, что бывает при тростке на машинах без автоматич. останова или в результате обрыва одного конца нити во время крутки, 4) неправильно связанные узлы и узлы с слишком длинными концами, 5) петли, которые получаются вследствие захлестывания нити оборвавшейся соседней нитью во время прохождения ее с веретена на лежень крутильной машины, 6) загрязненные места нити. Причиной первого недостатка являются неисправности тростильной или крутильной машины; плохая крутка получается в том случае, если веретено плохо выверено и бьет, если нити имеют неодинаковое натяжение, если работница слишком медленно связывает концы, а конец нити на веретене закрутится и получает лишнюю крутку. Сукрутина является в результате трощения нитей, имеющих неодинаковую крутку, или неодинаковый титр, или

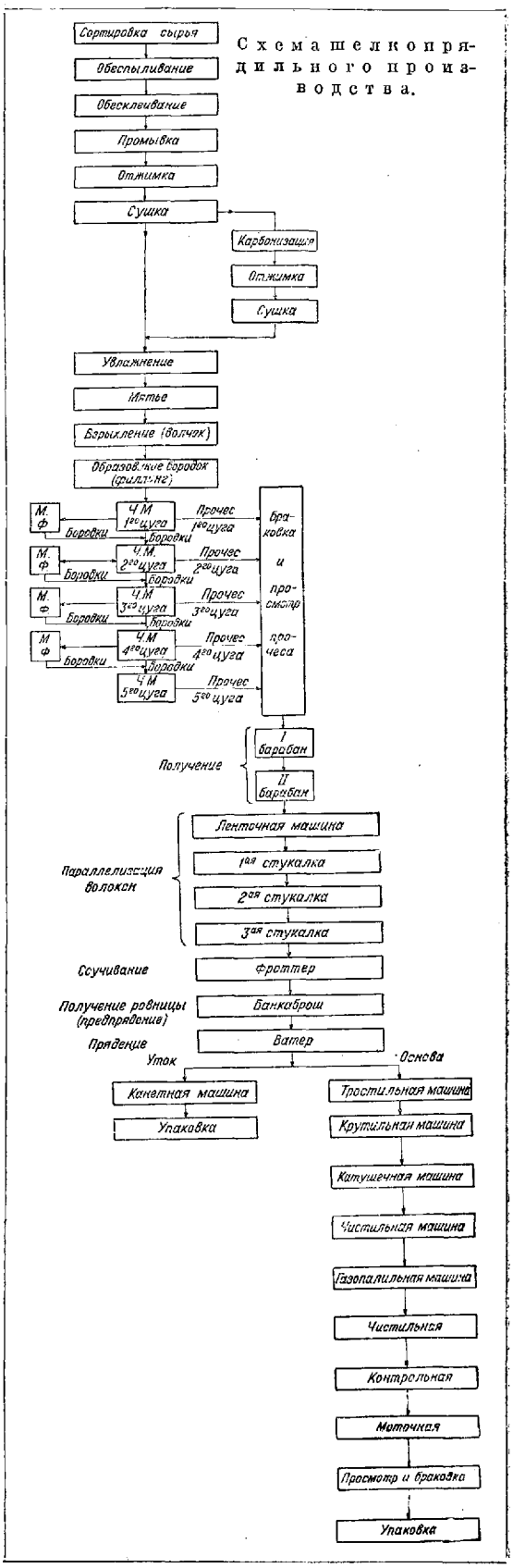
различное натяжение, или наконец неодинаковую влажность. Влажная нить очень легко удлиняется, а, высыхая, укорачивается и естественно в результате тростки с сухой нитью дает сукрутину; последняя может быть в результате неправильной или неравномерной запарки, как было уже указано. При браковке шелка на бобинах к браку относят: 1) бобины со слабой и неправильной по форме намоткой, 2) бобины недокрученные с недокрученным шелком, 3) загрязненные бобины, 4) бобины с шелком различного цвета (белый и желтый на одной бобине).

Перевязка мотков, чистка и упаковка шелка. Мотовила с шелком поступают к перевязальщице, на обязанности к-рой лежит и чистка шелка. Перевязальщица перебирает и просматривает шелк, обрезает длинные концы узлов, вырезает участки нити с недостатками и заменяет их хорошими. Мотки с большим числом недостатков перевязальщица откладывает, и они должны упаковываться отдельно. Перевязка мотков в настоящее время производится по сист. Гранта, которая состоит в том, что моток перевязывается в трех местах, причем нитка пропускается в просветы крестовой намотки. Согласно ОСТ 987 периметр мотка равен 1,125 *м*, вес 40—60 *г*. Мотки д. б. перевязаны в трех местах крученой хл.-бум. пряжей № 24/2 или пряжей бурдесуа, крученой в 2 нитки. Длина перевязки д. б. на 3 *см* длиннее ширины мотка. Мотки, скрученные в куфты, связывают в пакет по 15 куфт в каждом и упаковывают в кипы весом 50—60 *кг*. Кипы упаковывают в прочную двойную мешковину, выложенную внутри гладкой бумагой, перевязывают веревкой и запломбировывают. В мотках обычно выпускают следующие сорта пряжи: уток, основа, гренадин и ондюле; креп и муслин всегда выпускают на бобинах. Шелк на бобинах упаковывают в фанерные ящики весом 25—30 *кг*. Ящик внутри обкладывают плотной бумагой; отдельные ряды бобин с шелком в ящике также перекладывают бумагой. Ящики перевязывают веревкой и запломбировывают. К кипе или ящику прикрепляют ярлык, на к-ром пишут название ф-ки, № кипы, вид крутки, титр шелка, вес брутто и нетто, вес тары. К кипе или ящику прилагается паспорт кондиционного учреждения с характеристикой качества крученого шелка.

Лит.: Сим, Шелк-сырец и его кручение, пер. с англ., М.—Л., 1932; Коробанов А., Насекин П. и Смирнов К., Крутильное и ниточное производства, Ив.-Вознесенск, 1927; Анучин С. и Кукин Т., Шелковая пром-сть СССР, М., 1930; Seem W., Raw Silk Properties, Classification of Raw Silk a. Throwing, N. Y., 1929; Loir J., Traité de moulinage des soies, Lyon, 1932; Technologie d. Textilfasern, hrsg. v. R. Herzog, B. 4, T. 2; Technologie u. Wirtschaft d. Seide, B., 1929; «Советский шелк», М., 1930, *1, 2, 3, 4*; «Шелк», Москва, 1931—32. **В. Линде.**

ШЕЛКОПРЯДЕНИЕ. Сырьем для Ш. служат различные остатки шелководства и первичной обработки шелка (кономотание), которые получаются в огромном количестве и которые м. б. использованы лишь в процессе разъединения массы на отдельные волокна и их прядения. По данным Зауренгауза (M. Saurenhaus) на 1 *кг* размотанного шелка сырца получается 1,16 *кг* шелковых остатков; общее мировое количество их в год определяют в 105—130 млн. *кг*.

По происхождению все шелковые остатки можно разделить на 3 группы: 1) остатки шелководства, 2) остатки кономотания, 3) остатки шелкокручения и шелкоткачества. К первой группе относятся: 1) сдор-паутина (охлопья), к-рую шелковичный червь выпускает для того, чтобы дать основание кокону, и к-рая снимается с кокон-



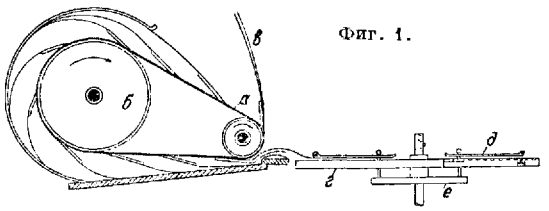
ника и с кокона как самая наружная оболочка его. Содержание шелка в охлопьях (сдоре) 30÷40%; 2) порченые коконы, получаемые при сортировке. К ним относятся: а) пятнистые коконы с внутренними пятнами, обычно имеющие и слабую оболочку, называемые Чхари на Кавказе, Карапачах в Средней Азии; б) коконы недовитые, слабые, но без пятен—белый Чхари, Акпачах; в) атласистые коконы с рыхлой, но атласистой, несколько блестящей оболочкой; г) коконы со слабыми концами или открытые с одного или обоих концов; д) уроды и двойники, к-рые не м. б. размотаны, а также пятнистые двойники; е) коконы с больной куколкой и ржавые с гнилой куколкой; ж) гренажные коконы с прорванной при выходе бабочки оболочкой. Эти виды остатков содержат 50÷75% шелка. Ко второй группе относятся: а) верхняя часть оболочки, снимаемая при запаривании коконов и называемая фризоном. Фризон содержит 65÷71% шелка и является самым ценным видом сырья в Ш.; б) донные коконы-бассинет—коконы, к-рые тонут в тазу, не домотавшись до конца. Этот вид остатка содержит 40% шелка и является также довольно ценным видом шелкопрядильного сырья; в) одонки—внутренние оболочки с куколкой коконов, домотанных до конца, называемые также телет, содержат очень небольшой % шелка—до 10%; вываренные одонки и донные коконы носят название фризонета; г) рвань, получаемая и снимаемая при размотке. Кроме перечисленных видов остатков заграничная практика различает еще: а) фризон от размотки двойников, б) одонки двойников. К третьей группе относятся: а) рвань крученая, получаемая при размотке, чистке и крутке шелка; заграничные биржи различают шелковую рвань по месту ее происхождения: рвань европейских кокономотален, рвань китайская, кантонская, бенгальская; в последнее время благодаря большому количеству крепа этот вид отбросов является менее ценным для Ш., так как содержит много сильно крученой нити; б) рвань ткацкая и ткацкие концы бывают сильно перемешаны с концами хлопчатобумажной пряжи; в) шелковый лоскут; последний не имеет в шелкопрядении большого значения, так как при аппретировании шелковых тканей, в особенности при утяжелении шелка, его свойства сильно ослабляются.

Заграничная шелкопрядильная пром-сть потребляет значительное количество дикого шелка, волокно к-рого отличается крепостью, большей толщиной, характерным внешним видом и цветом и для нек-рых товаров, например для тяжелых одежных тканей, является незаменимым. Для классификации шелковых отходов по качеству в СССР установлен ОСТ 4550, к-рый охватывает все перечисленные виды отходов. Основные виды отходов (коконный брак, фризон и фризонет) разделяются в зависимости от качества на три сорта.

Перед прядением шелковые остатки подвергают ряду процессов (см. схему шелкопрядильного производства).

Сортировка имеет целью: 1) подобрать кипы по качеству сырья, 2) отобрать те из них, к-рые не соответствуют качеству данной партии, 3) удалить из кипы гнилое волокно и крупные посторонние примеси, 4) растрясти комья и слежавшиеся места кипы. Все это обычно производится вручную. В сортировочном же отделении производятся резка фризона на два-три конца вручную с помощью особо укрепленного ножа и резка коконов двойников пополам на машине.

Обеспыливание. Попытка пропускать перед варкой куколкосодержащие и загрязненные виды сырья через обеспыливающие волчки, применяемые в других текстильных производствах, не дала положительных результатов; выколачивание фризонета и бассинета производится на коконотрепальной машине (фиг. 1). Рабочим органом машины является ремень *а* шириной 220 *мм*, получающий быстрое движение (3 *м/сек*) от большого шкива *б*. На ремне укреплены кожаные или резиновые полосы *в* длиной 600 *мм* и шириной 50 *мм* каждая, которые при поворотах ремня отталкиваются от него и с большой силой ударяют по поверхности стола *г*. Стол ⌀ 750 *мм* составлен из чугунных решетчатых секторов со щелями шириной 10 *мм*. На стол накладывают коконы слоем в 30—40 *мм* и закрепляют железными полосами *д*, идущими радиально. Стол укреплен на вертикальной оси *е* и медленно вращается, делая 0,6—1,8 об/м. Ременные полосы, ударяя по оболочке кокона, разрывают ее, разбивают куколку, выбивают из материала сор, пыль и остатки куколки и наконец делают волокно более мягким. Степень действия на волокно машины зависит от: 1) числа ударов (800—900 в 1 мин.) и 2) силы ударов, которую можно регулировать. Более жесткие и загрязненные виды сырья требуют более сильной обработки. Производительность машины



Фиг. 1.

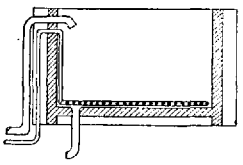
в зависимости от качества сырья составляет 5—12 *кг/ч*, расход энергии 1,0—1,2 Ю. Если в качестве обесклеивания применяется варка, то сырье упаковывается в небольшие мешки вместимостью 300—500 *г* и направляется в варочное отделение.

Обесклеивание имеет целью удалить из сырья клей, восковые и смолистые вещества и обезжирить волокно настолько, чтобы оно могло быть обрабатываемо на прядильных машинах; процент веществ, подлежащих вываркe, колеблется в различных видах шелковых остатков 20÷50, процент же клея, оставляемый в волокне, после варки обычно не превышает 3; это количество клея оказывает хорошее действие на волокно при дальнейшей обработке его, т. к. клей предохраняет его от слишком резкого и вредного механического действия различных органов машин; кроме того присутствие клея понижает способность шелкового волокна наэлектризовываться во время обработки на машинах. Обесклеивание производится: а) мацерацией, т. е. гниением, б) варкой, в) комбинированным способом, заключающимся в варке и мацерации.

а) Мацерация состоит в том, что материал закладывается в каменные ямы или деревянные чаны с двумя днищами, между к-рыми находится змеевик для подогрева воды в чану. Размер чана—2×2×2,5 *м*, емкость—2 000 *кг* сырья. Материал загружают слоями, причем каждый слой поливают теплой водой *t*° 30—40°. После загрузки чан наполняют горячей водой (70°). При слишком загрязненном и заклеенном сырье, а также при высокой жесткости воды, в воду, наливаемую в чан, прибавляют небольшое количество мыла и кальцинированной соды (2—5% от веса сырья). Процесс брожения начинается с гниения наименее стойких органич. веществ, каковыми являются куколка и клей (серицин). Мацерация—процесс очень ответственный, т. к. при передержке начинается разрушение фиброина, т. е. шелкового волокна, благодаря чему оно делается слабым и теряет блеск, при недодержке волокно получается жестким, без достаточного блеска и плохо идет в производстве. Окончание процесса мацерации узнается по тому, насколько клей размягчится и насколько отдельные волокна хорошо отделяются одно от другого, а также по мягкости, скользкости, крепости и блеску волокна. В зависимости от загрязненности и заклеенности волокна, а также от степени жесткости воды процесс ма-

церации длится 4—10 дней. В Японии для удобства выгрузки сырье загружают в чаны в корзинах. После мацерации волокно промывается (см. ниже). Процесс мацерации дает волокно мягкое, с хорошими блеском и выходом, но благодаря длительности его и антигигиеничности он применяется сравнительно редко.

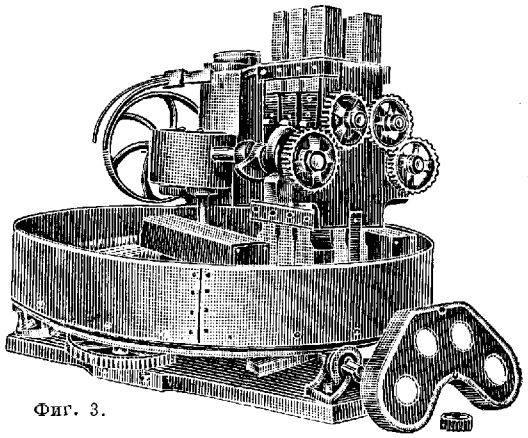
б) В а р к а. Несравненно чаще обесклеивание производится путем варки, причем слишком загрязненное сырье рекомендуется предварительно промыть, что производится руками в барках с теплой водой. Перед варкой производится замочка, часто в том же самом составе, в котором производится и варка. Для ускорения и усиления действия варки применяют мыло и кальцинированную соду. Для очень загрязненных и заклеенных партий допускают применение небольшого количества едкого натра, к-рый оказывает очень сильное действие на шелк и легко может вызвать разрушение фиброина, а следовательно и ослабление волокна. Количество различных веществ и режим варки зависят от характера сырья, степени его заклеенности и загрязненности, а также от назначения готового фабриката. Если пряжа идет в ткацкое производство, то, имея в виду последующую отварку и крашение ткани в куске, при варке оставляют больший % клея (до 6%); при сырье же, предназначаемом для производства кружевной пряжи, которая обычно остается в суровом виде, варка производится более сильная. Для проведения процесса варки шелковых остатков имеются котлы специальных типов, но является очень удобной и дает прекрасные результаты варка в деревянных барках (фиг. 2). Размеры ее: длина 1,9 *м*, высота 1,2 *м*, ширина 1,6 *м*, емкость 3,47 *м*³. Барка имеет два дна: нижнее сплошное, верхнее решетчатое. Между днищами помещается змеевик для подогрева воды.



Фиг. 2.

в) При применении к о м б и н и р о в а н н о г о способа обесклеивания сначала материал подвергается легкой варке с мылом и содой, затем следует мацерация и наконец вновь варка. Между варкой и мацерацией промывки не производят; наоборот, между мацерацией и варкой промывка необходима. Слишком сильная варка портит волокно—оно делается расщепленным, теряет крепость и структуру. В Японии в целях сохранения структуры волокна первую варку иногда заменяют продолжительной замочкой в слабой мыльной эмульсии при *t*° 75° в течение 6—10 час.

П р о м ы в к а имеет целью удалить клей, грязь, омыленные жиры, вещества и остатки состава, в к-ром производилась варка. Промывка должна следовать немедленно по окончании варки с тем, чтобы клей и грязь не успели проникнуть внутрь волокна. Плохо промытое волокно с остатками жиров, куколками, грязью затрудняет дальнейшую его обработку. Промывка м. б. произведена: 1) вручную в барках и 2) на машинах. Ручная промывка состоит в том, что материал прополаскивают в теплой воде в барках. Такая промывка расходует мало воды и совершенно не повреждает волокна, но требует много времени и рабочей силы, поэтому более широкое распространение получила промывка на машинах. Обычно материал промывается два раза—сначала в горячей воде, затем—в холодной. Для промывки в горячей воде применяется машина, состоящая из медного котла с двойным дном, верхнее дно решетчатое. Котел медленно вращается около вертикальной оси; в него загружают промываемый материал и наливают горячую



Фиг. 3.

воду, при сильной загрязненности прибавляется мыло. Рабочим органом машины являются тяжелые деревянные песты, работающие от эксцентриков; опускаясь на материал, песты отжимают из него воду и грязь, которые собираются на нижнем дне котла. В целях экономии отработанная вода перекачивается и используется вновь. Песты можно устанавливать в соответствии с толщиной слоя материала. Производительность машины в среднем составляет 60 *кг/ч*. Расход энергии 2 HP. Для промывки в холодной воде применяется машина, показанная на фиг. 3, которая представляет собою большой стол диам. 2,1 *м*, медленно вращающийся на вертикальной оси. На стол нагружается промываемый материал. Для предохранения материала от сползания со стола последний окружен высоким бортом. На одной стороне машины установлены шесть тяжелых деревянных пестов, которые поднимаются с помощью кулаков и затем, будучи с ними расцеплены, падают и своею тяжестью отжимают находящийся под ними материал. Число пестов 4—12. На стороне стола, противоположной пестам, иногда устанавливают сильный каток, к-рый отжимает воду из материала. В двух местах стола (до и после пестов) струя воды под давлением промывает материал. Сырье средней загрязненности пропускается два раза, т. е. стол делает два оборота. Сильно загрязненное сырье требует 4—5 оборотов. В зависимости от загрязненности сырья производительность машины колеблется от 25 до 40 *кг/ч*. Расход энергии 2 HP. При всех процессах варки и промывки огромное значение имеет состав воды. Мыло, употребляемое при варке, д. б. нейтральным. Обезжирение с помощью бензина не получило применения. Промытый материал отжимается и просушивается. Отжим воды из материала происходит или в центрифугах или на вальцах. Центрифуги более употребительны, т. к. отжим на вальцах, вытягивая волокно, хотя и дает ему хороший блеск, но разминание между вальцами остатков куколок и других примесей пачкает промытое волокно.

С у ш к а м. б. произведена: 1) на воздухе, 2) в сушильных камерах, 3) в механич. сушил-

ках. Воздушная сушка дает хорошие результаты, но она требует много времени и зависит от погоды. При сушке в камерах материал развешивают, расправляя его на оцинкованных крючках в камере, при $t°$ 50—60° (Япония). Во Франции применяют ящичные сушилки. Ящики с решетчатым дном, через к-рое проходит нагретый воздух, вручную нагружают и помещают в сушилку. Наиболее производительной является сушка в механич. сушилках. В качестве таковых наибольшее распространение имеют ленточные многоярусные сушилки; $t°$ сушки дается не выше 95°, т. к. при более высокой $t°$ шелк делается слишком жестким и ломким и теряет эластичность.

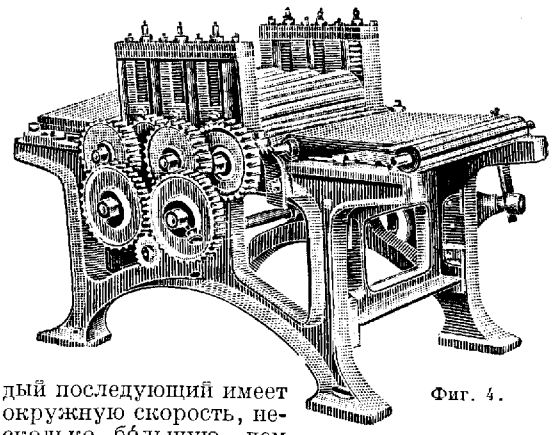
К а р б о н и з а ц и я имеет целью удалить остатки растительных волокон и применяется лишь в том случае, если материал загрязнен примесями растительного происхождения. Материал замачивают 2,2%-ным раствором серной к-ты и оставляют лежать в течение 30 мин., затем отжимают на центрифуге и сушат (см. *Карбонизация*). Неправильно или небрежно проведенная карбонизация может испортить целую партию и сделать волокно хрупким, слабым и красноватого цвета. В Японии практикуется карбонизация парами соляной к-ты.

У в л а ж н е н и е. Поступающий в обработку шелк должен иметь в целях уменьшения его способности наэлектризовываться определенную влажность, близкую к нормальной и возможно одинаковую во всей массе волокна. Увлажнение волокна производится: 1) в увлажнительных камерах или 2) обрызгиванием эмульсией. Увлажнение в камерах м. б. произведено помещением в камере бассейна с водой и поддержанием в ней постоянной влажности или распылением в ней пара. Для обрызгивания материала применяется эмульсия, состоящая из 94% воды, 4% нейтрального мыла и 2% ализаринового масла. После обрызгивания материал перемешивают и дают ему вылежаться в течение нескольких дней для возможно равномерного пропитывания эмульсией. Лежка материала необходима и при камерном увлажнении. Способ обрызгиванием дает менее равномерно увлажненный материал, но он дает возможность увлажнить материал не только водой, но пропитать его эмульсией, к-рая придает волокну мягкость, нежность и понижает, как и влажность, способность волокна наэлектризовываться.

М я т ь е имеет целью размягчить волокно, которое благодаря оставшемуся в нем серицину имеет некоторую жесткость. Рабочим органом мяльной машины (фиг. 4) являются три пары стальных вальцов (⌀ 100 *мм*, ширина 600 *мм*), снабженных зубчатообразными рифлями. Нижние вальцы с помощью особого механизма получают возвратно-вращательное движение, поворачиваясь на $^3/_4$ оборота вперед, а затем на $^1/_2$ оборота назад. Верхние вальцы прижаты к нижним с помощью пружин, самостоятельного движения не имеют и получают таковое от нижних вальцов. Производительность машины 20 *кг/ч*. Расход энергии 2 HP. Через мялку обычно пропускается только фризон.

Т р е п а н и е и р а з р ы х л е н и е имеют целью: 1) разрыхлить волокна, 2) удалить из них остатки пыли и сора, мелкие части кукол и другие примеси, 3) по возможности разъединить волокна и 4) начать вытягивание их в одном направлении и их параллелизацию. В виду специфических особенностей шелкового волокна этот процесс существенно отличается от трепания и разрыхления короткого волокна (напр. хлопка) сильными ударами по волокну зубьями трепального барабана или билами трепальной машины. Шелковое волокно длинное, недостаточно разъединенное на отдельные волокна, не обладает той упругостью, которую имеет короткое волокно; оно может быть разрыхлено и в процессе разрыхления очищено от посторонних примесей лишь путем расщипывания иглами.

Для разрыхления фризона применяют волчок, главным рабочим органом к-рого является барабан с игольчатой поверхностью, окружность которого равна ~2,68 *м*. Барабан вращается со скоростью 85 об/м., что дает окружную скорость 225,5 *м/мин*. Фризон, подлежащий обработке, отвешивают порциями по 600 *г*. Отвешенная порция фризона равномерно настилается на питающем полотне машины (медленно движущийся кожаный или брезентовый рукав), волокно захватывается парой питающих рифленых валиков и передается первому разрыхляющему аппарату, состоящему из пяти игольчатых цилиндров, из к-рых каждый последующий имеет окружную скорость, несколько бо́льшую, чем предыдущий. Эта система игольчатых цилиндров является предварительным органом. Проходя последовательно игольчатые цилиндры, материал не только разрыхляется, но благодаря тому, что окружная скорость игольчатых цилиндров постепенно увеличивается, получает некоторую вытяжку. Пройдя последний игольчатый цилиндр, материал захватывается иглами барабана, окружная скорость которого в 300—400 раз больше окружной скорости последнего игольчатого цилиндра, благодаря чему происходят очень сильное разрыхление, разреживание и вытяжка материала. Когда весь настил намотан на барабан, машина останавливается, рабочий разрезает крючком полотно по линии, где нет игол на поверхности барабана, и так, чтобы не попортить его гарнитуры. Холст заправляют между рифлеными выпускными валиками, снимают с барабана и складывают в ящик. Скорость питающих рифленых цилиндров 0,63 *м/мин*. Скорость барабана 225,5 *м/мин*. Т. о. общая вытяжка — $\frac{225{,}5}{0{,}63} = 357$. От плохой подготовки волокна на волчке в значительной мере зависит ход обработки материала и на последующих машинах. На волчок материал поступает не разрыхленным, часто со значительным содержанием примесей, поэтому его гарнитура сильно за-

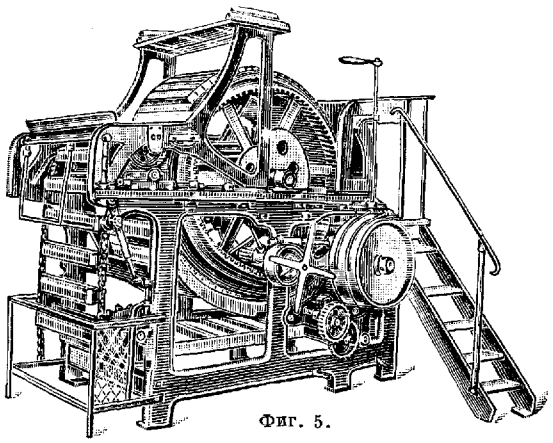


Фиг. 4.

грязняется и легко портится. Барабан и цилиндры д. б. хорошо центрированы и иметь правильное вращение. Производительность волчка зависит от: 1) качества материала, 2) состояния машин и в особенности игольчатых поверхностей, 3) квалификации рабочих и 4) режима работы, т. е. от скоростей и размера настила, и в среднем м. б. принята: для фризона 18 *кг/ч*, для кокона 15 *кг/ч* и для фризонета 12 *кг/ч*.

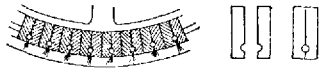
Приготовление бородок. Материал с волчка в виде холста поступает на филлинг-машину, задачей которой является подготовить материал для чесальной машины и разделить его на отдельные бородки. Материал взвешивают и затем равномерно раскладывают на питающее полотно филлинг-машины, которое подает материал питающим рифленым валикам; после них следует система игольчатых цилиндров, как и в волчке, одновременно разрыхляющих и вытягивающих материал, который затем захватывается длинными иглами барабана и наматывается на него. Гарнитура барабана существенным образом отличается от гарнитуры волчка. На поверхности барабана укреплены 12—14 стальных планок с иглами. Каждая планка имеет по два ряда игол. Наполнение гребней барабана д. б. возможно равномерным. Оно зависит от: 1) равномерности настила волокна на питающем столике, 2) правильного центрирования барабана и его вращения, 3) правильной установки планок на барабане и от исправного состояния игол. Когда весь настил намотается на барабан, то питающий столик выключается, привод переводят на холостой ход и барабан останавливают. Рабочий с помощью ножа и планки разрезает волокно около каждого из концов игол планки по всей ширине машины на 14 полос—длина каждой из них равна ширине машины, а ширина—$^1/_{14}$ окружности барабана. Вес полос д. б. по возможности одинаковым (в среднем $\frac{600}{14} \sim 43$ *г*). Рабочий, обслуживающий машину, берет палочку диам. 10 *мм* и длиною 720 *мм*, увлажняет ее в мыльной воде (для того чтобы волокно легче прилипало к ней), кладет ее параллельно оси барабана под края бородок так, чтобы они свешивались на палку и при вращении ее навивались на нее; когда примерно половина бородки намотана на палку, рабочий отнимает ее от барабана, и бородка снимается с игол гребня. Снятые таким путем бородки поступают на чесальную машину. Вытяжка на филлинг-машине равна $\frac{v}{v_1} = 495$, где v—окружная скорость барабана, равная 187 *м/мин* (при ⌀ барабана 0,86 *м* и числе об/мин. 69), v_1—скорость питающей решетки, равная 0,378 *м/мин* (при ⌀ вала 0,102 *м* и числе об/мин. 1,185).

Чесание. Для прочеса бородок, получаемых на филлинг-машинах, применяются два типа чесальных машин: 1) круглая (циркулярная) и 2) плоская, или дрессинг. Круглая как машина непрерывного действия, органы к-рой имеют вращательное движение, более производительна и потому имеет большее распространение. На поверхности барабана ⌀ 1 500—1 800 *мм* (фиг. 5) укрепляют бородки, полученные с филлинг-машины. Барабан обычно разделен на шесть секций (фиг. 6), имеющих определенное число тисков для закладывания в них бородок. Для машины первого прочеса число тисков в секции составляет для первого прочеса 13 (12 бородок), для четвертого прочеса 23 (22 бородки). Бородки, поступающие с филлинг-машины, закладывают в тиски вместе с палочкой, на которой намотана бородка; зажим бородки при прочесе ее второго конца производится без палочки, и потому конструкция тисков д. б. иной. Поэтому в каждой секции половина мест устроена для зажима конца бородки с палкой и половина мест для зажима без палки. В то время, когда бородки подходят



Фиг. 5.

под действие чесальных приспособлений, они д. б. сильно зажаты в тиски, чтобы при прочесе волокна не вырывались из тисков; наоборот, при закладывании бородок тиски д. б. ослаблены, для чего каждая секция барабана снабжена особым приспособлением, к-рое автоматически зажимает тиски, когда бородки подходят к прочесу, и освобождает их, когда бородки подходят к обслуживающему машину рабочему. Барабан вращается очень медленно, делая 4—9 об/час, и обслуживается рабочим на ходу; т. о. закладывание и вынимание бородок происходят во время вращения барабана. Рабочими органами машины, производящими прочес бородок,



Фиг. 6.

являются или бесконечное полотно с гребнями, которое огибает барабан на определенном расстоянии, и чесальный вальян или два чесальных вальяна—передний и задний.

Машина имеет полотно с гребнями. Бородки, заложенные рабочим в тиски секции барабана, при вращении его подходят прежде всего под действие кожаного треугольника, который проглаживает волокна бородки, затем бородки прочесываются гребнями полотна, к-рые, входя в бородку, вычесывают из нее короткие волокна, а также посторонние примеси. Длинные волокна остаются в бородке. Пройдя гребни, бородки подходят под действие игол чесального вальяна, к-рые прочесывают конец бородки в обратном направлении. После этого прочесывается конец, зажатый в тисках. Когда секция вновь подходит к рабочему и тиски свободны, он осторожно вынимает бородки за концы палочек и закладывает в тиски прочесанный конец бородки. Бородки, двигаясь вместе с поверхностью барабана, подходят под действие особого приспособления, которое автоматически снимает с бородок палки, и свободные концы бородок прочесываются сейчас так же, как первые концы, к-рые теперь зажаты.

После прочеса второго конца бородка полностью прочесана и снимается с машины с помощью флажка, представляющего собою палку длиною 810 *мм*, на к-рой укреплен кусок бязи размером 680 × 680 *мм*. Рабочий накрывает флажком бородку и начинает накручивать на палку бязь вместе с волокном, выходящим из отпущенных тисков.

После прочеса материал получается в трех видах: 1) прочесанные бородки, к-рые убирают во флажки, 2) бородки, остающиеся на гребнях полотна, 3) очес на вальяне. Прочесанные бородки поступают на просмотр. Бородки на гребнях снимаются специальной работницей и накручиваются на палки так же, как бородки с филлинг-машины. Эти бородки поступают вновь на чесальную машину и прочесываются вторично. Вальянный очес снимается чесальщиком после каждого оборота барабана машины и поступает вновь на филлинг-машину для получения бородок, которые вместе с бородками, снятыми с гребней первой чесальной машины, поступают на вторую чесальную машину. Филлинг-машина, которая производит бородки из очесов, меньше описанной выше филлинг-машины, и система игольчатых цилиндров у нее меньше, чем у первой, почему она и называется малым филлингом, в то время как первая называется большим филлингом. Настил на малом филлинге должен соответствовать весу бородок (28 *г*). В таком случае настил делают $14 \times 28 \cong 400$ *г*.

Волокно шелковых остатков является настолько неравномерным по длине, что для того, чтобы его правильно рассортировать по длине и наиболее рентабельно использовать, приходится пропускать через 4, 5, 6 и даже 7 чесальных машин, причем каждый раз бородки с гребней и вальянный очес поступают на следующую чесальную машину, кроме очесов с последней чесальной машины, которые вследствие малой длины волокна не м. б. обработаны в системе прядения шелка и поступают в буретное прядение (см. ниже) или вигоневое производство. Длина волокна 1-го цуга 150—200 *мм*, 2-го—100—200 *мм*, 3-го—60—80 *мм*, 4-го—40—50 *мм*. Чем лучше и длиннее волокно, тем на большее число цугов его следует чесать. Низшие сорта волокна разделяются на 3 и 4 цуга, высшие—на 6—7 цугов. Качество прочеса зависит от: 1) правильно произведенной варки материала и хорошей подготовки волокна на волчках и филлинг-машинах, 2) хорошего центрирования барабана и вальянов и их плавного вращения, 3) правильной установки гребней и чесального вальяна относительно барабана, 4) чистоты и исправности игольчатых поверхностей, 5) правильного съема бородок и своевременного очеса вальяна. В табл. 1 приведены производственные данные чесальных машин з-да Гринвуд и Батлей.

Табл. 1.—Характеристика чесальных машин завода Гринвуд и Батлей.

Машины	Число секций	Число тисков	Число гребней	№№ игол гребней	№№ игол вальяна	n* в секции	n* на маш.
1-го цуга	13	78	18	19×2 1/4″	22×2 1/8″	12	72
2-го »	17	102	18	20×2 1/4″	22×2 1/8″	16	96
3-го »	19	114	24	21×2 1/8″	22×2 1/8″	18	108
4-го »	23	138	24	22×2 1/8″	22×2 1/8″	22	132

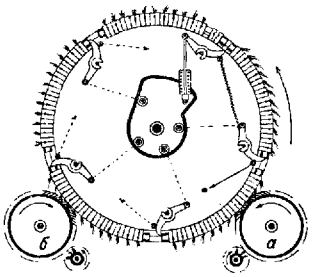
* Число закладываемых бородок.

Степень прочеса зависит от числа гребней и игол барабана, которые приходятся на одну бородку, и эти числа м. б. изменяемы в очень широких пределах: скорость гребней от 5 до 35 *м/мин*, и число оборотов вальяна от 19 до 115 в мин. Выход прочеса и производительность чесальных машин приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Выход прочеса и производительность чесальных машин.

Вид сырья	Выход в % Цуги 1	2	3	4	Производ. в *кг/ч* Цуги 1	2	3	4	5
Фризон	25	13	7	4	2,0	1,1	0,8	0,55	0,41
Фризонет	—	12	6	2,2	0,8	0,41	0,3	0,15	—
Подмет	—	—	—	—	0,55	0,13	0,34	0,22	—
Кокон брак	17	9	4,5	2,5	1,1	0,81	0,7	0,5	0,32
Бассинет	—	—	—	—	1,0	0,31	0,22	0,17	—
Грежевая рвань	—	—	—	—	1,6	0,9	0,6	0,28	—

На фиг. 7 представлен другой тип чесальной машины, в которой вместо гребенки и вальяна имеется два вальяна. Передний вальян *а*, прочесывающий бородку первым, вращается в направлении, обратном вращению барабана, задний—*б* вращается в направлении вращения барабана. Задний вальян получает бородку уже прочесанную, хотя и в противоположном направлении, потому имеет большее число оборотов и более тонкую гарнитуру. На переднем вальяне получается больше очеса, и очес с него снимается с помощью съемного валика, который для съема приближается к вальяну; очистка же заднего вальяна производится вручную гребнем. Передний вальян чистят через один-два флажка, задний через один-два оборота барабана. Разводки между главными органами чесальных машин с двумя вальянами (по японским данным) приведены ниже:

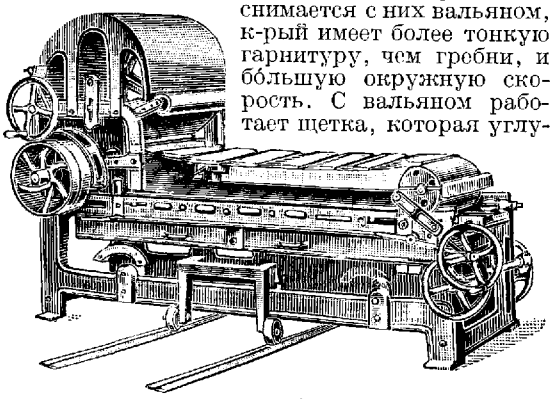


Фиг. 7.

Цуги	1	2	3	4	5	6	7
Между барабаном и передним вальяном	1/8″	1/8″	3/32″	3/32″	1/16″ ÷ 3/32″		
Между барабаном и задним вальяном	3/32″	3/32″	1/16″	1/16″	1/16″	1/16″	1/16″

Плоская чесальная машина, или дрессинг-машина (фиг. 8), в качестве главного рабочего органа—чесального аппарата—имеет гребни, к-рые укреплены на бесконечных ремнях, огибающих два валика диаметром 250 *мм*, из которых один получает движение от привода и дает движение ремням с укрепленными на них гребнями. Материал, разделенный на филлинг-машине на бородки, закладывается в тиски стола, помещенного на тележке, на к-рой подкатывается под действие чесального аппарата. Полный прочес бородки проводится в четыре приема. Концы бородок, подведенные под действие гребней, сначала прочесываются в одном направлении, затем стол выкатывается из-под машины, поворачивается на тележке на 180° и вновь вкатывается под машину. Естественно, что гребни, имея движение в том же направлении, прочешут концы бородок в направлении,

обратном первому прочесу. После прочеса первого конца бородки следует прочес второго. Тиски опускаются, бородки заправляются прочесанным концом, и другой конец подвергается прочесу также в обоих направлениях, после чего бородка полностью прочесана и м. б. снята на флажок или на палку и отправлена для просмотра. Кроме прочесанных бородок волокно в виде очеса остается на гребнях и снимается с них вальяном, к-рый имеет более тонкую гарнитуру, чем гребни, и бо́льшую окружную скорость. С вальяном работает щетка, которая углубляет волокна в игольчатую поверхность его. Очес снимается с вальяна в виде холста, который поступает вновь на филлинг-машину для образования бородок, и затем в виде бородок—на вторую чесальную машину. Число гребней бывает 24—26, расстояние между гребнями 100—125 *мм*. Средняя скорость движения гребней 1,2 *м/сек*. Длина гребня 750 *мм*, ширина 87 *мм* (3½″). Число игол на гребне 22. Иногда для удаления из бородок мелкого пуха, который плохо снимается гребнем, через каждые 3—4 гребня ставят планки с высокой, тонкой кардной поверхностью. В отношении производительности дрессинг-машина много уступает циркулярной чесальной, преимуществом ее является хорошее качество прочеса, к-рое получается в результате удобного расположения (горизонтального) бородок во время прочеса и небольших скоростей, с которыми работает машина.



Фиг. 8.

Просмотр прочеса. Флажки с завернутым в них прочесом поступают на просмотр, причем освобожденный от флажка прочес кладут на матовый стеклянный стол, сильно освещенный снизу электрич. лампочками. Браковщица отбирает оставшиеся на волокне посторонние примеси, грязные и непрочесанные места. Одновременно иногда происходит и рассортировка холстика по сортам. Кроме того браковщица должна следить за качеством прочеса.

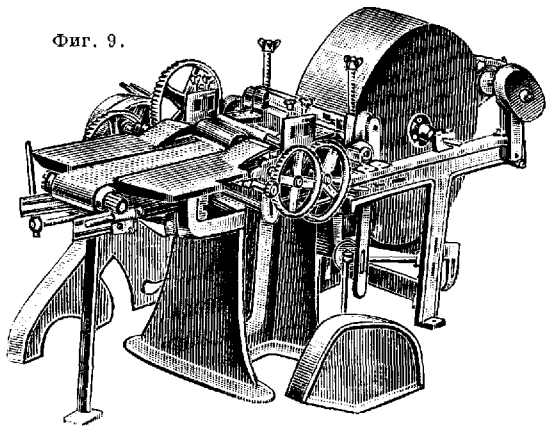
Получение ленты. Материал выходит из браковки в виде разрозненных холстиков, которые д. б. соединены в одну непрерывную ленту определенной длины. Эту работу производит раскладочная машина, называемая барабаном (фиг. 9), к-рая состоит из кожаного полотна длиной 1 200 *мм* и шириной 160 *мм*, на к-ром чешуеобразно, но равномерно раскладываются холстики и которое подает их следующему органу машины. По обеим сторонам подающего полотна укреплены широкие доски, на которых работница заготовляет новый настил. Вес пастила составляет для большого барабана с длиною окружности 3 *м*—100 *г*, для малого барабана (длина окружности 2 *м*)—70 *г*. Большой барабан применяется для длинного волокна (1-й и 2-й цуги), малый барабан—для короткого (3-й и последующие цуги). Волокно подающим полотном подводится под гладкий питающий валик и затем под действие вытяжного аппарата с падающими гребнями с двойным игольчатым полем. Игольчатое поле поддерживает волокна во время прохождения ими вытяжного аппарата, дает волокну направление, а также оказывает движению волокон определенное сопротивление, необходимое для их выпрямления. Пройдя игольчатое поле, материал захватывается выпускными цилиндрами, окружная скорость к-рых больше скорости движения гребней. Выпускные цилиндры передают волокно барабану, на который оно наматывается. Барабан получает движение от ремня, огибающего примерно половину окружности барабана. Вытяжка материала на барабане равна

$$\frac{v_1}{v} = \frac{30{,}8}{1{,}84} \cong 16{,}2,$$

где v—скорость питающих валиков, равная 1,84 *м/мин*, а v_1—скорость барабана, равная 30,8 *м/мин*. Производительность барабана 2,7 ÷ 3,4 *кг/ч* в зависимости от вида сырья и числа цугов процесов.

Пенье—волокно, снятое с барабана в виде плоской ленты, поступает в приготовительный отдел прядильной фабрики, к-рый имеет целью, как и в прядении других волокон, приготовить материал в виде ровницы, у которой волокно достаточно параллелизовано и к-рая имеет крутку в пределах, обеспечивающих нити достаточную крепость для дальнейшей обработки ее на прядильной машине. Т. о. приготовительный отдел включает вытяжные машины и машины, приготовляющие ровницу. Первая вытяжная машина носит название ленточной. Она состоит из: 1) подающего кожаного полотна длиной 1 000 *мм* и шириной

Фиг. 9.



200 *мм*, на к-ром раскладывается в одну ленту пенье, полученное с барабана, 2) пары задних вытяжных цилиндров, 3) системы гребней, 4) передних вытяжных цилиндров, 5) воронки для выправления ленты, 6) пары плющильных валиков, 7) мундштука для направления ленты в таз. Нижний цилиндр задней вытяжной пары рифленый, верхний цилиндр—с гладкой поверхностью диам. 68 *мм*. В качестве гребенного аппарата наиболее часто применяется аппарат с падающими гребнями и с двойным игольчатым полем. Аппараты с одним игольчатым полем не применяются потому, что они мало производительны, хотя и более просты. Игольчатые