ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ЧЕТВЕРТЫЙ

ВОДОРОДНЫЕ ИОНЫ
ГАЗОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»
МОСКВА ✧ 1928

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

ТОМ IV Т. Э. ВЫШЕЛ 1 ОКТЯБРЯ 1[illegible] Г.

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

16-я типография «Мосполиграф», Москва, Трехпрудный пер., д. 9.
Главлит А 16 934. Тираж 21 000 экз.

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

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

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ

Авиация, воздухоплавание.
Юрьев Б. Н., проф.
Автомобильное дело, авиационные и автомобильные двигатели.
Брилинг Н. Р., проф.
Архитектура, строительное дело, городское благоустройство, жилищное строительство, коммунальное хозяйство.
Долгов А. Н., проф.
Щусев А. В., акад. архит.
Запорожец И. К., архит.
Красин Г. Б., инж.
Астрономия.
Михайлов А. А., проф.
Бумажное производство.
Жеребов Л. П., проф.
Военная и морская техника, судостроение.
Боклевский К. П., проф.
Михайлов В. С., инж.
Фишман Я. М.
Геодезия (высшая и низшая).
Орлов П. М., проф.
Кочеулов П. Ф., проф.
Гидротехника, гидравлика.
Эссен А. М., инж.
Двигатели внутреннего сгорания.
Гиттис В. Ю., проф.
Мартенс Л. К., инж.
Детали машин и подъемные механизмы.
Холмогоров И. М., проф.
Добывающая промышленность и горное дело.
Губкин И. М., проф.
Пальчинский П. И., проф.
а) Геология и минералогия.
Федоровский Н. М., проф.
б) Драгоценные камни.
Ферсман А. Е., акад.
в) Каменный уголь.
Терпигорев А. М., проф.
г) Нефть.
Губкин И. М., проф.
д) Руда металлическая.
Таубе Е. А., проф.
е) Силикатная промышленность.
Швецов Б. С., проф.
ж) Торф.
Радченко И. И.
Дороги и дорожное строительство.
Крынин Д. П., проф.
Железнодорожное дело.
Шухов В. В., проф.
Энгельгард Ю. В., проф.
Кожевенное дело.
Поварнин Г. Г., проф.
Красящие вещества, крашение и ситцепечатание.
Порай-Кошиц А. Е., проф.
Лесоводство.
Кобранов Н. П., проф.
Математика.
Каган В. Ф., проф.
Материаловедение.
Флоренский П. А., проф.
Металлургия черных и цветных металлов.
Павлов М. А., проф.
Евангулов М. Г., проф.
Механика прикладная и теория механизмов.
Малышев А. П., проф.
Радциг А. А., проф.
Механика строительная и графостатика.
Прокофьев И. П., проф.
Механика теоретическая.
Яшнов А. И., проф.
Мосты.
Передерий Г. П., проф.
Мукомольное дело, мельницы и элеваторы.
Пакуто М. М., проф.
Козьмин П. А., проф.
Организация производства, стандартизация.
Керженцев П. М.
Шпильрейн И. Н., проф.
Бурдянский И. М., инж.
Ноа Ф. Г., инж.
Высочанский Н. Г., инж.
Паровые котлы и машины.
Металлические изделия.
Саттель Э. А., инж.
Полиграф. промышленность.
Вольфсон М. Б., проф.
Михайлов С. М.
Промышленная гигиена и техника безопасности.
Каплун С. И., проф.
Хлопин Г. В., проф.
Радиотехника.
Баженов В. И., проф.
Резиновое производство.
Лурье М. А., инж.
Сельское хозяйство, с.-х. машины и орудия.
Вильямс В. Р., проф.
Сопротивление материалов.
Бобарыков И. И., проф.
Текстильное дело и технология волокнистых веществ.
Линде В. В., проф.
Теплотехника, термодинамика, энергетика.
Кирпичев М. В., проф.
Рамзин Л. К., проф.
Техника освещения.
Лапиров-Скобло М. Я., инж.
Технология и производство взрывчатых веществ.
Ипатьев В. Н., акад.
Технология дерева.
Дешевой М. А., проф.
Квятковский М. Ф., проф.
Технология и обработка металлов.
Чарновский Н. Ф., проф.
Технология строительных материалов.
Эвальд В. В., проф.
Лахтин Н. К., проф.
Технология углеводов, винокурение, пивоварение.
Тищенко И. А., проф.
Физика.
Иоффе А. Ф., акад.
Лебединский В. К., проф.
Химическ. промышленность.
Шеин С. Д., инж.
Химия (органическая, неорганическая, физическая химия и химическая технология).
Бах А. Н., проф.
Холодильное дело.
Рязанцев А. В., проф.
Экономика.
Вольфсон М. Б., проф.
Гинзбург А. М.
Электротехника.
Осадчий П. С., проф.
Юрьев М. Ю., проф.
Шпильрейн Я. Н., проф.
Шенфер К. И., проф.
Кулебакин В. С., проф.

СОРЕДАКТОРЫ И НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ РЕДАКЦИИ

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

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

Пом. Зав. Изд. Частью: **Бекнев С. А.,** инж.; Зав. Художественно-Техническим Отделом: **Варшавский Л. Р.;** Зав. Комплектованием: **Сеник А. М.;** Тех. Ред.: **Волконский С. Н., Гришинский А. С., Гришинский В. С., Говсеев Ю. А., Никаноров В. М.;** Тех. Ред. при типографии: **Малкин А. Д.;** Зав. Корректорской: **Татаринов Б. Н.**

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

II. Математич. обозначения.

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

III. Международные символы.

а) Единицы.

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

б) Величины.

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

IV. Основные сокращения.

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

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

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

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

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

В четвертом томе Т. Э. помещены: 711 иллюстраций в тексте и 11 вкладок к статьям: «Военные суда» — 2, «Волокна прядильные» — 3, «Волочение»—1, «Волховская гидроэлектрическая станция»—1, «Вольфрамовая сталь»—1, «Вышивальное производство»—2, из них одна в красках, «Вязально-трикотажное производство»—1 в красках.

В

ВОДОРОДНЫЕ ИОНЫ образуются при растворении кислых электролитов в воде или в других растворителях, обладающих диссоциирующей способностью. Все электролиты в растворенном состоянии в большей или меньшей степени диссоциируют на свои ионы в зависимости от *диэлектрической постоянной* (см.) растворителя, от $t°$, от степени разведения и от других факторов (см. *Диссоциация электролитическая*). В к-тах одним из этих ионов будет положительно заряженный В. и. Такие же водородные ионы, правда в весьма незначительном количестве, сравнительно с их содержанием в растворах кислот, содержатся в чистой воде, ибо и вода частично испытывает электролитическую диссоциацию на свои ионы: $H^{\cdot}$ и OH', подчиняясь при этом закону действующих масс, который можно в данном случае выразить уравнением

$$\frac{[H^{\cdot}] \times [OH']}{[H_2O]} = K, \qquad (1)$$

где выражения, заключенные в [ ], выражают концентрацию соответствующих ионов растворенного соединения для данной $t°$, а K—константа диссоциации. В виду громадного избытка молекул воды-растворителя, недиссоциированных на ионы, знаменателем $[H_2O]$, как исчезающе малым по сравнению с числом молекул воды-растворителя, можно пренебречь, и выражение (1) примет вид

$$[H^{\cdot}] \times [OH'] = K, \qquad (2)$$

т. е. произведение концентраций обоих ионов воды—$H^{\cdot}$ и OH'—постоянно для определенной $t°$. По Зеренсену, для температуры в 18° $K = 10^{-14,14}$.

В виду равенства концентрации ионов $H^{\cdot}$ и OH' в чистой нейтральной воде, $[H^{\cdot}] = [OH'] = K\sqrt{10^{-14,14}}$, т. е. концентрация водородных ионов одинакова с концентрацией гидроксильн. ионов и каждая из них равна $10^{-7,07}$ (при 18°). Имея в виду, что $[H^{\cdot}] \times [OH'] = 10^{-14,14}$, можно сделать заключение, что когда $[H^{\cdot}] > 10^{-7,07}$, а $[OH'] < 10^{-7,07}$, тогда реакция жидкости будет кислой; когда $[H^{\cdot}] > 10^{-7,07}$, а $[OH'] < 10^{-7,07}$, реакция будет щелочной и, наконец, когда $[H^{\cdot}] = [OH'] = 10^{-7,07}$, реакция будет нейтральной. Согласно предложению Зеренсена, концентрации водородных и гидроксильных ионов выражаются для удобства вычислений не приведенными выше выражениями (напр. $10^{-7,07}$), а их логарифмами, к-рые к тому же берутся для удобства с обратным знаком (минус просто отбрасывается). Так, напр., чтобы выразить, что концентрация водородных ионов $[H^{\cdot}]$ чистой воды при 18° равна $10^{-7,07}$, пишут $P_H = 7$, где символ P_H, или термин «водородный показатель», должен выражать взятый с обратн. знаком логарифм числа, являющегося истинным выразителем концентрации В.и. в чистой воде при $t° = 18°$, т. е. числа $10^{-7,07}$. Т. о., если $[H^{\cdot}] = 10^{-7,07}$, то при кислой реакции $P_H < 7,07$, при нейтральной $P_H = 7,07$, при щелочной $P_H > 7,07$.

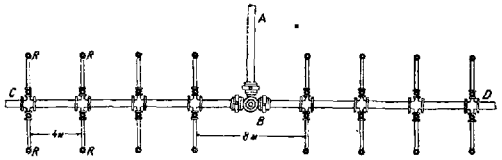
Лит.: Успенский Е. Е. и Скадовский С. Н., Новые пути в сел. хоз., М., 1923; Рубинштейн Д. Л., Введение в физ.-хим. биологию, М.—Л., 1925; Михаелис Л., Практикум по физич. химии, пер. с нем., Л., 1925; Clark W. M., Determination of Hydrogen, N. Y., 1922; Michaelis L., Die Wasserstoffionen-Konzentration, B., 1923; Lehmann G., Die Wasserstoffionen-Messung, Lpz., 1928 (готовится к печати русский перевод); Mislowitzer, Die Bestimmung d. Wasserstoffionen-Konzentration, B., 1927. **Б. Беркенгейм.**

ВОДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ, площадь поверхности речного бассейна, с к-рой стекают к определенному сечению реки атмосферные осадки. Когда расход воды нельзя определить непосредственными измерениями (см. *Гидрометрия*), В. п. определяется по карте планиметром, для чего необходимо очертить ее по водоразделам всего бассейна. Знать величину В. п. необходимо для определения отверстий мостов, труб, размеров водоотводных каналов, объема водохранилищ и т. п. В виде самого первого и грубого приближения считают, что треть всех выпадающих на В. п. осадков стекает в реку, треть просачивается в почву и треть испаряется. Однако в действительности явления круговорота воды (см. *Гидрология*) значительно сложнее и зависят в частности и от размеров самой В. п. Чем больше В. п., тем больше потери на испарение и просачивание, так как тем длиннее тот путь, который проходит стекающая по поверхности В. п. вода. Вместе с тем, при больших В. п., в реку стекают одновременно осадки не со всей площади, а сперва только с ближайшей ее части, что вызывает замедление стока, т. е. уменьшение количества воды, стекающей в единицу времени с единицы В. п. При малых В. п. величина стока рассчитывается обычно по ливням,

а при больших — по весеннему половодью под влиянием таяния снегов. Из многочисленных формул, предложенных для определения стока воды, в России пользовались обычно ф-лой Кестлина для В. п. до 50 вс.², по которой $Q=1{,}875FL$, где Q—расход воды в $\frac{\text{сж.}^3}{\text{ск.}}$, F — В. п. в вс.² и L — коэффициент, зависящий от длины В. п. При длине В. п. в 3,5 вс., $L=\frac{1}{2}$, а при длине от 14 до 17,5 вс. $L=\frac{1}{18}$. В Германии общеупотребительны ф-лы Лаутенберга, Управления саксонских жел. дорог и Баварского гидротехнического бюро. Наиболее общей является формула Ишновского. См. *Гидрология*.

Лит.: Труфанов А. А., Речная гидрология, М., 1923; Долгов Н. Е., О нормах Кестлина и несоответствии этих норм результатам наблюдений над ливнями на Екат. ж. д., Екатеринослав, 1907—15; Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, T. III—Der Wasserbau, B. 1—Die Gewässerkunde, Lpz., 1911. **А. Эссен.**

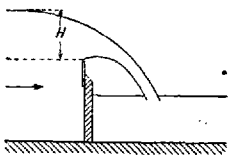
ВОДОСБОРНЫЕ КОЛОДЦЫ, группа колодцев, предназначенных для получения грунтовых вод для водоснабжения или для сбора избыточных вод при осушении местности. Для сбора воды из равномерно движущегося грунтового потока со свободным уровнем, соприкасающимся с воздухом, и с однородным слоем устраивают В. к. с проницаемыми стенками, так что они играют роль сквозного сборного канала, проведенного поперек направления течения потока, или же, при расположении по кругу, заменяют один колодец большого диаметра. В. к. устраивают каменные (Нюрнберг, Берлин,



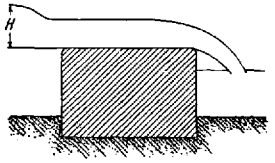
Дармштадт, Ливерпуль), чугунные (Самара), железные, сравнительно небольшого диаметра. На фигуре изображено примененное впервые фирмою Andrews & C° в Нью Йорке соединение трубчатых колодцев Бруклинского водопровода, откуда и самые колодцы получили название Бруклинских (см. фигуру; размеры в *м*). Здесь всасывающая труба *A* насосной станции идет из тройника *B*, с которым соединены трубы *BC* и *BD*, питаемые парными колодцами *RR*. Каждый отдельный колодец *R*, равно как и целая труба *BC* или *BD*, м. б. выключен из сети при посредстве задвижек. Трубопроводы *BC* и *BD* имеют диаметр 300 *мм* и расположены на поверхности; прилегающие к ним трубы от колодцев *R* имеют диам. 60—75 *мм*. Подобное расположение применено и в водопроводе Франкфурта н/М., но там трубопровод заменен проходным водопроводным каналом. Подобное же устройство применено и в московском мытищинском водоснабжении. Осушение посредством откачки грунтовых вод из колодцев применяется тогда, когда ни при помощи горизонтальных дрен (см. *Дренаж*), ни при помощи поглощающих колодцев не м. б. достигнуто требуемое понижение уровня грунтовых вод. Способ состоит в том, что в водоносный слой, горизонт к-рого требуется понизить, опускается ряд колодцев, расположенных на определенных расстояниях друг от друга; притекающие в эти В. к. грунтовые воды откачиваются насосами на поверхность, где неглубокими канавами отводятся к определенному открытому водоприемнику. Откачкой можно достигать значительного понижения уровня воды в колодцах и тем самым создавать большой градиент напора и, следовательно, значительное общее понижение грунтовых вод.

Лит.: Костяков А., Основы мелиорации, стр. 717, М., 1927; Люгер О., Водоснабжение городов, стр. 331—375, СПБ, 1904. **Б. Шлегель.**

ВОДОСЛИВ. Если вода переливается через преграждающую поток стенку или вырез в этой стенке или же через вырез в береге около стенки, то В. называют как получаемое при этом гидравлическое явление (см. *Гидравлика*), так и само устройство. По типу стенки, через которую переливается вода, В. различают: а) с тонкой стенкой или порогом (фиг. 1, где H—высота напора), б) с широким порогом (фиг. 2), в) промежуточные

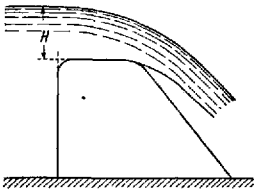


Фиг. 1.

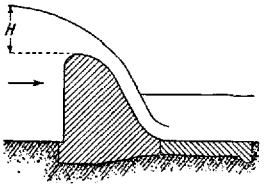


Фиг. 2.

между вышеуказанными, различных форм (фиг. 3 и 4). Первые употребляются главным образом для измерения расходов воды в потоках небольшого размера, при лабораторных опытах. Вторые включают в себя устройства для пропуска воды под насыпями, для обхода плотин и т. д.; сюда же относятся флютбеты разборчатых плотин, бейшлоты и пр. Промежуточные формы находят применение в глухих водоподъемных плотинах. По форме В., представляющие вырезы в стенке, могут быть прямоугольными,

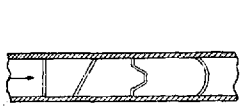


Фиг. 3.

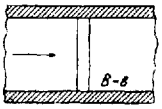


Фиг. 4.

трапецоидальными, треугольными, параболическими и т. п. В практике употребляются лишь В. с вертикальной стенкой; прямоугольные В. употребляются в сооружениях; остальные формы вырезов находят применение почти исключительно при лабораторных исследованиях. Стенка, или порог,



Фиг. 5.

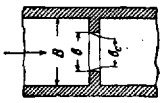


Фиг. 6.

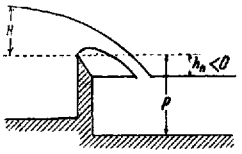
В. в плане (фиг. 5) может иметь начертание прямой линии (наиболее употребительная форма), расположенной перпендикулярно

или под углом к оси потока, и ломаной или кривой линии (реже применяемая форма).

По отношению к подводящему потоку В. бывают: а) без бокового сжатия (фиг. 6),

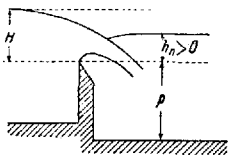


Фиг. 7.



Фиг. 8.

когда подводящий канал имеет одинаковую ширину с В., и б) с боковым сжатием, когда В. имеет меньшую ширину, чем подводящий канал (фиг. 7). По типу сопряжения переливающейся струи с нижним бьефом, т. е. с частью потока ниже В., различаются В. незатопленные (фиг. 8) и затопленные (фиг. 9). В первых из них нижний бьеф непосредственно ниже стенки имеет уровень, не превышающий порога, во втором он расположен выше порога. Расход воды через незатопленный В. определяется для прямоугольного водослива из уравнения расхода воды через отверстие в вертикальной стенке сосуда:



Фиг. 9.

$$dQ = \mu b \sqrt{2gh}\, dh,$$

где Q — расход через отверстие, b—ширина отверстия, h—переменный напор, g—ускорение силы тяжести, μ—коэффициент расхода. Интегрирование при напоре H, т. е. разности высоты горизонта выше В. и высоты стенки, дает

$$Q = \frac{2}{3}\mu b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}},$$

в случае, если скорость подхода можно не принимать во внимание, т. е. в случае, напр., водослива из водохранилищ, регулирующих бассейнов и т. д. Если же скорость подхода воды к В. имеет величину v_0, то принимается вместо H величина

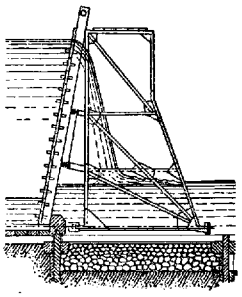
$$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g}.$$

В коэфф. μ включено и исправление данных, полученных для В. в тонкой стенке, без сжатия струи и при малых напорах, для применения к В., имеющим гребень нек-рой толщины, при боковом сжатии и значительных напорах. Этот коэфф. можно принимать: 1) при хорошо очерченном гребне с закруглениями ребер и боковых направляющих стенок $\mu = 0{,}83$; $^2/_3\,\mu = 0{,}55$; 2) при вертикальной грани и плоском гребне с острыми ребрами $\mu \cong 0{,}67$; $^2/_3\,\mu \cong 0{,}45$; 3) для В. небольшой ширины без боковых направляющих стенок $\mu \cong 0{,}60$; $^2/_3\,\mu \cong 0{,}40$. Для затопленного В., при возвышении уровня ниже В. над его гребнем h',

$$Q \cong b\sqrt{2gH_0}\left[\frac{2}{3}\mu H + \mu_1 h'\right],$$

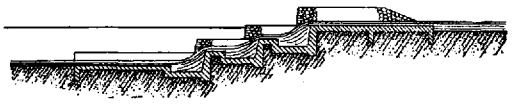
при чем коэфф. μ берется по предыдущему, а коэфф. μ_1 для случаев, приведенных выше, имеет величину: 1) при $\mu = 0{,}83$, $\mu_1 = 0{,}67$; 2) при $\mu = 0{,}67$, $\mu_1 = 0{,}62$. Такой случай имеет место, напр., для флютбетов разборчатых плотин, при чем если прохождение воды затрудняется подшипниками и другими устройствами, тогда лучше брать во втором случае $\mu = \mu_1 = 0{,}60$—$0{,}65$. В случае В. через водоспускные или судоходные отверстия можно брать $\mu = \mu_1 = 0{,}75$—$0{,}85$.

В. для измерения расходов воды на небольших ручьях, каналах и т. д.—см. *Гидрометрия*. В гидротехнических сооружениях В. находят очень широкое применение. Водосливными устройствами являются водосливные части глухих плотин и разборчатые плотины со щитами, сегментные, плотины Шаноана и Дефонтена, водоспуски, ступенчатые В., или перепады, трубы под насыпями, работающие неполным сечением, и т. д. Водосливные части глухих плотин служат для выпуска из резервуара за плотиной излишней воды. В плотинах каменных, бетонных, частью и деревянных, перелив воды происходит через гребень самой плотины на некоторой ширине ее, называемой водосливом, или водосливной частью плотины. В плотинах земляных, а также в каменных или бетонных очень малой толщины, где перелив воды через гребень не допускается, устраивают особые В. или в самом теле плотины, по типу В. в глухой плотине, или в стороне от плотины. Боковые В. устраивают ступенчатые, иногда без ступеней, в виде канала или галлереи с выпуском воды ниже плотины. Разборчатые плотины (Поаре) со щитами (Яницкого или Буле) имеют целью регулирование горизонтов воды выше плотины выпуском части воды через верх щитов (фиг. 10); вынимая щиты, можно или увеличивать ширину В. или понижать гребень его, увеличивая таким образом расход воды через плотину.



Фиг. 10.

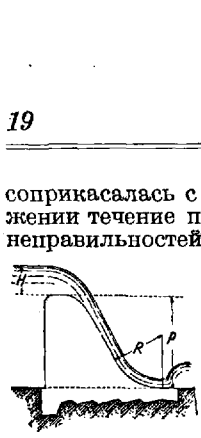
Падающая с гребня В. вода принимает форму свободно падающей струи. При водосливе малой высоты наружную стенку обыкновенно делают вертикальной; при большей высоте падения струи, во избежание размывов у подошвы водосливной части, необходимо или делить высоту падения на ступени или придать водосливной части



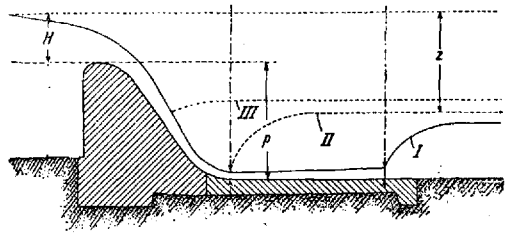
Фиг. 11.

профиль, соответствующий очертанию падающей струи в верхней части В.; нижнюю часть обычно делают по закруглению, чтобы придать струе при сходе с водослива горизонтальное направление. В первом случае получаем обычный В., во втором случае—ступенчатый (фиг. 11), а в третьем—водосливную плотину (фиг. 12). При построении профиля водосливной части стремятся к тому, чтобы струя жидкости постоянно

соприкасалась с телом В.; при таком положении течение по ней будет равномерн., без неправильностей и вихрей. Сопряжение с нижним бьефом струи зависит от скорости течения, глубины в нижнем бьефе и величины разности уровней верхнего и нижнего бьефов (перепад) z по сравнению с высотой стенки p (фиг. 13). При условии $\frac{z}{p} \cong$ $\cong$0,75 получается так наз. прыжок воды (фиг. 13, II), при меньшем значении $\frac{z}{p}$ имеет место затопленный прыжок (III на фиг. 13), а при большем — отогнанный прыжок (I на фиг. 13). Для того чтобы «прыжок» был

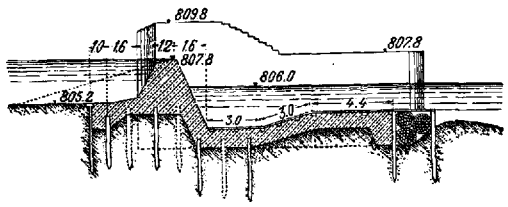


Фиг. 12.



Фиг. 13.

затопленным, необходимо увеличить глубину ниже В., т. е. устроить так наз. водобойный колодец (фиг. 14, размеры в *м*). На ступенчатых водосливах,



Фиг. 14.

с целью уменьшить действие падающей воды на дно у подошвы В., также устраивают водобойные колодцы или гидравлические подушки.

Лит.: Анисимов Н., Плотины, М., 1923—24; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, B. 2, 1923; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, T. III, B. 2, Abt. 2, Leipzig, 1913; Hentze R., Der Wasserbau, Leipzig, 1920; Fresow F., Der Wasserbau, Berlin, 1925—26; Knauer H., Der Wasserbau, Strelitz, 1923. **К. Акулов.**

ВОДОСЛОЙ, мокрослой, водосос, водопой, — порок древесины, выражающийся в темноватых пятнах различной формы, замечаемых на торцах свежесрубленных деревьев, при чем древесина в местах этих пятен кажется как бы пропитанной водой. Вверх по стволу этот порок распространяется от основания ствола до высоты 2—3 *м*. При высыхании дерева пятна исчезают. Бревна, заготовленные из деревьев с В., считаются браком. Наиболее распространен В. у ели, растущей на мокрых местах.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, совокупность сооружений для снабжения водой городов и населенных пунктов, промышленности и железнодорожного транспорта.

I. В. городов и населенных пунктов.

Основными принадлежностями такого В. являются водоподъемные станции, очистительные сооружения и распределительная сеть труб с домовыми ответвлениями. Размеры водопроводных сооружений определяются потреблением воды для хозяйственных, санитарных и промышленных целей. При расчете нового водопровода или расширении уже существующего учитывается возможный прирост населения на ближайшие 15—25 лет, который для городов СССР можно принять в 2,5% в год, развитие промышленности и увеличение нормы потребления воды на жителя в зависимости от роста культурных потребностей и санитарного благоустройства. Для расчета отдельных частей водопроводных сооружений имеет значение распределение населения по городу, густота его в разных частях города. Кроме прироста населения, д. б. собраны сведения о характере застройки, о горимости, о промышленных предприятиях и т. п. Нормы потребления воды на 1 жителя колеблются в очень широких пределах: для крупных американских городов—до 1 000 *л* в сутки, для европ. городов—до 200 *л* и более, для городов СССР—до 150 *л* (Ленинград—143 *л*, Москва—85 *л*). Нормы потребления воды на одни хозяйственные нужды м. б. приняты для городов СССР:

При канализов. владениях . .	60—80 *л* на 1 чел.
» неканализов. » . .	30—35 » » » »
» общих водоразборах . .	12—25 » » » »

Для промышленных предприятий установлены особые нормы. При расчете водопровода д. б. учтена степень неравномерности потребления воды: максимальный суточный расход в 1,15—1,5 раза выше среднего суточного годового расхода, максимальный часовой—в 1,3—1,4 раза больше среднего часового. Кроме нормального расхода воды в городе, водопроводные сооружения должны быть пересчитаны на пожарный расход, для которого принимаются нормы согласно следующей таблице:

Нормы пожарного расхода воды.

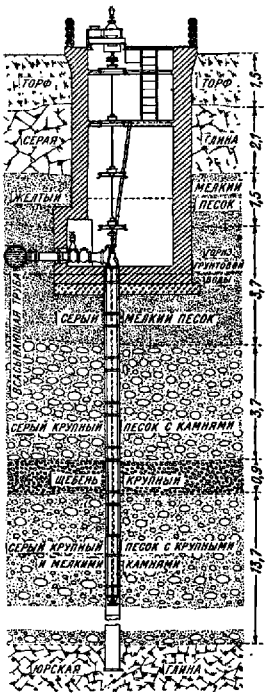
Население города в тыс. чел.	Расход воды в *л/мин*
350—500	1 000—2 500
200—350	1 000—2 000
75—200	500—1 500
25— 75	500—1 000
10— 25	300— 500

На действительное потребление воды в городе значительное влияние имеет тариф на воду и наличие точного учета потребляемой воды. Далее следует принимать во внимание бесполезную трату и утечку воды, что в хорошо устроенных водопроводах не превышает 8—10% всего расхода. Размеры водопроводных сооружений, помимо расхода воды, зависят также и от установленного напора воды в сети труб. Это давление определяется рельефами местности и высотой зданий. Свободный напор д. б. на 3—5 *м* выше зданий. При водопроводах низкого давления свободный напор принимается не менее

10 *м* на поверхности земли; при водопроводах высокого давления свободный напор для тушения двухэтажных зданий устанавливается не менее 25 *м*, а для четырехэтажных зданий—40 *м*.

В водопроводном деле первостепенное значение имеет выбор источника В., могущего дать вполне удовлетворительную воду в достаточном количестве. При выборе источника В. должны быть произведены топографические, гидротехнич. и метеорологич. исследования, а для подземных источников и геологическое (гидрологическое); д. б. изучен режим водоема в разные времена года, д. б. сделано химич., биологич. и бактериологич. обследование источника, санитарное обследование района; в результате последнего устанавливаются границы охранной зоны источника. Свойства хорошей питьевой воды в основном сводятся к следующему: вода д. б. прозрачна, бесцветна, без постороннего запаха и вкуса; не должна содержать механич. примесей, вредных для потребления в домашнем хозяйстве, в промышленности и для водопроводных сооружений; число безвредных бактерий д. б. не более 100 на 1 $см^3$; вода не должна содержать кишечной палочки (Bact. coli) и должна иметь в своем составе только незначительное количество органических веществ, а также хлора, серной кислоты, аммиака и других веществ, характеризующих загрязнение воды.

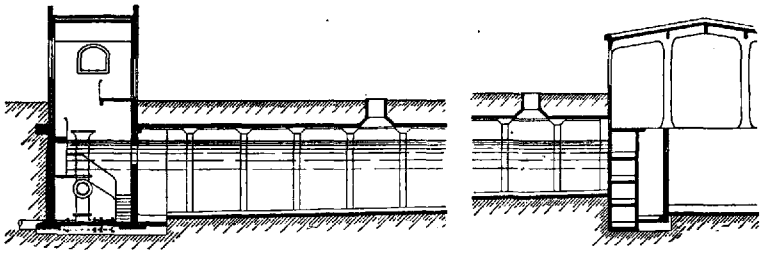
Источники В. разделяются на две группы: открытые (реки, озера, искусственные водоемы) и подземные (грунтовые воды, ключи, артезианские воды). Реки являются мощными и надежными источниками В. Определение возможного расхода воды для целей водоснабжения устанавливается по меженнему расходу реки и по расходу воды для других целей: судоходства и промышленности. (При меженнем расходе Москвы-реки в 750 000 $м^3$ в сутки и при потребности для судоходства в 500 000 $м^3$, для москворецкого водопровода может быть взято до 250 000 $м^3$ воды в сутки.) Речная вода, хотя и подвергается очистке и дезинфекции, должна быть предохранена от загрязнения в самой реке. Озеро, являясь естественным отстойником, дает более чистую воду, чем река, и в некоторых случаях эта вода употребляется без фильтрации. В местностях, не имеющих естественных озер, устраивают искусственные *водохранилища* (см.) путем перегораживания долины плотиной. Для вычисления потребного объема водохранилища определяют площадь бассейна, питающего его, и количество осадков, могущих притекать в водовместилище в разные периоды года. Место для водохранилища выбирают наиболее благоприятное по топографическим условиям, позволяющим получить больший объем при наименьшей площади затопления, а следовательно, и бóльшую глубину. Грунт водохранилища должен быть водонепроницаем, а само водохранилище предохранено от загрязнения. Иногда водохранилища устраивают на реках, к-рые являются источниками В., для увеличения их расхода в меженнее время. Такие водохранилища задерживают полую воду весной. Ограждающие водохранилища плотины устраивают земляные, каменные, бетонные и железобетонные. Плотина должна быть основана на материке, не допускающем фильтрации воды. На плотине устраивают водослив для спуска излишков воды, водоспуск для регулярного выпуска воды из водохранилища и для опоражнивания его. Подземные воды (грунтовые), выходящие на поверхность земли, называются ключами. Вода ключей, имея все положительные свойства грунтовых вод, не нуждается в очистке, но при выходе на поверхность должна быть предохранена от загрязнения. Ключевая вода собирается сейчас же по выходе из земли захватными сооружениями (каптаж), из к-рых и поступает в водопровод. Грунт. воды, насыщающие водоносные грунты (горные породы, гравий, песок) большой водоемкости (в 1 $м^3$ гравия содержится около 370 *л* воды, в 1 $м^3$ песка—360—420 *л* воды), улавливаются обычно колодцами из железных труб, из которых поступают в водопровод. Количество грунтовых вод зависит от мощности водоносн. горизонта. На фиг. 1 (размеры даны в *м*) представлена шахтная установка мытищинского водопровода Москвы из водоносных песков бассейна реки Яузы толщей в 7 *м* и площадью в 75 $м^2$; шахта дает около 25 000 $м^3$ воды в сутки. При откачке воды из колодцев уровень грунтовых вод понижается (поверхностная депрессия). Грунтовые воды не требуют особой фильтрации и дезинфекции, но иногда содержат значительное количество солей железа и марганца (Берлин), от которых они должны быть освобождены. Артезианские воды протекают в водоносных слоях из трещиноватых пород (известняки, мел), перекрытых сверху водонепроницаемым пластом и т. о. изолированных от поверхностных вод. Артезианские воды находятся под давлением, и уровень воды в артезианском колодце соответствует давлению воды в артезианском потоке. Артезианские воды встречаются в нескольких горизонтах, разделенных друг от друга водонепроницаемыми грунтами (глина). В Московской губернии используются воды трех каменноугольных горизонтов, из к-рых третий находится на глубине до 250 *м*. Наиболее экономичными источниками В. являются подземные воды, не требующие фильтрации, и ими питаются водопроводы мелких и средних городов. Для крупных городов подземные воды



Фиг. 1.

являются недостаточными по количеству, почему и приходится прибегать к открытым водоемам (рекам, озерам).

Вода открытых источников в сыром виде не удовлетворяет тем качествам, к-рые предъявляются к питьевой воде, и поэтому ее подвергают очистке и обезвреживанию (дезинфекции). Очистку воды производят отстаиванием и фильтрацией. Отстаивание воды в естественных или искусственных очистных резервуарах способствует оседанию взвешенных в воде веществ и части бактерий. В естественных отстойниках (Ладожское озеро проектируемого ленинградского водопровода, резервуары лондонского водопровода) вода отстаивается в течение месяцев, в искусственных отстойниках она находится значительно меньшее время — от 10 до 24 часов. Искусственные отстойники строятся обычно в форме разделенных продольными стенками железобетонных резервуаров, внутри которых движется вода со скоростью от 2 до 4 *мм/сек*. На фиг. 2 показан отстойник речной воды. Обычно достаточно механическ. отстоя воды для ее дальнейшей очистки, но при особо мутной воде,

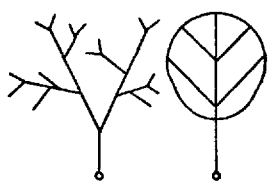


Фиг. 2.

что бывает во время паводков, ее подвергают еще химической обработке, делающей отстой более интенсивным и состоящей в прибавлении к воде коагулянтов; последние образуют с находящимися в воде взвешенными веществами нерастворимый хлопьевидный осадок, увлекающий как взвешенные вещества, так и часть бактерий. Обычно для коагулирования употребляют сернокислый глинозем $Al_2(SO_4)_3$. Коагулирование начинается при прозрачности воды менее 100 *см* (нормальной считается прозрачность в 230 *см*, т. е. такая, при которой через налитую в стеклянную трубку воду слоем в 230 *см* можно различить находящийся на дне черный крестик). Доза коагулянта определяется в 80—120 *г* на 1 $м^3$ воды. Для лучшего контакта коагулянта с водой в последнее время применяют особые смесительные камеры, в которых происходит перемешивание коагулянта и воды. Фильтрование и дезинфекция воды—см. *Вода*, V.

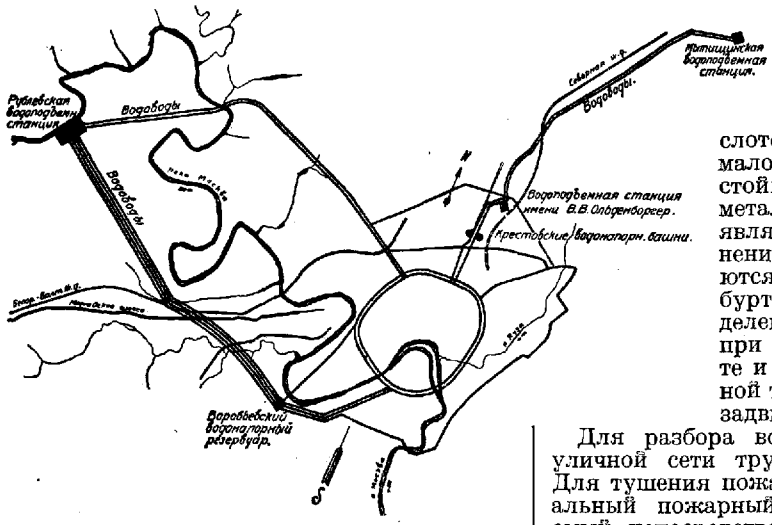
Очищенная вода поступает в город по водоводам. Расположение водопроводных сооружений зависит от местоположения источника по отношению к городу, от планировки города и рельефа местностей. При положении источника выше города устраивают самотечный водопровод (Вена). Вода в этом случае подводится каменными, кирпичными или бетонными каналами. При переходе через долины рек каналы укладываются на специальном мосту (акведук) или проходят по напорной трубе (дюкер). Переход канала через возвышенности выполняется или тоннелем или сифоном. Поверхность воды в каналах имеет уклон от 0,001 до 0,0001. При расположении источника ниже города вода из него поднимается насосами; в случае очистки воды подъем разделяется на 2 ступени: из источника на фильтры и из резервуара чистой воды в город. Вода подается по напорным трубам, чугунным, железным, железобетонным или деревянным, в зависимости от давления и диаметра труб. На водоводах помещают задвижки для выделения части водовода в случае повреждения, вантузы для выпуска воздуха, скопляющегося в высоких местах перегиба, спуски для опоражнивания водовода, предохранительные клапаны, обратные клапаны и воздушные колпаки для предохранения от гидравлических ударов. *При пересечении водоводов с ж.-д. линиями*, в целях предохранения пути от размыва в случае повреждения водоводов, последние заключают в тоннели или прокладывают под мостами. При переходах через реку водовод укладывают по дну реки сифоном или по мосту. При напорном водопроводе вода обычно подается в напорный резервуар (Москва), реже прямо в сеть (Ленинград). При недостаточной высоте источника над городом применяется подкачка воды; вода подводится самотеком до определенного уровня, с которого она подается дальше насосами (Баку). При резкой разнице в рельефе разных частей города водопровод разделяется на зоны с однообразным рельефом; подача воды в этом случае производится в каждую зону самостоятельно, чем уменьшается напор в трубах и расходы по эксплоатации (Париж). В крупных городах с развитой промышленностью устраивают два независимых водопровода: один для питьевых целей, другой для промышленных и санитарно-гигиенических (Париж).

Распределение воды в городе производится при помощи сети главных (магистральных) труб и разводящих уличных и домовых веток. Схема магистральной сети труб зависит от планировки города и расположения напорного резервуара. Основными типами магистралей являются магистраль с ответвлениями (фиг. 3) и магистраль кольцевая (фиг. 4). Кольцевая магистраль наиболее обеспечивает непрерывность водоснабжения, так как в случае повреждения в каком-либо месте вода может подойти к нему с другого конца кольца. При выборе направления магистралей учитывают кратчайший путь их к отдаленным от резервуара частям города, наименьшее давление



Фиг. 3. Фиг. 4.

воды в них и расположение их в наиболее возвышенных частях города для обеспечения должным напором разводящих труб. Пример расположения магистральных труб по кольцевой системе дает схема расположения магистралей московского водопровода (фиг. 5). Разводящие трубы берут свое начало в разных точках магистрали



Фиг. 5.

и расходятся ветвями с уменьшающимися диаметрами по улицам города. От разводящих труб подводятся к домам домовые ответвления.

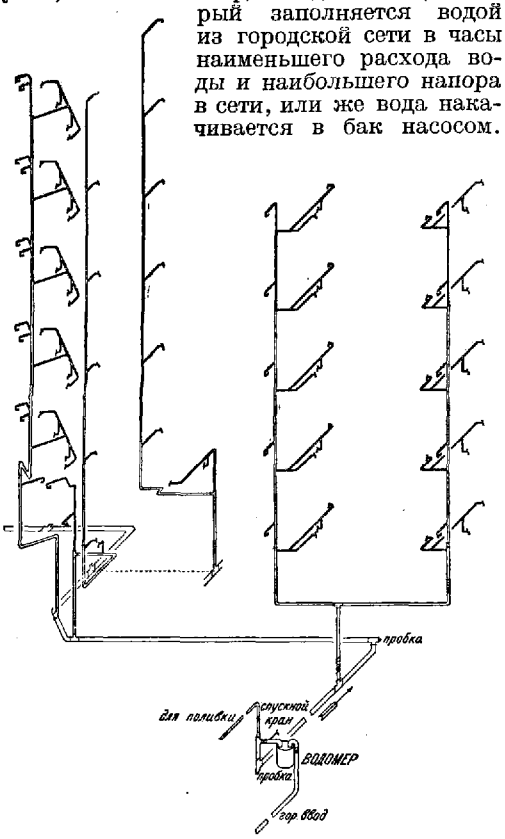
Водопроводная сеть состоит чаще всего из чугунных труб. Русскими з-дами чугунные трубы изготовляются по нормальному сортименту, выработанному V Водопроводным съездом (1901 г.). За последнее время выработан нормальный метрический сортимент труб. Наиболее употребительными являются раструбные чугунные трубы. Чугунные трубы отливаются диаметром от 1 200 до 40 *мм*. Наиболее употребительны трубы диам. от 900 до 50 *мм*. Кроме чугунных, употребляют железные трубы большого и малого диам., способные выдерживать высокие внутренние давления, при чем при больших диам. труб необходимо проверять толщину их стенок на внешнее давление земли и веса воды в трубах и самой трубы. Железные трубы диам. выше 500 *мм* делаются клепаными или сварными; соединения железных труб между собою делаются раструбными, фланцевыми с подвижными и жесткими фланцами и муфтами с нарезкой. Железные трубы малого диаметра (газовые) употребляются главным образом для внутренней домовой разводки, при чем во избежание ржавления они оцинковываются внутри и снаружи. Соединение газовых труб преимущественно муфтовое на резьбе. Для укладки в земле газовые трубы мало пригодны, так как они быстро ржавеют и дают течь. Для магистралей и разводящих труб употребляют иногда *деревянные трубы* (см.) разных диаметров. Трубы большого диаметра (до 1,5 *м* и выше) собирают на месте, сплошной непрерывной трубой, из изготовленных на з-де брусков, стягиваемых хомутами из круглого железа. Деревянные трубы укладывают в земле или на поверхности ее. Стоимость их на 30—40% дешевле железных и чугунных. В последнее время для водоснабжения получили применение асбесто-цементные (этернитовые) трубы, изготовляемые из смеси асбеста ($^1/_6$ ч.) и цемента ($^5/_6$ ч.). Асбесто-цементные трубы изготовляются на давление от 2,5 до 20 *atm* и отличаются долговечностью, не подвергаются действию электролиза, кислотоупорны, непроницаемы, мало теплопроводны, огнестойки и значительно легче металлич. Слабым местом их является ненадежность соединений, т. к. трубы изготовляются совершенно гладкие, без буртов и раструбов. Для выделения отдельн. участков сети при повреждении или ремонте и для переключений с одной трубы на др. употребляют задвижки, помещ. в колодцах.

Для разбора воды непосредственно из уличной сети труб служат водоразборы. Для тушения пожаров употребляют специальный пожарный гидрант, устанавливаемый непосредственно на уличной трубе. Домовые водопроводные ответвления присоединяются к уличной сети труб или помощью вставленного в сеть тройника или посредством особой седелки. Седелка состоит из чугунного сегмента, притягиваемого к трубе хомутами. При употреблении седелки присоединение домовой трубы к трубе сети делается без опорожнения трубы, просверливанием ее под напором через привернутый к седелке кран. Присоединение домовой линии производится обычно в колодце. Каждое домовое ответвление имеет запорный кран, отделяющий его от городской сети. Домовая водопроводная ветка вводится в дом и оканчивается водомером, за к-рым начинается уже внутренняя домовая разводка; она должна быть отделена от водомера вентилем. Для домовых веток употребляют чугунные 50-*мм* и 40-*мм* трубы, реже—железные оцинкованные. Для обычных домовых водопроводов диаметры труб определяются на основании опытных данных по числу расходных кранов:

Число кранов	Диам. трубы	Число кранов	Диам. трубы
1— 3	13 *мм*	20—40.	30 *мм*
3—10	20 »	40—60.	40 »
10—20	25 »	60—80.	50 »

Сеть домового водопровода, схема которой показана на фиг. 6, устраивается таким образом, что главная труба идет подвалом или нижним этажем и к ней присоединяются вертикальные стояки, идущие через все этажи; от стояков же идут только короткие ответвления к кранам. Каждый стояк снабжается запорным вентилем; ответвления от стояка в каждую квартиру также желательно снабжать вентилем,—это дает возможность производить ремонт отдельных частей водопровода, не останавливая водоснабжения всего дома. При недостатке напора

в городской сети при высоких зданиях, для обеспечения их водой в продолжение всех суток, ставят на чердаке дома бак, который заполняется водой из городской сети в часы наименьшего расхода воды и наибольшего напора в сети, или же вода накачивается в бак насосом.



Фиг. 6.

В больших общественных учреждениях, на ф-ках и т. п., устраивают домовое противопожарное В. с противопожарными кранами диаметром $\frac{3}{4}$ 40 *мм*. Водопроводным съездом выработаны технические условия и правила для сооружения и пользования домовыми водопроводами.

Для определения диаметра магистралей и разводящих труб, необходимого для пропуска заданного количества воды с потребным напором, пользуются формулами, дающими потери напора в трубах на единицу длины их в зависимости от диаметра трубы и расхода воды или скорости течения ее. Наиболее употребительные формулы для расчета чугунных и железных труб:

1) Дарси (с опытным коэфф. $m=1{,}5$ для диаметра труб от 100 до 500 *мм*):

$$i=\frac{h}{l}=\left(0{,}001645+\frac{0{,}00004206}{d}\right)\times 1{,}5\,\frac{q^2}{d^5};$$

2) Куттера (с коэфф. $m=0{,}25$):

$$i=\left[\frac{0{,}5+\sqrt{d}}{100}\right]^2\times 6{,}485\,\frac{q^2}{d^5};$$

3) Маннига (с коэфф. $m=0{,}012$):

$$i=\frac{0{,}0014825}{\sqrt[3]{d}}\times\frac{q^2}{d^5};$$

4) Фламана:

$$i=0{,}00092\times\frac{v^{1{,}75}}{d^{1{,}25}};$$

5) Базена:

$$i=\left[0{,}001232+\frac{0{,}00034487}{d}\right]\times\frac{q^2}{d^5}$$

и другие. В этих ф-лах: i—потеря напора в *м* водяного столба на 1 *п.м*; d—диаметр трубы в *м*; q—расход воды в $м^3/сек$; v—скорость течения воды в *м/сек*. Для расчета деревянных труб применяется ф-ла Скобея:

$$i=0{,}000875d\times\frac{v^{1{,}7}}{d^{1{,}17}}.$$

Для расчета водопроводной сети необходимо определить расход воды в трубах, начиная с наиболее удаленных. Расход этот определяется или по площади питания или пропорционально длине трубы по указанным выше нормам потребления. Расчетный расход для трубы составляется из транзитного расхода по ней плюс 0,55 потребления на протяжении самой трубы. Наименьший диаметр трубы определяется при условии, чтобы скорость в ней не превышала 1 *м/сек*; наивыгоднейший же диаметр выбирается в зависимости от стоимости труб, водоподъемных станций и других водопроводных сооружений. Нормально диаметр этот получается при скорости движения воды от 0,7 до 0,8 *м/сек*. Определенный по хозяйственному расходу диаметр труб сети проверяется на пожарный расход при двух пожарах в разных частях города одновременно. Скорость движения воды при пожаре допускается повышенная—до 1,5—1,75 *м/сек*. После расчета сети следует проверить пьезометрические уровни воды в трубах с тем расчетом, чтобы ни в одном районе свободный напор в сети не был менее установленного.

Уличные трубы укладывают по середине улицы или по ее краям у тротуаров. Траса водопроводной линии д. б. согласована со всеми другими подземными сооружениями: канализацией, водостоками, кабелями освещения и телефона, газовой сетью и пр. Изменения направления линии делают применительно к существующим фасонным частям; отклонение на малые углы м. б. произведено поворотом самой трубы в раструбах. Глубина заложения труб определяется глубиной промерзания грунта—от 2,2 до 2,7 *м* для средней полосы СССР, до 3,0 *м* в Сибири и до 1,3 *м* на юге. Водопроводные трубы укладывают параллельно продольному профилю местности, но без резких переломов. Для укладки разводящих труб роют канаву шириною от 0,85 до 1,3 *м*; стенки ее укрепляют досками с распорами. При прокладке труб малых диаметров канаву делают не сплошной, а с перемычками, что удешевляет стоимость работ. При укладке бурт трубы обматывают просмоленным пеньковым канатом и вводят в раструб соседней трубы; по выправке уложенных труб раструбы заливают свинцом и зачеканивают. По укладке линии труб и заделке раструбов трубы подвергают гидравлическому испытанию на 5 *atm* выше рабочего давления, но не ниже 10 *atm*, при чем в течение 3 минут гидравлическое давление должно упасть не более, чем на 1 *atm*. Плотность соединений определяют также наблюдением утечки в трубах при постоянном рабочем давлении; эта утечка считается

допустимой при величине ее на протяжении всего участка не более 10 000*dl* *л* в сутки, где *d* — диаметр трубы в *м*, а *l* — длина участка в *км*. После укладки труб канавы засыпают землей с утрамбовкой несколько выше поверхности почвы на случай осадки. Одновременно с укладкой труб выкладывают колодцы, в которых устанавливают задвижки, фасонные части, пожарные гидранты. Эксплоатация сети водопроводных труб требует постоянного надзора за состоянием их и связанных с ними водопроводных сооружений. Сеть труб от времени до времени необходимо проверять на утечку.

Лит.: Люгер О., Водоснабжение городов, СПБ, 1898—1904; Кашкаров Н. А., Курс водоснабжения, М., 1926; Будников А., Водоснабжение городов и селений, Л., 1926; Сурин А., Курс водоснабжения, Л., 1926; Основные положения для составления проектов водоснабжения и канализации, М., 1927; Стандартные методы исследов. питьевых и сточных вод, М., 1927; Коровай С. Л., Домовые водопроводы, устройство и уход за ними, М., 1926; Руководство по надзору и уходу за фильтровальными станциями, Москва, 1927; Труды русских водопроводных и санитарно-технических съездов, I—XII, М., 1893—1922; Труды всесоюзных водопроводн. и санитарно-технич. съездов I (XIII) и II (XIV), М., 1926—1927; Известия Постоян. бюро всерос. водопроводн. съездов, М., 1914—16; «Санитарная техника», Москва, 1926—27; Lueger O., Wasserversorgung d. Städte, Lpz., 1914—16; Flinn A., Weston R. a. Bogert C., Waterworks-Handbook, New York, 1927; Foiwell A. P., Water Supply Engineering, N. Y., 1924; Thompson B. A., Emergency Water Supplies, London, 1924; «Journal of the American Water Works Association», N. Y.; «Journ. of the New England Water Works Association», New London, Conn.; «Water Engineering», L.; «Engineering New-Record», New York; «Water and Water Engineering», L.; «Water Works» (Supplement of the «Engineering and Contracting»), Chicago; «Das Gas- und Wasserfach», Mch.; «Wasser u. Gas», B.; «Wasser und Abwasser», B. **Н. Гущин.**

II. В. железнодорожное.

Такое В., в отличие от городского, снабжает водой, пригодной главн. обр. для питания паровозных котлов и поэтому в большинстве случаев подвергающейся не биологической очистке, а лишь смягчению. Снабжение питьевой водой населения станции выгоднее производить при помощи колодцев отдельно от водоснабжения паровозов или, при большом количестве населения, путем установки особых водопроводов.

Источниками В. ж.-д. служат: 1) живые источники — ручьи, реки и озера; 2) искусственные водоемы в виде прудов, собирающих с ограниченного бассейна атмосферную воду, и колодцев, собирающих грунтовую воду, и 3) артезианские скважины. На сети СССР 49% В. жел.-дор. производится из рек, 7% — из озер, 12% — из прудов, 13% — из колодцев, 8% — из буровых скважин и 11%—из прочих разных источников. Выбор того или другого источника водоснабжения зависит гл. обр. от качества и количества воды источника. Вода для паровых котлов должна быть механически чиста и свободна от газов и минеральных примесей. При нагревании и испарении воды, содержащей газы и минеральные примеси, сначала выделяются растворенные в воде газы — кислород, углекислота и сероводород, если он содержится в воде, а затем (частично и одновременно) осаждаются соли и основания. Газы, в особенности сероводород, разъедают стенки парового котла; осадки твердых веществ, называемые котельным камнем или накипью, отлагаются на стенках котла сначала в виде рыхлой массы, а затем по большей части затвердевают в плотную твердую камнеобразную корку. Корка состоит из углекислых и сернокислых солей кальция и магния. Наиболее твердые накипи получаются из сернокислых соединений. Присутствие поваренной соли в растворе также чрезвычайно вредно. Чем больше этих солей в воде, тем скорее они отлагаются на стенках, тем быстрее проявляется их вредное влияние на паровой котел и тем выше расходы по уходу за котлом и ремонту его.

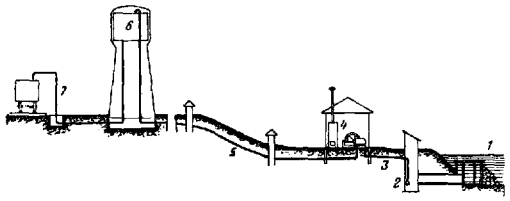
Качество воды обыкновенно определяется степенью ее жесткости, измеряемой градусами. Существуют две системы градусов жесткости: по французской системе 1° жесткости соответствует содержанию в 100 000 весовых частях воды одной весовой части $CaCO_3$, по немецкой—одной весовой части CaO. Франц. градус равен 0,56 немецкого. У нас предпочитают немецк. систему жесткости. Воды до 10—16° (немецких) считаются хорошими для питания котла, от 16 до 25° — средними, свыше 25°—жесткими, наконец, воды свыше 35—40° являются негодными для питания паровых котлов. Воды северной части территории СССР — преимущественно мягкие воды, южной части, с низким уровнем грунтовой воды,—более жесткие. Воды прудов, болот, озер, рек — по большей части мягкие или средние, воды артезианских скважин и рек, прорезающих известняки, — средние или жесткие. Из используемых источников для железнодорожного водоснабжения 70% вод можно отнести к мягким, 20%—к средним и 10%—к жестким водам.

При проектировании В. ж.-д. для данной линии прежде всего определяют расстояние между пунктами В. ж.-д. из такого расчета, чтобы на этом расстоянии товарный паровоз типа 0-5-0 серии Э, следуя с поездом предельного веса, израсходовал воды не более 80% емкости своего тендера. Это условие обычно соответствует расстоянию в 40—60 *км*. При всех условиях В. ж.-д. должно гарантировать непрерывность подачи воды и на случай порчи должно иметь по два всасывающих и напорных водопровода и двойной комплект водоподъемных машин. В прежнее время пункты В. жел.-дор. располагались примерно в два раза чаще, но с одиночным оборудованием.

Затем определяют количество воды, которое должен давать проектируемый пункт. Для станций с паровозными депо и другими крупными хозяйственными устройствами В. ж.-д. должно обеспечить необходимое в сутки количество воды: 1) для наполнения тендеров всех поездных паровозов, которые рассчитывают отправлять в течение суток с данной станции через 10 лет после открытия линии; 2) для маневровых паровозов, промывки паровозов, для мастерских, для разных расходующих воду установок (силовые станции, элеваторы, бани и т. п.) и для хозяйственных надобностей населения станции; во всяком случае общий суточный расход для надобностей по этому пункту должен быть не меньше 200 $м^3$ для станций с коренным депо, 80 $м^3$ для станций

с оборотным депо и 20 $м^3$ для прочих станций; 3) для особых надобностей—не менее 25 $м^3$ для станций с депо и 10 $м^3$ для станций без депо.

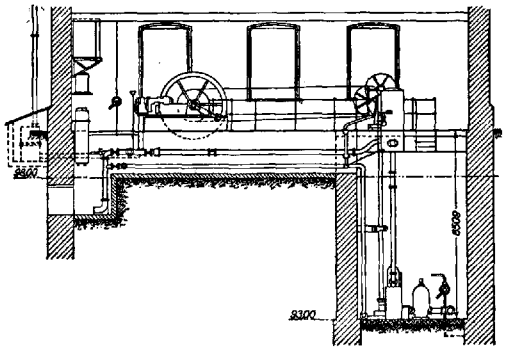
В. ж.-д., как видно на фиг. 7, изображающей схему водоснабжения, состоит из следующих частей: сооружений, собирающих воду (запруда, колодец) *1*, водоприемника *2*, всасывающей линии труб *3*, механического оборудования—насосы и машины, приводящие их в движение,—*4*, напорной линии к резервуару *5*, резервуара воды *6* и разводящей водопроводной сети с разборными устройствами *7*. К этим частям иногда присоединяют устройства для химической очистки (смягчения) воды и устройства для механической и биологической очистки воды (фильтрование, коагулирование, хлорирование и т. п.). В гористых местностях бывают случаи, когда возможно собрать из родника, ручья или озера воду выше станции, и тогда все устройство водоснабжения состоит из резервуара, в который самотеком собирается вода, направляемая затем в разводящую сеть. Такие самотечные сооружения в нашей равнинной стране редки: их на



Фиг. 7.

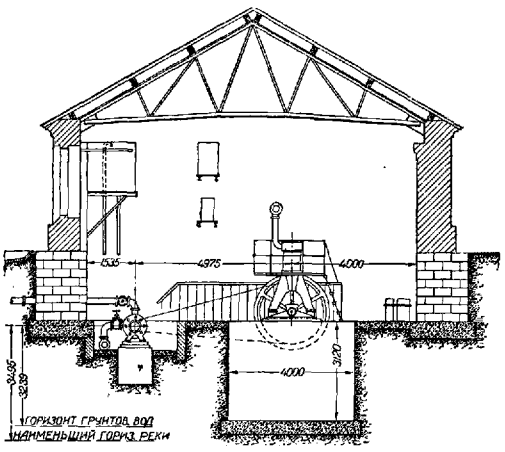
нашей сети—30. Для естественных источников В. жел.-дор. (реки, озера, пруды), имеющих достаточный расход воды, устраивают лишь водоприемные сооружения, служащие для удобства постановки всасывающих труб (*см. Водоприемники*), для речек и ручьев с малым расходом воды прибегают к скоплению воды помощью плотин, б. ч. земляных. Источник воды должен обеспечивать суточный расход воды, увеличенный в полтора раза; при этом необходимо учитывать: фильтрацию, испарение, вымерзание в суровые зимы и, наконец, в степных местностях—осолонение.

Механическое оборудование В. ж.-д. до недавнего времени состояло преимущественно из паровых насосов Вортингтона при водоемах, а при артезианских скважинах—из штанговых насосов, питаем. паром от вертикальных котлов. Повсеместное распространение насосов Вортингтона объясняется их надежностью в работе, простотой конструкции и легкостью ремонта. Эти насосы, однако, отличаются весьма высоким расходом пара (50—75 *кг*/HP) и топлива. Повышение мощности установок и вздорожание топлива заставили перейти к более сложным, но более экономным устройствам механич. оборудования. В настоящее время в новых установках применяют двойной аггрегат, состоящий каждый из приводного (плунжерного или центробежного) насоса, связанного ременной или зубчатой передачей с двигателем внутреннего сгорания (большей частью нефтяным); для расширения существующего устройства к имеющемуся паровому оборудованию добавляют такой же ординарный аггрегат, при чем постоянно работает экономная установка с двигателем внутреннего сгорания, а паровая находится в резерве. На фиг. 8 и 9 приведены типичные



Фиг. 8.

примеры новейших установок механическ. оборудования средней мощности. На фиг. 8 показано оборудование водокачки на 100 $м^3$ подачи воды в час, состоящее из дизеля и центробежного насоса с ременной передачей. Двигатель и насос расположены почти на одной высоте, что возможно при б. или м. постоянном уровне воды в реке и невысоком береге водоема. В случае, когда машин. здание, из опасения затопления машин, приходится строить на высоком берегу, для получения надежного всасывания (высота всасывания не должна превосходить 4—5 *м*) насос располагают в пониженной части здания. Т. к. плунжерные насосы вообще тихоходные, то для уменьшения числа оборотов кроме ременной приходится еще вводить зубчатую передачу. Устройство водокачек



Фиг. 9.

на крупных реках представляет значительные затруднения вследствие большой разницы в горизонтах весенних и меженних вод; эта разница б. ч. находится в пределах 8—10 *м*, а в исключительных случаях доходит до 16 *м* (р. Ока у Калуги). На фиг. 9 показан пример расположения водоподъемного здания на реке с большой разницей высоких и низких вод. Пол машинного

здания расположен выше горизонта высоких вод, а насосы помещены в шахте, дно к-рой опущено на 6,5 *м*. Наверху помещена также коробка с зубчатой передачей, от которой идут вертикальные штанги, передвигающие плунжеры насоса. Такое устройство позволяет работать при разности горизонтов до 10 *м*. При установках небольшой мощности применяются весьма компактные аггрегаты, состоящие из двигателя и насоса (плунжерного или центробежного), монтированных на одной фундаментной плите. Типовое современное механическое оборудование при артезианских скважинах состоит из компрессора, нагнетающего воздух в скважину и выжимающего воду в резервуар, из которого вода затем центробежн. или плунжерным



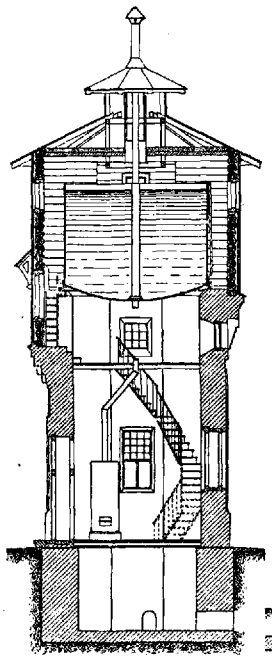
Фиг. 10.

насосом нагнетается в водонапорную башню. Схема такого оборудования показана на фиг. 10. В исключительных случаях, при большом диаметре скважин, применяют центробежные электронасосы с вертикальным валом. Электрическое оборудование водокачек распространено сравнительно мало. Из всех насосных аггрегатов водокачек нашей жел.-дор. сети имеется: паровых — 76%, с двигателями внутрен. сгорания — 20%, электрических — 4%. Собственно насосы распределяются так: 76% паровых, 7% центробежных, 17% приводных плунжерных. Механич. устройства В. ж.-д. при наибольшей работе, допускаемой их конструкцией, должны доставлять все требуемое суточное количество воды при одиночном оборудовании в течение 16 ч. работы, при двойном оборудовании — в течение 22 ч. для каждого аггрегата.

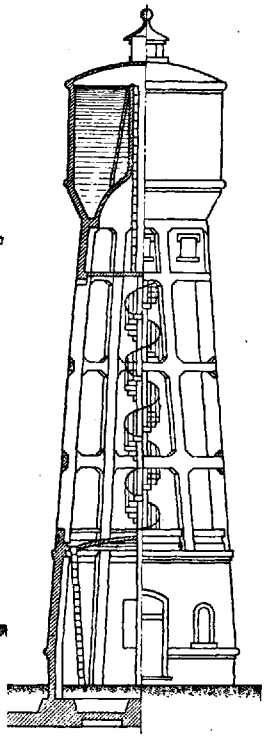
Общая емкость р е з е р в у а р о в водоемного здания составляет от $^1/_8$ до $^1/_4$ наибольшего суточного расхода. Возвышение дна бака над рельсами согласовывается с диаметром разводящих труб т. о., чтобы из путевых гидравлическ. кранов можно было одновременно наполнить два тендера в течение не более 5 минут.

В о д о е м н ы е з д а н и я на наших дорогах строят по большей части двух типов: 1) малые здания, емкостью 60 $м^3$ и высотой (до низа бака) 8,5 *м*; на нижней каменной восьмигранной части располагают железный клепаный бак; верхняя, тоже восьмигранная, часть, служащая лишь для предохранения от холода,—деревянная, рубленая шатром (этот тип представлен на фиг. 11); 2) водоемные здания, емкостью свыше 100 $м^3$, делают чаще всего железобетонные; типичным примером их может служить здание, изображенное на фиг. 12. Резервуаров, емкостью больше 200 $м^3$, не делают и поэтому, если необходимо построить водоемное здание большей вместимости, ставят в нем два резервуара рядом или один под другим. Если станция расположена на косогоре, водоемное здание стараются вынести на гору и тем уменьшить высоту здания, сохраняя заданную высоту напора. Высота водоемного здания (если не предусматриваются особые мероприятия для повышения давления в разводящей сети) д. б. проверена на высоту пожарной струи.

На нескольких станциях ж.-д. сети СССР имеется так наз. пневматическое водоснабжение, при к-ром отсутствует водонапорная башня, а напор создается давлением воздуха, нагнетаемого компрессором. Преимущество этой системы заключается в возможности скрыто расположить главные органы водоснабжения, получить высокое напорное давление и регулировать величину напора; недостаток — высокая стоимость. Типовое устройство этой системы на большой станции с суточным расходом в 1 000 $м^3$ состоит из 10 водяных



Фиг. 11.



Фиг. 12.

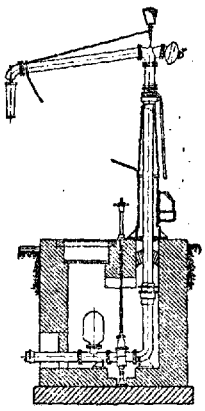
и 10 воздушных резервуаров следующего назначения: пять водяных резервуаров для постоянных хозяйственных потребностей, емкостью каждый в 40 $м^3$ при давлении 2—4 *atm*; три резервуара для пожарной надобности, емкостью каждый также в 40 $м^3$ при давлении 9 *atm* и, наконец, два резервуара переменного запаса, расходуемого обычно для хозяйственных надобностей при давлении 2—4 *atm*, но в

случае пожара давление в этих резервуарах может быть поднято до 9 *atm*. Каждому водяному резервуару соответствует свой воздушный резервуар-аккумулятор; в аккумуляторах давление поддерживается двадцатисильным компрессором.

Южная часть нашей ж.-д. сети беднее водой, и на нескольких дорогах Ю. и Ю.-В. имеются большие районы без воды, годной для питания котлов. При небольшом движении такие безводные пункты снабжаются привозной в цистернах водой, на магистральных же линиях устраивают вдоль линии водопроводы длиною до 100—150 *км*. Представление о характере и размерах такого сооружения могут дать следующие сведения об одном существующем продольном водопроводе длиной 140 *км*. Вода берется из реки и подается на ряд станций по водопроводным трубам с уменьшающимся диаметром в зависимости от уменьшающегося по пути расхода воды: первые 14 *км*—диам. 250 *мм*, следующие 31 *км*—225 *мм*, следующие 42 *км*—200 *мм*, следующие 32 *км*—175 *мм* и последние 21 *км*—150 *мм*. Вода подается тремя насосными станциями—одной главной и двумя промежуточными; оборудование главной станции состоит из 3 двигателей по 62 HP, 3 насосов первого и 3 насосов второго подъема, промежуточных станций—из 3 двигателей и 3 насосов мощностью: на второй станции по 37 HP, на третьей—по 25 HP. При полном расчетном графике движения поездов должны работать два аггрегата. Вследствие допущенных высоких манометрических давлений уложены стальные трубы. Вдоль пути водопровода устроены запасные резервуары с трехсуточным запасом воды.

Устройство всасывающих, нагнетательных и разводящих сетей в общем не отличается от сетей обычных водопроводов, кроме гидравлическ. кранов для набора воды тендерами. Трубы в подавляющем большинстве чугунные; стальные трубы применяются в исключительных случаях. Внутренний диаметр труб для напорных линий рассчитывают для скорости движения воды не более 1 *м/сек* и, во всяком случае, делают не менее 125 *мм*. Линии разделяют на ремонтные участки длиной не более 500 *м* со смотровыми колодцами на границах участков, запорными кранами и патрубками для испытания линий. В повышенных точках сети устанавливают воздушные вантузы, а в пониженных—осадочные. Диаметр всасывающих труб превышает диам. напорных труб не менее чем на 25 *мм*. Диам. разводящих труб рассчитывают так, чтобы при установленном времени наполнения тендера (3—5 м.) скорость движения воды во время этого наполнения не превосходила 1,5 *м/сек*; при этом диам. труб, подводящих воду к гидравлическ. кранам для наполнения тендеров, не должен быть менее 150 *мм* при длине трубопровода до 600 *м* и не менее 175 *мм*—при более значительной длине трубопровода. На фиг. 13 показан один из пользующихся широким распространением типов гидравлического крана.

Устройства для механич. и биологической очистки сходны с очистными устройствами городских водопроводов, но применяются в единичных случаях. Что же касается химич. очистки, то многим водам на южной части нашей сети свойственна такая жесткость, что необходимо прибегать к смягчению воды прибавлением к ней кальцинированной соды и извести в количествах, соответствующих составу содержащихся солей. При этом накипеобразователи, кальциевые и магниевые основания, выпадают из воды в виде нерастворимых осадков, к-рые отделяются затем отстаиванием и фильтрацией, и вода становится мягкой и осветленной. Выделение накипеобразователей не бывает совершенно полным, и в очищенной воде остается еще нек-рая жесткость до 6° (нем.), но этот остаток жесткости дает незначительную рыхлую накипь. Химическая очистка воды в Союзе ССР пока еще не имеет того распространения, какого она заслуживает, вследствие дороговизны первоначального устройства и трудности обеспечить необходимое умелое руководство и надзор за процессом очистки.



Фиг. 13.

Для питания паровозов во время постройки новых жел.-дор. линий устраивают временное В. ж.-д. в таких местах, где это наиболее удобно и дешево, обыкновенно на перегоне у речки с невысокими берегами; это В. ж.-д. состоит из парового или моторного аггрегата, накачивающего воду в поставленные на подмостки деревянные чаны или непосредственно в тендер паровоза.

В. ж.-д. за границей в принципе не разнится от вышеописанных устройств, отличаясь в конструктивных деталях. Главное различие заключается в бóльших диаметрах водопроводных труб, особенно разводящих, и, следовательно, бóльших скоростях набора воды. На американ. дорогах применяют деревянные водопроводы и деревянные резервуары на водоемных зданиях. Чтобы избежать потери напора и иметь возможность строить водоемные башни малой высоты, на каждый гидравлич. кран или на пару стоящих рядом кранов возводят отдельное водоемное здание, чем устраняется надобность в укладке разводящей сети большого диам.

В Англии и Америке на некоторых линиях обращения скорых поездов, проходящих большие расстояния без остановок, устраивают на прямых и горизонтальных участках путевое водоснабжение, состоящее из железного клепаного корыта-канала, по которому течет вода. Корыто длиною 450—600 *м*, шириной 0,5—0,7 *м* и высотой 0,15—0,18 *м* укрепляется на шпалах по оси пути. С тендера паровоза спускают металлический рукав, забирающий на ходу воду. Вследствие трудности содержания, особенно зимой, когда приходится устраивать отопление этого корыта в предупреждение замер-

зания воды, такое путевое В. ж.-д. имеет весьма ограниченное распространение и, вероятно, скоро исчезнет.

Большинство отдельных частей В. ж.-д. состоит из тех же элементов, как и городское или заводское водоснабжение.

Лит.: Филиппов И., Ж.-д. водоснабжение, Харьков, 1909; Борзов И., Устройство и улучшение жел.-дор. водоспабжений, Л., 1904; Венедиктов М. И., Руководство по проектированию и устройству ж.-д. водоснабжения, Москва, 1926; Брилинг С. Р., Курс водоснабжения, М., 1923; Кашкаров Н. А., Курс водоснабжения, М., 1927; Сурин А. А., Курс водоснабжения, Л., 1927; Гениев Н. Н., Курс водоснабжения, М., 1923; Гордон И. Л., Вода и ее очистка, М., 1927; Юшкевич С. Ф., Смягчение жестких вод, М., 1925; Guillery C., Das Maschinenwesen der Preussisch-Hessischen Bahnen, B., 1914; Landsberg F., Der Eisenbahnbau, Betriebseinrichtungen insbesondere f. Versorgung d. Lokomotiven mit Wasser u. Brennstoff, Lpz., 1919; Gibson A. H., Hydraulics and its Application, N. Y., 1925; Railway Engineering and Maintenance Cyclopedia, p. 683—768, New York, 1926. **П. Красовский.**

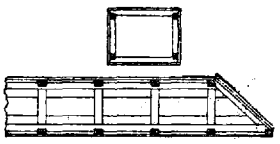
III. В. промышленных предприятий.

Такое В. имеет целью обеспечение промышленных предприятий водою для хозяйственных нужд, для производства, для питания паровых котлов и для противопожарных мер. К качествам воды для производства (напр. для красильного производства, для бумажного и др.) предъявляются весьма строгие требования, вызывающие такие расходы на очистку и пр., к-рые могут играть решающую роль при выборе места для постройки нового з-да или ф-ки. Воду для питания паровых котлов приходится часто очищать во избежание образования в котлах накипи (см. *Паровые котлы*, *Накипь*). К воде для противопожарных мер особых требований в смысле ее чистоты и химич. состава не предъявляется, за исключением тех случаев, когда в пожарной сети имеются спринклеры, вода для к-рых д. б. чистой и не содержать железистых соединений.

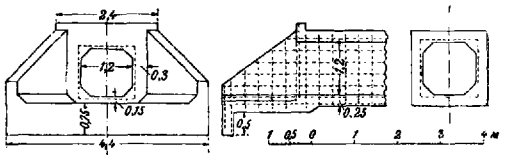
В виду различных требований, предъявляемых к воде, современные заводские водопроводы состоят из трех отдельных сетей: 1) для питьевой воды и хозяйственных нужд, 2) для производства (и котлов) и 3) пожарной. Последняя питается центробежными насосами, приводимыми в действие от электромоторов или от двигателей внутреннего сгорания. Сеть труб обычно устраивают сомкнутой с круговой циркуляцией воды. Трубы прокладывают в земле на глубине 1,5—2 *м* в зависимости от местного климата и с нек-рым уклоном для того, чтобы в случае надобности из них можно было выпускать воду. В случае спринклерного устройства на з-де должны быть два независимых друг от друга источника воды, как, напр., водонапорная башня и трубопровод, подающие воду под напором из водоема или колодца. На небольших заводах обычно устраивают одну общую водопроводную сеть, присоединенную к городскому водопроводу. Если такая общая сеть питается водою из заводского артезианского колодца, то необходимо ставить водонапорную башню для подачи воды в нерабочее время в жилые дома и в случае пожара.

Лит.: Буфф К. Т., Техническая организация и устройство пром. предприятий, пер. с немецкого, Л., 1924; Hütte, Справочная книга для инж., изд. 11, ч. III, Берлин, 1926. **В. Пальм.**

ВОДОСПУСК, специальное устройство в гидротехническ. сооружении или отдельное сооружение, служащее: а) для выпуска излишней воды, б) для осушения подпираемого плотиной бьефа, в) для пропусков из водохранилищ воды. В. устраиваются в плотинах, в каналах, естественных реках и представляют обычно отверстие, закрываемое затворами различных типов. Простейший тип В. для выпуска воды из канала или небольшого водохранилища, ограниченного землян. дамбами, изображен на фиг. 1. Он представляет собою деревянную трубу квадратного сечения при длине стороны от 0,2 до 0,5 *м*, из досок 5—8 *см* толщины,

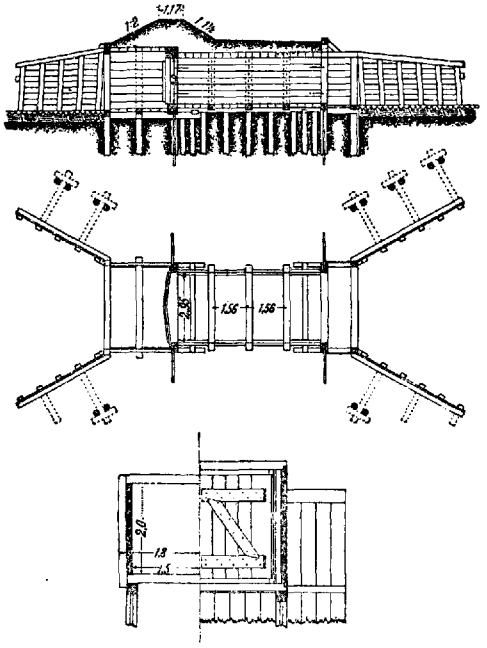


Фиг. 1.



Фиг. 2.

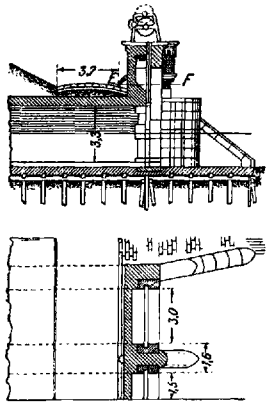
скрепленную по длине рамами. Конец, обращенный к водохранилищу, скошен под углом в 45° и закрывается деревянной крышкой на петлях. Подобного же рода В. устраивают из каменных плит, чугунных, бетонных и железобетонных труб (фиг. 2). При



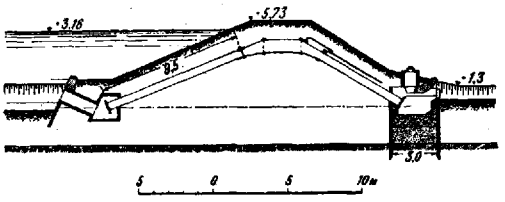
Фиг. 3.

более значительных площадях сечений деревянные В. устраивают из брусьев, иногда с затворами в виде двустворчатых ворот (фиг. 3, размеры в *м*); и вход и выход из них укрепляют фашинным тюфяком с мостовой по верху. Вход, фахбаумный брус и выход

имеют снизу шпунтовые ряды. Более солидные типы таких В. показаны на фиг. 4 (размеры в *м*). Здесь для подъема и опускания щита применяется лебедка. В. в виде водосливного отверстия, закрываемого деревянными скользящими щитами, пригодны для небольших подпоров, так как поднятие и опускание щитов требует больших усилий. Более сложной конструкцией являются сифонные В. (фиг. 5, размеры в *м*). Такие В. устраивают в том случае, если по условиям грунта в земляной плотине или дамбе устройство донного В. может вредно отозваться на устойчивости плотины; иногда глубокое заложение затрудняет ремонт и осмотр донного водоспуска. Для начала действия В. сифон должен быть заполнен водой, для чего служат

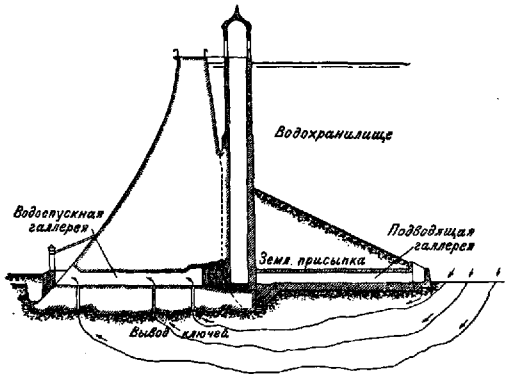


Фиг. 4.



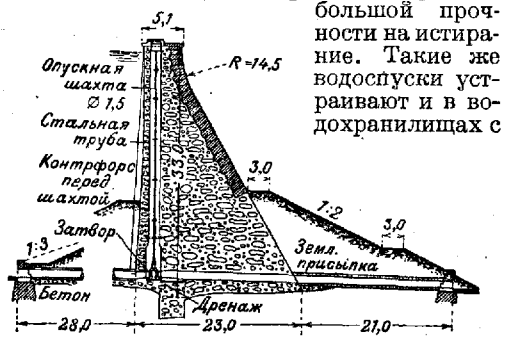
Фиг. 5.

или небольшой насос или другие приспособления. Вытесняемый при наполнении сифона воздух отводится особыми трубками. Описанные В. обычно применяют в мелиоративных устройствах и судоходных каналах.



Фиг. 6.

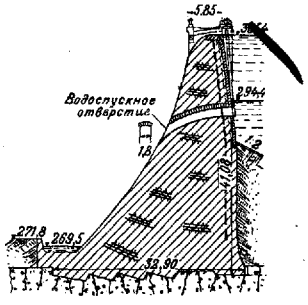
В земляных плотинах большой высоты впуск воды в В. устраивается в особой башне (фиг. 6), находящейся в подпертом бьефе водохранилища. Иногда для облегчения маневров затворами В. и для уменьшения скорости воды в трубе В. в башне устраивают затворы на различной высоте; таким образом напор делится на несколько частей, водохранилище опорожняется отдельными слоями, и при открывании затворов требуется меньшее усилие. В случае, если позволяют местные условия, водоспускную трубу устраивают с входом непосредственно из водохранилища, затвор же приводится в действие из башни в теле плотины; но в этом случае, при значительных напорах, скорости в водоспускной трубе настолько велики, что приходится делать внутреннюю облицовку стальными листами или другим материалом большой прочности на истирание. Такие же водоспуски устраивают и в водохранилищах с



Фиг. 7.

каменными плотинами. Если сечение тела плотины имеет достаточную ширину по основанию, то водоспускная труба идет непосредственно из водохранилища (фиг. 7, размеры в *м*), но иногда устраивается и башня. Эти башни обязательно устраивают при плотинах сводчатых, имеющих небольшую ширину основания, во избежание ослабления сечения тела плотины. В. в глухих плотинах на реках устраивают или в виде отверстий в плотине, как это устроено в Ассуанской плотине на р. Ниле, или в виде особых отверстий в плотине по всей ее высоте, закрываемых щитами (Волховская плотина). Эти отверстия служат для пропуска паводков на реках, если нежелательно увеличивать расход через водосливы.

К В. можно отнести также и устройства для подвода воды к силовым установкам ниже плотин. Подводы эти имеют весьма разнообразное устройство. В плотинах водохранилищ, особенно земляных, они устраиваются так же, как и В., изображенные на фиг. 1—7. В. для выпуска высоких вод устраиваются в плотинах водохранилищ, в виде отверстий в теле плотины на некоторой высоте (на примере, изображенном на фиг. 8, отверстие находится на $^3/_4$ высоты, размеры в *м*); отверстия эти закрываются затворами.



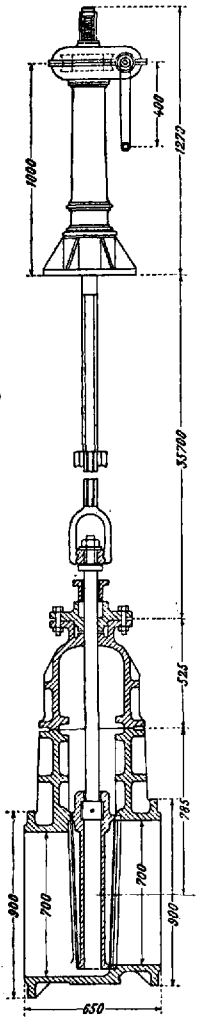
Фиг. 8.

При небольших напорах для закрытия труб употребляется задвижка, приводимая в действие от винта вручную. При положении задвижки на большом расстоянии от подъемного механизма штангу устраивают вращающейся или скользящей по роли-

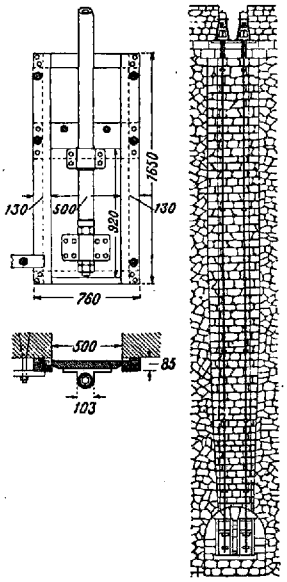
кам, во избежание заеданий от искривлений (фиг. 9, размеры в *мм*). Для закрывания отверстий служат скользящие затворы типа, показанного на фиг. 10 (размеры в *мм*). Эти затворы можно применять лишь при небольших сравнительно напорах (трубы диам. до 800 *мм* при напоре до 20 *м*). При этом после открытия задвижки давление на задвижку от действия текущей воды увеличивается по сравнению с начальным. Потребное для открывания скользящего затвора усилие в *кг*:

$$z = f \cdot 1\,000h \cdot F + G,$$

где f—коэфф. трения, F—площадь задвижки или щита в $м^2$, h—напор в *м*, G—вес задвижки или щита со штангой в *кг*. При



Фиг. 9.

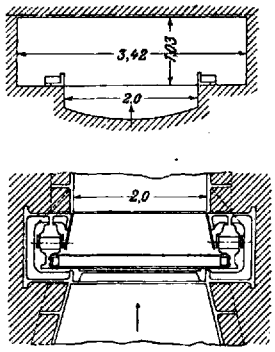


Фиг. 10.

малых напорах принимают $f = 0{,}1$, но с возрастанием нормального к трущимся поверхностям давления этот коэфф. возрастает, и при больших напорах, до 75 *м*, нужно считать $f = 0{,}31$. Для уменьшения усилия на открывание при больших напорах и значительных площадях щитов применяют щиты на роликах (фиг. 11, размеры в *м*), при чем вместо трения скольжения здесь имеет место трение катания. Усилие для подъема в *кг*

$$z = 1\,000h\left[\frac{F}{R}(t + f_1 r) + f_2\omega\right] + G,$$

где G—вес затвора в *кг* (б. ч. уравновешиваемый противовесом), F—поверхность щита в $м^2$, R—радиус роликов в *м*, r—радиус цапф в *м*, ω—площадь кожаного уплотнения, если оно применено, в $м^2$; t—плечо трения катания в *м* (для железа по железу при движении=0,0005 *см*); f_1—коэфф-т трения в цапфах в воде (в среднем 0,2); f_2—коэфф. трения при скольжении для кожаного уплотнения (ок. 0,4). Величина $f_2\omega$ по незначительности м. б. опущена, так что при наличии противовеса мы имеем дело лишь с трением катания. Если применены шариковые, а не обычные подшипники, то $f_1 \cong 0{,}025$. Кроме указанных затворов употребляются еще затворы клинкетного типа, сегментные и цилиндрические. Однако следует иметь в виду, что затворы клинкетного типа, обладая большой проницаемостью, не зарекомендовали себя со стороны исправной службы. Последние два типа затворов применялись для плотин и В. сравнительно редко. В. для пропуска весенних вод и для спуска излишней воды при летних паводках называется вешняком.



Фиг. 11.

Лит.: Анисимов Н., Плотины, Москва, 1923; Акулов К., Судоходные каналы и их устройство, СПБ, 1912; Подарев В., Гидротехнические сооружения, Москва, 1923—27; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, B. 2, Leipzig, 1923; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, T. III—Wasserbau, Leipzig, 1912—24. **К. Акулов.**

ВОДОСТОК, искусственное подземное сооружение для отвода фекальных, хозяйственных, промышленных, атмосферных и грунтовых вод из населенных мест. В. представляют собою систему трубопроводов, по к-рым вода отводится самотеком. У нас в СССР принято классифицировать В. по их назначению след. обр.: а) канализация—водосточная сеть для отвода фекальных, хозяйственных и промышленных вод, т. е. таких вод, которые требуют предварительной очистки и обезвреживания до спуска их в естественные водоемы (см. *Канализация*); б) собственно В.—для отвода атмосферных вод (дождевых и талых), которые по существу м. б. отведены в естественные водоемы без предварительной очистки; в) *дренажи* (см.)—для понижения и отвода грунтовых вод с целью осушки местности.

В зависимости от климатич. условий и рельефа местности, системы канализирования населенных мест (системы сетей) могут быть общесплавными и раздельными. В первых все виды городских сточных вод отводятся одной общей системой трубопроводов, во вторых фекальные и хозяйственные воды отводятся одной системой трубопроводов, а атмосферные—другой; в этом случае строятся две независимые сети: канализационная и водосточная (Москва).

Постройка канализации в городах возможна лишь при наличии определенных условий развития города; постройка водосточной сети возможна и необходима независимо от развития города и степени его благоустройства, так как эта сеть служит для отвода атмосферных вод, количество которых зависит исключительно

от климатич. условий и рельефа местности, и в то же время она необходима для правильной эксплоатации и содержания городских проездов общего пользования.

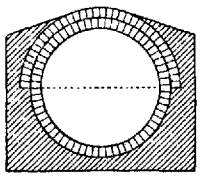
При расчете водосточной сети данного города необходимо установить максимальное количество дождевых вод, к-рое она должна пропускать с целью устранения затопления местности. Из всех видов атмосферных осадков (дождь, снег, иней и град) наибольшее значение для расчета каналов водосточной сети имеют дожди, в особенности ливни, дающие большие количества воды в течение очень небольших промежутков времени. Практически, однако, на наибольшие ливни В. не рассчитывают как по экономическим соображениям (получались бы значительные размеры каналов), так и вследствие того, что большие ливни—явление сравнительно редкое. Расчетные ливни, принимаемые в основу при определении размеров сечений водосточных каналов, устанавливаются на основании сопоставления целого ряда факторов—метеорологических, экономических и эксплоатационных. Наибольшая обоснованность расчетных ливней м. б. достигнута при условии многолетних, не менее 20 лет, метеорологич. наблюдений, полученных от записей самопишущими дождемерами. Для установления самого понятия о ливнях, в отличие от обыкновенных дождей, были сделаны попытки определения низших пределов интенсивностей ливней при различной продолжительности их выпадения. Для московских условий при расчете В. раньше принимался в расчет дождь с интенсивностью 1″ в час. Однако не вся вода, выпадающая на определенную площадь (бассейн), попадает в водосточную сеть: часть воды испаряется, часть впитывается в грунт и часть стекает по поверхности земли в более пониженные места. Другим фактором, влияющим на количество отводимой воды, является замедление стока, сущность которого заключается в том, что при больших бассейнах и не слишком продолжительных ливнях происходит запаздывание поступления жидкости из отдаленных частей бассейна к некоторым участкам сети. В таких случаях воды из отдаленных частей бассейна начинают поступать к устьевым сечениям уже по окончании дождя, что следует учесть при расчете водостоков. В Москве было принято определять количество воды, подлежащее отводу, для отдельных бассейнов водосточной сети по ф-ле Бюркли:

$$q = Q \cdot 0{,}54 \sqrt[4]{iF^3},$$

где q обозначает количество воды (в фт.³), поступающее в сеть; Q—количество выпавшей дождевой воды в ск. при дожде слоем в 1″ в час на 1 десятину; 0,54—опытный коэффициент стока; i—уклон местности и F—площадь бассейна в десятинах.

Однако такой способ определения количества поступающей в В. дождевой воды далеко не точен, т. к. в ф-лу Бюркли не введены: время протекания воды по бассейну и продолжительность самого дождя. Поэтому при определении размеров каналов было принято считать их пропускную способность при неполном заполнении (для круглых труб—на половину диаметра, для яйцевидных—на $^2/_3$ их высоты), оставляя таким образом значительный запас в трубах на случай более сильных и продолжительных дождей. При расчетах сетей В. город делят на две или три зоны, устанавливая для характерных кварталов каждой из них возможную плотность застройки и общее состояние покрытий уличных проездов и дворов. Располагая этими данными, можно легко вывести, на основании опытных коэффициентов стока для отдельных видов покрытий, средние величины коэфф-тов для каждой зоны. Для Москвы приняты: для центральной зоны 0,85, для средней 0,70, для окраины 0,50—0,25.

Современные методы определения расчетных расходов следующие: 1) графич. метод Хейда и 2) метод предельных интенсивностей. Первый из них с большой точностью учитывает действительную работу системы водосточных труб при условии выпадания дождя, весьма близкого по своему характеру к расчетному. Однако вследствие возможных во многих случаях значительных расхождений средних величин, выведенных для расчетных дождей, особенно же для ливней, с действительностью, большая точность графич. способа может оказаться излишней, так как не выявляет самых невыгодных случаев. При допущении падения интенсивности дождей с увеличением их продолжительности самым невыгодным при расчете будет такой переменный дождь, продолжительность к-рого соответствует времени протекания воды с вышележащих самых отдаленных точек бассейна до расчетного сечения. В этом случае явление замедления стока будет отсутствовать. Такого рода принцип положен в основу метода расчета В. по предельным интенсивностям. Особенностью этого способа является перенесение центра тяжести в сторону метеорологич. обоснований. Самые выводы метеорологич. исследований основаны на наиболее невыгодных случаях, всякий раз точно отражая действительно наблюденную картину явлений в течение большого периода времени. На основании этих данных м. б. выведены ур-ия зависимости интенсивности ливней от их продолжительности применительно к рассматриваемому месту. Имея возможность вычислить переменную интенсивность ливней в зависимости от их продолжительности, задаемся для каждого из рассчитываемых сечений значением последней, соответствующей времени протекания жидкости из самой отдаленной части бассейна до рассматриваемого сечения. Таким образом расчетный расход в различ. сечениях В. определяется путем умножения площади всей лежащей выше части бассейна на величину соответствующей интенсивности расчетного ливня.



Фиг. 1.

Определив по тому или иному методу количество дождевой воды, поступающей в водосточную сеть в определенных пунктах, определяют т. о. и размеры труб. Широкое

распространение для расчета труб в Москве имела раньше сокращенная формула Гангилье и Куттера, имевшая в футовых мерах следующий вид:

$$v = \frac{41{,}6 + 1{,}811}{1 + \frac{41{,}6n}{\sqrt{R}}} \sqrt{R \cdot i}.$$

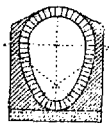
В этой ф-ле: v—скорость, n—коэфф. шероховатости, R—гидравлич. радиус, i—уклон. Формула эта имеет целый ряд недостатков и дает в некоторых случаях неточные результаты. В противовес этой ф-ле нужно отметить формулу Маннинга:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}},$$

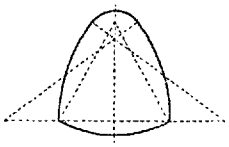
где приняты те же обозначения. При коэффициенте шероховатости, общем как для гончарных, так и для кирпичных каналов, $n = 0{,}013$, и ф-ла принимает вид:

$$v = 77 R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}.$$

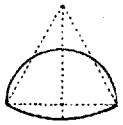
Формы поперечных сечений труб и каналов чрезвычайно разнообразны. Самые ходовые—круглые и яйцевидные (фиг. 1 и 2);



Фиг. 2.

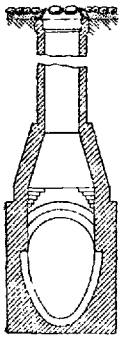


Фиг. 3.

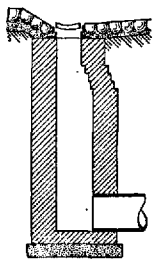


Фиг. 4.

последние обладают тем свойством, что в них образуется большая скорость, необходимая для самоочищения каналов при малых расходах воды; кроме того в этих двух типах каналов выдержано и требование гидравлики, чтобы отношение площади поперечного сечения к смачиваемому периметру было наибольшим (т. н. гидравлическ. радиус). В случае больших нагрузок на коллектор ему придают форму, выгодную с точки зрения статич. расчета (фиг. 3). Нередко, в зависимости от местных условий, когда коллектор приходится прокладывать близко к поверхности улицы, ему придают форму сжатого лоткового сечения (фиг. 4).



Фиг. 5.



Фиг. 6.

Для трубоканалов водосточной сети применяются керамические глазурованные трубы, бетон, кирпичная кладка и железобетон; в редких случаях и в исключительных условиях—чугун и железо. Круглые трубы диам. от 5 до 30″ изготовляются заводами в виде гончарных глазурованных труб длиной около 1 *м* с муфтами. Остальные виды каналов, кроме металлических, выкладываются в траншеях на месте работ, при прокладке.

Для наблюдения за работой сети труб и для возможности их прочистки над ними устраивают кирпичные или бетонные смотровые колодцы (лазы) достаточных размеров для спуска одного рабочего; колодцы выводят на поверхность улицы и закрывают тяжелыми чугунными крышками, выдерживающими давление тяжелых повозок (фиг. 5). Для приема дождевых вод с городских проездов устраивают кирпичные приемные колодцы с железными решетками; решетки должны открываться для возможности прочистки колодцев от накапливающейся в них грязи (фиг. 6). См. *Канализация*.

Лит.: Иванов В. Ф., Канализация населенных мест, М., 1926; Ушаков Н. М., Канализация населенных мест, М., 1923. **З. Кнорре.**

ВОДОТРУБНЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ, см. *Паровые котлы*.

ВОДОУПОРНЫЕ СКЛЕИВАЮЩИЕ СОСТАВЫ, нерастворимые в воде и негигроскопичные связывающие вещества, способные механически схватывать поверхности, пространства между которыми они заполняют. Следует различать В. с. с. для заполнения весьма узких зазоров (водоупорный клей) и составы для заполнения зазоров сравнительно широких (водоупорные мастики). Водоупорный клей делается на желатиновом, казеиновом и альбуминном основании, тогда как водоупорные мастики в большинстве случаев—на основаниях: резиновом, битуминозном и смолистом. По характеру применения промежуточными между клеями и мастиками являются составы со сложными эфирами целлюлозы и на цементном основании.

Водоупорные клеи. I. В 48 *л* воды растворяют при нагревании 45 *кг* кожаного или костяного клея и 12 *кг* нафталинсульфоната натрия; полученный состав применяется либо непосредственно, либо обращается в порошок и затем растворяется по мере надобности в воде. Этот клей без запаха, негигроскопичен, выдерживает действие холодной воды, быстро сохнет и обладает большой склеивающей силой [1]. II. По 20 *г* сандарака, терпентина и мастики растворяют в 250 *см*³ спирта с прибавлением равного объема крепкого горячего раствора клея или 100 ч. желатина, 100 ч. животного клея, 25 ч. спирта, 2 ч. квасцов с прибавлением уксусной кислоты, нагревают в продолжение 6 ч. и добавляют уксусной кислоты до несмешивающегося с водою сиропа [2]. III. Для сообщения желатину водонерастворимости к ней добавляют какое-либо из закрепляющих веществ: калийные квасцы (10 : 100), хромовокалиевые квасцы (5 : 100), таннин (2 : 100), перекись хрома или ацетальдегид; рекомендуется также триоксиметилен (5 *г*), растворенный с 4 *г* поваренной соли и 1 *г* сульфита патрия в 10 *л* воды. От обработки этой жидкостью желатин делается нерастворимым даже в горячей воде [3]. IV. Обработка клея сероуглеродом в присутствии щелочных земель и их солей дает «серный клей» (Schwefelleim). Будучи смешан с половинным объемом 10%-ной натриевой щелочи, в к-рой растворено 5% таннина, этот серный клей дает клейкую массу, выдерживающую даже действие горячей воды [4]. V. Варят 1 000 ч. клея и 500 ч. воды в течение 45 м.; сняв пену, смешивают раствор с 250 ч. поваренной соли и 20 ч. шеллака, предварительно растворенного

в 10 частях спирта и 10 частях бензола [5]. VI. Приготовляют два раствора: 1) из 140 ч. бензина и 5 ч. каучука и 2) из 20 ч. скипидара, 5 ч. каучука, 2 ч. канифоли и 1 ч. терпентина. Оба раствора тщательно перемешивают. Этот клей применяется для резиновых изделий. VII. Растворяют 3 ч. каучука, 2 ч. шеллака (лучше белого) в 20 ч. сероуглерода и затем прибавляют 2 ч. терпентина. Сероуглерод осторожно подогревают на водяной бане. Этот клей применяют для склеивания кожи. VIII. Распускают на огне: 1 ч. пчелиного воска, 1 ч. терпентина и 4 ч. канифоли; в расплавленную массу прибавляют 2 ч. окиси железа. Клей применяется для склеивания стекла с металлом, при чем металл необходимо слегка подогреть.

Целлюлоидный клей, стойкий против горячей воды. IX. Раствор целлюлоида в ацетоне и амилацетате смешивают с маслом и ледяной уксусной к-тою; затем добавляют формальдегида, сахарата кальция с цапоновым лаком и глицерином, а по охлаждении—безводного клея, растворенного в ледяной уксусной к-те с формальдегидом. Полученную смесь вновь разбавляют формальдегидом, и она тогда пригодна для склеивания даже жирных материалов, например кишек [6].

Водоупорные мастики. X. Мастика Брейера, вполне непроницаемая для воды: для получения ее смешивают 100 ч. венецианского терпентина с 3 ч. концентрированной серной к-ты (английской); по прошествии 12 часов эту смесь растирают с кашицей из 10 ч. цинковых белил в 500 ч. теплой воды, затем извлекают из жидкости терпентин и осадок просушивают. Одновременно вымачивают 20 ч. каучука, нарезанного мелкими кусочками, в 400 ч. скипидара, добавляют сюда 100 ч. масляного лака и после тщательного смешения вводят вышеуказанный *венецианский терпентин*. Полученную смесь нагревают при непрерывном помешивании до испарения скипидара и сокращения объема мастики до $^1/_5$ начального объема [7]. XI. Упругая мастика Маркварта: 15 ч. извести гасят с 20 ч. воды и во время кипения прибавляют, размешивая, 50 ч. расплавленного сырого каучука. Эту смесь вводят понемногу в 50 ч. кипящего масляного лака. Если полученная мастика идет на пропитку тканей, то ее разбавляют масляным лаком; для применения же в качестве мастики ее смешивают в горячем состоянии с достаточным количеством наполнителя—сернокислого бария [4]. XII. Мастика для закупорки щелей, особенно паркетных: в нагретых до кипения 6 ч. льняного масла растворяют 3 ч. порошка канифоли и затем вводят в горячий раствор 40 ч. глета, 4 ч. канифоли, 2 ч. свинцовых белил, 14 ч. извести, или же (по Оствальду): сплавляют 24 ч. цемента, 2 ч. глета, 8 ч. свинцовых белил, 1 ч. канифоли, 3 ч. льняного масла, после чего добавляют 1,5 ч. канифоли; мастика применяется в горячем состоянии [7]. XIII. Мастика для изделий из камня: изготовляется растиранием с льняным маслом в густое тесто 8 ч. глета, 15 ч. инфузорной земли и 15 ч. гашеной извести. XIV. По другому рецепту, растворимое стекло смешивают в густое тесто с 200 ч. портландского цемента, 100 ч. промытого (плавленого) мела и 100 ч. очень тонкого песка. Этот цемент д. б. применяем вскоре после изготовления [7]. XV. Растирают с льняным маслом в тесто 2 ч. инфузорной земли, 1 ч. глета и 2 ч. гашеной извести. XVI. 100 ч. казеина, сухого, мелко молотого, 25 ч. жидкого (натрового) стекла, 1 ч. извести (пушок). XVII. Приготовляют два состава: 1) 60 ч. воды, 1 ч. извести (пушок), 2 ч. нашатырного спирта (уд. в. 0,910) и 2) 12 ч. воды (кипятка), 1 часть буры, 4 части канифоли и 20 частей казеина в порошке; оба состава смешивают при легком подогревании и тщательно вымешивают. Полное и быстрое закрепление склеенных поверхностей происходит под действием раствора или паров формалина. XVIII. Замазка Менделеева (для лабораторных работ): сплавляют 30 ч. канифоли, 8 ч. пчелиного воска, 10 частей мумии и 1 ч. льняного масла. XIX и XX. Мастики Ракицкого для заделки зазоров в камне и кирпиче: 1) 20 ч. воды, 1 ч. 25%-ного нашатырного спирта, 1 ч. буры и 5 ч. казеина в порошке; после растворения прибавляют при подогревании 3 ч. портландского цемента и 3 ч. мелко молотого кирпича; 2) 62 ч. воды, 7 ч. казеина, 5 ч. нашатырного спирта, 3 ч. цемента, 3 ч. толченого кирпича, 1 ч. извести (пушок) и 10 ч. толченого мрамора. Первая мастика—для заделки мелких зазоров, вторая—для крупных. XXI. Водоупорная замазка для водопроводных труб. Смешивают 1 ч. льняного масла с 3 ч. свинцового сурика. XXII. Мастика для заделывания повреждений в эмалированной посуде: 12 ч. казеина, 6 ч. натрового жидкого стекла, 10 ч. буры, 14 ч. кварцевой муки и 5 ч. стеклянной муки; все эти вещества замешиваются на воде до состояния теста. Мастика после засыхания не *боится ни воды, ни накала*.

Морские клеи. XXIII. Клей Джеффери: 1 *кг* каучука в мелких кусочках растворяют в 5 *л* сероуглерода, затем добавляют 1 *кг* оранжевого гуммилака в тонком порошке и осторожно нагревают при помешивании; полученный раствор разливают в смазанные жиром металлические формы и по остывании нарезывают таблетками. Для употребления таблетки расплавляют на бане морской воды, затем нагревают при сильном помешивании до 150°. Клей наносят щеткою на склеиваемые поверхности, предварительно подогретые, и затем эти поверхности сильно сжимают. Подобного рода склейка (дерева и других материалов) выдерживает действие влаги, изменения темп-ры и отличается чрезвычайною прочностью. Сероуглерод м. б. заменен хорошо очищенной сольвентнафтою [7]. XXIV. В бутылке растворяют 1 ч. мелко нарезанного каучука с 12 ч. керосина; бутылку закупоривают и оставляют на 2—3 недели в теплом месте, часто встряхивая ее; однородный раствор осторожно сливают в чашку, содержащую 2 ч. расплавленного тринидадского или, лучше, сирийского асфальта и встряхивают; когда смесь станет однородною, ее разливают в смазанные жиром формы. XXV. В 200 *г* бензола растворяют при нагревании по 100 *г*