

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., КУЗЬМИНСКИЙ К. С., КУЙБЫШЕВ В. В.,
ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛЕНГНИК Ф. В., ЛИНДЕ В. В.,
МАРТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ОСАДЧИЙ П. С., СВЕРД-
ЛОВ В. М., ФЕДОРОВСКИЙ Н. М., ХРЕННИКОВ С. А., ЧАР-
НОВСКИЙ Н. Ф., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ЭССЕН А. М.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ СЕДЬМОЙ
ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО
ЖИДКИЙ ВОЗДУХ



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»
МОСКВА ♦ 1929

Издание осуществляется Акционерным Обществом «Советская Энциклопедия» при Коммунистической Академии ЦИК СССР, пайщиками которого состоят: Государственное Издательство РСФСР, Государственное Медицинское Издательство РСФСР, Издательство Коммунистической Академии, Издательство «Вопросы Труда», Издательство «Работник Просвещения», Издательство Н. К. Рабоче-Крестьянской Инспекции СССР, Издательство «Известия ЦИК СССР», Издательство «Правда» и «Беднота», Акционерное Общество «Международная Книга», Государственный Банк СССР, Банк Долгосрочного кредитования Промышленности и Электрохозяйства СССР, Внешторгбанк СССР, Мосполиграф, 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, П. Г. Саратовцев, Л. И. Стронгин, Э. Ф. Розенталь.

Редакционная работа по VII тому ТЭ закончена 20 июня 1929 г.

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

16-я типография «Мосполиграф», Москва, Трехпрудный пер., 9.
Главлит А 18 564. Тираж 21 000 экз.

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

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

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ

Авиация, воздухоплавание. Юрьев Б. Н., проф.	Железнодорожное дело. Шухов В. В., проф.	Резиновое производство. Лурье М. А., инж.
Автомобильное дело, авиац. и автомобильные двигатели. Двигатели внутрен. сгорания. Брилинг Н. Р., проф.	Энгельгардт Ю. В., проф.	Сельское хозяйство, с.-х. машины и орудия. Вильямс В. Р., проф.
Гитлис В. Ю., проф.	Кожевенное дело. Поварнин Г. Г., проф.	Сопротивление материалов. Худяков П. К., проф.
Мартенс Л. К., проф.	Красящие вещества, крашение и ситцепечатание. Порай-Косица А. Е., проф.	Текстильное дело и технология волоконистых веществ. Линде В. В., проф.
Архитектура, строительное дело, городское благоустройство, коммунальное хоз-во. Долгов А. Н., проф.	Лесоводство. Кобранов Н. П., проф.	Теплотехника, термодинамика, энергетика. Киршичев М. В., проф.
Щусев А. В., акад. архит.	Математика. Каган В. Ф., проф.	Рамзин Л. К., проф.
Запорожец И. К., архит.	Материаловедение. Флоренский П. А., проф.	Техника освещения. Лалиров-Скобло М. Я., проф.
Красин Г. Б., инж.	Металлургия черных и цветных металлов. Павлов М. А., проф.	Технология и производство взрывчатых веществ. Ипатьев В. Н., акад.
Белогоусов В. Я.	Астрономия. Евангулов М. Г., проф.	Технология дерева. Дешевой М. А., проф.
Михайлов А. А., проф.	Механика прикладная и теория механизмов. Малышев А. П., проф.	Квятковский М. Ф., проф.
Бумажное производство. Жеребов Л. П., проф.	Радциг А. А., проф.	Технология и обработка металлов. Чарновский Н. Ф., проф.
Военная и морская техника, судостроение. Власьев Н. И.	Механика строительная и графостатика. Прокофьев И. П., проф.	Технология строительных материалов. Эвальд В. В., проф.
Михайлов В. С., инж.	Механика теоретическая. Некрасов А. И., проф.	Лахтин Н. К., проф.
Фишман Я. М.	Мосты. Передерий Г. П., проф.	Технология углеводов, винокурение, пивоварение. Тищенко И. А., проф.
Геодезия (высшая и низшая). Бонч-Бруевич М. Д.	Стрелецкий Н. С., проф.	Церевитинов Ф. В., проф.
Гидротехника, гидравлика. Эссен А. М., инж.	Мукомольное дело, мельницы и элеваторы. Пакуто М. М., проф.	Физика. Иоффе А. Ф., акад.
Детали машин и подъемные механизмы. Холмогоров И. М., проф.	Организация производства, стандартизация. Козьмин П. А., проф.	Лебединский В. К., проф.
Сидоров А. И., проф.	Керженцев П. М.	Химич. промышленность. Шенин С. Д., инж.
Добыч. промышл., горное дело. Губкин И. М., акад.	Шпильрейн И. Н., проф.	Химия (органическая, неорганическая, физическая химия и химич. технология). Бах А. Н., акад.
а) Геология и минералогия. Федоровский Н. М., проф.	Бурдянский И. М., инж.	Холодильное дело. Рязанцев А. В., проф.
б) Драгоценные камни. Ферман А. Е., акад.	Нова Ф. Г., инж.	Экономика. Вольфсон М. Б., проф.
в) Каменный уголь. Тертигорев А. М., проф.	Высочанский Н. Г., инж.	Гинзбург А. М.
г) Нефть. Губкин И. М., акад.	Паровые котлы и машины. Металлические изделия. Саттель Э. А., инж.	Электротехника. Осадчий П. С., проф.
д) Руда металлургическая. Таубе Е. А., проф.	Полиграфическая промышленность. Вольфсон М. Б., проф.	Юрьев М. Ю., проф.
е) Силикаты. промышленность. Швецов Б. С., проф.	Михайлов С. М.	Шпильрейн Я. Н., проф.
Юрганов В. В., проф.	Промышленная гигиена и техника безопасности. Каплун С. И., проф.	Шенфер К. И., проф.
ж) Торф. Радченко И. И.	Радиотехника. Баженов В. И., проф.	Кулебакин В. С., проф.
Дороги и дорожное строительство. Крынин Д. П., проф.		

С о р е д а к т о р ы: проф. Беркенгейм Б. М.; Медведев С. С.; Серебренников М. Г.; проф. Попов А. С.; проф. Смирнов Н. Н.; Лебедев С. Ф.; инж. Белькинд Л. Д.; проф. Вавилов С. И.; инж. Эстрин С. Г.; инж. Соколов Н. В.
 Научные сотрудники: канд. хим. Ельцина Н. М.; инж. Знаменский А. А.; Мельников И. И.; инж. Мушенко И. Н.; инж. Павлушов Л. С.; Ракицкий Н. П.; инж. Таубман С. И.; инж. Третлер А. А.; инж. Шпринк Б. Э.; инж. Эрвальд К. А.

Пом. зав. Изд. Частью: Маркус В. А.; Зав. Иллюстр. отд.: Тавайтшерн В. Я.; Зав. Худ.-Тех. отд.: Варшавский Л. Р.; Тех. Ред.: Волонский С. Н.; Гришинский А. С.; Гришинский В. С.; Никаноров В. М.; Пом. Тех. Ред. Лоховиц А. Б.; Техническая Редакция при типографии: Малкин А. Д., Ротштейн Н. А.; Зав. Корректорской: Коляновский Д. П.

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).
μм	микромикрон (0,000001 μ).
км ²	квадратные километры.
га	гектары (квадратные гектометры).
а	ары (квадратные декаметры).
м ²	квадратные метры.
м ³	кубические метры.
дм ³	» дециметры.
см ³	» сантиметры.
мм ³	» миллиметры.
т	метрич. тонны (1 000 кг).
ц	центнеры (100 кг).
кг	килограммы (1 000 г).
г	граммы.
дз	дециграммы (0,1 г).
сз	сантиграммы (0,01 г).
мз	миллиграммы (0,001 г).
к	караты (200 мг).
кл	килолитры (1 000 л).
гл	гектолитры (100 л).
окл	декалитры (10 л).
л	литры.
дл	децилитры (0,1 л).
сл	сантилитры (0,01 л).
мл	миллилитры (0,001 л).
тм	тонномеры.
кгм	килограммометры.
т/м ²	тонны на кв. метр.
кг/см ²	килограммы на кв. сантиметр.
м/сек	метры в секунду.
н. м	погонные метры.
рег. т	регистравые тонны.

II. Математич. обозначения.

°	градус.
'	минута, фут.
''	секунда, дюйм.
'''	терция, линия.
>	больше (< меньше).
≥	не больше (< не меньше).
≈	приблизительно равно.
≃	больше или равно.
≤	меньше или равно.
≫	значительно больше.
≪	значительно меньше.
∠	угол, измеряемый дугой.
∥	параллельно.
⊥	перпендикулярно.
⊖	от—до.
sin	синус.
tg	тангенс.
sc	секанс.
cos	косинус.
ctg	котангенс.
csc	косеканс.
arc sin	арксинус.
arc tg	арктангенс.
sh	гиперболический синус.

ch	гиперболическ. косинус.
th	» тангенс.
∅	диаметр.
e	основание натуральных логарифмов.
lg	логарифм десятичный.
ln	» натуральный.
lim	предел.
Const	постоянная величина.
∑	сумма.
∫	интеграл.
~	приблизительно.
∞	бесконечность.
d	полный дифференциал.
∂	частный »

III. Международные символы.

а) Единицы.

A	ампер.
Ah	ампер-час.
W	ватт.
Wh	ватт-час.
kW	киловатт.
kWh	киловатт-час.
V	вольт.
MV	мегавольт.
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.
A	ангстрем.
D	дина.
Cal	калория большая.
cal	» малая.
HP	лошадиная сила.
lm	люмен.
lx	люкс.
m	мюрг.

б) Величины.

t°	температура обыкновен.
T°	» абсолютная.
t° _{кип.}	температура кипения.
t° _{пл.}	» плавления.
t° _{заст.}	» застывания.
t° _{отв.}	» отвердевания.
t° _{крит.}	» критическая.
atm	атмосфера техническая.
Atm	» барометрич.
I	сила тока.
Q	электрич. заряд, количество электричества.
E	электродвижущая сила.
V, U	напряжение, потенциал.
A	работа.
W	энергия.
P	мощность.
T	период колебания.

f, ν	частота.
ω	угловая скорость, угловая частота.
Ω	боковая частота.
λ	длина волны.
φ	сдвиг фазы.
L	самоиндукция.
C	емкость.
R	сопротивление активное (ваттное).
ε	диэлектрич. постоянная.
μ	магнитн. проницаемость.
ρ	удельное сопротивление.
σ	удельная проводимость.
δ	декремент затухания.
Φ	магнитный поток.
H _{Br}	твердость по Бринелю.
A _{c1} , A _{c2} , A _{c3}	} критич. точки
A _{r1} , A _{r2} , A _{r3}	
g	ускорение силы тяжести.
l	длина.
m	масса.
D ₁ ^{t₁}	уд. вес при t ₁ ² по отношению к воде при t ₂ ² .
[α]	угол вращения плоскости поляризации.
C _H ; [H ⁻]	концентрация водородных ионов.
pH; P _H	водородн. показатель.

IV. Основные сокращения.

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

v.—volume, volumes.	о-в—остров.	хим. сост.—химический состав.
вкл.—включительно.	n—пара (хим.).	ц. т.—центр тяжести.
выс.—высота.	p.—pagina, paginae (лат.—страница, страницы).	Ztg—Zeitung.
гг.—годы, города.	промышл.—промышленность.	Ztbl.—Zentralblatt.
гл. обр.—главным образом.	проф.—профессор.	Ztschr.—Zeitschrift.
д.—деревня, долгота.	SK—зегеровские конуса.	ш.—широта.
д. б.—должно быть.	С., Ю., В., З.—север, юг, восток, запад.	эдс—электродвижущая сила.
ж. д.—железная дорога.	с.-з., ю.-в.—северо-западный, юго-восточный.	эфф.—эффективный.
з.-европ.—западно-европейский.	стр.—страницы.	Ан. П.—английский патент.
з-д—завод.	т., тт.—том, томы.	Ам. П.—американский »
изд.—издание.	t.—tome, tomes.	Г. П.—германский »
ин-т—институт.	T.—Teil, Teile.	Р. П.—русский »
Jg.—Jahrgang.	тв.—твердость.	Сов. П.—советский »
кпд—коэффициент полезного действия.	т-во—товарищество.	Ф. П.—французский »
к-рый—который.	темп-ра—температура.	В.—Berlin.
к-та—кислота.	т. н.—так называемый.	Brschw.—Braunschweig.
Lfg.—Lieferung, Lieferungen.	тр-к—треугольник.	L.—London.
м—мета (хим.).	уд.—удельный	Lpz.—Leipzig.
м. б.—может быть.	уд. в.—удельный вес.	Mch.—München.
м. г.—минувшего года.	ур-ие—уравнение.	N. Y.—New York.
меш (mesh)—число отверстий в ситах на лин. дюйм.	У. П.—Урочное положение.	P.—Paris.
мн-к—многоугольник.	u. ff.—und folgende.	Stg.—Stuttgart.
мол. в.—молекулярный вес.	ф-ия—функция.	W.—Wien.
нек-рый—некоторый.	ф-ка—фабрика.	Wsh.—Washington.
о—орто (хим.).	ф-ла—формула.	L.—Ленинград.
об-во—общество.	Н.—Heft, Hefte.	M.—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.
 Спр. ТЭ—Справочник физических, химических и технологических величин, Москва.
 «СТ»—Санитарная техника, Москва.
 «СХ»—Социалистическое хозяйство, Москва.
 «ТД»—Торфяное дело, Москва.
 «ТлТБП»—Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.
 «Труды ГЭИ»—Труды Гос. экспериментального электротехнич. ин-та, Москва.
 «Труды НАМИ»—Труды Научного автомобильного ин-та, Москва.
 «Труды НИУ»—Труды Научного ин-та по удобрениям, Москва.
 «Труды ЦАГИ»—Труды Центрального аэрогидродинамического 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 & Co, Köln a/R.
- «Ch. Ind.»—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.
- I.G.—I. G. (Interessengemeinschaft) Farben-Industrie A.-G., Leverkusen b. Köln a/R.
- «JAIEE»—Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
- «J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.
- «Lieb. Ann.»—Liebig's 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 Mülerei und Mühlenbau-Industrie, München.
- NDI—Normenausschuss der deutschen Industrie.
- «PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
- «RGE»—Revue Générale de l'Électricité, Paris.
- «RM»—Revue de Métallurgie, Paris.
- «Soc.»—Journal of the Chemical Society, London.
- «St. u. E.»—Stahl und Eisen, Düsseldorf.
- Ullm. Enz.—Enzyklopädie der technischen Chemie, herausgegeben von F. Ullmann, Wien—Berlin, 1915—23.
- «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 седьмом томе ТЭ помещены 794 иллюстрации в тексте, 5 вкладок к статьям: «Дражное дело»—1, «Дураломин»—1, «Железнодорожное строительство»—2 (в красках), «Железные руды»—1, «Железо»—1 и 1 вклейка в тексте (в красках) к статье «Дополнительные цвета».

В шестом томе ТЭ раздел «Техника безопасности» в статье «Деревообделочные станки» написан П. Новиковым, за исключением начала и первых 10 строк главы «Пилы».

Д

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, получение различн. сортов чугуна из железных руд в особых печах, называемых доменными печами, домнами. Три фактора влияли на развитие Д. п.: 1) постепенное усовершенствование устройства доменных печей, 2) улучшение всех приемов и способов доменной плавки и 3) теоретич. разработка всех физич. и химич. процессов, совершающихся в доменной печи,—доменного процесса.

1. Доменная печь.

Доменная печь—шахтная печь для выплавки различных сортов чугуна; в ней рабочее пространство вытянуто в высоту; перемешанные топливо и обрабатываемые материалы опускаются навстречу поднимающимся газам. Исходные материалы домен. плавки—руду, флюс и топливо—загружают в верхнюю часть печи, называемую *колошник* и *ком*; воздух, необходимый для горения топлива, подается в нижнюю цилиндрическую часть, называемую *горном*, через охлаждаемые водой коробки—*фурмы*. Сгоревшее у фурм топливо образует горячие газы, к-рые, поднимаясь снизу вверх, с одной стороны, нагревают до расплавления опускающиеся сверху вниз материалы, с другой—восстанавливают часть железа из руды; газы уходят через колошник печи. Остальная часть железа руды и другие элементы восстанавливаются твердым углеродом топлива и образуют с углеродом, поглощаемым железом, чугун. Чугун и шлак, получающийся от сплавления пустой породы руды, флюса и золы топлива, стекают в нижнюю часть горна печи, образуя два слоя: нижний—чугун и верхний—шлак; и тот и другой выпускаются через особые отверстия—*летки*. Выше горна находится коническая расширяющаяся вверх часть печи—*залежки*, а далее коническая суживающаяся кверху часть—*шхта*, имеющая часто внизу цилиндрич. форму. Самое широкое место рабочего пространства печи на границе залеечков и шахты называется *распаром*.

Конструкция отдельных частей печи и ее вспомогательных устройств преследует две цели: создать правильное распределение материалов и газов по поперечному сечению печи и всемерно уменьшить обязательные и вынужденные остановки в работе печи. Для

этого печь должна иметь рациональный профиль (т. е. внутреннее очертание вертикального сечения печи по ее оси) и возможно простые, а главное, надежные и выносливые в работе, отдельные части самой печи и вспомогательных устройств. Величина первоначальных затрат играет в данном случае совершенно подчиненную роль.

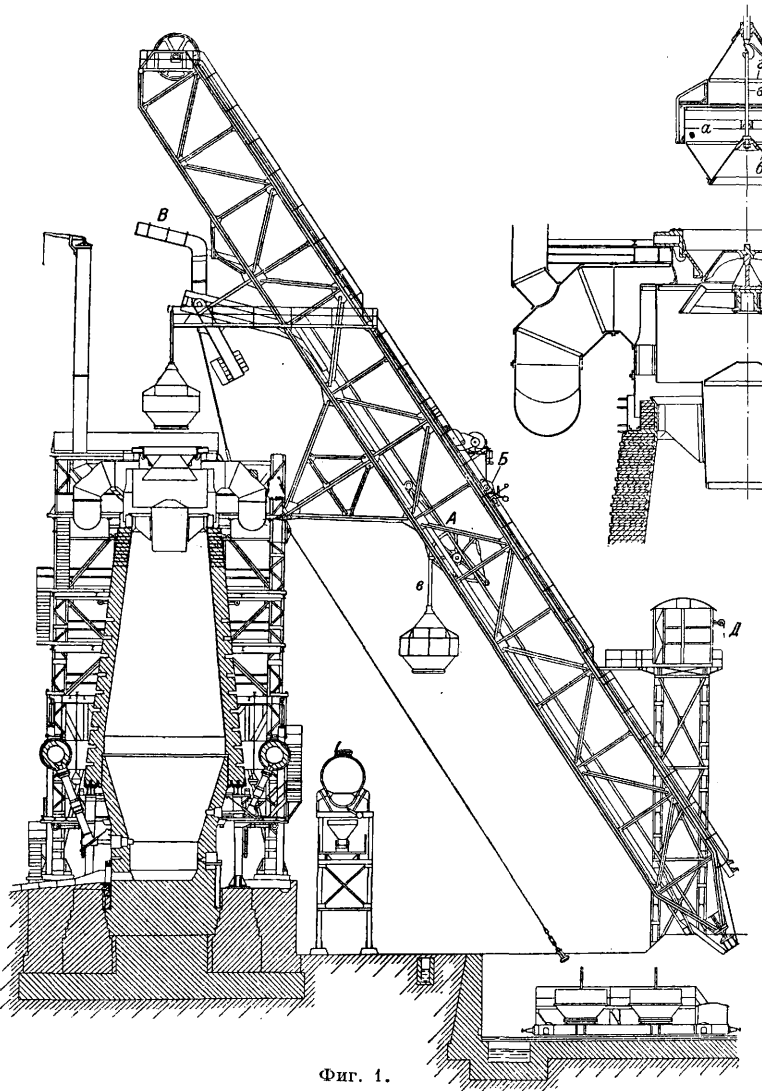
Размеры коксовых и древесноугольных печей. В настоящее время доменные печи работают гл. обр. на коксе и лишь отчасти на древесн. угле (из коксовых печей получается 99% всей мировой добычи чугуна, а из древесноугольных—только ок. 1%). Различие между коксовыми и древесноугольными печами заключается гл. обр. в их величине. Коксовые печи, при горячем—коксе—более прочном (сопротивление раздавливанию равно $100 \div 180 \text{ кг/см}^2$) и менее растрескиваемом при движении шихты в печи, чем древесный уголь (сопротивление раздавливанию равно $30 \div 40 \text{ кг/см}^2$ поперек волокон при хорошем выжиге и $5 \div 8 \text{ кг/см}^2$ при плохом выжиге), имеют полезную высоту большую, чем древесноугольные; так, при лучшем дургамском (Англия) и коннелсвилльском (Америка) коксе полезн. высота печей (расстояние от уровня материалов на колошнике до низа выпускного для чугуна отверстия) $25 \div 27 \text{ м}$; при лучшем коксе Донбасса— $23 \div 25 \text{ м}$, а при слабом— $20 \div 23 \text{ м}$; при лучшем сметничном древесном угле— 18 м , при обыкновенном— 15 м . Суточная производительность больших древесноугольных печей равна всего $50 \div 100 \text{ т}$, коксовых же $300 \div 600$ и даже 1000 т .

Профиль печи. Основными величинами являются высота печи и диаметры распара и горна. Отношение высоты печи к диаметру распара ее изменяется в пределах $3\frac{1}{2} \div 4\frac{1}{2}$ для коксовых печей и $4\frac{1}{2} \div 5$ для древесноугольных; проплавка трудно восстанавливаемых руд и получение горячих, кремнистых чугунов требуют более узкого и высокого распара, при рудах легко восстанавливаемых и чугунах холодных малокремнистых распар делается ниже и шире. Крутые стенки залеечков (уклон $80 \div 82\%$) и широкий горн (в коксовых печах диам. горна $6 \div 7,5 \text{ м}$, в древесноугольных— $2,5 \div 2,8 \text{ м}$) при малом отношении диам. распара и горна ($1,2—1,1$) являются характерной

особенностью профиля новейших печей. Полезный объем печи, обусловливаемый главным образом высотой и диаметром распара, определяется в 600—700 м³ для средних и 800—950 м³ для самых больших коксовых печей; для древесноугольных печей соответственные объемы 100 и 200 м³. Отношение чисел, выражающих объем (в м³) и суточную производительность печи (в т), зависит: от

больших печах можно достигнуть ~1 м³ объема на 1 т суточ. производительности печи.

Конструкция печи. В настоящее время в доменном строительстве имеются 2 определенных и обособленных течения—американское и немецкое,—которые разнятся в вопросах не только конструкции самих печей, но также конструкций вспомогательн. устройств и их оборудования. В дру-



Фиг. 1.

качества проплавляемых руд, гл. обр. содержания в них железа, от сорта чугуна, а также от умения вести плавку. Величина эта колеблется от 1,5 до 3,0 для древесноугольных печей и от 1,2 до 2,5 для коксовых. Числа эти увеличиваются с увеличением трудновосстановимости руды, с уменьшением содержания железа в ней и с увеличением количества кремния в получаемом чугуне и уменьшаются при обратных условиях. По последним данным заграничной практики, при употреблении хорошего кокса, тщательно сортированных и только кусковых или агломерированных (спеченных) руд, на

цементном растворе. В виду нередких случаев растрескивания основания от повторных нагревов и охлаждений и расширения его скопляющимся ниже лещади (пода горна) печи чугуном необходимо устанавливать кругом пня железный клепаный кожух или заделывать в бетон скрепляющую арматуру.

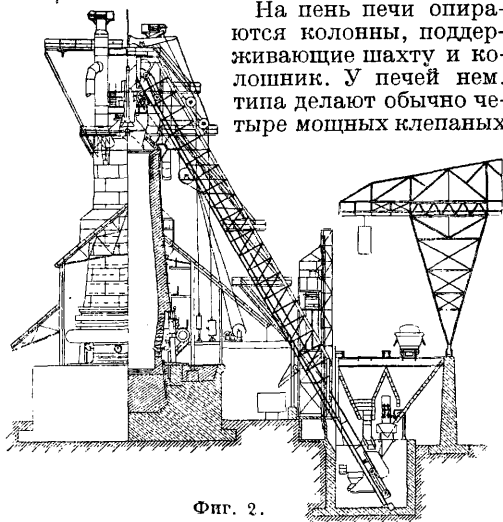
Рабочую площадку вокруг горна печи делают шириной 4—5 м и располагают непосредственно на пне или частью на нем, частью на балках и сводиках. Уровень раб. площадки, следовательно и высота пня над уровнем заводск. ж.-д. пути, определяется тем,

других странах строят печи по нем. или америк. образцам, которые сделались стандартными. «Немецкая» печь (фиг. 1) отличается от «американской» (фиг. 2) тяжеловесностью и сложностью устройства; характерным для нее является: крепление кладки шахты обручами; колонны, идущие снизу до самого колошника; загрузка круглыми бадами с опускающимся днищем при помощи громадного и тяжелого слабо наклонного моста. Отличительные особенности американских печей: шахта в сплошном клепаном кожухе, загрузка опрокидывающимися бадами или «скипами» при легком крутом наклонном мосте и рациональное крепление и охлаждение горна печи. В конечном счете, те и другие достигают одинаковых экономич. и технич. результатов работы, однако немецк. печи при своих сложных конструкциях должны обслуживаться высококвалифицир. рабочими, а американские (при выносливости конструкций) могут обслуживаться малоквалифицирован. персоналом.

Основание и фундамент. Основание печи, или т. н. пень ее, представляет собою массив из бетонной или кирпичной кладки на

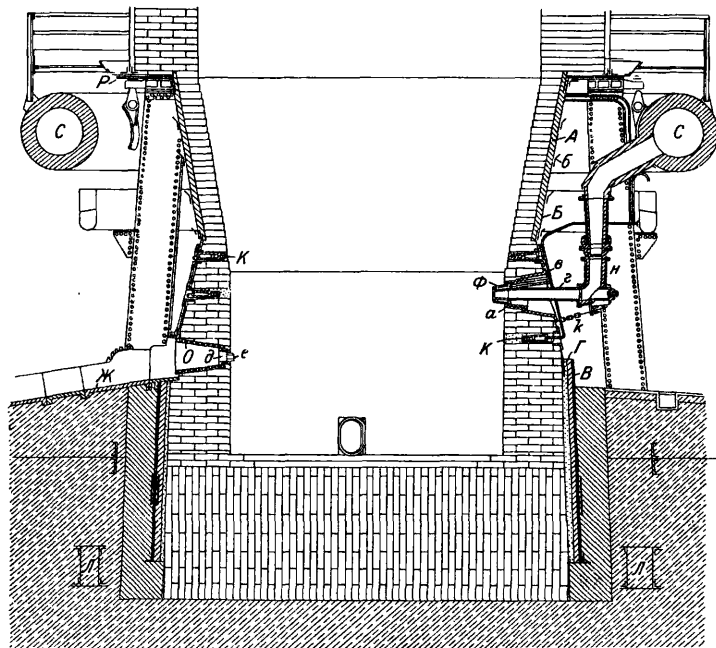
что под желоба для чугуна и шлака должны подходить ковши для них и паровоз; обычно высота пня над рельсами пути $6 \div 7$ м.

На пень печи опираются колонны, поддерживающие шахту и колошник. У печей нем. типа делают обычно четыре мощных клепаных



Фиг. 2.

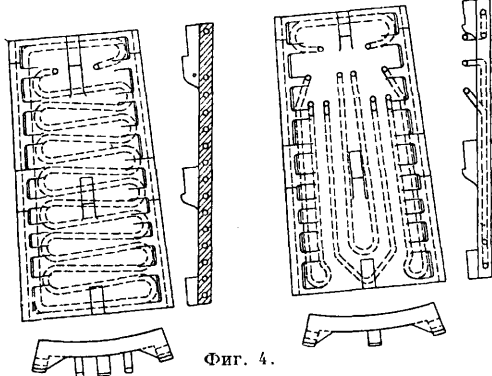
колонны, на к-рые опирается все колошниковое устройство и наклонный мост (фиг. 1); шахта печи часто опирается через особые подкосы и кронштейны на них же или на несколько отдельно стоящих колонн. У американских печей имеются только колонны, подпирющие шахту печи (фиг. 2 и 3), причём все колошниковое устройство и мост



Фиг. 3.

опираются обычно на кожух шахты. Число таких колонн $6-10-12$, кратное числу фурм (для более удобного расположения фурм). Американцы делают колонны больш. частью литыми чугунными; в СССР предпочитают клепаные железные. Весьма важно доста-

точное углубление колонн в основание печи: пята колонн д. б. на $2-2,5$ м ниже ледади. Под колоннами часто ставят мощное, литое (реже—клепаное) кольцо, служащее опорой колонн и креплением кладки фундамента (фиг. 3, Л). Передача давления шахты на колонны производится посредством опорного кольца, к-рое у печей, не имеющих кожуха, делается в виде мощной клепаной кольцевой балки, у печей с шахтой в кожухе—в виде трех толстых горизонтальных листов (фиг. 3, Р), прочно склепанных кольцевым уголком с кожухом шахты, нижние листы



Фиг. 4.

которого в этом случае работают на изгиб, образуя с горизонтальными листами балку.

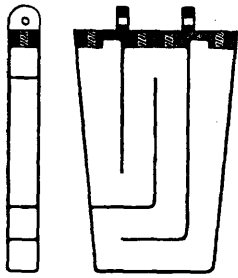
Горн печи является самой важной ее частью. В нижнем горне, так называемом

металлоприемнике, собирается большое количество жидкого металла, который своей тяжестью, усиленной давлением газов, давит на стенки горна. Т. о., конструкция горна, с одной стороны, должна обладать большой механич. прочностью и плотностью, с другой—высшей сопротивляемостью развешивающему действию чугуна и шлака. Все усилия конструкторов направляются к тому, чтобы избежать возможности побега чугуна из печи. Многочисленные употреблявшиеся ранее конструкции горна в настоящее время почти оставлены, и наиболее признанным и распространенным является устройство, показанное на фиг. 3, или его видоизменение. Стенки горна, из кирпича нормальных размеров, выкладываются внизу, на уровне летки, общей толщиной $1\ 000 \div 1\ 200$ мм, вверху, на уровне

фурм, $500 \div 700$ мм. Ледадь выкладывается вертикальными рядами кирпича на толщину $2 \div 3,5$ м. Для кокс. печей идет *шамотный кирпич* (см.) 1 сорта, для древесноугольных—лучший *динас* (см.). В Германии для выкладки горна нек-рые з-ды предпочитают

употреблять не шамотный, а углеродистый кирпич, считая, что это гарантирует от разжедания стенок и от побегов чугуна.

В области металлоприемника кладка стянута очень сильной клепаной броней *B* (см. фиг. 3) из 28—32-мм железа. Для охлаждения огнеупорной кладки, а главное, для предохранения от разжедания чугуном брони (если он так или иначе разест кладку или по швам и трещинам кирпича достигнет до брони) служит ряд холодильных плит *Г*, которые поставлены между броней и кладкой, при чем к броне они прислоняются вплотную, а от кладки отделены зазором в 100—150 мм, заполняемым хромистым железняком или коксовой мелочью с гудроном.



Фиг. 5.

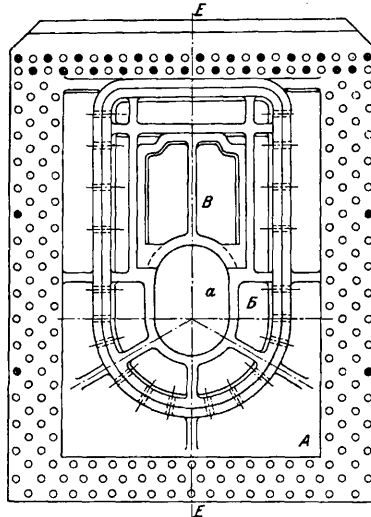
Прослойка этот предохраняет броню от разрыва вследствие расширения кладки от нагревания. Холодильники представляют собою вертикальные чугунные плиты толщиной 120 мм, шир. 300—350 мм и дл. 3,5—4,0 м с железными залитыми внутри трубками, по которым проходит вода. В Америке вместо описанного устройства делают часто броню из стальных литых плит с фланцами, скрепляемыми болтами, или из чугуна с залитыми внутри трубками (фиг. 4). Иногда в Америке делают броню из очень толстых (200—250 мм) чугунных плит (без трубок), стянутых сильными бандажами и обильно поливаемых снаружи водой. В упрощенных конструкциях, вполне применимых для древесноугольных печей, где лещадь и стены горна мало разжедаются чугуном и размеры горна значительно меньше, делают «голую» клепаную броню и обильно поливают ее водою.

В верхней части горна, где имеется высокая температура, значительное давление газов и где протекают из более верхних горизонтов шлак и чугун, стены охлаждаются вставленными в них горизонтально холодильниками, имеющими клиновидную форму (фиг. 3, *К*); их обычно ставят в 3—4 ряда. Холодильники представляют собою литые бронзовые закрытые коробки (фиг. 5) с перегородками внутри, служащими для направления струи воды, и с отверстиями для очистки. В Германии весьма распространены холодильники открытые, в виде охлаждаемых водой коробок без передней стенки. Кладка стенков верхнего горна стягивается или клепаной броней из листового железа, или стальной броней, литой с фланцами, или же просто обручами из полосового железа.

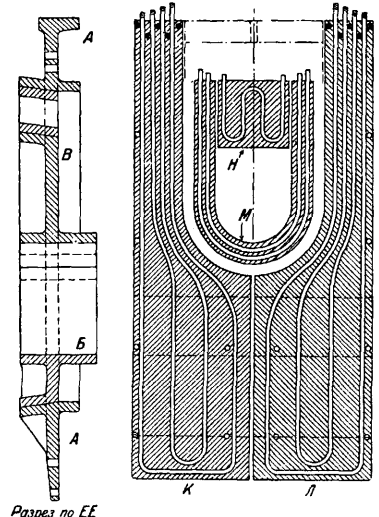
Рациональная конструкция чугунной и шлаковой леток и фурмового прибора имеет очень важное значение для работы у печи. Устройство крепления и охлаждения чугунной летки видно на фиг. 6. Оно состоит из трех стальных литых рам *A*, *B* и *B*; первая наглухо склепана с броней горна, две другие скрепляются с ней фланцами, и их можно вынимать. За рамами помещаются холодильники *K*, *L*, *M* и *H* (фиг. 7) в виде чугунных плит с залитыми внутри трубками диам. 30—40 мм; из них холодильник *M*, окружающий леточное отверстие *a*, наиболее подвержен порче; холодильник *H* приходится вынимать в случае необходимости пробурить леточн. отверстие выше нормального уровня (см. ниже Доменная плавка). Холодильники эти легко вынимаются после удаления соответствующих рам.

Устройство шлаковой летки (или фурмы, как ее иногда называют) видно на фиг. 3. Фурма *e*, представляющая собою кольцеобразную, с двойными стенками, литую бронзовую коробку, входит в такую же, но соответственно больших размеров амбразуру *d*, которая, в свою очередь, вставлена в амбразуру *O*; последняя представляет собою чугунную слегка конич. формы отливку с залитой внутри спиральной железной трубкой. Фурма и амбразура *d* также охлаждаются водою. Выходящие в печь отверстие фурмы *e* имеет диам. 50 мм и заткнуто железной на стержне пробкой, вынимаемой при выпуске шлака. Ж—чугунное корыто; шлак стекает по корыту или в специальные котлы, в которых и отвозится на свалку, или в яму с водою, где он гранулируется. Иногда устраивают (чаще в Германии) две шлаковые летки.

Устройство воздушной фурмы и всего фурменного прибора (стандартное на заводах Украины) показано на фиг. 3. Здесь Ф—фурма чаще всего кованая красной меди, но



Фиг. 6.



Фиг. 7.

м. б. и литая бронзовая или даже кованая железная; *a*—амбразура литая бронзовая, *в*—амбразура литая чугунная с залитой внутри спиральной трубкой; все они подобны амбразурам в шлаковой летке, но больших

размеров. Через фурму Φ проходит в печь воздух, а амбразуры a и b служат холодильниками для окружающей фурму кладки горна. К фурме воздух подводится соплом z в виде слегка конич. чугунной трубы. Рукав n —чугунный с футеровкой, состоящий из нескольких сочленений, служит для подвода воздуха к соплу из кольцевой воздушной трубы C . Все неподвижные соединения отдельных частей прибора делаются на простых заточках, все могущие менять свое положение—на шаровых; плотность соединений достигается пружинной стяжкой k . Продолжительность смены фурмы при этом устройстве—до 5—7 мин., бронзовой амбразуры—до 10—12 мин., в то время как при менее удобном устройстве фурм, применявшемся ранее, это требовало более часа времени. Принятые размеры фурмового устройства у разных печей видны из табл. 1.

Табл. 1. — Характеристика фурмового устройства.

Наименование размеров	Большие коксовые печи	Малые коксовые печи	Большие древесно-угольные печи
Диаметр глаза фурм в мм	180—200	150—160	100—120
Число фурм в печи . . .	12—16	10—12	6—8
Расстояние до лещади в м	2,0—2,75	1,6—2,0	1,2—1,6
Расстояние до шлаковой летки в м	1,0—1,2	0,8—1,0	0,3—0,5
Диаметр (внутренний) кольцевой воздушной трубы в м	0,9—1,2	0,6—0,8	0,4—0,6

Немецкие доменщики делают иногда добавочные фурмы, проводя их в заплечики, как показано на фиг. 1. Фурмы эти работают временами, при расстройстве хода печи. Кольцевая воздушная труба делается клепаемой из листового железа и имеет внутри футеровку из огнеупорного кирпича в два ряда, толщиной по 120—125 мм каждый; наружный ряд м. б. сделан и из изоляционного кирпича. Труба подвешивается (в Америке) к колоннам (см. фиг. 3); иногда (в Германии) ее опирают на кронштейны, связанные с колоннами; последний способ хуже первого.

Заплечики в современных доменных печах делаются двух типов: толстостенные (фиг. 2), охлаждаемые заложными в толщу кирпича холодильниками, и тонкостенные, заключенные в клепаемый из листового железа кожух, охлаждаемый поливанием снаружи водой. В первом случае толщина стенок делается в 2—2½ кирпича (600÷700 мм), и кладка снаружи стягивается железными кольцами, между к-рыми и закладываются в несколько рядов, в расстоянии 500÷400 мм один от другого, бронзовые холодильники, подобные холодильникам верхнего горна. Тонкостенные заплечики (фиг. 3) делаются толщиной в один полутурный кирпич, т. е. в 340—350 мм и стянуты кожухом B из листов толщиной 20—25 мм. Кожух поливается водой из брызгал от кольцевой трубы, подводимой к углу, образуемому кожухом B и листами P ; козырьки b , не прилегающие плотно к кожуху, устроены для того, чтобы вода не разбрызгивалась в стороны. На той же фиг. 3 показан дру-

гой способ охлаждения заплечиков—при помощи чугунных плит A , аналогичных по устройству с описанными выше плитами G . Применением этих плит стремятся избежать свободного стекания воды по кожуху, что создает всегда некоторую сырость и грязь у печи, а главное—не допустить попадания этой воды за кожух при расстройстве швов кожуха, что наблюдалось на некоторых печах Украины.

Шахта. Кладка шахты доменной печи внизу делается толщиной 900÷1000 мм, вверху 600÷800 мм; в настоящее время для кладки стен употребляются кирпич двух размеров: нормальный—250×125×65 мм и полутурный—375×150×65 мм, при чем часть кирпичей делают прямыми, часть—клиноватыми и, комбинируя те и другие, получают при выкладке круга разного диам. Снизу до ½—⅓ высоты употребляют кирпич первого сорта, далее—второго, на коксовых печах—шамотный, на древесноугольных—кварцево-глинистый.

Наружное крепление кладки шахты бывает, как уже упомянуто выше, двух родов: сплошной клепаемый кожух из листов толщиной от 12 до 30 мм, смотря по месту, величине печи, конструкции колошника и пр., или обручи из полосового железа шириной 125—200 мм, толщин. 20—30 мм, стянутые кольцами, клиньями или другими стяжками соединениями. Между кожухом и кладкой оставляется зазор в 150—200 мм, заполняемый расцебенкой из кирпича или другим подходящим материалом, позволяющим расширяться кладке, не передавая давления на кожух. Кожух позволяет укреплять на печи все колошниковое устройство, производить более быстро выкладку шахты при ремонте печи и предохраняет кладку от разрушений при взрывах и сильных осадках шихты в печи. Кольца считаются более дешевым способом крепления и позволяют увеличивать размеры печи при перекладке ее во время ремонта.

Кладка шахты вверху страдает от ударов материалов, поступающих в печь; внизу—от действия жара и истирания более твердыми частями спускающейся шихты. Существует несколько конструкций предохранения верха кладки от износа; наиболее простая и распространенная показана на фиг. 1 и 2. Это—чугунные массивные кольца, в несколько рядов заложены между верхними рядами кладки и образующие по внутренней поверхности шахты почти сплошную броню. При других конструкциях кладка шахты не доходит до колошника, а заменяется вверху сплошным литым стальным охлаждаемым панцырем или рядом отдельных плит, приболченных к кожуху шахты.

Продолжительность кампании печи чаще всего обуславливается состоянием стенок шахты, при чем разгорает гл. обр. ее низ; при сильном разгаре низа получается опасность обрушения вышележащих частей кладки, сильно меняется профиль печи, что влечет, в свою очередь, расстройство хода печи и неэкономичную работу ее. Для предохранения низа шахты от разгара шахту снабжают несколькими рядами холодильников, вставленных в толщу кладки, как показано на

фиг. 1 и 2. Холодильники делают литые бронзовые, вставляемые в чугунные амбразуры, или открытые. Те и другие сходны с холодильниками для верхнего горна, но больших размеров; в СССР иногда применяют чугунные холодильники в виде плит с залитой внутри трубкой, без амбразур, ставя плиты за кожухом и выводя через отверстия в нем только трубки. Такие холодильники дешевы и не нарушают целостности кожуха, но их нельзя сменить во время работы печи. Некоторые конструкторы считают холодильники в шахте излишними, другие, стремясь сохранить профиль печи при разгаре, делают низ шахты (цилиндрич. распар) тонкостенным в кожухе, поливаемом водой, подобно описанному выше тонкостенным запleckикам. Недостатками этой конструкции является несколько большая потеря теплоты и возможность проникания воды за кожух при расстройстве швов его.

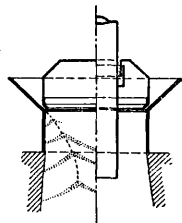
Стремление создать неизменяемый профиль печи привело к постройке «тонкостенной шахты Бургерса», которая вся состоит из рядов сболченных литых чугунных плит; с внутренней стороны плиты имеют ребра, между которыми выкладывается один ряд кирпича (на ребро); наружная поверхность шахты охлаждается поливанием водой. На вновь строящихся печах эта конструкция теперь нигде не применяется. В СССР на Макеевском заводе она оправдала себя при производстве ферромангана.

Газоотводы. Из-под засыпного аппарата, в верхней части колошника, газы удаляются через так наз. газоотводы. На больших печах обычно делают четыре газоотвода, на малых—два; площадь сечения газоотводов желательнее иметь возможно большую, чтобы газы, уходя из печи с малой скоростью, возможно меньше уносили с собою из печи руды в виде пыли. Практически сечение каждого газоотвода достигает 1,0, редко 1,5 м². Газоотвод представляет собою клапанную из листового железа трубу диаметром от 0,6 (древесноугольные печи) до 1,25 м (коксовые печи), иногда футерованную внутри. На америк. печах обычно их направляют сперва вверх и только на нек-рой высоте отводят патрубком вниз к газоочистителям, как видно на фиг. 2. В Германии же делают газоотводы, как показано на фиг. 1, направляя их сразу вниз, что влечет за собой больший унос пыли из печи. На газоотводах в возможно близком расстоянии к выходу их из печи ставят так называемые газоотводные клапаны, отделяющие печь во время ее остановки от общего газопровода цеха. Кроме того, на газоотводе д. б. труба, отводящая во время стоянки печи газ из-под колошника в атмосферу и во время работы прикрывая особым клапаном.

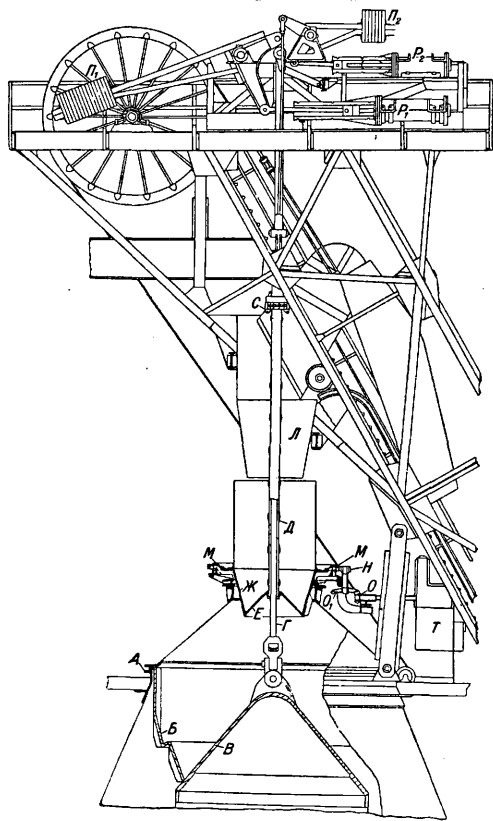
Распределительный аппарат. Колошник доменной печи сверху закрыт аппаратом, с одной стороны, не дающим газам уходить в атмосферу, с другой—служащим для распределения по определенному принципу материалов на колошнике печи. Наиболее распространенными и основными аппаратами являются два: «воронка и конус Парри» и «колокол Лангена». В первом аппарате неподвижная воронка прикрывается

опускающимся конусом (фиг. 9); материал, падая с конуса и образуя угол естественного откоса, располагается таким образом, что большее количество крупных кусков его ложится в середине печи, а к периферии—больше мелочи. Во втором аппарате неподвижная воронка закрывается сверху опускающимся колоколом, и материал, сыпаясь с воронки, располагается, как это показано на фиг. 8, образуя гребни мелочи на разном расстоянии от центра печи. Существует множество видоизменений и усложнений этих аппаратов.

Чтобы не терять газ во время засыпки материала в печь на всех современных печах устраивают второй затвор: при аппарате Парри—в виде второго малого конуса, при других—в виде крышки, прикрывающей аппарат сверху. Все доменные печи Америки и большинство печей Запад. Европы и Украины имеют аппарат Парри, и только на древесноугольных печах разных районов и на



Фиг. 8.



Фиг. 9.

нек-рых немецких коксовых печах остаются еще аппараты других систем. На фиг. 9 виден засыпной аппарат, снабженный двойным конусом Парри. Основное кольцо А соединено с клапаном кожухом колошника печи; на нем покоится состоящая из двух частей воронка В, прикрытая снизу большим конусом В, который шарнирно подвешен к

стержень G ; стержень этот связан системой рычагов с противовесом Π_1 , уравновешивающим собственный вес конуса, и паровым или воздушным цилиндром P_1 , который сообщает конусу движение при его открытии и закрывании. Малый конус E , прикрывающий воронку $Ж$, жестко насажен на полу шарнир D , к-рая связана при помощи тяг и системы рычагов с противовесом Π_2 и цилиндром P_2 . Иногда маневрируют конусами и с помощью особых балансиров, движущихся от цилиндров, расположенных внизу, как показано на фиг. 2. Конусы и воронки делаются обычно стальные литые, толщиной 50—55 мм (большие) и 35—45 мм (малые). Для правильности засыпки должна существовать определенная зависимость между диаметрами колошника и большого конуса, а именно—их разность делается от 1,2 до 1,5 м. Ход большого конуса делают 0,8—0,9 м, малого 0,6—0,9 м.

Подъемные и засыпные механизмы. В исключительно редких случаях, на очень малых древесноугольных печах сохранилась до настоящего времени ручная подача и завалка материала на колошник; обычно же она является в большей или меньшей степени механизированной. При печах старого устройства и небольшой производительности материала в вагонетках подвозится к вертикальному подъемнику у печи. Поднятые на уровень колошника вагонетки вручную подвозят к нему, опрокидывают, и материал падает на засыпной аппарат печи. При механич. или автоматич. загрузке материал вручную или механически подвозят к основанию подъемника печи и по наклонному мосту в особой вагонетке доставляют на колошник печи, где вагонетка автоматически опрокидывается и возвращается к основанию подъемника; т. о., рабочие на колошнике не задалживаются. Все управление движением вагонетки и маневрирование конусами производится машинистом из будки подъемной машины, или же оно происходит автоматически: машинист пускает в ход механизм поворотом ручки пускового прибора.

Все автоматич. загрузки разных систем разделяются на две большие группы, смотря по тому, чем производится подъем—подвешенными бадьями или вагонетками на колесах (называемыми в Америке с к и п а м и). Первые распространены по преимуществу в Германии, вторые—в Америке; в СССР имеются и те и другие, но за последнее время предпочтение отдается скиповой загрузке. Немецкая бадь, представляющая собой клепаный цилиндр a (фиг. 1) с воронкообразной нижней частью, закрывается снизу конусом b , подвешенным на штанге e ; она имеет объем 8—9 м³ и несет обычно сразу всю рудную сыпь колоши весом 10—18 т; америк. скип представляет собою открытый сверху ящик (фиг. 2 и 9) объемом 2,5—5 м³ и вмещает или 1/4 рудной колоши или 4—8 т полезного груза. В виду этого наклонный мост при немецкой бадейной загрузке значительно тяжелее, чем при скиповой, подъемная машина д. б. большей мощности; скорость движения скипа 1,5—3,0 м/сек; бадь имеет меньшую скорость подъема (1,0—1,2 м/сек) и холостой ход; при подъеме бадь иногда рас-

качивается и не садится хорошо на свое место, так что приходится иметь на колошнике одного или двух человек, наблюдающих за ее посадкой. В американских условиях стоимость подъема материалов на колошник на 1 т чугуна для бадейной загрузки—96 коп., для скипов—32—37 коп. Загрузка круглыми бадьями с успехом была применена в С. Ш. А. в 1896 г. на за-де Дюкен, где все устройство очень легко и много лет работает исправно, но в Германии конструктивная разработка той же идеи выполнена неудачно.

Загрузка Полига. Бадейная загрузка системы Полига является наиболее распространенной в Германии и типичной для этого вида загрузок; она изображена на фиг. 1. По верхнему и нижнему поясам наклонного моста ходят две тележки—грузовая A и моторная B ; они связаны друг с другом канатом, перекинутым через шкив сверху моста. На грузовую тележку подвешивается бадь, на моторной имеются один или два мотора, вращающие зубчатки, сцепленные с зубчатой рейкой, уложенной вдоль всего верхнего пояса моста. Моторная тележка, двигаясь по рейке, тянет грузовую, уравновешивая ее в то же время своей тяжестью. Дойдя до верха, грузовая тележка переходит на добавочный изогнутый рельс и своей тяжестью опрокидывает балансир B , садясь в то же время на колошник печи. Под тяжестью материалов в баде опускается конус, ее закрывающий, и материал высыпается в печь; облегченная бадь тяжестью противовеса возвращается в прежнее положение, после чего начинается опускание ее вниз. Одновременно с опусканием бадь на колошник опускается и крышка g , преграждая выход газов в атмосферу во время опускания конуса. Управление движением происходит из будки D .

При скиповой загрузке два скипа висят на концах каната, перекинутого через барабан подъемной машины; скипы имеют колеса на осях, прикрепленных к их кузовам (фиг. 9), или же сидят на особых тележках (фиг. 2) и ходят по двум рельсовым путям на наклонном мосту. Опрокидывание происходит переходом передних колес скипа на изогнутый рельс, как это видно на обеих фигурах. Мощность мотора подъемной лебедки от 150 до 250 НР. Вследствие того, что опрокидывание скипа на малый конус происходит всегда с одной стороны, что ведет к неправильному, т. е. одностороннему, распределению материалов на большом конусе, а затем и на колошнике печи,—при этой загрузке необходимо иметь особый распределительный аппарат, к-рый производил бы правильное распределение материалов на большом конусе. Существует много конструкций и систем таких засыпных аппаратов; из них наиболее распространены, надежны в работе и дают наилучшие результаты два: аппарат Макки и аппарат Кеннеди.

Засыпной аппарат Макки изображен на фиг. 9. В нем материал из скипа через неподвижную направляющую воронку L падает во вращающуюся распределительную воронку $Ж$. Верхняя часть этой воронки клепаная, нижняя—литая, лежащая своей кольцевой ребордой M на шариковом ходу,

опирающемся на неподвижную часть аппарата. Реборда M имеет по наружному краю зубчатку, сцепленную с шестерней N , к-рая получает вращение через зубчатую передачу $O-O_1$ от электромотора T . Вместе с воронкой вращается и закрывающий ее конус E , полая штанга которого D висит на кольцевом шариковом подпятнике C , связанном тягами с системой рычагов и цилиндром P_2 , служащим для маневрирования малым конусом.

Работа аппарата состоит в следующем: после засыпки в воронку содержимого каждой вагонетки первой колоши воронку поворачивают на угол 60° ; затем опускают малый конус, и материал первой колоши равномерно распределяется по большому конусу, а потом и по колошнику; далее, воронку поворачивают на нек-рый угол ($15-20^\circ$), и засыпка второй колоши производится таким же порядком, как и первой. Так же поступают и при засыпке последующих колош. Получается такое распределение материала на большом конусе, как если бы каждая колоша опрокидывалась из скипа не с одной стороны, а с шести равномерно расположенных по окружности сторон, т. е. достаточно правильно и равномерно.

Аппарат Кеннеди чрезвычайно прост; он отличается от аппарата Макки тем, что не имеет никаких вращающихся частей. Распределительная воронка сужена до размера 1100 мм; материалы, неравномерно распределенные в воронке, пройдя ее узкую часть, перемешиваются и равномерно распределяются по большому конусу.

Колошниковые мосты. Наклонный мост состоит из двух или трех связанных между собою решетчатых ферм на двух опорах; одна опора, под нижним концом ферм, находится на земле, друг. опора верхнего конца — через посредство качающейся серьги или скользящей ноги опирается на кожух печи в американских печах и на колонны в немецких (фиг. 1).

Для удобства монтажа засыпного аппарата служит выдвинутой за габарит печи монтажная балка с тележкой, опирающаяся или на мост, или на вертикальные газоотводы, или на особые колонны на колошнике. Вокруг колошниковой прибора имеется небольшая площадка, опирающаяся на кронштейны, прикрепленные к кожуху печи, или на колонны. В печах с ручной загрузкой эта площадка д. б. достаточно велика, чтобы свободно маневрировать на ней с вагонетками.

II. Доменная плавка.

Доменная плавка — способ получения чугуна из руды в доменных печах. Доменная печь является печью непрерывно действующей, т. е. после ее пуска, или, как говорят, «задувки», она работает в течение нескольких лет с кратковременными остановками лишь при выпусках чугуна, ремонте летки, смене различных охлаждающих устройств и с более длительными остановками в случае каких-либо аварий в роде побега чугуна, сильного расстройств хода печи и необходимости ремонта какой-нибудь части оборудования. Опораживалот печь, «выдувая» ее только тогда, когда стенки настолько разгорели, что создают угрозу крупных

разрушений, или когда профиль настолько изменился, что работа печи, сопровождаемая частыми расстройствами хода и требуя повышенного расхода горючего, становится неэкономичною. Раньше, при малой интенсивности работы печей, кампания их стремились продлить возможно дольше, до 5—8—12 лет; в настоящее время кампания длится $3\frac{1}{2}$ —4 г.: считается выгодным взять от печи максимум производительности при наиболее интенсивной работе и выдуть печь на ремонт, не допуская ухудшения экономических результатов работы печи.

Задувка печи. После капитального ремонта или постройки новой печи, перед ее пуском, необходимо предварительно высушить кладку печи. С этой целью в СССР обыкновенно разводят дровяной костер на лещади. Продолжительность сушки — 5—6 дней; раньше придавали этому больше значения, и сушка продолжалась 2 недели и более. Перед пуском нижний горн печи заполняется коксом, верхний горн и область залпечиков — дровами, обычно в виде старых шпал; далее идут 3—4 холостых колоши кокса, 7—8 колош кокса с известняком и доменным шлаком, далее колоши с рудой, количество к-рой постепенно увеличивают (5, 3, 2 и т. д. единицы кокса на единицу чугуна), доходя до нормы. В том случае, если нет на предприятии других работающих печей, в горн перед фурмами кладут стружки, смочен. легко воспламеняющимися веществами, зажигают их и дают им гореть нек-рое время без подачи воздуха от воздуходувок, а потом уже пускают дутье, при чем коуперы, насколько возможно, разогревают дровами. Если работают другие печи и можно иметь для задувки горячее дутье, его пускают сразу; в этом случае не обязательно заполнять дровами верхний горн и залпечики — их можно заменить коксом; первое все же предпочтительнее, так как сгоревшие дрова освобождают место для опускания шихты; в противном случае часто получаются вскоре после пуска печи подвигания, что крайне нежелательно. Все материалы шихты для начала работы д. б. лучшего качества, тщательно отсортированы и проанализированы, чтобы полученные шлаки наименее отличались от расчетных. Наибольшая опасность при пуске печи заключается в разбедании первыми шлаками стенок горна, в виду чего их следует делать сильно основными и не давать в шихту сварочного или бессемеровского шлака, а, наоборот, желательно иметь в ней доменный и мартеновский шлаки. Все вспомогательные устройства у печи должны быть перед пуском тщательно проверены, чтобы не иметь вынужденных остановок печи, особенно вредных в первые часы работы.

Работа печи. Ведение доменной плавки до сих пор является в значительной степени искусством, так как работа печи зависит от множества самых разнообразных условий, и явления, которые происходят в печи, мало доступны наблюдению и вообще недостаточно выяснены. Только немногие условия плавки, а именно, состав шихты, количество и нагрет воздуха, находятся в руках техника, и ими он может оперировать, направляя работу печи. Из условий, небла-

поприятно влияющих на работу доменных печей отметим: большое содержание золы и особенно серы в коксе, что заставляет держать сильно основные шлаки, затрудняя и удорожая работу печи; большое количество пылевидной руды, доходящее до 40%, неравномерность химического состава и физическ. состояния руды, подаваемой в доменные цехи *з-дов*. Для того чтобы происходящие в печи процессы (см. ниже Доменный процесс) протекали правильно, необходимы: правильно выбранный профиль печи, равномерное распределение газов по сечению печи, правильное распределение t° -ных поясов в ней и соответствие качества руд сорту выплавляемого чугуна. В регулировании и направлении вышеназванных условий и состоит ведение плавки.

Наблюдение за ходом печи. О ходе печи судят по целому ряду признаков. Первым из них является сход колош, т. е. опускание шихты в печи, что должно происходить равномерно с определенной установившейся, в зависимости от нормальной производительности печи, скоростью. Как только печь начинает брать больше колош, чем следует, что часто сопровождается понижением противодавления, нужно ждать сырого, расстроенного и холодного хода. Если, наоборот, происходит замедление схода колош, то это говорит о тугом ходе и начинающемся подвисании шихты в печи, что сопровождается обычно повышением противодавления и является результатом образования где-либо свода плавильных материалов при излишней горячей ходе печи или стола сырых необработанных материалов и похолодания печи. За сходом колош все время следят, измеряя уровень засыпи особыми щупами, т. е. вертикальными стержнями, проходящими через отверстия в воронке засыпного аппарата и висящими на тросах, перекинутых через блоки. Существуют автоматические показатели уровня засыпи, в которых эти щупы соединены с показательными приборами. Давление дутья является вторым показателем хода печи; оно остается б. или м. постоянным и установившимся, в зависимости от режима ее работы и силы воздушных машин; оно падает ниже нормы при образовании в печи т р у б ы, по к-рой устремляются газы, что нарушает равномерн. распределение их по сечению печи, и, наоборот, повышается при закупорке проходов для газа, что говорит о начинающемся подвисании шихты. Для разрушения образующихся сводов и понуждения опускания шихты понижают давление до нуля, прекращая на несколько секунд доступ воздуха в печь, — дают «осадку». Чем выше растет давление, тем чаще нужно делать осадки. Давление дутья указывается манометром, присоединенным к кольцевой воздушной трубе, при чем, кроме обыкновенного манометра, имеется и самопишущий; по характеру получающейся кривой давления дутья можно судить о ходе печи. Эта же кривая показывает время и продолжительность остановок печи.

Из имеющихся у печи нескольких коулеров обычно через один поступает в печь нагреваемый в нем воздух, другие же находят-

ся «на газе» (см. *Воздухонагреватели*); при этом t° нагреваемого коулером воздуха все время понижается, что опять-таки видно по диаграмме самопишущего прибора, связанного с термометром пирометра, вставленного в кольцевую воздушную трубу. Это нормально установившееся или меняющееся срабатывание t° печью также служит показателем хода печи. Если печь замедляет ход, будучи слишком горяча или слишком холодна, она перестает срабатывать t° . На более быстро можно заметить изменение хода печи, наблюдая через особые гляделки в крышке фурмен. рукава за материалом, проходящим мимо фурм; но эти наблюдения доступны только опытному глазу. При горячем ходе печи в фурму видны яркие, ослепительно белые, отчетливо обрисованные куски кокса, медленно опускающиеся вниз. Появление на фурмах небольшого количества не вполне обработанных кусков руды допустимо при плавке на мартеновский чугун; большое количество почти необработанных кусков руды и известняка или черн. куски настыйей указывают на ненормально быстрый ход или похолодание печи. Яркость фурм зависит от t° дутья и от того, насколько хорошо дутье проникает в середину печи: как только давление повышается и печь начинает хуже принимать воздух, фурмы тускнеют или перед ними начинается игра и мелькание мелких кусочков кокса или шлака. При сильном подвисании фурмы делаются совсем тусклыми. Если на фурмах показался шлак, его следует возможно скорее выпустить, иначе при вынужденной остановке печи он залетит фурмы и сопла. Наблюдение необходимо вести за всеми фурмами печи; если они неодинаково накалены, то это указывает на неравномерный боковой ход печи; в таком случае более яркие фурмы на время забивают глиной.

Наблюдение за шлаками дает весьма существенные указания относительно хода печи. Горячий, сильно основной шлак течет, слегка пеняся и выделяя большое количество белого дыма. Чем шлак холоднее, тем меньше над ним дыма; холодный шлак течет, как тяжелая маслянистая жидкость. Железистые шлаки расстроенного хода более подвижны, но они быстро застывают и имеют совершенно черный излом. Нормальные шлаки коксовой плавки имеют камневидный излом, серо-голубоватый цвет для литейного чугуна (сильно основной шлак по остывании рассыпается в порошок) и слегка коричневый — для мартеновского. Шлаки древесноугольной плавки имеют стекловатый излом.

О химическом составе чугуна и его нагреве можно судить по тому, как он течет в канаве или бороздах на литейном дворе, и из этого выводит заключение о ходе печи до получения анализов чугуна из лаборатории. Горячий чугун более жидок, холодный — более густ, при чем марганцовистые чугуны выделяют значительное количество огоньков в виде факелов; сернистые и холодные имеют на поверхности тончайшую пленку и дают искры.

Колошниковый газ, вырывающийся при открывании клапана вертикальной

газоотводн. трубы или просачивающийся через ее неплотности, также указывает на ход печи: норм. ход дает почти прозрачный или белесоватый газ; сильный вынос пыли и сырой ход характеризуются бурым, холодный ход—темным цветом газа. Нормальная t° газа на колошнике 250—300° при сухой руде; повышение t° указывает на неправильное распределение t° в печи, против чего необходимо немедленно принять меры. Колошник д. б. снабжен регистрирующим пирометром; в последнее время появились автоматическ. газоанализаторы, показывающие количество CO и CO₂ в газах. Заключение о ходе печи нельзя делать по одному какому-либо признаку; необходимо сопоставлять целый ряд наблюдений и признаков и только тогда принимать те или иные меры для регулирования хода печи.

В е д е н и е п л а в к и. Шихта, т. е. количество разных материалов, в определенных весовых соотношениях идущих в плавку, д. б. подсчитана, исходя из состава и количества проплавляемых материалов и сорта требуемого чугуна. Существует несколько способов расчета шихты. Из них наиболее рациональный разработан проф. М. А. Павловым. Основной величиной в подсчете шихты является расход топлива. В наших условиях можно считать расход кокса на единицу чугуна: на мартеновский чугун 1,0—1,05; на бессемеровский 1,05—1,10; на низшие сорта литейного 1,10—1,15; на высшие сорта литейного 1,15—1,20; на специальные чугуны (ферроманган, ферросилиций, силикошпигель) 2,5—3. На передельн. чугун в америк. и европ. доменных печах при хорошем коксе и сортированных, частью даже агломерированных, рудах расходуется 0,85 (временами даже до 0,8); расход древесного угля у нас около 1, в америк. и шведских печах он несколько менее: 0,9—0,85.

Горячие кремнистые чугуны коксовой плавки требуют более тугоплавких и менее богатых руд и весьма основных шлаков для удаления серы. На передельные чугуны предпочтительно идут богатые, легко восстанавливаемые руды и менее основные шлаки. При излишнем разогреве печи увеличивают сып в колошу, т. е. дают больше руды на то же количество топлива, и наоборот; если по условиям процесса желательно увеличить количество железа, восстанавливаемого твердым углеродом, и этим охладить горн, дают более трудно восстанавливаемую руду. В случае сильного похолодания печи дают холодные колоши топлива и облегчают шихту. Для разогревания похолодавшей печи, замедления излишне быстрого хода и при получении более горячих высококремнистых чугунов повышают t° дутья (до 750—800°) и уменьшают его количество. При получении более холодных чугунов и в случае излишнего разогрева печи предпринимают обратные действия. Средней t° дутья на передельный чугун у нас надо считать 650—700°; специальные чугуны требуют наивысшей t° дутья (800—900°).

Р а с с т р о й с т в о х о д а п е ч и. Обычные и ежедневные отклонения от нормального хода печи состоят в следующем: 1) в похолодании печи вследствие ускоренного хода;

2) в похолодании горна вследствие срабатывания настывлей из-за неправильного распределения t° в печи; 3) в похолодании с образованием в середине печи столба плохо обработанных холодных материалов; 4) в боковом ходе, когда одной стороной печь работает лучше, чем другой, что является следствием неравномерного распределения материалов на колошнике, неправильного разгорания кладки в старых печах, и проч. Средством к исправлению хода в первых трех случаях служит усиление нагрева печи повышением t° дутья; в третьем случае бывает также полезно поставить на фурмы кольца, суживающие их диаметр; в четвертом—приходится забывать 1—2 фурмы глиною. При излишнем разогреве печи (что обычно сопровождается подвисянием шихты) бывает весьма полезно дуть несколько минут (10—30) холодным воздухом, а затем принять обычные меры к охлаждению хода печи. Если вовремя не принять мер к исправлению хода печи, то расстройство усиливается и сопровождается обычно подвисянием шихты в печи, что может повести при последующей осадке к очень сильному и даже совершенному загромождению горна непроплавленными материалами. Последнее скорее всего может случиться, когда получаются условия, благоприятные для оползания большого количества настывлей с высших горизонтов, или когда шихта по своему составу должна дать ненормально основные и тугоплавкие шлаки (от ошибки в ее составлении при сильно колющемся составе руды или большом выносе пыли в колошниковых газах).

П о д в и с а н и е ш и х т ы м. б. результатом похолодания или излишнего разогрева печи; по месту своего образования бывает нижним и верхним. При нижнем подвисянии образуется свод в области заплечиков или столб непроплавленных материалов в середине печи; при верхнем—свод в области шахты, к-рый опирается на уступы в сильно разгоревшей ее части, или же причиной подвисяния является аморфный углерод, обильно выделившийся по реакции $2\text{CO} = \text{CO}_2 + \text{C}$ при 400—600°, особенно у стенок печи, и «заклинивший» материал. В случае сильного расстройства хода приходится или значительно уменьшать количество дутья или, когда печь совершенно не пропускает газа вверх, продуть его через открытую шлаковую или чугунную летку и этим постепенно разогревать горн. Иногда приходится разогревать горн нефтяной форсункой через летку или фурму.

Р а б о т ы у п е ч и. Выпуск чугуна производится в современных печах 3—5 раз в сутки. Для выпуска чугуна отверстие в леще сначала разделяют буром, т. е. железным 50-мм стержнем, длиной 4—4,5 м, со стальными концами, откованными и заточенными в виде полукруглой лопаточки; рабочий ударяет им в разбуриваемое место, поворачивая его с каждым ударом; когда до чугуна остается нетолстая стенка, ее пробивают стальным ломом, толщ. 35—40 мм, с конически заостренным концом. В последнее время за границей стали распространяться машины для бурения лещки. Поршень, приводимый в движение сжатым воздухом или

паром, сообщает буру ударное переменное движение; поступательное же движение ему сообщается при помощи винтового хода наподобие супорта токарного станка. Разливка чугуна производится на литейном дворе в песчаные изложницы или в особые чугунные открытые формы. За границей распространены специальные разливочные машины ленточного или карусельного типа с производительностью до 100 т чугуна в час. Формовка чушек в песке у нас идет вручную, а в Германии употребляют специальные формовочные машины, подготовляющие за час формовку для 90 т чугуна. Разлитый чугун после остывания (для чего его поливают водой) разбирают молотами и убирают или вручную или магнитным мостовым краном. Существуют и машины для ломки чугуна на месте формовки или в виде отдельного стоящего пресса.

После разливки чугуна леточное отверстие заделывают глиняной пробкой, к-рую помещают на конце длинной трамбовки и вгоняют до конца отверстия ударами кувалды; остальную часть отверстия забивают глиной помощью трамбовки. Правильный уход за чугунной леткой имеет весьма важное значение: в случае небрежной забивки выпуска возможны самопроизвольные побеги чугуна в летку со всеми неприятн. последствиями этого и разьедание брони близ летки. Глиняная стенка леточного отверстия, в к-рой держится глиняная пробка, с течением времени выгорает, как и стенка горна вокруг нее; в таком случае предпринимают ремонт летки: для этого удаляют, насколько возможно, старую глину и через получившееся широкое отверстие (диам. 200—300 мм) забивают в горн глину трамбовкой, стараясь растолкать ее в бока; такой ремонт продолжается 1,5—2,5 часа и требует 0,5—1,0 т глины. За границей и на многих заводах Украины для ремонта летки и для забивки ее после выпуска применяют особую паровую или пневматич. машину, называемую у нас пушкой. Она состоит из цилиндра, в к-ром шток поршня получает возвратно-поступательное движение; другой поршень, сидящий на конце штока, гонит глину через конич. насадку в леточное отверстие. Шляковая летка не требует никакого особого ухода. Выпуск шлака производится обычно 1—2 раза между выпусками чугуна; часть шлака выходит при выпуске чугуна. От времени до времени приходится чистить от застывшего шлака шлаковые желоба, а равно и чугунное, выложенное кирпичом, корыто у летки. Канаву в песке, по которой проходит чугун к формовке, необходимо возобновлять после каждого выпуска.

Не менее важной работой у печи является уход за коуперами. От уменьшения газозника (рабочий на коуперах) зависят в значительной степени нагрев дутья и расход газа. Правильное соотношение количеств газа и воздуха устанавливается по цвету пламени горящего газа. В коуперах, оборудованных регуляторами давления газа, а особенно при автоматическом регулировании количества подаваемого воздуха, правильное сжигание проверяется анализом дыма, а не по цвету пламени.

Холодильные приборы с течением времени прогорают или лопаются; чаще других портятся фурмы, фурмовые и шлаковые амбразуры, в особенности при жесткой воде, а также в случае срабатывания железистых настелей со стенок печи. Порча холодильника обнаруживается или по просачиванию воды или по перебоям в струе воды в водоотводной трубке; в фурме струю воды можно заметить через гляделку на остановке дутья. Попадание большого количества воды в печь отражается на шлаке и на воспламеняемости колошникового газа.

О работах у печи, имеющих более редкий и случайный характер, необходимо отметить следующее. Иногда не удается пробурить отверстие в летке вследствие нарастания лещадки или застывания чугуна в неудачно забитой летке; в этом случае ее прожигают кислородом или ацетиленом. При подвигании печи, когда сильно повышается давление газов в горне при сильно сработанных стенках его, газы могут прорываться наружу через неплотности кладки и брони, при чем м. б. продуты иногда довольно значительн. отверстие, через к-рое начинает выходить шлак; в этом случае на выходящую струю шлака направляют струю воды, отчего он застывает, образуя в отверстии пробку. Места, где вырывается только газ, по возможности замазывают глиной. Прорывы чугуна или шлака через разьеден. стенку горна и расплавлен. броню часто влекут взрывы с весьма тяжелыми последствиями; в этих случаях приходится останавливать печь, иногда на много часов, разламывать вытекший чугун и все разрушения заделывать глиной и кирпичом.

Остановки и пуск в ход печей. Иногда бывает необходимо после предварительной подготовки остановить все или некоторые печи цеха для чистки газопроводов, производства не теряющих отлагательств ремонтов или вследствие непредвиденной задержки в снабжении материалами. Если печь после остановки можно пустить на горячем дутье, то лучше, чтобы коке в ней совершенно потух. Подготовка состоит в том, что дают несколько холодных и облегченных колош, в расчете, чтобы они пришли в горн к моменту остановки печи. При остановке печей необходимо обращать особое внимание на следующее: 1) все отверстия в печи тотчас после ее остановки д. б. тщательно замазаны глиной, чтобы в печь не проходил воздух и не происходило подгорания кокса; 2) в колошник следует засыпать 15—30 т гранулированного доменного шлака, оставив печь на 2—3 колоши не полной; 3) д. б. тщательно проверено, не поступает ли вода в печь через какой-либо прогоревший холодильник; 4) воздуходувки останавливают только после забивки фурм глиной; 5) на остановке газозника должен следить, чтобы нигде не могла образоваться взрывчатая смесь газа и воздуха. При пуске после остановки всех печей цеха надо принимать меры к тому, чтобы не получить взрыва или хлопка в газопроводах, что часто случается, в особенности при наличии длинных газопроводов или больших сухих газоочистителей. Для этого необходимо: 1) воздуходувки пустить раньше и в течение 10—15 м.

продувать коупера и воздухопровод; 2) пускать печь на большом количестве воздуха и работать так 15–20 мин., пока не появится много газа; 3) принимать газ на газопровод только тогда, когда будет достаточное давление его на колошнике; 4) выдавливать газом воздух из газопроводов и газоочистителей вниз через нижние люки.

Выдувка печи. При выдувке печи стремятся как можно ниже опустить материалы, чтобы меньше было работы при его выгребании; при удачной выдувке материал м. б. опущен до уровня фурм. Главная опасность при выдувке — порча засыпного аппарата вследствие высокой температуры колошника. Чтобы шихта опускалась ровнее и не слишком падало давление, дают в печь 100–150 т доменного шлака или известняка (последнее лучше, но дороже). Известняк, разлагаясь, дает много CO_2 в газах, вследствие чего они становятся не столь горячими и взрывчатыми.

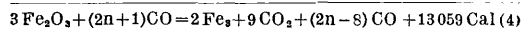
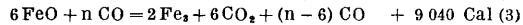
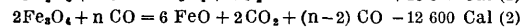
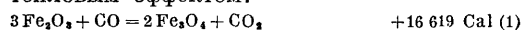
Лит.: Павлов М. А., *Металлургия чугуна. Сырые материалы, доменный процесс*, Л., 1924; его же, *Металлургия чугуна*, СПб, 1910; его же, *Альбомы чертежей по доменному производству*, 1 изд., Екатеринбург, 1902, 2 изд., СПб, 1908; Липин В. И., *Металлургия чугуна, железа и стали*, т. 3, ч. 1, Л., 1926; Жендзян С. В., *Производство чугуна и устройство доменных печей*, Харьков, 1927; «ЖРМО», с 1910; «Металлург» — орган научно-технических кружков вузов СССР, Л., с 1926; Павлов М. А., *Расчет доменных шихт*, Л., 1923; то же в переводе на франц. яз. с добавлением новейших данных: Pawloff M., *Calcul du lit de fusion des hauts fourneaux*, Paris, 1924; Johnson J. E., *The Principles, Operation, and Products of the Blast Furnace*, New York, 1919; Osann B., *Lehrbuch der Eisenhüttenkunde*, В. 1 — *Roheisenzeugung*, 2 Auflage, Leipzig, 1923; Johnson J. E., *Blast Furnace Construction in America*, New York, 1917. **А. Новоспаский.**

III. Доменный процесс.

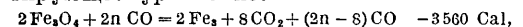
Физико-химические явления. Сырые материалы Д. п. — железная руда, топливо (древесный уголь, кокс, антрацит) и флюс, или пламень (обыкновенно известняк, иногда доломит), — будучи загружены в доменную печь, непрерывно опускаются в ней, вследствие образования сгорающим топливом пустоты в горне. На своем пути вниз материалы омываются восходящими газами и под влиянием теплоты изменяют свое физическое состояние, переходя в жидкое и газообразное; благодаря же восстановительному действию газов и раскаленному углероду топлива они испытывают сложные химические превращения.

1. Процесс удаления летучих веществ. Первым и простейшим по своей сущности процессом, совершающимся в верхних горизонтах доменной печи, является удаление летучих веществ — влаги, гидратной воды, углекислоты и продуктов сухой перегонки из обугленного при низкой t° топлива. Вследствие плохой теплопроводности всех плавильных материалов, выделение из внутренних частей кусков этих материалов улетучивающихся газов происходит на таких горизонтах печи, где продукты горения и даже топливо в своих наружных частях имеют настолько высокую t° , что между летучими веществами, газами и топливом могут происходить реакции, в результате которых из водяных паров и углекислоты получаются водород и окись углерода.

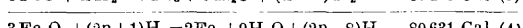
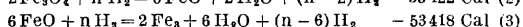
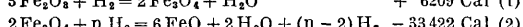
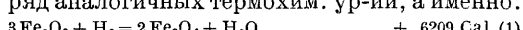
2. Процесс восстановления. Вслед за удалением летучих веществ, а в случае незначительного содержания воды в плавильных материалах одновременно с ним, начинается восстановительный процесс, т. е. получение из окислов руды — железа, а затем марганца, фосфора и кремния. Процесс этот начинается при низкой t° (ок. 200°) газами — окисью углерода и водородом, а затем продолжается и заканчивается (с 950° и выше) твердым углеродом топлива, точнее говоря, за счет твердого углерода. Восстановление усиливается по мере увеличения t° восстановителей, и т. к. передача тепла идет от поверхности кусков к сердцевине их, то во всякий данный момент содержание кислорода во внутренних частях кусков руды будет выше, чем в наружных. Для железа, при восстановлении его окисью углерода, мы имеем ряд последовательно идущих реакций со следующим тепловым эффектом:



Складывая ур-ия (2) и (3), получим результирующее уравнение:

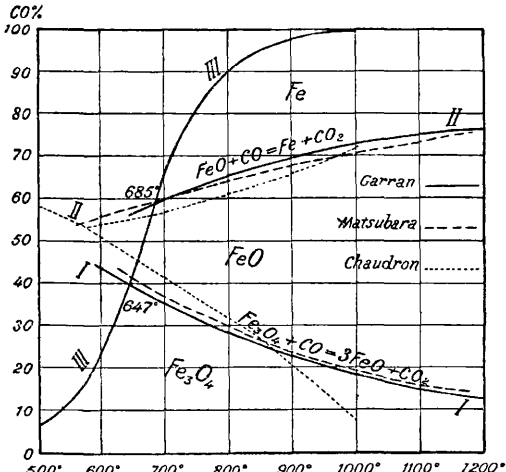


имеющее самостоятельное значение, т. к. в пределах t° 300–570° магнитная окись восстанавливается непосредственно в железо; выше 570° восстановление проходит через закис железа, т. е. по ур-иям (2) и (3). Для восстановления водородом можно написать ряд аналогичных терхим. ур-ий, а именно:



Окись железа естественная, не подвергавшаяся нагреву выше 950°, начинает восстанавливаться окисью углерода при 200°, а водородом — при 260°; кристаллич. окись (железный блеск) или аморфная прокаленная начинают восстанавливаться при 330°; естественный магнитный железняк — при 400–450°. Металлическое железо получается из закиси при 600–650°. Тепловой эффект результирующих реакций (4) для восстановления окисью углерода — положительный, для водорода — отрицательный; это значит, что раз начато восстановление окисью углерода может продолжаться без подвода тепла извне. Это обстоятельство истолковывалось многими неправильно: полагали, что восстановление CO исключительно способствует достижению наименьшего расхода горючего, но в вышеприведенных ур-иях при CO стоит коэфф-т n , а это указывает, что CO д. б. в избытке, для того чтобы получающаяся CO_2 не могла окислять восстановленных продуктов (не считая в последние Fe_3O_4 , к-рая не окисляется в Fe_2O_3 ни парами воды ни углекислотой). Значения коэфф-та n для разных t° , т. е. соотношение между CO_2 и CO , при к-ром газовая смесь не может ни восстанавливать окисла ни окислять продукта восстановления (равновесная смесь), в настоящее время, после многолетних иссле-

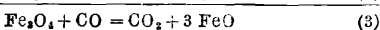
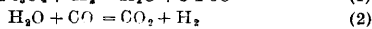
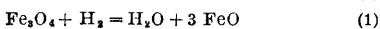
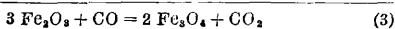
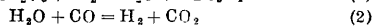
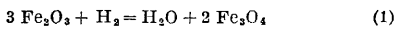
дований (начатых еще Беллом, в Англии), установлены точно. Гарран, последний до настоящего времени (1928 г.) исследователь, дал диаграмму (фиг. 10), на к-рой нанесены условия равновесия окислов железа и углерода по результатам исследований последнего времени (пунктирные линии—диаграмма Matsubara и Chaudron). Та же диаграмма (кривая III) дает изображение условий равновесия обратной реакции $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{C}$, или реакции Белла, меняющей результат восстановления окислов железа газами: при высоких t° продукты восстановления— CO_2 и H_2O —окисляют С в CO , и, наоборот, CO ,



Фиг. 10.

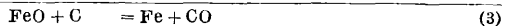
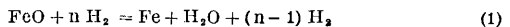
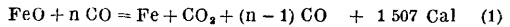
распадаясь при низких t° , способствует обогащению газа углекислотой сверх того ее количества, какое является продуктом восстановления. При 685° (пересечение кривых II и III) Fe, FeO, С и окислы углерода находятся в равновесии, если в газовой смеси на 60% CO приходится 40% CO_2 ; при 950° равновесие тех же веществ допускает присутствие 30% CO_2 (кривая II), но наличие тверд. углерода понижает содержание CO_2 почти до 0 (по кривой III—1,3% на 98,7% CO). При 647° (пересечение кривых I и III) Fe_3O_4 и FeO находятся в равновесии с окислами углерода и С, если в газовой смеси на 60% CO_2 приходится 40% CO; но в действительности ни при 647° ни при более низких t° столь высокого содержания CO_2 не может быть, т. к. в доменной печи газы остаются менее 10 ск. и равновесие не успевает установиться. В доменных печах отходящие газы имеют не более 40% CO_2 , на 60% CO, чаще около 30% CO_2 на 70% CO и даже 20% CO_2 на 80% CO.

Что касается водорода, то восстановление им имеет ту особенность, что продукт восстановления—водяные пары—реагирует и с CO (при низких t°) и с С (при высоких), давая снова водород:



Результирующие реакции (3) показывают, что содержание водорода в газе не убывает, и восстановление идет так, как будто его и совсем нет. В действительности содержание H_2 в верхних горизонтах печи возрастает за счет выделения его из горючих материалов и от разложения гидратной воды как по ур-ию (2), при низкой t° , так и твердым углеродом, при высокой. Поэтому нельзя указать количественного развития реакций восстановления водородом; известно лишь (с 1927 г.), что присутствие его в количестве 2% в газовой смеси ускоряет ход восстановления даже при умерен. t° (650°).

Не успевшая восстановиться при умеренных t° закись железа приходит в область высоких t° (выше 950°), где происходит, как говорят, «прямое восстановление», т. е. твердым углеродом. Но невосстановленная FeO может находиться только во внутренних частях кусков руды, будучи окружена снаружи оболочкой металлич. железа, отчасти обуглероженного уже; поэтому восстановление может закончиться только при помощи газов, проникающих через поры руды. Продукты восстановления— H_2O и CO_2 , выходя наружу, реагируют с углеродом топлива, образуя снова H_2 и CO, количество к-рых поэтому не убывает, — убывает лишь углерод топлива, непосредственно не соприкасающийся с восстанавливаемым окислом. Т. о., «прямого восстановления» в буквальном смысле нет, и восстановление при высоких t° д. б. изображаемо так:



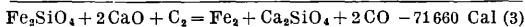
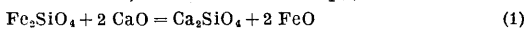
Водород в качестве посредника между двумя тверд. реагирующими веществами должен играть более видную роль, чем CO, т. к. его способность диффундировать через пористые тела в 3,75 раза выше способности CO.

Восстановление Fe по ур-ию (3) за счет твердого углерода топлива требует 37 283 Cal и лишь 12 кг С на 56 кг Fe; восстановление же окисью углерода требует большего количества С, т. к. в газе д. б. избыток восстановителя (при 715° отношение $\text{CO}_2 : \text{CO}$ д. б. более 1,5, а при 890° —более 2). Т. к. прямое восстановление есть горение углерода за счет кислорода руды, то оно уменьшает количество углерода, сгорающего у фурм, и количество развиваемого здесь тепла, необходимого для восстановления таких элементов, как Si и Mn, а также для перегрева шлака выше $t_{\text{н.н.}}$. Если есть возможность возместить недостаток тепла в горне из иного источника, кроме сжигания топлива, то восстановление твердым углеродом м. б. выгодно, но для всяких данных условий—в определенном размере. В электропечах возмещение тепла производится преобразованием электрич. энергии в тепловую, в обыкновенных доменных—подогревом дутья. Этот подогрев д. б. тем выше, чем труднее восстановимы руды и чем выше содержание Si и Mn в чугуна. Подсчеты, произведенные на основании состава колошниковых

газов, показали, что в современных печах газами восстанавливается в среднем ок. половины всего железа (в наших украинских печах—только 0,4, а иногда и 0,33).

Под влиянием окислов железа как катализаторов в доменных печах протекает реакция $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{C}$, в результате к-рой в массе руды отлагается (в удобовосстановимых пористых рудах большее количество, в плотных—меньшее) углерод-сажа в состоянии тончайшего измельчения, равномерно распределяясь между частицами окислов. Опыты с различными рудами, нагревавшимися в токе CO, показали, что при 450° вся окись углерода практически м. б. разложена на CO_2 и C (кривая III диаграммы), т. к. при этой t° углерод-сажа не может гореть в углекислоте, давая CO. При повышении t° реакция начинает идти в обратную сторону, и отложение углерода уменьшается; при 950° распадение CO прекращается, т. к. отложенный углерод-сажа отчасти растворяется в получившемся уже железе, а гл. обр. окисляется кислородом руды и CO_2 , давая только CO. Т. о., реакция Белла расширяет область восстановления окислов железа твердым углеродом, т. к. углерод-сажа заканчивает свою роль при той t° (950°), когда только начинается восстановление исключительно за счет углерода топлива. Эта реакция играет и другую полезную роль; она расширяет область умеренных t° в печи: при образовании углерода-сажи в области низких температур выделяется 38 790 Cal, а при переходе его в газ поглощается столько же тепла, и притом там, где должна бы идти реакция восстановления за счет твердого углерода топлива.

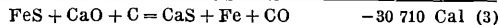
Железо переходит в чугуны не только из своих окислов, но и из кремнекислых и сернистых соединений; первые вводятся в шихту доменных печей в виде передельных шлаков, составляющих отбросы производства, а вторые—как неизбежные вредные примеси (юкса и отчасти руды). Кремнекислородное соединение железа не может восстанавливаться газами: расплавившись (ок. 1000°) в присутствии извести, оно реагирует с ней, и освободившаяся FeO восстанавливается при высокой t° , т. е. за счет твердого C топлива:



Т. к. при образовании силиката кальция тепла выделяется больше, чем затрачивается на разложение силиката железа, то на восстановление железа из шлака идет меньше тепла, чем на восстановление его из свободной закиси железа (35 830 cal на грамммолекулу, вместо 37 283 cal); но физич. условия восстановления таковы, что делают выгодн. переплавку шлаков только в определенных пределах и при соблюдении известных условий. Железистый шлак—жидкость тяжелая и подвижная; поэтому, расплавившись, он быстро протекает в горн, не успевая прогреться в такой степени, как пустая порода руды, и так. обр. не подвергается взаимодействию с известью флюса. В горне жидкий силикат железа в большей или меньшей мере, смотря по составу шлака и t° горна,

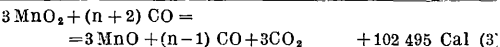
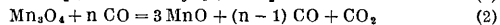
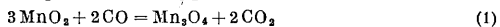
восстанавливается, предварительно разлагаясь известью шлака. Следовательно, условия восстановления железа из шлаков являются: высокая t° горна (сильный нагрев дутья) и наличие основных шлаков. В коксовых печах успешно переплавляют сварочный шлак в количестве до 50% веса шихты, а в древесноугольных в лучшем случае не более 20% (часто лишь 10%).

Сернистое железо, при нормальном ходе доменных печей на коксе, лишь в незначительном количестве растворяется в чугуне, т. к. оно разлагается известью шлаков, скопленных в горне, а затем восстанавливается за счет твердого углерода:

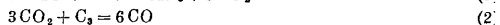
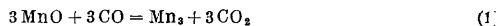


Полнота реакции достигается высоким отношением CaO к SiO_2 в шлаках (не менее $1\frac{1}{3}$, лучше $1\frac{1}{2}$ и даже больше при слишком сернистом горючем) и перегревом шлаков в такой мере, чтобы они были достаточно жидки, что осуществляется высоким нагревом дутья. В коксовых доменных печах часто лишь 3÷5% всей серы переходит в чугун, тогда как в древесноугольных—до 50%. Поэтому сернистые руды, содержащие серу, тщательно обжигаются (Швеция) перед плавкой в древесноугольных печах, работающих на кислых шлаках и умеренном нагреве дутья.

Марганец является в рудах спутником железа и, сверх того, он вводится в доменную печь специальными марганцевыми рудами, чтобы дать требуемое условиями передела содержание марганца в чугуне (обыкновенно 1—2%). Марганец поступает в печь в виде перекиси (MnO_2)—наиболее распространенного в природе окисла (пирролюзит). Восстановление этого окисла окисью углерода до закиси сопровождается выделением значительного количества тепла, как видно из термохимич. ур-ий:



Т. к. тепло выделяется в верхних горизонтах печи, то оно остается почти неиспользованным, служа лишь для повышения t° колошниковых газов (до 400 — 475°). Восстановление Mn из закиси может идти только при 1105° , а в присутствии железа—при 1030° , т. е. за счет твердого углерода топлива, аналогично восстановлению железу при высоких t° :



Водород при тех же температурных условиях может восстанавливать MnO, но полученные водяные пары, реагируя с C топлива, снова дают водород, так что в результате получается та же реакция (3), к-рая однако, никогда не идет полностью,—часть MnO остается невосстановленной и переходит в шлак, тем в большем количестве, чем его больше, чем меньше в нем оснований (CaO + MgO) и чем ниже t° горна. Часть вос-

становленного уже марганца испаряется и уносится током газов; она тем больше, чем выше концентрация Mn в чугунах (ферроманган—80%). Из обыкновенных передельных чугунов улетучивания марганца почти незаметно, но т. к. шлаки при выплавке таких чугунов менее основные, то выход Mn из руды в этом случае не выше, чем при выплавке ферромангана: в чугун переходит от $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$ всего Mn, принятого пехью (не считая унесенной газами руды); при древесно-угольной плавке (кислые шлаки)—до $\frac{1}{2}$.

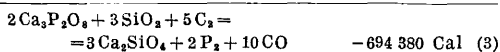
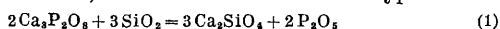
По реакции (3) марганец требует для восстановления в 1,6 раза больше тепла, чем железо, но действительный расход топлива в доменной печи больше, чем для Fe, по крайней мере в 2,5 раза, и это обстоятельство вызывает расширение области высоких t° в печи, разогревание колошника и быстрое изнашивание печи, если плавка ведется долго на богатый марганцем сплав.

Кремний из кремнезема, тесно перемешанного с тонким порошком аморфного углерода, восстанавливается при 1460° с большим поглощением тепла:



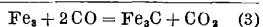
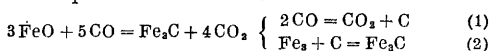
Но в присутствии железа реакция идет уже при 1050° , когда восстановителем является углерод карбида железа, образовавшегося ранее. Присутствие большого количества известки в пустой породе руды или в известковом флюсе мешает восстановлению кремния, поэтому для получения кремнистого и несернистого чугуна шлак должен быть основным глиноземистым; отношение $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ в нем ок. $1\frac{1}{3}$; нагрев дутья— $750-800^\circ$; при этом расход горючего на 15—20% выше, чем при выплавке передельного чугуна.

Фосфор, входящий в доменную печь обыкновенно в виде фосфорноизвестковой соли, восстанавливается после разложения этой соли кремнеземом, т. е. в области высоких t° , согласно химическим ур-ням:



что указывает на поглощение большого количества тепла (5 600 Cal на 1 кг P); тем не менее реакция идет полностью благодаря присутствию избытка кремнезема в шлаке (совместно P_2O_5 и SiO_2 м. б. в шлаке только тогда, когда концентрация последнего очень слаба). Лишь при значительном охлаждении горна, когда в шлак переходит закись железа, часть фосфора не восстанавливается.

Восстановление железа сопровождается обуглероживанием его как окисью углерода непосредственно, так и углеродом-сажей при более высокой t° :

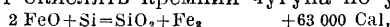


Количество поглощаемого железом углерода быстро растет с t° , и при 1140° оно может достигнуть 4,3%, хотя в конечном продукте бывает ниже (3,5—4%), так как кремний и фосфор, соединяясь с железом, уменьшают количество растворяющегося в последнем углерода; марганец действует в про-

тивоположном направлении, образуя двойной карбид с углеродистым железом.

3. Процесс плавки. После того как закончился процесс восстановления и обуглероживания, т. е. получился жидкий чугун, должна плавиться пустая порода руды—одна или с флюсом, если она трудноплавка. Самый легкоплавкий сплав, состоящий из трех главных шлакообразующих окислов ($62\text{SiO}_2 + 14,75\text{Al}_2\text{O}_3 + 23,25\text{CaO}$), плавится при 1165° , но при этой t° он представляет собою густую малоподвижную массу, лишенную способности течь; для разжижения массы необходимо растворение в ней некоего количества известки, а это может произойти в той части печи, где t° не ниже 1200° . Однако, наблюдения самого последнего времени показали, что спекание пустой породы руды и образование первого шлака начинаются гораздо раньше, чем будут достигнуты указанные t° , а именно, уже при $900-1000^\circ$, так как первый получающийся шлак содержит в себе невосстановленные закиси железа и марганца. Последние восстанавливаются впоследствии в большей или меньшей мере, смотря по степени концентрации жара в нижних частях доменной печи и горна, где реакции происходят в плоскости соприкосновения слоев чугуна и шлака.

Из сказанного следует, что ход процесса плавания находится в зависимости от хода восстановления, и обратно. Наилучшим состоянием печи будет такое, при котором легковосстанавливаемая руда будет иметь трудноплавкую пустую породу (плавка на литейные чугуны),—в таком случае преждевременное плавление и образование сильножелезистого шлака не будет иметь места. При противоположном сочетании условий (легкоплавкая пустая порода и трудновосстанавливаемая руда—плавка на передельные чугуны) будет всегда получаться шлак, когда в массе руды еще много невосстановленных окислов железа; это понижает t° в области плавления, способствует поступлению в горн железистых шлаков, не успевших на своем пути вниз прогреться, и мешает получению литейн. чугунов, т. к. закись железа шлака может окислять кремний чугуна по ур-ию:



что тем менее желательно, чем выше д. б. содержание Si в чугуне.

4. Процесс горения. По окончании процесса плавания из всех сырых материалов остается в твердом состоянии только горючее, которого приходится в горн 80—85% первоначального количества; здесь оно превращается в газообразное состояние, сгорая у фурм, и вместе с теплом, приносимым нагретым дутьем, дает все то количество тепла, какое нужно для хода плавильного процесса и покрытия потерь в атмосферу непосредственно и через колошник с газами. Процесс горения в горне доменных печей изучен хорошо лишь для кокса. Наблюдения над многими печами показали, что свободный кислород дутья исчезает на расстоянии 0,8 м от глаза фурм по направлению осей их и на 0,7 м выше фурм, углекислота же—на расстоянии около 1 м. Вне указанных пределов в горне печи имеет место восстановительная область, объем которой тем

больше, чем шире горн. В промежутке между отдельными фурмами, а также между глазами каждой фурмы и стенами горна (приблизительно 0,3 м), тоже нет ни кислорода ни CO_2 , окись же углерода находится в избытке по отношению к азоту воздуха, т. к. происходит восстановление за счет твердого углерода, между прочим, Si из золы кокса, а Fe и Mn из шлака.

В окислительной области горна против фурм происходит горение не только C топлива, но и других элементов—Si и Mn, а также C чугуна. Ясно, что в каждой доменной печи процесс этот должен иметь возможно меньшее развитие. Нагрев дутья и высокое его давление ограничивают область с окислительной атмосферой: повышение t° дутья ускоряет процесс горения, сокращая расстояние, на котором поглощается углеродом кислород дутья и происходит восстановление CO_2 в CO, а высокое давление переносит эти процессы внутрь кусков горючего, и притом тем полнее, чем пористее это горючее (для антрацита это недостижимо).

5. Изменение состава газов. Это изменение происходит по всему пути их от горна к колошнику. Углерод, сгорая в окись углерода в воздухе, содержащем обычное количество водяных паров (1% по объему или ок. 8 г на 1 м³ сухого воздуха), дает 35% CO + 0,8% H_2 + 64,2% N_2 по объему; но уже в горне доменной печи к продуктам горения присоединяется CO как продукт прямого восстановления Si из золы кокса, Mn и Fe из шлака, а затем, выше, и из окислов, вследствие чего в составе газа оказывается около 40% CO, а N_2 —не больше 60%. Далее, на своем пути вверх, CO при более умеренных t° , восстанавливая окислы железа и марганца, переходит в CO_2 , и т. к. объем газа при этом не меняется, то и процентное содержание N_2 не изменяется, а в сумме CO_2 + CO постепенно возрастает содержание CO_2 , а CO убывает. Затем к продуктам горения и восстановления присоединяется CO_2 флюса, отчего постепенно уменьшается % содержания N_2 , увеличивается сумма CO_2 + CO и растет отношение CO_2 :CO. Наконец, в верхних горизонтах печи, при работе на древесном угле, выделение продуктов сухой перегонки угля значительно увеличивает объем газов, меняя их состав значительным увеличением содержания H_2 и CH_4 и понижая тем самым % N_2 .

Конечный состав газов устанавливает пять факторов: 1) расход углерода топлива—чем он больше, тем выше содержание N_2 , ниже сумма CO_2 + CO и меньше отношение CO_2 :CO; 2) расход флюса—увеличение его повышает количество CO_2 в газах, соответственно понижая N_2 ; 3) относительное развитие восстановления Fe за счет твердого углерода—чем оно значительнее, тем больше CO и меньше N_2 в газах, т. к. C в меньшей степени сжигается кислородом дутья; 4) степень окисления руды— Fe_2O_3 дает больше CO_2 в газах, чем Fe_3O_4 , а эта последняя больше, чем FeO

шлаков; 5) состав и количество летучих из горючего—состав газов при работе на коксе значительно отличается от состава газов при работе на древесном угле и в меньшей мере при работе на антраците.

При всяких данных условиях, задаваясь разными степенями восстановления твердым углеродом, возможными в действительности (0,4—0,5—0,6), можно определить расчетом (напр. по методу проф. М. А. Павлова) вероятный состав газов и тем контролировать данные лаборатории, часто неверные в отношении CO (неполнота поглощения), а следовательно, и N_2 , определяемого по остатку. В табл. 2 приведены типичные анализы колошниковых газов, полученных при работе на мартеновский чугун.

Табл. 2.—Анализы колошниковых газов.

Состав газа (в объемных %) и др. данные	I	II	III	IV	V	VI
CO_2	10,5	16,3	9,0	11,1	12,7	14,8
CO	28,0	23,3	30,1	23,7	26,5	25,0
CH_4	6,5	1,9	1,1	0,4	0,2	0,2
H_2	55,0	7,8	6,3	2,4	3,6	3,6
N_2	55,0	50,7	53,5	57,4	57,0	56,4
Расход C на весовую единицу чугуна . . .	0,8	0,68	0,87	0,80	0,87	0,7
Расход флюса на вес. единицу чугуна . . .	0,0	0,12	0,09	0,52	0,38	0,35
Название руды . . .	Магн. жел.	Бур. жел.	Магн. жел.	Красн. жел.	Красн. жел.	Красн. жел.

Анализы I и II относятся к таким случаям практики (Ср. и Юж. Урал), когда все факторы действуют в одну сторону и создают резкую разницу в составе газов. Анализ III дает состав газа при работе уральской печи на сибирском каменном угле; содержание CH_4 и H_2 —переходное между древесноугольным и коксовым газами. Газ IV—лучший газ наших украинских печей (криворожские руды) и газ V—американ. печи (руда Верхнего озера), работающей с высоким расходом горючего. Несмотря на больший расход C и меньший—флюса, в американском газе больше CO_2 , что указывает на лучшую восстановимость руды Верхнего озера по сравнению с криворожской рудой. Так как первая содержит в себе немного гидратной воды, то водорода в американ. газе больше. Газ VI—лучший при работе с низким расходом горючего на коксе (америк.). Несмотря на то, что расход C в этом случае такой же, как и для газа II (бакальская руда), в последнем больше CO_2 , что доказывает лучшую восстановимость бакальской руды по сравнению с рудой Верхнего озера.

6. Температуры в горне и на колошнике. Для возможно полного восстановления руды газами и предупреждения преждевременного плавления пустой породы ее, нужно иметь в печи широко развитую область умеренных t° и сосредоточен. сильный жар в горне. «Горячий горн, холодный колошник»—основное требование доменного процесса. Оно осуществляется: 1) увеличением размеров доменных печей гл. обр. в высоту, 2) подъемом t° дутья и 3) равномерным распределением газов между кусками плавильных материалов, достигаемым

соответствующей засыпкой их и регулированием дутья. Если количество дутья и соответствующее ему количество газов установлены правильно, то всякое уменьшение дутья создает худшее распределение газов и влечет за собой менее выгодную работу печи вследствие уменьшения производительности ее и увеличения расхода топлива.

Высота t° в горне современных доменных печей измеряется оптическими пирометрами. Ниже приведены результаты массовых измерений (оптическим пирометром), произведенных в Америке:

	t° у фурм	t° шлака	t° чугуна
Древесноугольные печи (средние для 5 печей)	1 669°	1 451°	1 415°
Коксовые печи (средние для 48 печей)	1 708°	1 526°	1 472°
Коксовые печи, работающие на литейный чугун	1 748°	1 553°	1 493°
Коксовые печи, работающие на мартековский чугун	1 689°	1 522°	1 468°
Коксовые печи, работающие на зеркальный чугун	1 597°	1 427°	1 392°
Коксовые печи, работающие на ферроманган (7 печей)	1 550°	1 426°	1 386°

В Европе применяется в коксовых печах дутье, нагретое на 150—200° выше, чем в Америке; поэтому t° горящего кокса в европ. печах должна быть несколько выше указанной в табл. t° у фурм.

Темп-ра колошника на хорошо оборудованных з-дах непрерывно измеряется самопишущими пирометрами. Она зависит гл. обр. от содержания влаги и гидратной воды в плавильных материалах, а также от веса шихты на единицу горючего. Наименьшая t° колошника (100—120°, иногда 70°) наблюдается при выплавке томасовского чугуна из бедных бурых железняков, содержащих до 25% воды. Красные железняки Верхнего озера (10—12% воды) позволяют держать на колошнике t° в 150—160°, а криворожские (сухие)—от 200 до 250° при хорошем ходе; более высокую t° дают нормально обогащенные руды, но t° в 300° указывает уже на неэкономичную работу печи. При выплавке ферромангана газы на колошнике имеют до 450—475°, в то время как горн оказывается более холодным, чем при выплавке литейного чугуна.

Использование тепла в доменном процессе.

1. Горение углерода. Главным источником (на 80—85%) тепла в доменном процессе является сгорание углерода в CO и CO₂. Расчет количества тепла, полученного по этой статье прихода, основывается на составе колошниковых газов, установленном многими анализами или полученном расчетом, дающим такое же содержание CO₂ в газе, какое указывается лабораторией как среднее для хода печи на тот же чугун. Обозначая через p количество (в кг) углерода в газах, равное алгебраич. сумме $a+b-c-d$ (где a —углерод топлива, b —флюса, c —перешедший в чугун, d —унесенный из печи в пыль), x —количество (в м³) CO₂ в газах, m —отношение CO : CO₂ (по объему), n —отношение CH₄ : CO₂ и зная, что в

22,4 м³ каждого из этих газов заключается 12 кг углерода, можно написать:

$$12(x+mx+nx) : 22,4 = p;$$

$$x = 22,4p : 12(1+m+n).$$

Отсюда определяются x , mx и nx . Вычитая из x количество (в м³) CO₂ флюса (b), можно определить приход тепла от горения углерода из равенства:

$$w_1 = (x - b)97\,650 : 22,4 + mx \cdot 29\,430 : 22,4.$$

2. Нагрев в дутья, дающий почти все остальное количество тепла, определяется из выражения:

$$w_2 = Q \cdot c_0^t \cdot t,$$

в к-ром t —температура дутья, c_0^t —средняя его теплоемкость в пределах $0 \div t$ (обыкновенно 0,31—0,315), а Q —количество (в м³) дутья, определяемое по азоту в газах; если количество азота равно N₂, то дутья, содержащего 1% влаги, печь получает:

$$Q = N_2 : 0,7821.$$

3. Шлакообразование. От 1,5 до 3% всего прихода тепла дает шлакообразование (соединение CaO с SiO₂). Число Cal на 1 кг чугуна определяется по эмпирической формуле Вологодина:

$$w_3 = 3,141 \text{ CaO} - 17,$$

где CaO выражает % содержания CaO в шлаке. Т. к. весь расчет прихода и расхода тепла ведется на 1 кг чугуна (метод Грюнэра, рекомендуемый и теперь), то приход тепла от шлакообразования определится, если известно отношение веса шлака к весу чугуна; оно устанавливается расчетом по составу шихты и шлака, но должно проверяться взвешиванием шлака, убираемого от печи.

В хорошо работающих современных печах на 1 кг чугуна расходуется всего в среднем 3 500 Cal; при неблагоприятных условиях работы (бедная руда, восстановление большого количества Si и P) требуется до 4 500 Cal; приход тепла в 3 000 Cal является идеалом, к к-рому довольно близко подходят нек-рые америк. печи. Около половины всего прихода тепла (1 700—1 900 Cal) поглощается восстановительным процессом. Затрата тепла на это определяется довольно точно по составу чугуна и шлака (в к-рый переходят Fe и Mn, восстановленные до закисей, и CaS, полученный из CaO и FeS) при помощи термохимич. данных о теплоте образования окислов и солей. Те же данные позволяют определить затрату тепла на выделение CO₂ из флюса (иногда и руды), гидратной воды и влаги сырых материалов и на разложение пара дутья и гидратной воды (по количеству водорода в газе). Количество тепла, теряемое через колошник в газах (считая здесь и пар), определяется точно их теплосодержанием при t° колошника. Правильный учет этой потери представляет особое значение, так как позволяет судить о степени экономичности работы печи.

Выпускаемые из печи чугун и шлак б. или м. перегреты и потому уносят из печи больше тепла, чем нужно для их расплавления. Вследствие трудности производства калориметрич. наблюдений у печи обыкновенно довольствуются имеющимися уже опытными данными, а именно: чугун литейный уносит

с собой 330 Cal, мартеновский коксовой плавки — 300 Cal, древесноугольный — 280 Cal; трудноплавкий шлак литейного чугуна, выплавленный на коксе, уносит 500 Cal, коксовый мартеновский и горячий древесноугольный — 450 Cal обыкновенный древесноугольный — 400 Cal. В современных доменных печах довольно значительный расход тепла вызывается охлаждением их водой;

нужное для его сжигания, 800 Cal (коксовая плавка); из 4 800 Cal остается в печи, при среднем кпд тепла 75%, 3 600 Cal.

В приведенной табл. 3 даны тепловые балансы для пяти случаев практики с указанными условиями работы печи и подсчитанными кпд тепла и углерода. I. Кливлендские печи (Англия), по данным Белла, дают литейный чугун с 3% Si и 1,4% P; высокий

Табл. 3.—Тепловые балансы.

	I	II	III	IV	V
Условия работы печей					
На весовую единицу чугуна: руды	2,24	1,83	1,77	2,3	3,25
» » » флюса	0,55	0,36	0,52	0,20	1,19
» » » горючего	1,125	0,751	1,045	1,175	2,86
» » » сгорает углерода	0,961	0,605	0,795	0,928	1,373
» » » получается шлака	1,45	0,45	0,62	0,96	1,954
Суточная выплавка чугуна в т	80	577	254	20	92,3
Температура дутья	700	673	584	374	770
» колошниковых газов	320	163	270	321	475
Содержание CO ₂ в газах в объемн. %	9,0	14,9	11,6	10,4	6,5
Приход и распределение тепла					
Горение С дает (на 1 кг чугуна) Cal	3 548	2 666	3 080	3 476	5 423
Дутье » » 1 » »	800	495	550	448	1 481
Шлакообразование дает (на 1 кг чугуна) Cal	115	60	79	58	111
Всего в приходе на 1 кг чугуна	4 463	3 221	3 709	3 982	7 015
Расход тепла на 1 кг чугуна					
Восстановление Fe и его примесей	1 982	1 753	1 661	1 686	2 327
Выделение CO ₂ из шихты	220	171	203	205	570
» H ₂ O » »	16	122	116	106	224
Разложение влаги дутья и гидратной воды	72	227	152	23	506
Уносится колошниковыми газами	500	189	372	560	1 326
» чугуном	330	300	300	300	300
» шлаком	770	203	277	461	784
» охлаждающей водой	92	97	196	138	321
» в атмосферу (потери)	481	159	432	503	657
Всего в расходе на 1 кг чугуна	4 463	3 221	3 709	3 982	7 015
Использование тепла					
Кпд тепла в печи в %	76	86	74,1	69,9	67
Уносится в газах %	11,2	5,9	10,0	14,0	19
» водой и в атмосферу %	12,8	8,1	16,9	16,1	14
Кпд углерода в печи в %	44,8	53,6	47,3	46	37,8

на 1 кг чугуна в небольших древесноугольных печах при охлаждении только фурм и их коробок, расход равен ок. 150 Cal, тогда как в америк. печах с их громадной производительностью и энергичным охлаждением горна и заплечиков он спускается до 100 Cal. Зная количество воды, поступающей в охлаждающие устройства, и ее t° до входа и после выхода из них (разность 5–10 $^{\circ}$), определяют точно потерю тепла на охлаждение. Сумма всех вычисленных затрат тепла д. б. меньше прихода тепла; разность принимается за потерю тепла в атмосферу конвекцией и лучиспусканием.

По составлении т. н. теплового баланса домен. печи определяют кпд тепла и коэфф. использования тепловой энергии углерода. Первый дается отношением ко всему расходу тепла того его количества, к-рое так или иначе расходуется в самой печи, а второй—отношением полученного от горения С тепла к тому, которое получилось бы от сжигания С в CO₂. При тепловых подсчетах можно пользоваться приближенными средними величинами использования тепла и углерода в доменной печи, а именно: 1 кг С дает в печи в среднем 4 000 Cal, а дутье,

расход тепла объясняется значительной затратой на восстановление и на нагрев шлака; использование тепла хорошее. II. Америк. печь—выплавляет мартеновский чугун с наименьшим расходом горючего; расход тепла близок к возможному минимуму; использование тепла наилучшее благодаря малому количеству газов и шлака, а также низкой t° колошника. III. Украинская печь—хороший ход на мартеновский чугун; использование тепла—нормальное; большая потеря в газах (высокая t° благодаря сухой руде) и на охлаждение водой. IV. Древесноугольная печь Урала—передельный чугун; руда—подобная кливлендской, но шлака (кислого) получается в 1,5 раза меньше; потеря в газах при той же t° большая благодаря легучим веществам древесного угля; расход тепла меньше кливлендского от того, что чугун содержит мало P и Si. V. Работа на ферроманган украинской печи—в 2 раза больший расход тепла естественен: высокое содержание SiO₂ в руде вызвало перерасход флюса, получение громадн. количества шлака и перерасход тепла на его плавление; большая потеря тепла в газах—непремен. следствие работы на ферроманган.

Лит.: Павлов М. А., Исследование плавильного процесса доменных печей, «ГЖ», 1894, т. 3, стр. 167 (отд. брош., Екатеринбург, 1902); Соколов И. А., О восстановимости железных руд, Пермь, 1909; Павлов М. А., Металлургия чугуна, вып. 1, Л., 1924 (дана вся литература теории доменного процесса); е го же, Физ.-хим. данные для ведения металлургич. расчетов, «ЖРМО», 1911; «ЖРМО», 1925 и след. (нов. лит.); Bell J. L., Principles of the Manufacture of Iron and Steel, L., 1884 (во франц. пер.: Bell J. L., Principes de la fabrication du fer et de l'acier, trad. de l'angl., P., 1888); Gruner L., Etudes sur les hauts-fourneaux, «Ann. Min.», P., 1872, t. 2—3, 1877, t. 12 (русск. пер. в «ГЖ», 1877, т. 3); Gruner L., Sur le dédoublement de l'oxyde de carbone, «Annales de chimie et de physique», P., 1872, t. 24; Ackermann R., Studien über d. Wärmeverhältnisse d. Eisenhochofenprozesses, Lpz., 1875 (русск. пер. в «ГЖ», 1873, т. 2); Johnson J. E., The Principles, Operation and Products of the Blast Furnace, N. Y., 1917; Jüptner H., Beiträge zur Hochofentheorie, Lpz., 1921; Garrañer L., Equilibria at High Temperatures in the Systeme: Iron—Oxygen—Carbon, «Trans. of the Faraday Soc.», L., 1928, v. 24, part 3, p. 201. М. Павлов.

ДОМЕННЫЕ ШЛАКИ, искусственные каменные массы, получающиеся в качестве отхода при доменном процессе от сплавления содержащейся в руде пустой породы с флюсами шихты (известняки, доломиты, глинистые сланцы, песок, иногда фосфориты ит. д.—смотря по характеру доменного процесса) и золой применяемого горючего (кокс, древесный уголь).

Общие свойства. Д. ш. представляют собою сплавы (твердые растворы) силикатов, алюминатов, сульфидов и некоторых солей, особенно фосфатов, различных оснований, гл. обр. кальция, магния, железа, марганца. Получаясь в восстановительном пламени, Д. ш. содержат свободные записи кальция, железа и марганца, растворенные, по Джексу (Jex), в смеси анортита (известковый полевой шпат) $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ и волластонита $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. При правильно ведущемся доменном процессе цвет шлаков—светлый («спелые шлаки»): светлосерый, белый, желтоватый, зеленоватый, синеватый и т. д., а при сыром ходе доменной печи—черный, от большого содержания железа. Текстура шлаков тоже изменчива и бывает стекловидной, камневидной и фарфоровидной, в зависимости от состава и быстроты затвердевания Д. ш. Теплота плавления 360—450 Cal, уд. вес Д. ш. около 2,8, объемный вес и теплопроводность приведены в табл. 1. Состав Д. ш. весьма изменчив; предельные количества составляющих Д. ш., получающихся при выплавке нек-рых сортов чугуна, представлены в табл. 2. В зависимости от преобладания в составе оснований, фосфорной и кремневой к-т, Д. ш. бывают основными, фосфатными или силикатными. Наиболее часто доменный процесс дает именно силикатные шлаки. По числу, выражающему отношению содержания кислорода в кремнекислоте (SiO_2) к содержанию кислорода в основаниях RO (где R—двухвалентный элемент), согласно валовому анализу силикатных шлаков, они разделяются на виды, сопоставленные в табл. 3. Только две из этих степеней окремнения соответствуют действительным химич. соединениям: моносиликаты—ортосиликаты (наприм. Ca_2SiO_4) и бисиликаты—метасиликаты (напр. CaSiO_3). Схематическое деление табл. 2 особенно хорошо отвечает продуктам металлургии цветных металлов, где содержание Al_2O_3 в шлаках бывает незначительное. При плавке на коксе Д. ш. близки к мо-

носилакатам (35—48% CaO , 30—38% SiO_2 , 6—18% Al_2O_3 , кроме того MgO , MnO , FeO , CaS); при плавке на древесном угле получаются по преимуществу бисиликаты. Богатые SiO_2 и Al_2O_3 шлаки близки к стеклам и при быстром застывании получают стекловидную текстуру; они не имеют определенной точки плавления и при нагревании сперва проходят через состояние размягчения и

Табл. 1.—Объемный вес и теплопроводность доменных шлаков и других материалов.

Наименование материалов	Объемный вес, кг/м ³	Теплопроводность	
		Средние t°, °C	Кoeff. теплопроводности Cal·м/м ² ·°C·ч.
Шлаки доменные	785	0	0,14
То же, очень пористые, свободные, величина кусков 2—5 мм	360	0—20	0,088—0,090
То же, величина кусков 30 мм	360	0—20	0,12—0,13
Шлаковая вата в виде толстой ткани, тепловой поток перпендикулярен к волнам	290	30	0,0356
Шлаков. вата уплотненная	200	30	0,0342
То же	300	0	0,0495
То же	300	50	0,055
То же	300	100—200	0,065
То же	—	—	0,072
Шлаковая вата английская	210	От минус 16 до плюс 18	0,037
Шлаковая вата сильно уплотненная	340	30	0,0367
Шлаковая вата как изоляц. материал для водопроводов, в виде цилиндрич. покрышек	400	50—200	0,61—0,080
Шлаковые кирпичи	1 400	15	0,400
То же при 16,6% по объему влажности	1 775	0—30	0,40—0,44
Шлаки котельные	750	0—20	0,13—0,14
Шлаки каменноугольные	697	0	0,12
Бетон шлаковый	871	20—60	0,245—0,255
Бетон шлаковый из 9 об. ч. очень пористого шлака и 1 об. части цемента	550	20—90	0,19
Бетонные кирпичи из шлакового бетона	1 115	0—20	0,218—0,255
То же	1 250	0—10	0,26
Бетонная стена из кирпичей шлаков. бетона, сложен. на извести, с обеих сторон општукатур., общей толщ. 26 см, после 4-мес. возд. сушки	1 372	10	0,59

затем тягучести. Наиболее вязки шлаки, содержащие TiO_2 ; напротив, основные шлаки (богатые CaO и MgO), несмотря на более высокую $t_{\text{пл.}}$, при нагреве обнаруживают меньшую вязкость; при отвердевании, особенно если охлаждение идет медленно, они выкристаллизовываются и приобретают текстуру каменистую; быстрое охлаждение дает шлаки очень хрупкие, подобные портландским цементам.

Несмотря на сложность состава, Д. ш. во многих случаях могут рассматриваться как системы из трех компонентов— CaO , SiO_2 и

Al₂O₃, поскольку FeO при хорошем ходе процесса по незначительности содержания не имеет значения; содержание окислов других металлов невелико; щелочноземельные

Применение Д. ш. Выход Д. ш. приблизительно равен по весу выходу чугуна и в 2,5 раза превосходит этот последний по объему. Использование огромного количества

Табл. 2.—Состав характерных видов доменных шлаков промышленности СССР (в %).

Род шлака	Составные части							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	FeO	S	K ₂ O+Na ₂ O
Шлак серого чугуна, выплавленного на коксе	27—38	10—24	30—58	0,2—12	0,1—2,4	0,3—2,7	До 4	—
Шлак серого чугуна, выплавленного на древесном угле	45—68	5—22	20—45		0,8—1,0	0,2—5,7	До 0,2	До 2
Шлак белого чугуна, выплавленного на коксе	35—45	8—18	35—48			2—6	До 3	—
Шлак белого чугуна, выплавленного на древесном угле	48—55	10—18	25—30			3—6	—	—
Шлак марганцевого чугуна, выплавл. на коксе	29—31	8—14	33—41	8	15	—	Содержание S в виде CaS	—
Шлак ферросилиция	33,1	25	30	7	0,4	0,3		8

окислы, особенно MgO, м. б. пересчитаны на CaO. В отношении Д. ш. важно знать t° перехода их из одного состояния в другое. Эта задача сводится к изучению смесей трех главных окислов и распадается на изучение

Табл. 3.—Степени окремнения доменного шлака.

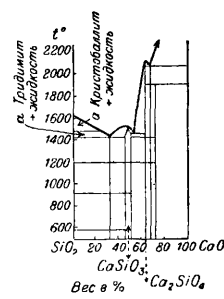
Технич. название шлака	Химич. характеристика	Формула валового состава	Отношение O в SiO ₂ к O в основаниях
Полукремнеземик . . .	—	4 RO·SiO ₂	1:2
Однокремнеземик . . .	Моносиликаты (ортосиликаты)	2 RO·SiO ₂	1:1
Полутора-кремнеземик	Полуторные силикаты	4 RO·3SiO ₂	3:2
Двукремнеземик . . .	Бисиликаты (метасиликаты)	RO·SiO ₂	2:1
Трикремнеземик . . .	Трисиликаты	2 RO·3SiO ₂	3:1

трех двойных систем; диаграммы их представлены на фиг. 1—по Шеперду и Ренкину (Al₂O₃—SiO₂), фиг. 2—по Шеперду, Ренкину и А. Л. Дену (CaO—SiO₂) и фиг. 3 (CaO—Al₂O₃). Первая система дает одно химич. соединение (силлиманит), с t°_{н.л.} 1 816°, и две

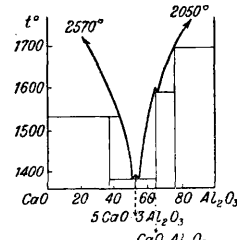
евтектики, с t°_{н.л.} около 1 600 и 1 810°. Вторая система, практически наиболее важная, дает два химических соединения — CaSiO₃ с t°_{н.л.} 1 540° и Ca₂SiO₄ с t°_{н.л.} 2 130° — и евтектики с соответственными t°_{н.л.} 2 015°, 1 440° и 1 326°.

Третья система дает соединения: 3CaO·Al₂O₃, плавящееся с разложением, 5CaO·3Al₂O₃, с t°_{н.л.} 1 380°, CaO·Al₂O₃, с t°_{н.л.} 1 590° и 3CaO·5Al₂O₃, плавящееся с разложением. Тройная система (фиг. 4) указанных компонентов дает два тройных соединения: CaO·Al₂O₃·2SiO₂ с t°_{н.л.} 1 550° и соединения 2CaO·Al₂O₃·SiO₂ с t°_{н.л.} около 1 600°.

Д. ш. (в 1910 г. мировое производство чугуна и стали выразилось числом 125 530 000 т, в России—5 390 000 т) представляет задачу большого экономического значения.

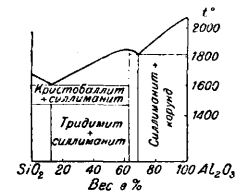


Фиг. 2.

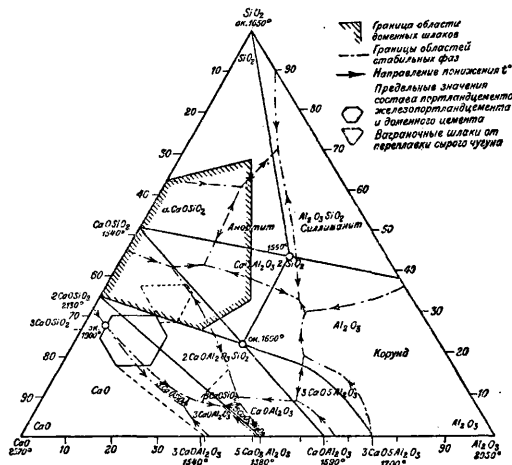


Фиг. 3.

Применение Д. ш. основано на использовании различных технически ценных свойств их, а именно: способности отливаться и давать весьма твердый материал, вытягиваться



Фиг. 1.



Фиг. 4.

в расплавленном состоянии тонкими и по застывании упругими нитями, давать с известковым раствором затвердевающие

Табл. 4.—Классификация применений доменных и других шлаков.

Технич. свойства шлаков	Область применения	Род шлака	Главные требования	Способ производства
Механич. прочность и твердость	Мостовые, настилки макадамов	Силикатные шлаки	Механич. прочность, отсутствие сернистых металлов	Непосредствен. использование
Отливаемость	Мостильный камень	Силикатные шлаки	Кислый, тягучий, бедный известью и богатый глиноземом, отсутствие сернистых металлов	Отливка в расплавл. виде и отжиг; медленное остывание
Отливаемость	Камни для массивов подводных сооружений	Силикатные шлаки	Механич. прочность, химическая стойкость	Отливка в расплавленном виде и отжиг
Умпаемость полужидкой массы	Шлаковый кирпич	Силикатные шлаки	Кислый, тягучий, бедный известью и богатый глиноземом	Смешивание расплавлен. шлаков со шлаковым же песком и умивание полужидкой массы в формы
Хрупкость при наложении твердости	Искусственный песок	Силикатные шлаки	Твердость, механич. прочность, отсутствие металлов	Быстрое охлаждение, измельчение
Вытягиваемость в нити	Шлаковая вата для тепловой изоляции	Силикатные шлаки древесноуг. печей	Те же и отсутствие сернистых металлов	Раздробление шлак. струи $\varnothing 10-15$ мм струей водяного пара
Содержание аморфной кремнекислоты	Искусственные гидравлич. добавки, дающие шлак. цемент, настоящий шлаковый порландский цемент, смешанный цемент	Основные шлаки коксовых домен	Отношение $CaO:SiO_2$ не менее 1, малое содержание глинозема	Охлаждение огненножидких шлаков в холодной воде (или в воздухе особыми приемами), помол, смешивание с известью, иногда обжиг и новый помол
Стекловидная текстура	Стекло	Силикатные шлаки	Малое содержание глинозема	Введение в шлаки щелочей и добавочной кремнекислоты
Прозрачность и красивый цвет	Искусств. драгоцен. камни	Силикатные шлаки	—	Выбор подходящих кусков и шлифовка
Содержание зерен чугуна	Добыча чугуна	Доменные шлаки серых чугунов из древесноуг. печей	—	Разбивание, промывка, переплавление
Содержание железа	Добыча чугуна	Шлаки сварочных и т. п. печей как руда для домен	—	»
Содержание фосфорной кислоты	Фосфорнокислые удобрения—томасова шлак. мука, (томасшлак)	Шлаки, получаемые при томасировании	—	Размол
То же	Фосфорнокислое удобрение—мартеновские шлаки	Шлаки, получаемые при мартеновании	Проведение процесса при введении извести, вообще избытка оснований	Размол
Цементирующая способность	Изготовление угольных брикетов	Основные доменные шлаки	—	Смешивание угольной пыли с доменным шлаком и водой, прибавление отжимок сульфитного процесса обработки целлюлозы, брикетирование, просушка и обжиг (Г. П. 280455)
То же	Брикетирование различных руд, в частности пиритов	Основные доменные шлаки	—	Смешивание руды с 10—20% шлака и 5—10% извести или глинистых веществ, брикетирование (Г. П. 80278); подобные же (Г. П. 252958, 138312, 277093 и т. д.)

ные массы, образовывать с битуминозными веществами упругие и прочные настилки дорожных полотен, давать растениям усвояемую фосфорную к-ту и т. д. Разнообразие состава Д. ш. благоприятствует возможности наиболее рационального выбора их в каждом отдельном случае. В табл. 4 сопо-

ставлены применения Д. ш. и главные требования на соответственный Д. ш.

Цементная промышленность. Наиболее широкое применение Д. ш. находят в цементной промышленности, куда идут более основных шлаки, состоящие из двойных силикатов извести и глинозема, в к-рых

часть извести заменена магнезией и закисью железа, а часть глинозема—окисью железа. Наличие в них аморфной кремнекислоты дает им способность при смешении с известью и водой образовывать нерастворимые в воде гидраты силикатов и алюминатов, служащие в качестве цементов. Д. ш., идущие на гидравлические цементы, должны иметь отношение $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ не менее 1. Наиболее выгодным отношением $\text{CaO} : \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ является 1:0,65:2. Эти Д. ш. получаютс гл. обр. при выплавке литейн. чугунов, имеют серый цвет и состав: 25÷27% SiO_2 , 8÷20% Al_2O_3 , до 1,5% Fe_2O_3 , 44÷52% CaO , 1÷2% CaSO_4 , до 3% MgO , до 3% MnO , до 3% CaS , до 2% FeO . Гидравличность их значительно повышается гранулированием (см. Грануляция шлака). Измельченный в тонкую муку шлак просеивают и смешивают с порошком гашен. извести (10÷15%, в зависимости от основности). Такой продукт называется шлаковым цементом (пуццолановым цементом). Состав его: 54÷60% CaO , 20÷25% SiO_2 , 0,6÷5,0% MgO , 9÷15% $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, 0,8÷2,6% SO_3 . Уд. в. его ок. 2,8. Шлаковый цемент относится к числу медленно схватывающихся; применяется гл. обр. при постройке фундаментов и в подводных бетонных сооружениях. Сопротивление на разрыв у шлакового цемента без песка менее, чем у портландского, но растворы его с песком обладают нередко большим сопротивлением: сопротивление на разрыв по истечении 7 дней 14÷19 кг/см², по истечении 28 дней 20÷27 кг/см². Иногда из шлакового цемента формуют кирпичи, к-рые затем обжигаются в печах до спекания, измельчаются и после просеивания идут в упаковку. Такой продукт называется настоящим шлаковым портландским цементом; он не уступает по своим качествам настоящ. портландскому цементу. Наконец, встречается также т. н. смешанный цемент или железный портландский цемент—смесь настоящего портланд. цемента (70%) с гранулированным Д. ш. (до 30%).

Тепловая изоляция. Д. ш., будучи во многих случаях весьма пористыми и состоя, кроме того, из вещества малой теплопроводности, применяются как непосредственно, так и в виде ваты или бетонов в качестве тепловой изоляции. В табл. 1 дана сводка относящихся сюда данных.

Искусственные камни и стекольная масса. Обладая большой твердостью и прочностью, Д. ш. дают хороший материал для производства искусственного строительного и мостильного камня. Производство ведется либо отливкой (способ Вудворта) либо цементированием (способ Зейдта). В первом случае шлак при t° ок. 1700° выливается в открытые сверху раскидные формы из литого чугуна, расположенные по окружности вращающегося горизонтального круга и при вращении его последовательно наполняющиеся расплавленной массой. Затвердевающая отливка поступает в особую печь для отжига, т. к. в противном случае образуются трещины. Стенки форм обмазывают известью, предохраняющей отливку от быстрого охлаждения и обеспечивающей отставание отливки от формы. По твердости

этот искусственный камень не уступает граниту. Он применяется в особенности в Англии и идет на мостовые и как массивы для подводных сооружений. Существуют и другие способы отливки шлаковых камней. Для получения цементированных камней гранулированный Д. ш. смешивают с гипсом, известью и окалиной железа; полученная пластическая масса прессуется и с течением времени затвердевает на воздухе. Такие камни обладают твердостью и упругостью, допускают вбивание гвоздей, легко обтесываются, не крошатся и не разрушаются от мороза. С годами прочность и твердость их значительно возрастает (например, в 5 раз по прошествии трех лет сравнительно с камнями двухмесячными).

Д. ш. идет также на бетонные и другие смеси с различными цементами, в частности, напр., с сорелевским магнезиальным (один из видов ксилолита). Вылитый в воду расплавленный Д. ш., или вспененный струей пара, дает искусственную пемзу, а при других приемах работ—искусственный мрамор. Другое применение Д. ш.—производство эмалей, глазури и полив для глиняных и метал. изделий, производство искусственных драгоценных камней (на Урале шлифуют различные подходящие по текстуре и цвету шлаки). Д. ш., близкие по составу к стеклам, идут также на стекольные заводы: варка шлаков со щелочами и кремнеземом дает бутылочное стекло. Использование Д. ш. как материала для искусственных силикатов требует предварительного обессеривания его прокалкой докрасна в воздушной струе, отмучиванием и вторич. прокалкой или выветриванием на воздухе.

Искусственные удобрения. Различные шлаки содержат в себе фосфорную к-ту, притом в легко усвояемой растениями форме, и потому служат важным видом с.-х. удобрений. Наиболее ценен в этом отношении шлак, получающийся при переработке чугуна на сталь при основном процессе по способу Томаса и Гилькрайста—тонкий порошок серо-бурого цвета, носящий название томасова шлака (томасшлак). Он содержит от 8 до 24% (обычно 17—18%) фосфорного ангидрида, в виде тетракальциевофосфорной кислоты соли ($4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$), растворимой в слабых к-тах. О значительности потребления этого шлака свидетельствуют следующие числа: в 1912 г. в Европе производилось 4 млн. т томасова шлака—в Германии 2,5 млн. т, во Франции 679 тыс. т, в Бельгии 534 тыс. т, в Англии 150 тыс. т, в остальных странах 150 тыс. т. Для удобрения применяются также мартеновские шлаки, искусственные фосфаты Уолтера (Wolter) или Уйборга (Wiborgh), а в нек-рых случаях доменные. Однако, все они содержат меньшее количество фосфорного ангидрида, и потому подмесь их к томасову шлаку считается подделкой.

Получение чугуна. Зерна чугуна в нек-рых, особенно древесноугольных, шлаках иногда извлекают обратно путем раздробления шлаков, промывки и переплавки их. Шлак сварочных и т. п. печей поступает для переплавки в доменную печь.

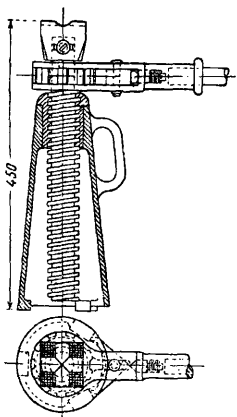
Дорожное строительство. На постройку дорог идут кислые шлаки, которые

получаются при выплавке томасова и перелочного чугуна.

А. Ю. Серк, руководствуясь германскими «Руководящими указаниями по производству и поставке Д. ш. в качестве дорожных строительных материалов» (1928 г.), наметил следующие приспосабливаемые технич. условия: 1) дорожный шлаковый материал должен отличаться равномерным плотным и мелкокристаллич. сложением; стекловатые куски не должны превышать по весу 5% от общего количества; 2) щебень должен иметь по возможности кубич. форму и острые грани, плоские куски отбрасывают; 3) гигроскопичность шлака д. б. не более 3% по весу; 4) явления распада в шлаковом щебне в общем недопустимы; количество распадающихся кусков во всяком случае не должно превышать 4%; 5) сопротивление сжатию, измеренное на вырезанных из шлака кубиках, должно составлять не менее 1 200 кг/см²; 6) вес 1 м³ мелкоугольного щебня при размере кусков от 3 до 6 см должен быть не менее 1 250 кг.

Лит.: Л и п и н В. Н., *Металлургия чугуна, железа и стали*, т. 1, 2 изд., Л., 1925; Френкель В., *Краткий курс металлургии на физ.-химич. основе*, М.—Л., 1927; Бочвар А. М., *Утилизация доменных шлаков*, СПб, 1903; Деметьев К. Г., *Технология строит. материалов*, Киев, 1912; П р я и ш и н и к о в Д. Н., *Учение об удобрении*, 5 изд., Берлин, 1922; О т р ы г а н о в, «Журнал опытной агрономии», СПб, 1910; Л ю б а в и н Н. Н., *Технич. химия*, т. 3, ч. 1, М., 1903; С е р к А. Ю., *Доменный шлак как дорожно-строит. материал*, «МС», 1928, т. 3, 11—12, стр. 849; Г. П. 281439, 281444, 281474 и др. (отжиг шлаковых отливок); P a s s o w H., *Die Hochofenschlacke in d. Zementindustrie*, Würzburg, 1908; H o o d F., «Technische Rundschau», В., 1905, p. 145 (описание шлаковых камней); P r e i n d l M., «Tonindustrie-Ztg», В., В. 37, p. 2060; M a t h e s i u s, *Physikal. u. chem. Grundlagen d. Eisenhüttenwesens*, 2 Aufl., Halle a/S., 1924; *Richtlinien f. d. Herstellung u. Lieferung v. Hochofenschlacke als Strassen-Baustoff*, «St. u. E.», 1928, 18; J e n s c h E., «Z. ang. Ch.», 1895, Jg. 9, p. 222 (бутылочное стекло); E l l w i t z, «Z. d. VDI», Jg. 57, p. 858, (строительн. применения); K r o p f, «Zement», Charlottenburg, 1921, p. 651 (воздействие различных агентов); «Jahresberichte über d. Leistung d. chem. Technologie», Lpz., 1886, p. 52 (таблица состава разных шлаков); O s t w a l d W., «Feuerungstechnik», Lpz., 1919, Jg. 7, p. 77 (улучшение шлаков присадками); E l b e r s H. D., «Techniker», Berlin—New York, 1883, p. 328 (улучшение шлаков); T e t m a y e r, «Jahresberichte über d. Leistung d. chemischen Technologie», Leipzig, 1886, p. 579 (грануляция); J a n t z e n G., «Stahl und Eisen», 1910, p. 824 (воздушная грануляция).

ДОМКРАТЫ, подъемные приспособления, в большинстве случаев ручные, с незначительной высотой подъема. Д. должны отличаться компактностью



Фиг. 1.

конструкции и портативностью. По способу действия различают Д. винтовые, реечные и гидравлические. В и н т о в о й Д. (фиг. 1) состоит из стального шпинделя с винтовой нарезкой, на верхнем конце которого помещена головка; шпиндель ходит в гайке, которая или жестко соединена со станиной Д. или может иметь относительное вращение. Подъем груза совершается посредством вращений шпинделя или гайки. Обыкновенно применяют одноходовую нарезку с четырехугольным или трапециoidalным сечением; угол подъема нарезки 4—6°, благодаря чему Д. является самоторозящим, но его КПД мал (0,40—0,50). Вращение винта происходит при помощи рычага, вставляемого в отверстие в верхней утолщенной части шпин-

деля или при помощи трещотки (рычага с собачкой и храпового колеса); вращение гайки совершается обычно при помощи червяка или пары коническ. зубчаток. Винтовые Д. строятся с грузоподъемностью от 2 до 20 т, а в случае зубчатой передачи—до 70 т. Высота подъема 100—350 мм. Шпиндель винтовых Д. рассчитывается на сжатие и кручение, но последнее можно пренебречь и принять допустимое напряжение сжатия k_d равным $\frac{3}{4}$ нормального, а именно: для литой стали 700 кг/см², для литого железа 450 кг/см². Внутренний диам. шпинделя

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{k_d}},$$

где Q — полезный груз в кг. Высоту гайки рассчитывают на давление в нарезке. Если z — число витков на высоте H гайки, h — ход винта, d_1 — внешний диам. шпинделя, а k — допустимое давление, то

$$H = hz = \frac{4Qh}{\pi(d_1^2 - d^2)k};$$

здесь k принимается ≤ 100 кг/см² при работе стали по бронзе или по литому железу, $k \leq 75$ кг/см² — для литого железа по бронзе и $k \leq 50$ кг/см² — для стали или литого железа по чугуну.

К винтовым Д. принадлежат паровозные козлы, состоящие из 2 винтовых Д., приводимых в движение при помощи зубчатой передачи от руки, а в последнее время и электромотором в 5—6 л.с.; поперечина из двутавровых балок, свободно лежащая на гайках Д., служит опорой для поднимаемого паровоза. Для подъема одного паровоза требуются две пары козел общей грузоподъемностью до 60 т; подъем до 1,75 м, расстояние между козлами 3,5—4 м. Внутренний диам. шпинделя паровозных козел рассчитывается по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{Q}{k_d} \left[\frac{1,4}{\pi} + 0,65 \sqrt{\frac{16}{\pi^2} + 5,75 \operatorname{tg}(\alpha + \varrho)} \right]^2},$$

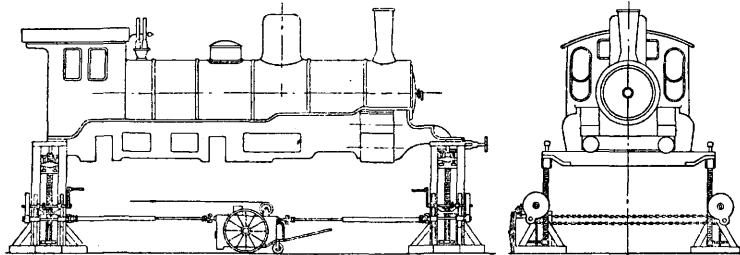
где k_d берется 600 кг/см² для литого железа и 900 кг/см² для литой стали, α — угол подъема винтовой нарезки (обычно $\sim 4^\circ$), и ϱ — угол трения материала винта о гайку ($\cong 6^\circ$). Считая $\alpha = 4^\circ$ и $\varrho = 6^\circ$, имеем:

$$d = 1,17 \sqrt{\frac{Q}{k_d}}.$$

В случае особо длинных винтов необходимо проверить на продольный изгиб по ф-ле Эйлера или Тетмайера. Паровозные козлы с приводом от электромотора изображены на фиг. 2. Подъем паровоза длится лишь 10—12 м. (против 45—60 м. при ручной работе); мотор мощностью 5—6 л.с. (для 4 двадцатитонных козел).

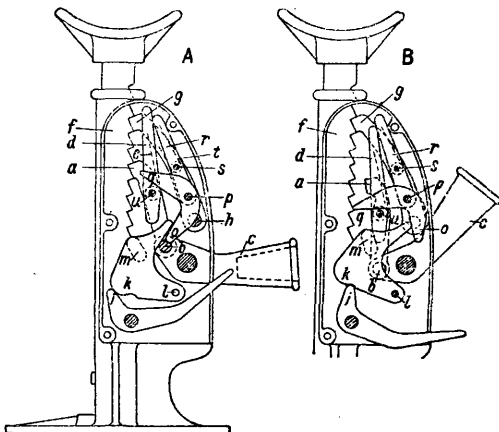
В реечных Д. рабочим элементом является стальная зубчатая рейка, приводимая в движение системой рычагов с собачками или шестерней, имеющей обычно лишь 4 зубца. Весь механизм заключается в деревянную или металлич. станину. Америк. реечный Д. изображен на фиг. 3. При поднятии груза (положение А) собачка a , соединенная болтом b с рычагом c , входит под действием спиральной пружины e , укрепленной другим концом в рычаге a , в зубцы

рейки f . Другая собачка g , вращающаяся вокруг болта h , укрепленного в станине, поддерживает рейку во время движения собачки a вниз. Собачка g вжимается в зубцы рейки спиральной пружиной t , второй конец к-рой укреплен в рычаге r , вращающемся вокруг оси s , составляющей одно целое с собачкой g . При спуске (положение В) нажимают рычаг i , поднимающий кулак k ,



Фиг. 2.

вращающийся вокруг оси l , при чем конец рычага заскакивает в вырез этого кулака. Выступом m кулак отклоняет рычаг d , а вместе с ним и собачку a вправо, при чем она выходит из зацепления с рейкой. Двигая рычаг c вниз, мы поднимаем собачку a , при чем одновременно ломанный рычаг o , вращающийся на пальце p рычага r и опирающийся своей левой частью q на ось u , отводит собачку g назад. После поворота на некоторый угол рычаг d соскакивает с упора m , и собачка a заскакивает в своем верхнем положении в зубец рейки, при чем одновременно собачка g выходит из зацепления с рейкой и позволяет последней двигаться вниз на один зубец при поднятии рычага c . Эти Д. обладают весьма малым весом и поэтому часто применяются в автомобильном

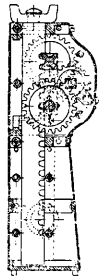


Фиг. 3.

деле. Реечные Д. строятся грузоподъемностью $1,5 \div 20 \text{ т}$, подъем до $350\text{--}400 \text{ мм}$. Кпд реечных Д. равен $0,6 \div 0,7$. На фиг. 4 показан реечный Д. с двойной зубчатой передачей, подъемной силой в 4 т . Исходной точкой для расчета элементов реечного Д. является зубчатка, зацепляющаяся с рейкой. Шаг зуба t определяется из ф-лы $t = \sqrt{\frac{Q}{c\psi}}$, где Q — полезный груз в кг, c —

коэфф., а $\psi = b:t = 1,0 \div 1,25$ (b — ширина рейки). Величина c принимается равной $100 \div 210$, что соответствует допускаемому напряжению на изгиб $1600 \div 3400 \text{ кг/см}^2$. Такая высокая нагрузка возможна в виду увеличения жесткости шестеренки боковыми щеками и редкости полной нагрузки Д.

Винтовые и реечные Д. широко применяются для поднятия автомобилей, частей машин при монтаже, в кораблестроении, транспорте и т. д. Эти Д. надежны, просты, легко обслуживаются, дешевы в эксплуатации и имеют небольшой износ. По конструкции деталей они очень разнообразны в зависимости от специальных целей, для к-рых предназначены. Для разматывания кабелей с барабанов головка Д. имеет полукруглую канавку, куда вставляется ось барабана. Для поднятия рельсов применяют Д., снабженные прикрепленными к шпинделю щипцами для захвата головки рельса. Вместо щипцов можно прикрепить острогубцы для вытаскивания костылей. Для увеличения подъема применяют часто Д. с двумя шпинделями (телескопическ. Д.). Два шпинделя, входящие один в другой, имеют одинаковую резьбу и снабжены на концах упорками. Поворачивая гайку, заставляют вывинчиваться наружный винт; когда он дойдет до конца и упрется в гайку, то начинает вращаться вместе с ней и заставляя вывинчиваться внутренний винт.



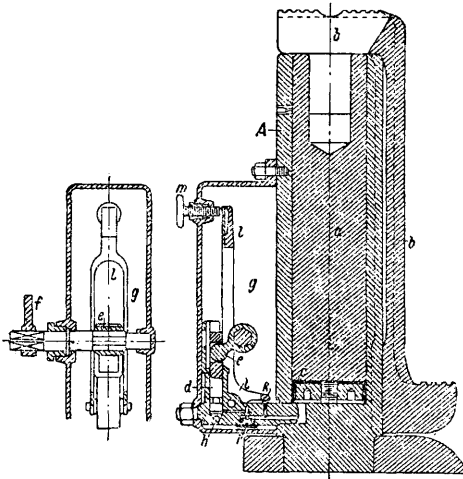
Фиг. 4.

Гидравлический Д. действует при помощи сжимаемой насосом жидкости, обыкновенно масла или воды, к к-рой в холодн. время примешивают $\frac{1}{3}$ глицерина. Гидравлич. Д. изображен на фиг. 5; он состоит из цилиндра A , служащего одновременно станиной; в цилиндре движется поршень a , снабженный наверху упором для принятия груза b , а внизу манжетой c . Упор имеет свешивающуюся вниз лапу для подъема грузов с низко расположенной точкой опоры. Жидкость наливается в ящик g и нагнетается под поршень Д. ручным насосом d через клапаны h и i . Насос приводится в действие кулачком e посредством шестигранного вала и рычага f . Предохранительный клапан k прижимается к своему гнезду ломанным рычагом l , снабженным в верхней части пружиной; натяжение последней устанавливают винтом m . Передаточное число гидравлич. Д.

$$i = \eta \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot \frac{a}{b},$$

где η — кпд Д., D и d — диаметры поршней рабочего и насосного, a — длина ручного рычага f , а b — плечо кулачка e . Цилиндр и поршень делаются в виду применяющихся высоких давлений (до 400 атм) из стального литья. Грузоподъемность гидравлическ. Д. до 300 т , кпд выше, чем у остальных систем, и достигает $0,7$. В виду их значительной грузоподъемности и возможности приво-

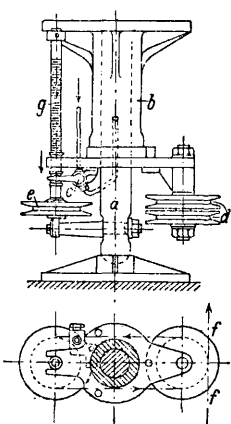
дуть одновременно в движение несколько гидравлических домкратов одним насосом, они часто употребляются при строительных



Фиг. 5.

работах для подъемов мостов, стропил, целых сооружений и т. п.

Иногда бывает необходимо поднять какое-либо инженерн. сооружение одновременно во многих местах, при чем скорость поднятия всех точек должна быть одинаковой, независимо от распределения нагрузки на отдельные Д. Для этого применяется гидравлический Д., изображенный на фиг. 6. Он состоит из поршня *a* и цилиндра *b*; вода, нагнетаемая особой насосной установкой, поступает в цилиндр через кран *c*, который открывается движением рукоятки *с* вверх; в положении, изображенном на фигуре, кран находится на границе закрытия. Рукоятка крана входит в выточку гайки, к-рая движется по винту *g*. Последний приводится в движение стальным тросом *f*, обхватывающим шкив *e* и проходящим затем через два направляющих шкива *d*. Трос этот обходит последовательно все Д. установки, и концы его навиваются в противоположных направлениях на барабан ворота. Приводя последний в движение, мы вращаем на определенный угол винт *g*, который передвигает вверх гайку, а вместе с ней и рукоятку крана *c*, к-рый при этом открывается и заставляет цилиндр *b* двигаться вверх. Одновременно рукоятка крана *c* начнет вращаться к низу, т. е. шпindel и гайка, прикрепленные к поршню, остаются неподвижными, и после того как цилиндр поднимется на высоту, равную передвижению гайки, кран закроется и подъем Д. остановится.



Фиг. 6.

Лит.: К и ф е р Л. Г., Грузоподъемные машины, 2 изд., т. 1, М., 1922; Б е т м а н Г., Грузоподъем-

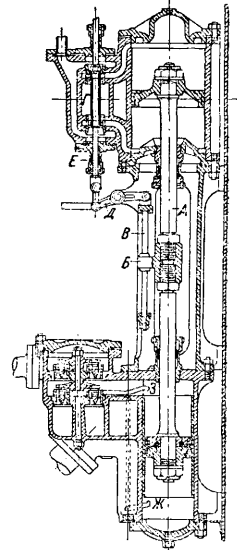
ные машины, М., 1928; E r n s t A., Die Hebezeuge, 4 Aufl., B. 1, B., 1903; A u m u n d H., Hebe- u. Förderanlagen, 2 Aufl., B. 1, B., 1926; W e t t i c h H., Hebezeuge, 3 Auflage, Leipzig, 1922.

ДОНКА, небольшой паровой насос, служащий для питания паровых котлов. Ручные питательные насосы могут применяться при котлах, у к-рых произведение $Fp \approx 75$ (различные авторы дают значения, колеблющиеся между 45 и 140), где F —площадь нагрева в M^2 , а p —давление в atm . При больших размерах котлов применяются Д. Одной из наиболее распространенных является Д. Вортингтона, представляющая собой не что иное как небольшую модель парового насоса той же системы (см. *Насосы*). В котлах Бельвиля применяют Д. Бельвиля, изображенную на фиг. Парораспределение совершается непосредственно штоком *A* в мертвых точках, при помощи муфты *B*, передвигающей тягу *B*, к-рая в свою очередь приводит в движение золотник *Г* посредством рычага *Д* и золотникового штока *E*.

Нижняя часть является простым насосом двойного действия с двумя отдельными клапанными коробками (на фиг. дан разрез только через одну из них), единственной особенностью которого является приспособление, сообщающее незадолго до мертвых точек пространство под поршнем со всасывающей трубой. Достигается это передвижением насосным поршнем рычагов *Ж* и *З*, действующих на соответственные клапаны; целью этого устройства является уравнивание давлений по обеим сторонам насосного поршня, при чем вследствие получающейся т. о. разгрузки шток получает значительное ускорение, способствующее надежному переходу через мертвую точку. Д. является, вообще говоря, очень неэкономичной машиной; расход пара в наиболее совершенных крупных Д. с двойным расширением и конденсацией спускается до 9,5 кг/HP-час (HP; означает индикаторную силу); обычно же равен 10—15 кг/HP-час, достигая в небольших Д., работающих без расширения пара, до 60 и более кг/HP-час. В настоящее время на крупных установках донки заменяются центробежными питательными насосами, которые приводятся в движение паровой турбиной или электромотором.

Лит.: Д е п л Г. Ф., Паровые котлы, СПб, 1902; P o h l h a u s e n A., Berechnung, Ausführung u. Betrieb d. Dampfkesselanlagen, 3 Aufl., Mittweida, 1906; B e r g H., Die Kolbenpumpen, 3 Aufl., Berlin, 1926; S p a l c h a v e r R. und S c h n e i d e r s F., Die Dampfkessel nebst ihren Zubehörtellen u. Hilfseinrichtungen, 2 Auflage, Berlin, 1924.

ДОННЫЙ ЛЕД, скопление льда рыхлого губчат. строения, образующееся перед началом ледостава на дне реки. Д. л. образуется

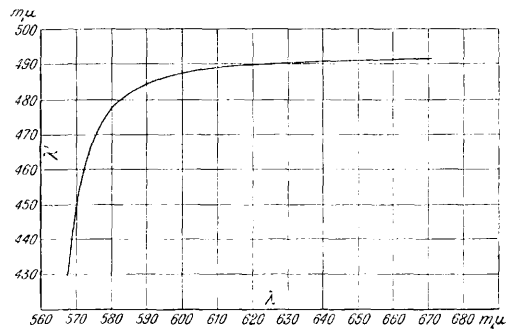


гл. образом в реках с большою скоростью течения и особенно в порожистых местах. Всплывание Д. л. на поверхность происходит иногда сразу на большой площади, вызывая явление «шуги», вредное для судоходства и гидротехнич. сооружений на реке, для водопроводов, а также для работы гидравлич. установок. Всплывшие массы льда от соприкосновения с очень холодн. воздухом смерзаются сильнее и из губчатого неплотного строения переходят в плотное кристаллическое; промежутки между льдинами с относительно неподвижной водой замерзают, и т. о. формируется основная часть ледяного покрова. После формирования сплошного покрова Д. л. может образовываться только под полыньями, и поэтому одной из мер борьбы с ним является искусственное замораживание полыней. Благодаря работам В. Альтберга установлена природа Д. л. и изучены его действия. В настоящее время разрабатываются практич. методы борьбы с этим стихийным явлением.

Лит.: Великапов М. А., Гидрология суши, стр. 153—157, М., 1925; Альтберг В. И., Движение льда в природе и его воспроизведение в лаборатории, П., 1917; его же, О некоторых новых результатах наблюдений над движением льдом в период 1923—25 гг., «Изв. Русск. гидролог. ин-та», Л., 1926; его же, О причинах образования донового льда на дне реки и озера, там же, П., 1922, 4; его же, Новое о природе донового льда, там же, 1921, 1—3. **Б. Шлегель.**

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЦВЕТА, два хроматическ. цвета, дающие при оптич. смешении

можно подыскивать цвет к нему дополнительный. Дополнительными м. б. как монохроматич. цвета, так и смешанные. Примеры

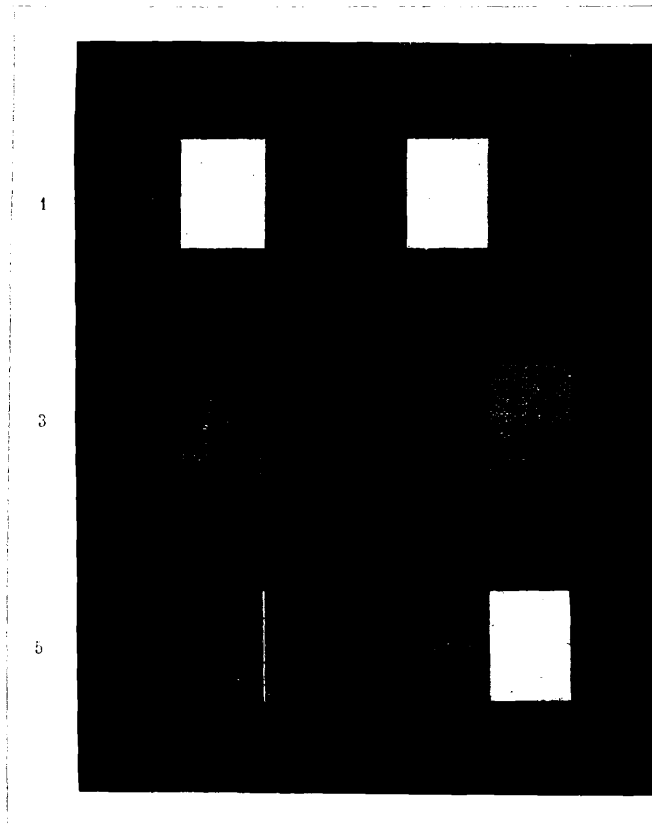


нескольких пар дополнительных цветов даны на приложенной цветной таблице: 1) холодный желтый и ультрамариновый синий; 2) теплый желтый и кобальтово-синий; 3) оранжевый и голубой; 4) красный и голубовато-зеленый; 5) пурпурный и зеленый; 6) фиолетовый и желтовато-зеленый. В силу индивидуальных особенностей глаза для отдельных лиц дополнительными могут оказываться несколько различных цветов. На фиг. приведена кривая, показывающая, какие длины волн в среднем являются взаимно дополнительными. Если через λ обозначить в $m\mu$ длину волны какого-нибудь цвета, а

через λ' длину волны цвета ему дополнительного, при чем $\lambda > \lambda'$, то связь между λ и λ' может быть выражена следующим предложенным Грюнбергом уравнением прямоугольной гиперболы:

$$(\lambda - 559)(498 - \lambda') = 421.$$

- 2 Ахроматический цвет получается из Д. ц. лишь в том случае, когда эти последние взяты в определенном соотношении их интенсивности; общим правилом здесь является то, что цветов теплых (красных, оранжевых и желтых) требуется брать в смеси меньше, чем цветов холодных (зеленых, синих, фиолетовых). Цвета, видимые нами на ахроматич. поверхностях, в результате последовательного и одновременного контрастов, являются дополнительными к цвету вызвавшего их раздражения. Некоторые наблюдаемые уклонения их в сторону красного по сравнению с вышеназванными парами (вместо желтого — оранжевый, вместо синего — фиолетовый и т. д.) вероятнее всего объясняются смещением цветового тона у вызывающего контраст цвета, в результате длительной адаптации глаза к данной окраске.



друг с другом ощущение ахроматич. цвета (белого или серого). Для всякого цвета

Дополнительные цвета обычно признаются и цветами парно-гармонизирующими.

Лит.: К р а г у р Н., *Physisch-ophthalmologische Grenzprobleme*, p. 75, Lpz., 1906; T r o l a n d L., *Colorimetry Reports*, 1920—21, «*Journ. of the Opt. Soc. of America*», Ithaca, 1922, v. 6, p. 554; G r ü n b e r g V., «*Ztschr. f. Psychologie u. Physiologie d. Sinnesorgane*», Lpz., 1905, Abt. 1, B. 39, p. 284. С. Кравков.

ДОПЛЕРА ЭФФЕКТ, изменение частоты колебаний ν или длины волны λ , воспринимаемой наблюдателем или прибором, при наличии относительной скорости между источником волн и наблюдателем. Величина Д. э. может быть выведена чисто кинематически. Пусть имеется характеризуемая неподвижной системой координат (x, y, z) среда, в к-рой распространяются колебания; в ней движутся источник и наблюдатель с подвижными координатами (x_1, y_1, z_1) и (x_2, y_2, z_2) . Обозначим абсолютные скорости того и другого через v_1 и v_2 , углы, образуемые этими скоростями с (x, y, z) ,—через $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ и $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$. Пусть от источника распространяется волна $a \cos \nu(t - \frac{x}{c})$. Можно выразить x соответственно через x_1 или x_2 так:

$$x = x_1 \pm v_1 t \cos \alpha_1; \quad x = x_2 \pm v_2 t \cos \alpha_2$$

(знак характеризует направление скорости). Волна в системе источника примет вид:

$$a \cos \nu \left(t - \frac{x_1 \pm v_1 t \cos \alpha_1}{c} \right),$$

в системе наблюдателя:

$$a \cos \nu \left(t - \frac{x_2 \pm v_2 t \cos \alpha_2}{c} \right),$$

т. е. частота в системе источника будет:

$$\nu_1 = \nu \left(1 \pm \frac{v_1 \cos \alpha_1}{c} \right),$$

в системе наблюдателя:

$$\nu_2 = \nu \left(1 \pm \frac{v_2 \cos \alpha_2}{c} \right).$$

Т. о., частота, воспринимаемая наблюдателем,

$$\nu_2 = \nu_1 \frac{1 \pm \frac{v_2 \cos \alpha_2}{c}}{1 \pm \frac{v_1 \cos \alpha_1}{c}}. \quad (1)$$

Если скорости v_1 и v_2 очень малы в сравнении со скоростью волны, то, обозначив через w относительную скорость между источником и наблюдателем по линии, их соединяющей, из (1) получим:

$$\nu_2 = \nu_1 \left(1 \pm \frac{w}{c} \right), \quad (2)$$

или, соответственно:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \left(1 \mp \frac{w}{c} \right). \quad (3)$$

Приближенными ф-лами (2) и (3) обычно и выражается Д. э.

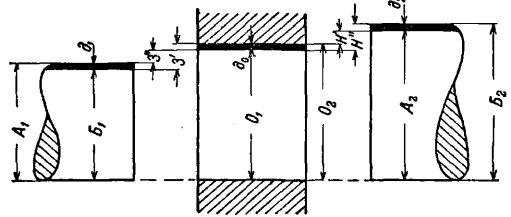
Как ясно из вывода, Д. э. должен существовать для каких угодно волн (звуковых, морских, световых и т. д.). Особо важное практич. значение Д. э. представляет, однако, для волн световых; он дает возможность определения относительных радиальных скоростей звезд или вращения светил по смещению спектральных линий в сравнении с земными источниками тех же линий. По Д. э. определяется скорость каналовых лучей в разрядных трубках. Хаотическое тепловое движение молекул благодаря Д. э. определяет в значительной мере конечную ширину спектральных линий в разреженных газах и т. д. В оптич. области Д. э. многократно проверялся на опыте: путем отражения света от вращающихся зеркал (Белополь-

ский, Голицын), при непосредственно вращающемся источнике света (Майорана), при помощи каналовых лучей (Штарк) и т. д.

Лит.: Белопольский А. А. и др., *Курс астрофизики*, т. 3—Астроэктроскопия, Петроград, 1921; М и х е л ь с о н В. А., *К вопросу о правильном применении принципа Доплера*, «*Ж.*», 1899, т. 31 (физич. отд.), вып. 7, стр. 119; З о м м е р ф е л ь д А., *Строение атома и спектры*, пер. с нем., М.—Л., 1926; D o p p l e r C., *Abhandlungen*, «*Ostwald's Klassiker d. exakt. Wissenschaften*», Lpz., 1907, 161. С. Вавилов.

ДОПУСКИ в машиностроении, максимальные колебания в линейных размерах готовых частей, при к-рых все же обеспечена правильная работа взаимно соприкасающихся деталей. Т. к. абсолютная точность при изготовлении машинных частей недостижима, то устанавливают два предельных размера, между к-рыми могут, без ущерба для функционирования данной детали, колебаться ее размеры. Разность между максимальным и минимальным предельными размерами и называется Д. Работа по Д. становится необходимой в тех случаях, когда в массовом производстве готовые детали должны собираться без помощи ручной пригонки, когда, по соображениям производства или ремонта готовых изделий, необходимо достижение взаимозаменяемости частей, а также и при производстве одиночным порядком, когда необходима особая точность.

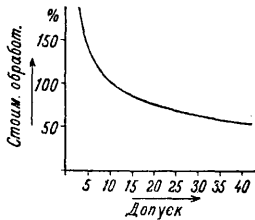
Соотношение между соответственными размерами двух взаимно соприкасающихся деталей (напр., диаметров втулки и вала) называется пригонкой. Смотря по тому, должны ли эти детали иметь в готовом механизме движения одна относительно другой или нет, различают два основных рода



Фиг. 1.

пригонки—подвижную и покоящуюся. Частным случаем пригонки является посадка, которая характеризуется различными значениями игры (зазора или натяга). На фиг. 1 изображено отверстие с двумя валиками: левый в соединении с отверстием образует подвижную, правый—покоящуюся посадку (Д. обозначены на фиг. черным). Игрой мы называем разность между соответственными размерами двух взаимно соприкасающихся деталей; игра м. б. положительной, если между частями остается зазор, и отрицательной, если имеется налито н а т я г и части м. б. сдвинуты лишь при помощи нек-рого усилия. Наличие зазора характеризует подвижные посадки, отсутствие его или наличие натяга указывает на покоящуюся посадку. На фиг. 1 отверстие имеет предельные размеры O_1 и O_2 , Д. его равен d_2 ; предельные размеры левого валика— A_1 и B_1 , а d_1 —его Д. Отверстие с левым валиком образует подвижную посадку, при чем величина зазора может

колебаться между максимальным z' и минимальным z'' зазором. То же отверстие с правым валиком, имеющим предельные размеры A_2 и B_2 , с Д., равным d_2 , образует скользящую посадку с натягом, величина которого лежит между двумя предельными значениями n' и n'' . Род посадки зависит не только от величины зазора или натяга, но также и от обработки взаимно соприкасающихся поверхностей. При подвижных посадках, чем грубее обработка, т. е. чем больше шероховатость трущихся поверхностей, тем больше д. б. зазор для получения одинаковой посадки по сравнению с более тщательной обработкой. При неподвижных, в частности прессовых и горячих, посадках величина натяга, необходимая для достижения требуемой прочности соединения, зависит, кроме того, от материала втулки и валика, длины их, толщины стенок втулки и способа соединения (прессованием или натягиванием в горячем состоянии). Принятая величина Д. очень сильно влияет на стоимость обработки.

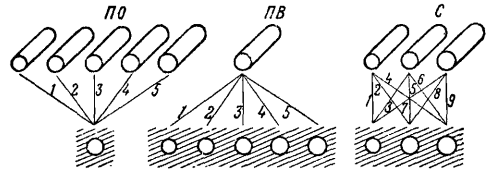


Фиг. 2.

Кривая, выражающая зависимость между стоимостью обработки детали и величиной Д. (фиг. 2), имеет характер гиперболы; начиная с некоторой величины Д., зависящей в значительной мере от качества станков и опыта персонала, стоимость обработки начинает чрезвычайно быстро возрастать при дальнейшем уменьшении Д. Поэтому стремятся работать при наибольших размерах Д., совместимых с требуемым качеством продукции.

Абсолютная величина Д., как и игры, зависит от размеров соприкасающихся деталей, требуемой степени точности пригонки, рода посадки и способа обработки. Ряд Д., расположенных по указанным факторам, называется системой Д., или системой посадок. Стремление работать с максимальными значениями Д. привело к созданию нескольких параллельных систем допусков, отличающихся между собой качеством обработки и степенью точности получаемых посадок. Помимо указанного выше, абсолютная величина Д. зависит также и от величины зазора. При больших зазорах без вреда м. б. допущены более значительные Д., чем при меньших; наименьшие значения Д. имеют при покоящихся и прессовых посадках. Натяги имеют весьма незначительную величину, т. к. в противном случае напряжения становятся слишком значительными; понятно, что Д. также д. б. чрезвычайно малыми, чтобы, с одной стороны, не вызвать чрезмерного увеличения напряжений при запрессовывании, а с другой — обеспечить минимальный натяг, необходимый для неподвижности соединения. Поэтому, при наличии в данной системе Д. многих различных степеней точности, высшая содержит обычно лишь неподвижные или тугие посадки, а наиболее грубые пригонки — только подвижные посадки. Для достижения взаимозаменяемости частей не

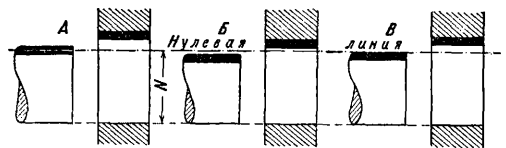
только одного з-да, но и всех однородных предприятий страны, что особенно важно для нормализованных деталей, а также в целях удешевления производства калибров, весьма желательной является стандартизация системы Д. в общегосударственном масштабе. Работы по установлению стандартных Д. проведены или ведутся во всех промышленных государствах мира (в СССР —



Фиг. 3.

Комиссией по выработке нормальных Д. при Комитете эталонов и стандартов Главной палаты мер и весов). Весьма тщательно вопрос этот был разработан в Германии Комиссией при Нормализационном комитете герм. промышленности; выработанная им система DIN легла в основу стандартных систем Д. нек-рых европ. стран, в том числе и СССР.

Различные посадки одного диаметра и степени точности м. б. получены тремя способами (фиг. 3): 1) оставляя отверстие неизменной величины, изменяют диаметр валов, достигая этим требуемой величины зазора или натяга, — система постоянного отверстия (ПО), 2) оставляя постоянным диаметр вала, варьируют диаметры отверстий — система постоянного вала (ПВ) и, наконец, 3) меняя диаметры того и другого, достигают требуемой посадки, комбинируя различным образом валы и отверстия, — смешанная система (С). В системе ПО помощью 1 отверстия и n валов осуществляют n посадок, при ПВ те же n посадок получаем, применяя n различных



Фиг. 4.

отверстий; в системе С, имея k валов и m отверстий, можем получить $m \cdot k$ различных посадок; принимая $m + k = n + 1$, при $1 < k < n$ имеем $m \cdot k > n$, т. е. при равном количестве элементов при системе С м. б. получено большее число посадок, чем при ПО или ПВ. Однако, это преимущество только кажущееся, т. к. из всего числа $m \cdot k$ посадок м. б. произвольно назначены лишь $m + k - 1$ посадок, остальные же получаются сами собой и, т. о., нашему контролю не подлежат, т. е. в конечном счете мы получаем те же n посадок ($m + k - 1 = n$), что и при чистых системах ПО и ПВ. Система С применяется лишь в Англии и Голландии. Расположение Д., зазоров и натягов относительно номинального размера (т. е. расчетного размера, проставленного на конструктивном чертеже) м. б. различным: номинальный размер N (фиг. 4) может лежать в поле Д.

вала (А) или отверстия, находиться в поле зазора (Б) или натяга, служить одним из предельных размеров вала (В) или отверстия. Последний способ имеет то преимущество перед остальными, что при нем взаимозаменяемость частей обеспечена даже между валами и втулками различных пригонок (т.е. различных степеней точности); точность посадки при этом, конечно, страдает, но характер посадки остается. Это преимущество настолько важно, что страны, принявшие вначале другие системы расположения допусков, постепенно переходят к этой системе.

допуск, a и n —постоянные, а L —линейный номинальный размер соприкасающихся деталей (диаметр, ширина салазок и т. д.). В большинстве систем показатель $n=3$; лишь Англия остановилась на $n=2$. Величина зазоров обычно следует тому же закону, хотя многие страны (в том числе и СССР) для зазоров пользуются меньшими значениями n . Натяги в прессовых посадках следуют обычному закону $S=a'L$, где S —величина натяга, a' —постоянная, а L —линейный размер. Табл. 1 содержит сводку принятых и предложенных в разных странах систем Д.

Табл. 1.—Системы допусков.

Государство	Система Д.	Число классов точности и посадок	Г р а д а ц и я		
			допусков	зазоров	натягов
С. Ш. А. (ASME)	ПО	8 посадок—5 покоящихся и 3 подвижн.; Д. отверстий увеличены для свободных посадок	$a\sqrt[3]{L}$	$a'\sqrt[3]{L^2}$	$a''L$
Англия (BESA)	С	4 кл. точности; 2 осн. отв. в кажд. степени точн.+3 добавочн. отверстия; 14 валов для всех степ. точн.	$\sim a\sqrt{L}$	$k'+k''\sqrt{L+k'''}$	
Германия и Австрия (DIN)	ПО и ПВ	4 кл. точности: 1-й кл.—5 пок. пос. 2-й » —6 пок.+4 подв. пос. 3-й » —3 подв. пос. 4-й » —4 » »	$a\sqrt[3]{L}$	$a'\sqrt[3]{L}$	$a\sqrt[3]{L}$, $a'\sqrt[3]{L}$ и $a''(L+b)$
Голландия (CNB)	С	3 кл. точности для вал.; 7 разл. отверстий	$a\sqrt[3]{L}$	$a'\sqrt[3]{L}$	
Италия (UNIM),	ПВ	4 кл. точности: 1-й кл.—4 пос. 2-й » —7 » 3-й » —3 » 4-й » —2 »	$a\sqrt[3]{L}$	$a'\sqrt[3]{L}$	
СССР	ПО и ПВ	4 кл. точности: 1-й кл.—6 пос. 2-й » —8 » 3-й » —3 » 4-й » —3 »	$a\sqrt[3]{L}$	Для своб.: $a'\sqrt[3]{L}$ Для тугих: $a''\sqrt[3]{L}$	bL
Швейцария (VSM)	ПО и ПВ	3 кл. точности: 1-й кл.—7 пос. 2-й » —12 » 3-й » —4 »	Не м. б. выражена простой ф-лой	Для тугих: $\sim a\sqrt[3]{L}$ Для своб.: $\sim a\sqrt[3]{L}$	
Швеция (SISK)	ПО и ПВ	3 кл. точности: 1-й кл.—5 пок. пос. 2-й » —7 пок.+4 подв. пос. 3-й » —7 » +4 »	$a\sqrt[3]{L}$	$a'\sqrt[3]{L}$	

Линию номинального размера называют и левой линией. Обычно нулевая линия служит верхним предельным размером для вала в системе ПВ и нижним предельным размером для отверстия в системе ПО.

Абсолютная величина Д., зазоров и натягов, при одинаковых посадке и степени точности, зависит от размера соприкасающихся частей. Первые системы Д. были чисто эмпирическими, затем было обнаружено, что Д. для плотных и подвижных посадок

м. б. выражены в форме $D=a\sqrt[3]{L}$, где D —

В качестве примера рассмотрим вкратце систему DIN. Для всех посадок, кроме горячих, величины Д. и игры выражаются в единицах допуска (ЕД); 1 ЕД=0,005 $\sqrt[3]{L}$ мм; линейные размеры (обычно диаметры) разделены по группам, при чем абсолютная величина ЕД в пределах каждой группы остается постоянной и вычисляется по ф-ле:

$$ЕД_{1,2}=0,005\left(\frac{\sqrt[3]{L_1}+\sqrt[3]{L_2}}{2}\right),$$

где L_1 и L_2 —предельн. диам. данной группы.

Точные величины ЕД приведены ниже:

Группа, мм	1—3	3—6	6—10	10—18
ЕД, м	6,14	8,15	9,93	11,94
Группа, мм	18—30	30—50	50—80	80—120
ЕД, м	14,32	16,98	19,98	23,10
Группа, мм	120—180	180—260	260—360	360—500
ЕД, м	26,45	30,07	33,74	37,63

Наиболее употребительный 2-й класс точности имеет в общем 11 различных посадок; ниже приведены их обозначения, характер получающейся пригонки и предельные значения игры δ в мм (+ δ —зазор, - δ —натяг).

А. Прессовые пригонки: 1) горячая посадка—неподвижность соединения обеспечена, втулка надевается в горячем состоянии на вал:

$$-0,001(L+12,5)+1,5 \text{ ЕД} > \delta > -0,001(L+12,5)-1 \text{ ЕД};$$

2) прессовая посадка—неподвижность соединения обеспечена, вал вжимается во втулку в холодном состоянии:

$$-\frac{1}{150}\sqrt{L}+1,5 \text{ ЕД} > \delta > -\frac{1}{150}\sqrt{L}-1 \text{ ЕД}.$$

Б. Покоящиеся пригонки: 3) особотугая посадка—соединение частей

вания, так и от продольного смещения: $1,5 \text{ ЕД} > \delta > -1 \text{ ЕД};$

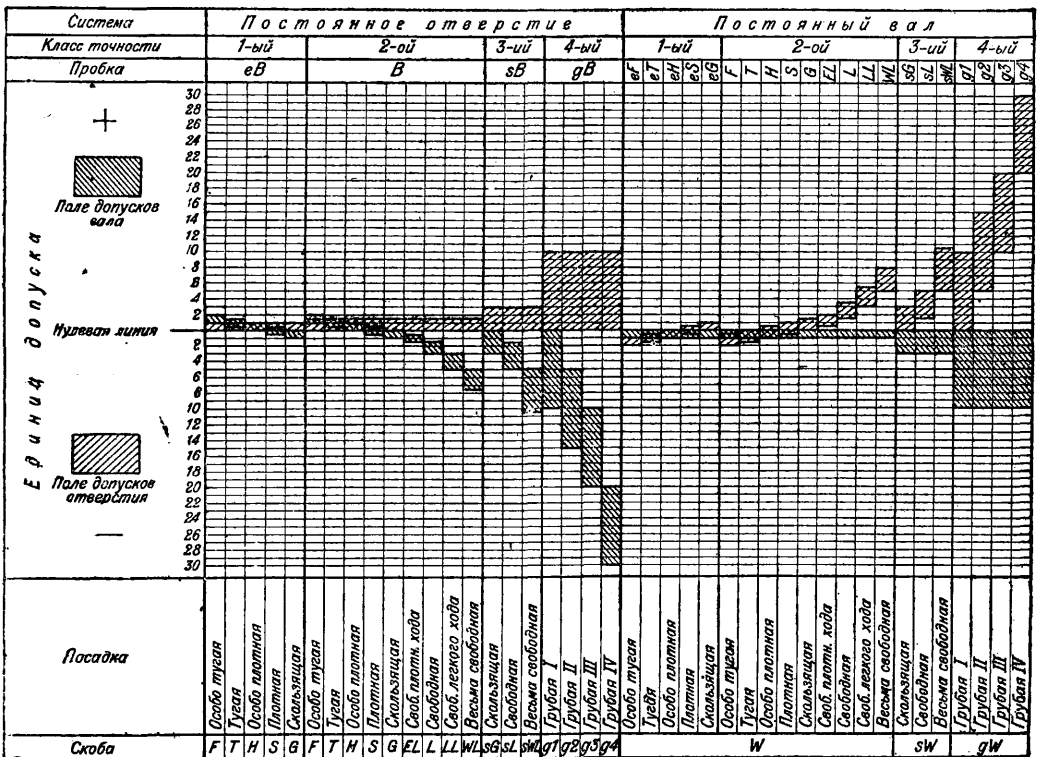
6) плотная посадка—соединение от руки или при помощи деревянного молотка, последняя покоящаяся посадка: $2 \text{ ЕД} > \delta > -0,5 \text{ ЕД}.$

В. Нулевая пригонка: 7) скользящая посадка—части могут при смазке передвигаться вручную, рабочее движение медленное и лишь в аксиальном направлении: $2,5 \text{ ЕД} > \delta > 0.$

Г. Подвижные пригонки: 8) свободная посадка плотного хода—первая подвижная посадка, для медленно вращающихся или передвигающихся аксиально частей с минимальным зазором: $3 \text{ ЕД} > \delta > 0,5 \text{ ЕД};$

9) свободная посадка, для вращающихся частей без заметного зазора: $4,5 \text{ ЕД} > \delta > 1,5 \text{ ЕД};$

10) свободная посадка легкого хода, для быстро вращающихся частей с заметным зазором или для частей, вращающихся в нескольких подшипниках: $6,5 \text{ ЕД} > \delta > 3 \text{ ЕД};$



Фиг. 5.

м. б. произведено лишь при помощи пресса, необходимо предохранение частей от взаимного проворачивания: $0,5 \text{ ЕД} > \delta > -2 \text{ ЕД};$

4) тугая посадка—соединение частей производится сильн. ударами ручника или легкой прессовкой, необходимо предохранение от проворачивания: $1 \text{ ЕД} > \delta > -1,5 \text{ ЕД};$

5) особоплотная посадка—соединение частей ударами ручника, необходимо предохранение частей как от проворачи-

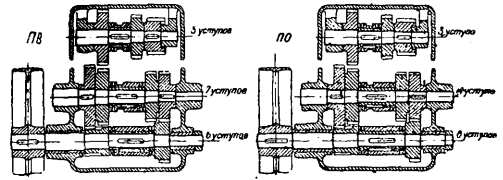
11) весьма свободная посадка, для весьма быстро вращающихся деталей с особозначительным зазором: $9 \text{ ЕД} > \delta > 5 \text{ ЕД}.$

Вся система DIN изображена схематически на фиг. 5; отклонения от номинальных размеров для валов и отверстий даны в ЕД для всех четырех классов точности, в системах ПО и ПВ.

Весьма важным вопросом для каждого рода производства является выбор основ-

ной системы Д. (ПО или ПВ), класса или классов точности и необходимых посадок. Дать какие-либо жесткие правила для выбора наилучшей системы Д. невозможно в виду необычайно большого числа факторов, влияющих на него. Ниже приведено влияние нек-рых отдельных факторов на выбор системы Д. В системе ПО все посадки получают изменением диаметра вала, и, следовательно, применение гладких валов, при наличии на валу нескольких разных посадок одного номинального диаметра, невозможно. Этим условием определяются сразу две отрасли промышленности, для к-рых выгоднее пользоваться системой ПВ,—постройка трансмиссий и с.-х. машиностроение; вообще всюду, где используются в значительном объеме гладкими валами в виде необработанного тянутого или обточенного материала, приходится переходить к системе ПВ. В тех случаях, когда вал, при наличии на нем нескольких различных посадок, по конструктивным соображениям делают ступенчатым (напр., для удобства разборки), можно пользоваться безразлично обеими системами. Здесь, однако, оказывается выгоднее система ПО, т. к. она часто позволяет при нескольких различных посадках обходиться меньшим количеством уступов и, т. о., экономить на материале и обработке. На фиг. 6 приведены два одинаковых перебора токарного станка—в случае ПО число уступов получилось меньшим, чем при ПВ. Во всех случаях крупного массового производства система ПВ предпочтительнее ПО, т. к. в этом случае неудобство первой—дороговизна первоначального обзаведения специальным рабочим и измерительным инструментом—отстывает на задний план по сравнению с выгодой, получаемой при обработке гладких (без уступов) валов. По обратной причине система ПО выгоднее при производстве небольшими сериями, с сильно меняющимися размерами частей. Стоимость содержания рабочего и измерительного инструмента в обеих системах почти одинакова. Для сборки и ремонта система ПО большей частью бывает более выгодной, т. к. получающиеся при этом ступенчатые валы значительно облегчают работу. Очень часто бывает невозможно даже в пределах одного производства провести чистую систему ПО или ПВ и приходится прибегать к комбинациям из обеих. Примером может служить принятая в герм. станкостроении система Д., изображенная на схеме (фиг. 7). 1-й класс точности применяется в особо точных станках для покоящихся посадок, для корпусов шарикоподшипников, инструмента револьверных станков и во всех тех случаях, когда требуется посадка скольжения, к-рая поэтому во 2-м классе точности исключена; для всех остальных пригонки употребляется 2-й класс точности, из которого исключены посадки: прессовая, особо тугая, скольжения и весьма свободная. Для того чтобы в потолочных приводах и нек-рых вспомогательных деталях воспользоваться преимуществами системы ПВ, взяты из нее две вспомогательные посадки 2-го класса—свободная и свободная легкого хода; 3-й и 4-й классы точности исключены совсем.

Одной из важных областей применения работы по Д. является производство нормализованных частей. Здесь могут представиться два случая: 1) нормализованная часть должна образовывать с другой деталью всегда одинаковую поладку и 2) эта посадка может меняться. В обоих случаях зазор или натяг перекладывают неизменно в нормализованную часть, т. е. изготавливают валы по



Фиг. 6.

Д. системы ПО, а отверстия по Д.—системы ПВ для требуемой посадки. При таком способе потребителю для правильной посадки достаточно изготовить основной вал данного диаметра системы ПВ или основное отверстие сист. ПО, а это легко для з-дов, работающих по любой из систем, т. к. Д. основного элемента одной системы (ПО или ПВ) равны Д. посадки скольжения другой (отверстие посадки скольжения системы ПВ или вал той же посадки системы ПО).

Весьма важным и чрезвычайно сложным вопросом является нормализация Д. винтовых нарезок. В винтовых нарезках дело осложняется большим количеством подлежащих толерированию размеров (наружный,

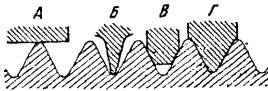
Класс точности	1-ый		2-ой		всп. с
	еВ		основной сист.		
Пробка	еВ		В		LL
Единиц допуска	10				
	8				
	6				
	4				
	2				
	Нулевая линия				
	-2				
	-4				
	-6				
	-8				
-10					
Посадка	Особо тугая	Тугая	Особо плотная	Плотная	Скользкая
	Тугая	Плотная	Скользкая	Особо плотная	Плотная
	Своб. плотн. хода	Свободная	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода
	Свободная	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода	Своб. легк. хода
	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода
	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода
	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода
	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода	Свободная	Своб. легк. хода
Скоба	F T	H S	G T	H S	EL LL

Пале допусков вала (штриховка) / Пале допусков отверстия (точечная)

Фиг. 7.

средний, внутренний диаметры, шаг винта, угол нарезки, форма сечения нарезки) и необходимо проверить величины всех отдельных допусков порознь предельными калибрами. Формы щек калибров для измерения изображены на фиг. 8; для измерения предельных диаметров по выступам нарезки употребляют предельные скобы или пробки с плоскими или цилиндрическими рабочими поверхностями А, предельные диаметры по дну нарезок измеряются скобами с роликами или штифтами по В, ту же

форму имеет нарезка предельных винтовых пробок; форма В применяется для проверки среднего диаметра, а форма Г—для проверки формы нарезки и правильности шага. Пробки по В и В делают с 2—3 нарезками, чтобы неправильности в ходе не влияли на их показания. В качестве примера тщательно разработанной системы винтовых Д. рассмотрим систему Д., принятых в С. Ш. А. (National Screw Thread Commission) для нормальной и мелкой стандартной резьбы (U. S. S.). Форма нарезки с полями Д. изображена на фиг. 9. Принято 6 разных посадок: 1) свободная—с большими Д. и зазорами для грубого машиностроения, болтов с катаной нарезкой и т. п.; 2) средняя обыкновенная—для нормальных чисто обработанных винтов и гаек для нужд машиностроения средней степени точности, гайка и болт во всяком случае м. б. навинчиваемы от руки; 3) средняя специальная—с меньшими полями Д., чем предыдущая, для точного машиностроения (станкостроение, автостроение, авиационные двигатели и т. п.); 4) плотная—взаимозаменяемость обеспечена, но зазор может совсем отсутствовать и заменяться в редких случаях натягом; 5) тугая—завертывание гаек возможно лишь с помощью ключа, для легкого точного машиностроения, и 6) весьма тугая—с большими против предыдущей натягами, для крупных болтов. Д. нормализованы лишь для первых четырех посадок, т. к. в двух последних на посадку, кроме величины Д. и натягов, влияют также весьма сильно длина гаек, материал болта и гайки, сильно меняющиеся от одного производства к другому.



Фиг. 8.

Абсолютные значения Д. находятся в зависимости от величины хода p (фиг. 9). Применяется несколько единиц Д., находящихся в следующей зависимости от p (в мм): $UT = 0,089p^{3/16}$ для $p \geq 1,27$; $UT = 0,10p^{1/4}$ для $p < 1,27$; $GT = 0,007p^{3/8}$; $S = 0,007p^{1/2}$ и $PT = 0,007p^{1/2}$. Значения отдельных элементов для разных посадок даны в табл. 2.

Табл. 2.—Значения элементов различных посадок нарезки U. S. S.

Посадка	Допуски и игра				
	игра А	Д. нетто T_n	Д. калибра T_k	общий Д. Т	Д. шага Н
Свободная	$1/3 UT$	UT	GT	$UT+2GT$	$\pm PT$
Средняя обыкновенная	0	$2/3 UT$	GT	$2/3 UT+2GT$	$\pm PT$
Средняя специальная	0	$4/5 UT$	GT	$4/5 UT+2GT$	$\pm PT$
Плотная	-S	$1/5 UT$	$1/2 GT$	$1/5 UT+GT$	$\pm 1/2 PT$

Форма нарезки д. б. такова, чтобы контур как гайки, так и болта не выходил из полей допуска, заштрихованных на фиг. 9. Отдельные элементы винтовой нарезки имеют следующие значения (D , Δ и d —наружный, средний и внутренний диаметры нарезки; p —шаг; h —глубина нарезки, $h = 0,649519p$; f —высота срезанной части вер-

шины тр-ка нарезки, $f = 1/8 h = 0,108253p$; величины без значков относятся к теоретич. профилю нарезки, со значками (')—к гайке, и (")—к болту; теоретич. профиль изображен жирной линией):

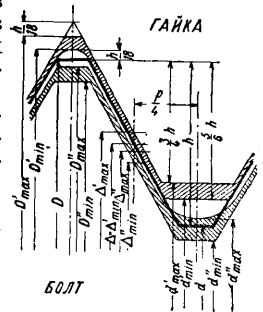
$$\begin{aligned} \Delta &= D - h; \quad d = D - 2h; \quad D'_{max} = D + T + \frac{2}{9} h; \\ D'_{min} &= D + \frac{1}{9} h; \quad D''_{max} = D - A; \\ D''_{min} &= D - A - 2T; \\ \Delta'_{max} &= \Delta + T; \quad \Delta'_{min} = \Delta; \quad \Delta''_{max} = \Delta - A; \\ \Delta''_{min} &= \Delta - A - T; \\ d'_{max} &= D - \frac{3}{8} h; \quad d'_{min} = D - \frac{5}{8} h; \\ d''_{max} &= d - A + \frac{1}{9} h; \quad d''_{min} = d - A - T; \\ p' &= p'' = p \pm H. \end{aligned}$$

Допускаемые ошибки (угловые Д.) для $1/2$ угла при вершине тр-ка нарезки (60°) равны для первых трех посадок:

Число витков на 1 дм.	80—44	40—32	28—20	18—11	<11
Угловой Д.	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 15'$	$\pm 10'$	$\pm 5'$

Для плотной посадки угловые допуски уменьшаются вдвое.

Помимо описанных выше Д. непосредственно сопрягающихся друг с другом деталей, приходится иногда решать вопрос о величине допусков для линейн. размеров частей, соединяемых несколькими промежуточными звеньями, например, Д. расстояний между отверстиями двух фланцев, соединяемых болтами. В этом случае взаимозаменяемость м. б. достигнута только при условии, что ни одна из осей отверстий не отклоняется от ее номинального местоположения больше, чем на $1/2$ величины минимального зазора между наименьшим отверстием фланца и максимальным возможным диаметром болта, т. е. $\lambda \leq 1/2 \delta$ (фиг. 10); если при этом необходим еще некоторый минимальный зазор γ между стенками отверстий и валиком, то $\lambda \leq 1/2 (\delta - \gamma)$. Это правило является основой расчета Д. расстояний между осевыми отверстиями. При этом следует принимать во внимание возможное накопление ошибок при измерении от одного отверстия до другого (по шагу); в этом случае для n отверстий величина Д. должна быть уменьшена в $\frac{1}{n-1}$ раз. Отсюда ясна выгода измерения всех расстояний от одного ка-



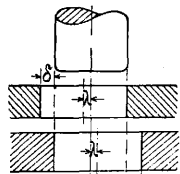
Фиг. 9.

кого-нибудь отверстия, взятого за основное, т. к. в этом случае величина допуска остается без изменения.

В качестве примера абсолютной величины Д., достижимых обработкой на различных станках, приведем данные фирмы Пратт и Уитней для станков, находящихся в хорошем состоянии, и рабочих нормальной ква-

литетности.

лификации (данные не являются показателем максимальной достижимой точности, а относятся к нормальной производственной работе; все размеры и величины Д. в мм). а) Обточка на токарном станке $\pm 0,13$ для $\varnothing 6-13$; $\pm 0,18$ для $\varnothing 13-25$; $\pm 0,25$ для $\varnothing 25-50$ и $\pm 0,38$ для больших диаметров. Шлифовка на токарном станке соответственно: $\pm 0,05$; $\pm 0,08$; $\pm 0,13$ и $\pm 0,18$. б) Автоматический токарный станок: $\pm 0,08$

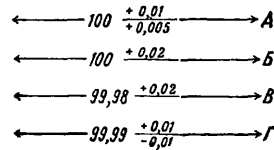


Фиг. 10.

для обточки державками коробочного типа; $\pm 0,08$ для обточки фасонными резаками шириной до 20; $\pm 0,1$ то же, но шириной 20—40; рассверливание $\pm 0,15$ для $\varnothing 4-12$; $\pm 0,2$ для $\varnothing 12-20$; $\pm 0,25$ для $\varnothing 20-25$; сверление $\pm 0,05$ для $\varnothing 0,35-3,0$, увеличиваясь до $\pm 0,18$ для $\varnothing 20-25$; шабрение развертками $\pm 0,025$ для $\varnothing \leq 12$ и $\pm 0,04$ для $\varnothing 12-25$. в) Фрезирование: возможная точность $\pm 0,05$, лучше давать большие Д. $\sim \pm 0,08-0,12$ для достижения большей экономичности обработки. Для фасонного фрезирования и обработки составными фрезерами не менее $\pm 0,12$. Для фрезировки канавок $\sim \pm 0,1$ на 25 мм ширины канавок. г) Сверление: $\pm 0,05$ для дыр $\varnothing 0,35-3,0$; $\pm 0,08$ для $\varnothing 3,0-6,0$; $\pm 0,1$ для $\varnothing 6-12$; $\pm 0,13$ для $\varnothing 12-18$; $\pm 0,18$ для $\varnothing 18-25$; $\pm 0,25$ для $\varnothing 25-50$. д) Шлифовка цилиндрич. поверхностей: $\pm 0,01$; на вертикально шлифовальном станке для плоскостей $0,05-0,03$. е) Строгание: $0,13-0,25$ для крупных частей, например, станин станков. ж) Ручное шабрение отверстий разверткой: $\pm 0,01$ для \varnothing до 25, для больших $\varnothing \pm 0,015$; для машинного шабрения необходимо повысить эти числа до $\pm 0,013$ для отверстий \varnothing до 12, $\pm 0,02-0,025$ для отверстий $\varnothing 12-25$, $\pm 0,05$ для отверстий \varnothing более 25.

Способы разметки допусков на чертежах меняются в зависимости от принятой сист. обозначения посадок. Во всех стандартных системах Д. введены сокращенные обозначения для посадок, которые обязательно отмечаются на соответственных предельных калибрах (в СССР в виде проекта принята следующая маркировка: свободные пригонки имеют букву С, тугие Т, цифра с правой стороны буквы указывает на удаление данной посадки от посадки скольжения, обозначаемой Т0, перед знаком посадки ставят знак системы О для ПО и В для ПВ с цифрой, характеризующей класс точности; таким обр., О2С1 обозначает свободную посадку 2-го класса точности системы ПО; немецкие обозначения для валов и отверстий приведены на фиг. 5). В этом случае обозначение Д. на чертежах значительно облегчается, т. к. достаточно рядом с номинальным размером поставить значок требуемой посадки, чтобы определить тем самым предельные размеры соприкасающихся частей. В тех случаях, когда применяются Д., отличные от стандартных (что особенно часто встречается при толерировании продольных размеров), приходится рядом с цифрой размера указывать оба крайних значения Д. В большинстве европ. стран пишут номинальный

размер, а рядом с ним оба крайних значения Д. (фиг. 11, А); при этом часто, если одно из значений предельных размеров совпадает с номинальным, то отметка 0,0 не ставится (фиг. 11, Б). В С. Ш. А. Об-вом автомобильных инженеров предложена следующая система нанесения Д. на чертежи: в раз-



Фиг. 11.

мерную стрелку ставят идеальный размер, а Д. при этом делается всегда в направлении, наименее вредящем желательной (идеальной) посадке (фиг. 11, В); если направление Д. безразлично, то делят его величину пополам и откладывают в обе стороны от идеального размера (фиг. 11, Г).

Лит.: К ю н В., О предельных допусках в машиностроении, пер. с нем., Берлин, 1923; Г р а м е н ц К., Пригонки и допуски, Москва, 1926; M a h r С., Die Grenzlehre, 5 Aufl., В., 1927; M a h r С., Die Gewindeclhre und der Gewinde-Austauschbau, 2 Aufl., В., 1928; S c h l e s i n g e r G., Die Arbeitsgenauigkeit d. Werkzeugmaschinen, В., 1927; «Schriften d. Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure», В. 1—Der Austauschbau u. seine praktische Durchführung, В., 1923; D o w d A. A. and C u r t i s F. W., Modern Gaging Practice, N. Y., 1925; W o o d w o r t h J. V., Gages and Gaging Systems, N. Y., 1908; S c h l e s i n g e r G., Forschungsarbeiten auf d. Gebiete d. Ingenieurwesens, В., 1916, Н. 193, 194; Machinery's Handbook, N. Y., 1928; D u b b e l H., Taschenbuch für d. Fabrikbetrieb, В., 1923; Machinery's Encyclopedia, v. 3, New York, 1925; «Maschinenbau», В.; «NDI Nachrichten», В.; «Werkstattstechnik», В.; «Mechanical Engineering», N. Y.; издания нормализационных комиссий отдельных стран.

Л. Павлушков.

Д. в мерах и измерительных приборах — наибольшее погрешности, при наличии которых данную меру или прибор можно считать практически достаточно точными. Для сохранения единообразия и точности мер и измерительных приборов государство принимает целый ряд специальных мероприятий, к-рые дают возможность поддерживать обращающиеся в стране меры и измерительные приборы в состоянии требуемой точности. Одним из этих мероприятий является установление и хранение основных единиц (эталонов) всякого рода измерений. Основные единицы хранятся и изучаются в специальных государственных учреждениях в СССР — в Главной палате мер и весов в Ленинграде. Эти эталоны д. б. изготовлены с максимальной достижимой при современном состоянии науки и техники точностью. Так, для единицы массы — килограмма, изготовленного из прочного и неизменяющегося материала (сплав платины с иридием), при современных методах вероятная погрешность измерения не превосходит $\pm 0,002$ мг, т. е. одной пятисотмиллионной его части; для единицы длины — метра эта погрешность равна $\pm 0,1$ м, т. е. одной десятиллионной его части (в настоящее время уже предвидится возможность определять длину метра при помощи волн монохроматич. света с точностью до $0,01$ м, т. е. до одной стомиллионной его части). Когда единицы мер и измерительные приборы получают практическое применение, то естественно, что точность их не м. б. такова, как у вышеупомянутых основных единиц измерения. Практика культурных государств установила определенную градацию

Табл. 1.—Допуски в мерах длины (в общей длине).

Длина в м	Образцовые меры	Конт- рольные меры	Торговые и технические меры					
			точные		обыкновенные			
			при поверке	при об- ращении	при поверке		при обращении	
					металлич.	неметал.	металлич.	неметал.
50	—	± 3 мм	± 5 мм	± 10 мм	± 8 мм	± 20 мм	± 16 мм	± 40 мм
40	—	—	—	—	± 8 »	± 20 »	± 16 »	± 40 »
30	—	± 3 »	—	—	± 8 »	± 20 »	± 16 »	± 40 »
25	—	—	—	—	± 8 »	± 20 »	± 16 »	± 40 »
20	—	± 2 »	± 3 »	± 6 »	± 5 »	± 15 »	± 10 »	± 30 »
15	—	—	± 3 »	± 6 »	± 5 »	± 15 »	± 10 »	± 30 »
10	—	—	± 2 »	± 4 »	± 4 »	± 10 »	± 8 »	± 20 »
9	—	—	—	—	± 4 »	± 7 »	± 8 »	± 14 »
8	—	—	—	—	± 4 »	± 7 »	± 8 »	± 14 »
7	—	—	—	—	± 4 »	± 7 »	± 8 »	± 14 »
6	—	—	—	—	± 4 »	± 7 »	± 8 »	± 14 »
5	—	—	—	—	± 3 »	± 5 »	± 6 »	± 10 »
4	—	—	—	—	± 3 »	± 4 »	± 6 »	± 8 »
3	—	—	—	—	± 2 »	± 3 »	± 4 »	± 6 »
2 и 1,5	—	—	± 0,2 »	± 0,4 »	± 1 »	± 2 »	± 2 »	± 4 »
1	± 0,05 мм	± 0,2 »	± 0,1 »	± 0,2 »	± 1 »	± 1,5 »	± 2 »	± 3 »
0,5 и менее	—	—	± 0,05 »	± 0,1 »	± 0,5 » *1 ± 1,0 » *2	± 1,0 » *1 ± 1,5 » *2	± 1 » *1 ± 2 » *2	± 2 » *1 ± 3 » *2

*1 Меры брусковые.
*2 Меры рулетки.

измерительных приборов, различающихся между собой по степени точности и имеющих разное назначение. Прежде всего, те

Табл. 2.—Допуски в мерах сыпучих тел.

Вместимость	Д о п у с к	
	при поверке	при обращении
2 гл	± 1 л	± 2 л
1 »	± 0,5 л	± 1 »
5 дкл	± 250 мл	± 500 мл
2 »	± 100 »	± 200 »
1 »	± 75 »	± 150 »
5 л	± 50 »	± 100 »
2 »	± 25 »	± 50 »
1 »	± 15 »	± 30 »
0,5 л	± 10 »	± 20 »

учреждения, которые хранят основные единицы измерений, должны иметь в своем распоряжении первичные копии основных единиц, изредка сличаемые с этими последними

и служащие для приготовления по ним измерительных приборов, образцовых и контрольных мер. Назначение этих последних—служить для поверки по ним обыкновенных обращающихся в торговле и промышленности мер и измерительных приборов. Торговля и промышленность, по свойству своей работы, нуждаются в приборах различной степени точности: более точных—в торговле драгоценными металлами, аптекарскими товарами, при лабораторных исследованиях и др., и менее точных—при обычной торговле. Т. о., торговая и промышленная практика требуют установления по крайней мере 4 категорий измерительных приборов, отличающихся между собой по точности, а следовательно, и по их Д. Основанием для установления шкалы Д. могут служить требования обычной торговли, где точность измерения признается достаточной, если ошибка не превосходит 0,1—0,2%. Исходя из этого предположения, можно далее установить Д. для точных торговых измерительных при-

Табл. 3.—Допуски в мерах жидких тел.

Вместимость	Контрольные меры	Торговые меры			
		точные		обыкновенные	
		при поверке	при обращении	при поверке	при обращении
5 дкл	—	—	—	± 250 мл	± 500 мл
2 »	—	—	—	± 100 »	± 200 »
1 »	± 5 мл	± 15 мл	± 30 мл	± 50 »	± 100 »
5 л	± 3 »	± 7,5 »	± 15 »	± 25 »	± 50 »
2 »	± 2 »	± 5 »	± 10 »	± 15 »	± 30 »
1 »	± 1 »	± 2,5 »	± 5 »	± 10 »	± 20 »
1/2 »	± 0,6 »	± 1,25 »	± 2,5 »	± 5 »	± 10 »
1/4 »	± 0,25 »	—	—	± 2,5 »	± 5 »
1/5 »	± 0,25 »	± 0,5 »	± 1,0 »	± 2,0 »	± 4 »
1/10 »	± 0,25 »	± 0,5 »	± 1,0 »	± 1,0 »	± 2 »
1/20 »	± 0,12 »	± 0,25 »	± 0,5 »	± 0,5 »	± 1 »
1/30 »	± 0,06 »	± 0,10 »	± 0,2 »	± 0,25 »	± 0,5 »
1/100 »	± 0,06 »	± 0,10 »	± 0,2 »	± 0,25 »	± 0,5 »

Табл. 4.—Допуски в весах при наибольшей нагрузке.

Наибольшая нагрузка	Образцовые веса	Контрольные веса	Торговые веса			
			точные		обыкновенные	
			при поверке	при обрац.	при поверке	при обращении
1 г	—	—	± 3 мг	± 6 мг	Весы торговые обыкновенно изготавливаются для наибольших нагрузок, начиная от 500 г и выше	
2 »	±0,1 мг	—	± 6 мг	± 12 мг		
5 »	—	—	± 10 »	± 20 »		
10 »	—	—	± 15 »	± 30 »		
20 »	± 1 мг	± 5 мг	± 30 »	± 60 »		
50 »	—	—	± 40 »	± 80 »		
100 »	—	—	± 50 »	± 100 »		
200 »	—	—	± 100 »	± 200 »		
500 »	± 5 мг	± 25 мг	± 200 »	± 400 »		
1 кг ²	± 20 мг	± 100 мг	± 500 »	± 1 г		
5 »	± 20 мг	± 100 мг	± 1 г	± 2 »	В безменах и крановых весах—2 г на кг при поверке и 4 г на кг —при обращении	
10 »	—	—	± 2 »	± 4 »		
20 »	± 200 мг	± 1 г	± 2 »	± 4 »		
50 »	± 200 »	± 1 »	± 5 »	± 10 »		

Табл. 5.—Допуски в манометрах.

Наибольшее значение шкалы	Контрольные манометры	Рабочие манометры			
		Д. для 1-й половины шкалы		Д. для 2-й половины шкалы	
		при поверке	при обращении	при поверке	при обращении
2 кг/см ²	±0,02 кг/см ²	±0,04 кг/см ²	±0,06 кг/см ²	±0,08 кг/см ²	±0,12 кг/см ²
3 »	±0,03 »	±0,05 »	±0,075 »	±0,10 »	±0,15 »
5 »	±0,05 »	±0,08 »	±0,12 »	±0,15 »	±0,225 »
10 »	±0,1 »	±0,10 »	±0,15 »	±0,20 »	±0,30 »
15 »	±0,15 »	±0,15 »	±0,225 »	±0,25 »	±0,375 »
20 »	±0,2 »	±0,20 »	±0,3 »	±0,30 »	±0,45 »
25 »	±0,25 »	±0,25 »	±0,375 »	±0,35 »	±0,525 »
30 »	±0,3 »	±0,28 »	±0,42 »	±0,40 »	±0,60 »
40 »	±0,4 »	±0,33 »	±0,495 »	±0,45 »	±0,675 »
50 »	±0,5 »	±0,38 »	±0,57 »	±0,50 »	±0,75 »
Свыше 50 кг/см ²	±1% наибольшего значения	±0,75% наибольшего значения	±1,125% наибольшего значения	±1% наибольшего значения	±1,5% наибольшего значения

боров и для вышеупомянутых образцовых и контрольных. При этом, как показывает практика, достаточно принять, что точные торговые измерительные приборы должны иметь погрешность в 4—5 раз меньшую, чем приборы обыкновенные; контрольные приборы для поверки обыкновенных торговых мер должны иметь погрешность меньшую, чем точные торговые, а образцовые приборы д. б. точнее контрольных в 5—6 раз. Строгое соблюдение указанной пропорциональности практически не требуется, и приводимые выше цифры Д., установленных в СССР, только в общем принципе подчинены указанному правилу, а конкретные значения Д. изменяются, в зависимости от абсолютной величины данной меры, и округляются. Так как при практическом пользовании всякая мера или прибор неизбежно подвергаются изнашиванию, связанному с потерей точности, то необходимо установить еще шкалу Д., терпимых в приборах, находящихся в обращении в течение определенного срока, после которого они подлежат новой поверке. В табл. 1—5 дана сводка Д. в измерительных приборах, к-рые, по действующему в СССР закону, подлежат обязательной поверке и клеймению.

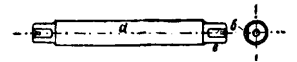
Д. в гирих см. *Гири*; Д. в медицинских термометрах равны ±0,1°.

А. Доброхотов.

ДОРН, оправка, на к-рую насаживают подлежащую обточке или шлифовке деталь в том случае, когда необходима точная обра-

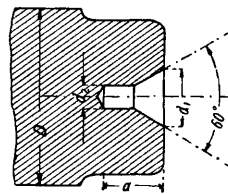
ботка ее по отношению к предварительно обработанному отверстию.

Простой Д. (фиг. 1) представляет собой отрезок вала, снабженный по краям центровочными отверстиями. Рабочая поверхность *a* делается слегка конусной (наклон образующей к оси 1 : 2000);



Фиг. 1.

концы дорна *b* делаются меньшего диаметра и снабжаются отфрезерованными площадками *b* для надежного упора винта подводка. Обычно дорн изготавливается из инструментальной стали, закаливается целиком и шлифуется на рабочей поверхности, а иногда и в центровочных отверстиях. Перед окончательным шлифованием рабочей поверхности ее подвергают искусственному старению (künstliche Alterung, seasoning) для устранения внутренних напряжений, вызванных закалкой.



Фиг. 2.

Для особо точных работ закаливается лишь концы Д., рабочую же поверхность оставляют мягкой, так как этим исключается возможность позднейшей деформации ее под действием внутренних напряжений. В америк. практике приняты след. соотношения

между диаметром дорна и размерами центровочных отверстий (фиг. 2; размеры в мм):

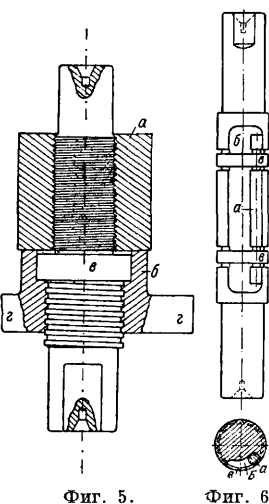
D	d ₁	d ₂	a
6	3	1,2	4
8	4	1,5	5
10	5	2,4	7
15	7	3,0	9
20	9	4,0	12
30	13	5,0	16
40	15	6,0	18
50	16	6,5	20
65	18	7,0	22
80	20	8,0	25
100	22	9,0	28
120	25	10,5	32
150	28	12,0	35

Обыкновенные Д. подходят, благодаря малой конусности рабочей поверхности, лишь к отверстиям одного и того же диаметра; даже различие в величине допусков делает иногда их применение затруднительным.

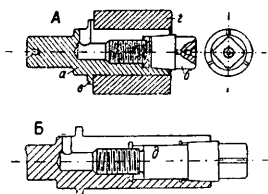
Вторым неудобством является непостоянство положения обрабатываемого предмета по длине Д., что препятствует применению их на станках с заранее установленным набором инструментов; кроме того, простые Д. портят иногда уже обработанные поверхности отверстий.

Для избежания этих недостатков употребляют расширительные Д.; в простейшей форме они состоят из конической оправки *a* (фиг. 3), на которую надета разрезная цилиндрическая втулка *b*; отверстие последней имеет ту же конусность, что и оправка (обычно наклон образующей к оси 1 : 100—1 : 200).

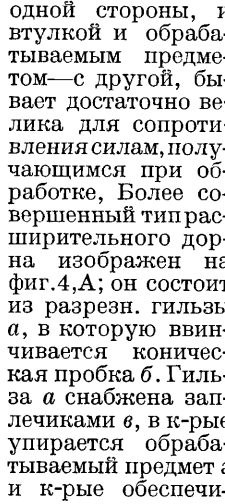
Вдвигая оправку внутрь втулки, заставляют ее расширяться; возникающая при этом сила трения между втулкой и оправкой, с



Фиг. 3.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Фиг. 6.

положения его относительно станка. Для особо точных работ необходимо снабдить пробку *b* особыми цилиндрическими на-

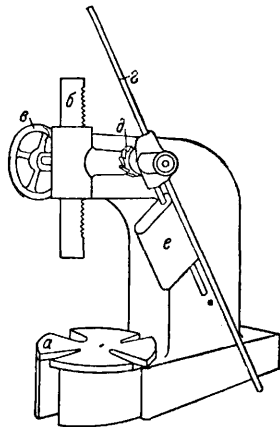
вляющими *d*, гарантирующими совпадение осей гильзы и пробки (фиг. 4, Б). Для обточки предметов, снабженных внутренней нарезкой, употребляют Д., изображенный на фиг. 5. В качестве упорки для обрабатываемой детали *a* употребляют гайку *b*, снабженную левой резьбой и упирающуюся в момент зажима в запялочки *в*; гайка *b* служит одновременно поводком, для чего она снабжена ручками *г, г*. При обработке, не требующей особо высокой степени точности, часто применяются самозажимающиеся дорны (фиг. 6). Зажимающим элементом служит стальной закаленный ролик *a*, который может кататься в эксцентричной канавке *б* и удерживается от выпадения кольцом *в*; т. о., чем больше давление реза, тем сильнее заклинивается ролик и тем крепче держит обрабатываемый предмет. Для снятия с Д. достаточно повернуть его на небольшой угол в обратную сторону. Все описанные выше системы Д. пригодны лишь для центрирования детали по предварительно обточенному отверстию; для зажима деталей по необработанным поверхностям служат другие приспособления.

Обыкновенные Д. вжимаются в отверстия ударами медного или свинцового молотка; при более тщательной работе для этого пользуются дорновыми прессами (фиг. 7). Обрабатываемую деталь кладут на вращающийся стол *a*, снабженный прорезями различной ширины, и Д. вжимают помощью плунжера *б*, снабженного зубчатой рейкой и приводимого в движение через шестерню ручным маховичком *в*. Когда сила последнего оказывается недостаточной, прибегают к помощи рычага *г*, действующего на ось шестерни через посредство храпового колеса *д*; противовес *е* приводит рычаг *г* по окончании рабочего хода в начальное положение. В крупных производствах применяют часто трансмиссионные или гидравлические дорновые прессы.

Лит.: Гавриленко А. П., Механич. технология металлов, ч. 4, вып. 2, М., 1925; Гиллер В., Товарное дело и его инструменты в современном производстве, Берлин, 1922; Machinery's Encyclopedia, v. 1, N. Y., 1925.

Л. Павлушков.

ДОРОГИ И ДОРОЖНОЕ ДЕЛО. Дорожное дело—искусство построения и эксплуатации сухопутных безрельсовых дорог, т. е. дорог, служащих для передвижения по ним конных повозок, самодвижущихся экипажей (автомобилей, тракторов и т. п.) и пешеходов. В последнее время дорожное дело становится, и во многих своих частях уже стало, на научную основу, обоснованную, с одной стороны, математическими и механическими дисциплинами, а с другой—почвенными, геологическими и геофизическими данными



Фиг. 7.

и экономическими факторами. Иногда безрельсовые дороги именуют обыкновенными, в отличие от железных дорог. Дорога, не покрытая каменной или иной прочной одеждой, называется грунтово́й. Дороги, покрытые одеждой, носят название шоссе и мостовых (мощные дороги). Одеждой шоссе служит измельченный в щебень каменный материал, уплотненный катками (см. *Дорожные машины*) для придания одежде монолитности. Если в состав одежды входят только щебень, высевки и вода как простейшее вяжущее вещество, то имеем дело с обычным шоссе (waterbound macadam—связанный водой макадам). Если одежда обычного шоссе устроена на каменном основании, то ей иногда придают название «тельфорд».

Профиль и план дороги. Ширина проезжей части зависит от габарита (очертания) движущихся повозок, грузонапряженности дороги и качества одежды. В среднем, при конной тяге, ширина одежды $b_0 = 4\frac{1}{2}$ м, при автомобильной тяге $b_0 = 5-6$ м. На старых шоссе можно встретить более широкую проезжую часть. При автомобильной тяге ширина одежды определяется из условия возможности встречи двух экипажей с оставлением зазора между ними (напр., 0,4 м) и зазором по краям одежды (напр., 0,2 м). В последнее время учитывают и возможность поперечного скольжения автомобиля. На пригородных участках и на городских улицах ширина одежды определяется из условия пропуска нескольких рядов повозок, удобства их стоянки возле домов и возможности укладки трамвайных путей. Чем каменный материал мягче и легче изнашивается, тем одежда должна быть шире. Ширина обочин, т. е. промежутков между кромкой (кантом) одежды и бровкой земляного полотна, делается 1—3 м. Назначение обочин: а) давать упор проезжей части при проезде экипажей; б) представлять экипажам возможность разъезда и вне пределов проезжей части; в) служить местом складывания ремонтных материалов. Полная ширина полотна дороги между бровками м. б. принята в $7\frac{1}{2}$, $8\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{2}$ м. Полотно дороги помещается в середине дорожной полосы, или полосы отвода. По обе стороны полотна до границ отвода остаются обрeзы одинаковой или неодинаковой ширины. Во время сооружения дороги на обрезах берется земля для насыпей («закладываются резервы») и отваливается излишняя земля выемок («в кавальер» или «на вымет»), а также складываются строительные материалы. При эксплуатации дорог на обрезах ставят защиты для предохранения полотна от снежных заносов; вблизи городов и промышленных центров проводят узкоколейные жел. дороги и трамвай. Если дорога покрыта каменной одеждой, то по обрезу часто проводят летний путь в форме грунтовой дороги, по которой сельские экипажи обычно предпочитают передвигаться в сухое время года. Наконец, в военное время по обрезах часто идет кавалерия, оставляя полотно для войск других родов оружия. По декрету от 1 сентября 1924 г. установлена ширина полосы отвода на дорогах РСФСР в открытых местах: для

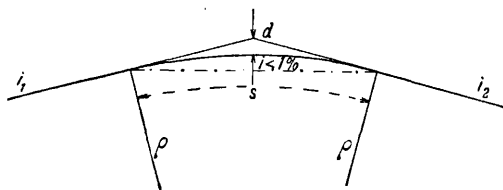
дорог государственных—65 м, губернских—43 м, уездных—34 м, волостных и сельских—6,5 м, полевых и специального назначения не более 21 м. В лесистых местах ширина полосы отвода увеличивается. Фактически ширина дорожной полосы колеблется от 6 до 60 м. Проезжая часть в поперечном направлении м. б. очерчена по пологой дуге круга или параболы, а также по двум наклонным к горизонту прямым, сопряженным кривой. Средний поперечный уклон одежды i_0 тем меньше, чем ровнее и глаже поверхность одежды и чем значительнее продольный уклон i дороги (см. табл. 1).

Табл. 1. — Зависимость поперечного уклона одежды от продольного уклона дороги.

Одежда	Значения i_0 в %	
	при $i < 2\%$	при $i > 2\%$
Обычное шоссе и булыжная мостовая	5	4
Брусчатая и мозаиковая мостовая	3—4	$2\frac{1}{2}$ —3
Клинкерная мостовая	$3-3\frac{1}{4}$	2—3
Деревянная мостовая	$2\frac{1}{2}$	2
Железобетонные и бетонные дороги	1—2	1—2
Одежда с применением органическ. вяжущих веществ (дегтя, асфальты, битумы)	1—2	$\frac{1}{2}$ —1

Для грунтовых дорог, на которых следует избегать образования продольных струй, i_0 тем больше, чем больше i . При назначении поперечного уклона надо считаться с возможной скользкостью одежды. Применение значительных продольных подъемов дает экономии в земляных работах по устройству дороги, но удорожает перевозки. Для достижения возможно большей нагрузки на двигатель, на равнинных дорогах не применяют больших продольных уклонов; на горных дорогах, наоборот, значительные подъемы и уклоны—обычное явление. Наибольшие допускаемые подъемы и уклоны: а) в ровной местности 4%; б) в холмистой местности 5%; в) в гористой местности 6%, а при исключительно трудных условиях 7%. При проектировании скользких типов одежды эти нормы уменьшаются: например, для клинкерной одежды $i_{max} = 4\%$. На грунтовых дорогах $i_{max} = 8-10\%$. Минимальный уклон $i_{min} = 0,3\%$, в крайнем случае 0,2%, лучше 0,5%. Горизонтальные участки ($i = 0$) допускаются только для насыпей по болотам и для высоких дамб по разливам рек, просыхание к-рых происходит быстро, а также для дорог в водопроницаемых грунтах. Горизонтальные участки в выемках не допускаются. По нашим технич. условиям переход от подъема i_1 к уклону i_2 , или наоборот, д. б. смягчен, если $i_1 + i_2 > i_{max}$; смягчение производится или прямой (горизонтальной) или с уклоном в 1% вставкой длиной 50 м (фиг. 1, прямая пунктирная) или же плавной кривой, радиус кривизны к-рой $\rho \geq 800$ м. Длина дуги $s = \rho (i_1 + i_2)$; понижение $d = \frac{s}{8} (i_1 + i_2)$. На заграничных дорогах сопряжение разноименных уклонов $+i_1$ и $-i_2$ производится гораздо чаще, чем это допускается нашими техническими условиями; можно встретить и сопряжения одноименных уклонов.

В плане хорошо устроенная дорога состоит из прямых и кривых участков. Кривые обычно описываются по дуге круга или по другой плавной кривой с увеличением величины радиуса кривизны от середины кривой к точкам касания с прямыми участками. Минимальный радиус закругления R_{min} лучше не делать менее 50 м; на современных автострадах R_{min} равен 300 м.

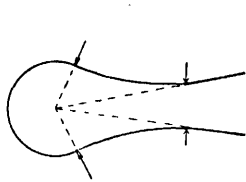


Фиг. 1.

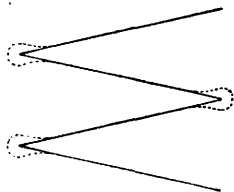
При совпадении крутого продольного уклона i с закруглением малого радиуса R эти 2 величины связываются условием $i = \frac{R}{n}$, где по нашим техническим условиям $n=10$; за границей же применяются и более значительные величины n (наприм., 20—30). На кривизнах малого радиуса проезжую часть уширяют и делают не двускатной, а односкатной, при чем переход от двускатного профиля к односкатному производится постепенно. Такое устройство называется в ирраж о м. Поперечный уклон i'_0 односкатного профиля не делается больше 6—8%. Теоретически величина этого поперечного уклона м. б. определена по ф-ле

$$i'_0 = \frac{v^2}{g \cdot e} - \mu \cdot k,$$

в к-рой: v —скорость движения в м/сек; g —ускорение силы тяжести в м/сек²; e —радиус кривизны в м; k —дробь, указывающая, какая часть веса передается на ведущую ось автомобиля (обычно принимают $k = \frac{2}{3}$); μ —



Фиг. 2.



Фиг. 3.

коэф-т трения покрышек о дорогу (среднее значение его на чистых сухих мостовых $\mu = 0,4$, в сырую погоду $\mu = 0,3$, для обледенелых поверхностей $\mu = 0,15$ и менее). Переход от двускатного профиля к односкатному делается при помощи особой п е р е х о д н о й кривой (отгон или отвод виража). Если направления двух прямолинейных участков пересекаются под острым углом, то закругление иногда делается не внутри угла, а вне его (серпентина, фиг. 2). Серпентины обычно устраиваются в горной местности, когда при развитии линии приходится трасу укладывать зигзагами на косогоре (фиг. 3).

Грунт дороги. Основанием для полотна и одежды дороги служит грунт, к-рый предварительно д. б. испытан в лаборатории и в поле на отношение к воде, воздуху и нагрузке. Грунт может оказаться и непригодным

для данной цели; однако, путем различных добавок к нему иногда возможно получить пригодный материал. Состав оптимальной или стандартной смеси грунтов у нас окончательно еще не установлен; вероятно, он и различен для разных районов страны. По данным Исследовательск. бюро Центр. управл. местн. транспорта (ЦУМТ), смесь должна содержать: глины (т. е. частиц мельче 0,005 мм) от 7 до 15%, пыли (0,01—0,05 мм)—от 25 до 30%, остальное же—более крупные песчаные примеси. Большое значение для качества грунта как основания имеет его способность образовывать т. н. «пучины», наблюдающиеся, главным. обр., в водонепроницаемых пылеватых, а также глинистых грунтах. Если шоссе проходит по такому грунту, пропитанному водой, то весной под действием лучей солнца грунт, находящийся под каменной одеждой, служащей хорошим проводником тепла, начинает быстро оттаивать, в то время как грунт обочин, обладающий меньшей теплопроводностью и прикрытый слоем снега, еще не оттаял. На размягченном грунте, из которого вода не имеет выхода, одежда легко прорезывается колесами. Пучины наблюдаются и на грунтовых дорогах. Особого внимания заслуживает грунт как основание дороги в отношении вечной мерзлоты. Испытание грунта в поле может производиться при помощи ударника (динамическая проба). Желательно составление почвенного профиля дороги.

Материал одежды. Естественный камень для дорог получают: а) собираньем валунов на полях и по берегам рек; б) ломкой из каменных карьеров (каменоломен). Валуну, занесенные в ледниковый период из Финляндии и Скандинавии, находят по преимуществу в северо-восточной части и в центре РСФСР. Наиболее часто встречающаяся в составе валунов порода—гранит; встречаются также диориты, диабазы, габбро, гнейсы. Валунный камень, более твердый, чем остальные, носит название обойного камня (обой, синяк); он обыкновенно темного цвета и, повидимому, представляет собою продукт разрушения базальта. При разработке карьера предварительно производится его техническое и экономическое обследование. Следует определить пригодность камня для работ, мощность карьера, характер залегания породы, толщину съема, дальность возки. Особое значение имеет последний фактор. Открытая карьер, составляя проект его эксплуатации: а) место складывания съема назначают так, чтобы не помешать развитию карьера в будущем; б) намечают отвод воды; в) проектируют транспортные устройства с целью использовать, насколько возможно, силу тяжести. Наилучшим расположением карьера надо считать косогоры. Разработка карьера может вестись по-летнему, т. е. с удалением съема, или же по-зимнему, достигая глубокого промораживания съема через прорытые вертикальные окна. Вывозка камня обычно производится зимой, когда это и удобнее и дешевле. Дорожный камень должен удовлетворять всем требованиям, какие предъявляются к строитель-

ным камням вообще, а кроме того должен обладать: а) твердостью, т. е. достаточным сопротивлением истирающим усилиям; б) вязкостью, т. е. достаточным сопротивлением раздроблению при ударе; в) для шоссе еще и способностью цементирования, т. е. отдельные щебенки должны при устройстве шоссе схватываться, образуя монолит. Соответственно этому, специфические дорожные испытания каменного материала следующие: а) испытание на кругах истирания (Беме, Амслера, Баушингера, Дорри); б) испытание на хрупкость на копре Педжа и на удары в барабане Деваля; в) испытание цементирующей способности на копре Педжа, при чем образец изготавливается не из камня, а из мелочи, прессуемой при сильном давлении. Камень, предназначенный для мостовых, обдывается в шашку, бруски или кубики; камень для шоссе разбивается в щебень, что делается вручную или механическими камнедробилками. Применяемые в СССР системы камнедробилок: щековые—Блека, Бекстера, Гудвина, Симсона, Акме и другие; изредка—центробежные. Размеры щебня для обычно шоссе: для мягких пород 25—75 мм, для твердых 20—60 мм. Наилучшей формой щебенки у нас считается близкая к кубу, с острыми кромками. Щебень выставляется по обрезам, а при эксплуатации преимущественно по обочинам в виде призматич. или, чаще, конических куч. Современная «восьмушка» есть конус, объемом около 1,25 м³. Количественная приемка конуса производится обмером «в перекидку» двух производящих (2l в табл. 2) и длины окружности по земле (πd). Лучше обмерять конуса шаблонами из досок, для построения к-рых служат данные таблицы (d—диам. основания конуса, h—высота, α—угол при вершине). Иногда поверку объема призм и конусов производят особыми мерными ящиками.

Табл. 2.—Размеры щебеночных конусов в м.

Объем конуса в м ³	2l	πd	d	h	α
1	2,72	7,16	2,28	0,74	114°
2	3,44	8,98	2,86	0,94	114°
5	4,64	12,25	3,90	1,26	114°

В местностях, бедных естественным камнем, приходится применять камень искусственный. Одним из видов искусственного камня является *клинкер* (см.).

Под термином *гравий* (чугра, жвир, грант) подразумевают смесь крупного песка и естественных округлых камней—гальки. Иногда *гравием* (см.) неправильно называют округлый песок. Примесь к гравию до 15% глины может считаться полезной; содержание глины свыше 45% ни в каком случае не допускается. Различают карьерный и речной гравий. Гравий предварительно должен быть отсортирован (галька крупнее 60 мм не допускается) и испытан на барабанах Деваля и копре Педжа.

Песок д. б. крупный, кварцевый, с содержанием глины не свыше 5%. Лишь для мозаичной мостовой нужна значительная

примесь глины (до 1/3 объема). Ненужные земляные частицы удаляются из песка и гравия путем промывки этих материалов в пескомойках и гравиемойках.

Главнейшими органическими вязкими веществами для устройства дорожной одежды являются: *деготь* (см.), *битум* (см.), *асфальт* (см.).

Деготь (также—гудрон, смола) является продуктом перегонки ископаемого топлива, горючих сланцев и других пород, а равно м. б. получен при переработке жиров. В дорожном деле применяется исключительно каменноугольный деготь. Т. н. приготовленный деготь—*gräparierter Teer*—представляет собою смесь вара с антраценовым маслом. Как вар, так и антраценовое масло также представляют собою продукты перегонки каменного угля. В дорожн. деле применяют более жидкий деготь (№ 1) для поверхностной поливки и более густой деготь (№ 2) для внутренней пропитки одежды. При лабораторном испытании дегтя определяют его уд. в., содержание воды, процентное отношение фракций при разных t° перегонки, содержание фенолов, нафталина и свободного углерода, а также проникание стандартной иглы на пенетрометре. Нафталин вызывает хрупкость и ломкость застывшего дегтя, свободный углерод плохо влияет на вязкие свойства. Требования англ. м-ва транспорта, предъявляемые к дегтю, указаны в табл. 3 (фенол—в объемных, а остальные вещества—в весовых %).

Табл. 3.—Английские технические условия на дорожный деготь.

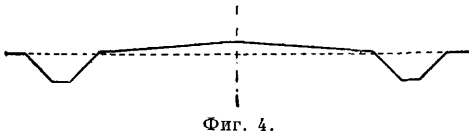
Наименование	Деготь № 1	Деготь № 2
Уд. вес при 15°	≥1,225	≥1,240
Содержание воды или аммиака	1	1
Другие дистиллаты, ниже 170°	≥1	≥1
Средние масла (170—270°)	12—24	10—18
Тяжелые масла (270—300°)	4—12	6—12
Фенолы	≥5	≥4
Нафталин	≥8	≥5
Свободный углерод	≥24	≥24
Вязкость (по Хетчинсону)	3—20"	20—100"

Битумы и асфальты получают в СССР или из естественных месторождений асфальтового камня (например, сызранский, шугуровский) или из нефти. Нефтяные асфальты в значительном количестве применяются на дорогах С. Америки (мексфальт, спрамекс); в нашей практике нефтяным асфальтам, зарекомендовавшим себя на опытных работах 1928 г., вероятно, предстоит большое будущее. В настоящее время асфальт, гл. обр. естественный, применяется в городах, и лишь на пробных участках стали устраивать асфальтовые дороги и вне городов. Для городских мостовых применяется так наз. естественный битум, извлекаемый из асфальтового камня и известный в продаже под именем гудрона, и асфальтовая мастика, т. е. асфальтовый известняк, обращенный в порошок, обогащенный битумом и затем отлитый в куски (каравай). Иногда, как делают в Москве, к естественному битуму добавляют нефтяной, например,

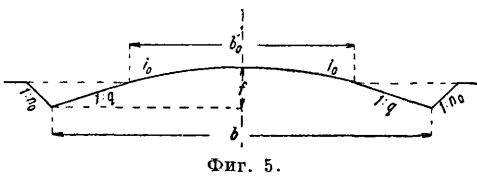
бинагадинский. Следует указать и на применение *мазута* (см.) и эмульсий, представляющих собою деготь и битум в состоянии дисперсии в жидкости (воде). Эмульгированием не достигается улучшение качества вяжущего вещества, но переводятся в текучую форму в холодном состоянии вещества, которые в этом состоянии не текут или недостаточно текут.

Дерево может применяться для устройства городских мостовых (шашки, торцы) и для простейших типов внегородских дорог. Для мостовых применяется б. ч. мягкое дерево, в частности, у нас — сосна; твердое дерево хотя и более прочно, но хрупко и в жаркую погоду дает трещины. Применяемая для изготовления торцов сосна должна быть мелкослойной, по возможности одной и той же рубки для всей партии, с равными годичными кольцами не менее 8—9 на 2½ см в радиальном направлении. Торцы, имеющие на поверхности сучья, трещины, сердцевины, загнивания, д. б. отсортированы и могут быть допущены лишь для замощения лотков. Дерево следует испытывать на сжатие под прессом, на удлинение при действии влаги, на хрупкость, на водопроницаемость.

Устройство земляного полотна. Земляное полотно м. б. устроено поперечной возкой (насыпи из резерва, выемки в кавальер)



или же продольной возкой и продольным транспортом, когда земля из выемки перевозится в насыпь. Сюда же относится и случай устройства насыпи из удаленных резервов. Типичный поперечный профиль для обыкновенной дороги получается нулевыми работами или обертывающей проектировкой, когда дорога проходит невысокими насыпями (0,3—0,5 м высотой). На фиг. 4 изображен профиль в нулевых работах с трапециoidalными кюветами, а на



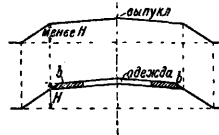
фиг. 5 — с треугольными кюветами. В последнем случае, если $\frac{f}{b} = 3 \div 5\%$, то получается выпуклый профиль с мелкими кюветами, в котором глубина кювета $h \cong \frac{2}{3}f$; ширина проезжей части $b_0 = 0,6b$. При конструировании же выпуклого профиля с глубокими кюветами ($\frac{f}{b} = 5 \div 7\%$) имеем:

$$h = b_0 \sqrt{i_0} \cdot \sqrt{\frac{1}{3(n_0 + q)}}; \quad b = b_0 + 2hq.$$

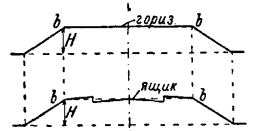
Шириной проезжей части b_0 надо задаться; $q = 3 \div 10$; $n_0 = 1\frac{1}{2} \div 3$; i_0 — по американской практике, не выше 0,08; по нашим

данным, для выпуклого профиля вообще лучше не делать i_0 более 3—4%.

Для устройства земляного полотна под дорогу, покрытую одеждой, применяют два способа работы: а) полотно строится выпуклым, обочины досыпаются из резерва (фиг. 6); б) полотно делается горизонтальным, обочины досыпаются из ящика (фиг. 7). Подсчет земляных работ производится по таблицам ЦУМТ или НКВД РСФСР, а



Фиг. 6.



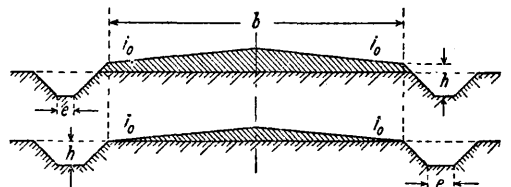
Фиг. 7.

равно графически. На фиг. 8 и 9 изображены поперечные профили НКВД, относящиеся к грунтовым дорогам (см. также табл. 4).

Табл. 4.— Поперечные профили грунтовых дорог.

Наименование дороги	b	в м		i ₀ в %
		h	e	
Губернская	11,0	0,60	0,50	6
Уездная	9,0	0,50	0,50	6
Волостная	6,5	0,50	0,50	6

Отвод воды. Вода отводится вдоль полотна боковыми канавами и резервами в пониженные точки дороги, где устраиваются искусственные сооружения, мосты, мостики, трубы для пропуска воды. Определение отверстий малых искусственных сооружений производится след. обр.: а) определяются

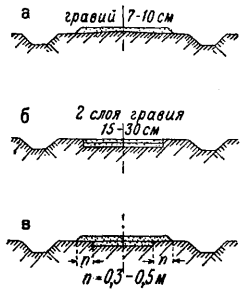


Фиг. 8 и 9.

площадь бассейна сооружения, его уклоны и в зависимости от этих данных расход воды Q , к-рый можно ожидать в сооружении при некотором расчетном ливне; б) руководясь ф-лами гидравлики, ощупью подбирают бытовую глубину воды a по данному поперечному профилю лога; в) определяют отверстие сооружения b по ф-ле Бресса: $b = \frac{Q \cdot g}{\mu \cdot v^3}$, где μ — коэф-т расхода, равный 0,90 для мостов с конусами и труб с расходящимися откосными крыльями и 0,75—0,80 для всех остальных случаев; v — допускаемая средняя скорость воды в сооружении, зависящая от характера лотка: при бетонном лотке $v = 5$ м/сек, при кирпичном $v = 4,5$ м/сек, при плотной глине $v = 1,8$ м/сек, при суглинках и супесях $v = 0,55 \div 0,95$ м/сек. Глубина потока в отверстии $\eta = \frac{v^2}{g}$. Глубина воды перед входом в отверстие при малой скорости притекания воды к искусственному сооружению $y = 1,5 \eta$ (подпорный горизонт).

Ф-ла Бресса неприменима, если $\eta < a$. Отверстие b округляется до ближайшего полуметра в трубах и до ближайшего метра — в мостиках. Расчет отверстий больших мостов — см. *Мосты*. После расчета отверстий намечаются проектные отметки на мостах и над трубами; возвышение низа ферм над подпорным горизонтом должно быть не менее 1 м, на судоходных и сиплавных реках — по соглашению с соответствующими учреждениями. Засыпка над трубами — не менее 0,5 м. Проектная отметка бровки дамбы — на 0,7—1 м выше подпорного горизонта; съезды с моста на дамбу не круче 3% на длину не менее 20 м. Вода отводится от дороги также отводными канавами и выходными руслами сооружений; в местностях, имеющей поперечный уклон к выемке, текущая вода перехватывается нагорными канавами. Движение вредных для дороги подземных водных потоков регулируется устройством *дренажа* (см.).

Грунтовые дороги. Способы улучшения грунтовых дорог следующие: а) спрямленные трасы; б) придание дороге поперечного уклона и обрытие ее канавами, где это нужно для отвода воды; в) засыпка низин с устройством в них сооружений для пропуска воды; г) смягчение крутых уклонов; д) покрытие смесями грунтов, гравием и лесными материалами; е) профилирование дороги машинами (машино-дорожные работы). В частности, песчаная дорога улучшается лесными материалами, смешиванием песка с глиной; применяются также: расстилка глины по песку, расстилка растительной земли (гумуса), укрепление слоем земляного бетона, поливка нефтью и мазутом, торфяное песка. Глинистые дороги должны быть прежде всего оканавлены; затем можно произвести смещение грунта с песком или только балластировать дорогу; применяются также добавка извести и обжиг глины в полотне дороги. С целью высасывания воды из полотна дороги в канаву применяется закладка хвороста или фашин в полотно дороги. Б. или м. радикального решения вопроса об улучшении ч е р н о з е м н ы х дорог не существует. В общем применяются те же меры, что и на глинистых дорогах: оканавливание, опескование, закладка фашин в тело дороги. На Украине применяют также легкую проборонку дороги и последующее уплотнение проездом. Г р а в и е н ы х дорог известны три типа, изображенных на фиг. 10, а, б и в (на последней



Фиг. 10.

n — величина перекрышки верхнего слоя гравия по отношению к нижнему). Вместо гравия могут применяться шлак, ракушки и т. п. Придание грунтовой дороге выпуклого профиля с треугольн. кюветами (фиг. 5), а также с трапециoidalными кюветами (фиг. 4) м. б. произведено стружками, утюгами, канавокопателями (см. *Дорожные машины*).

Грунт в канавах предварительно разрыхляется, а затем отодвигается к центру дороги с целью образования выпуклой проезжей части. Профилирование лучше всего производить во влажную погоду, в сыром, но не липком грунте. Спрофилированную дорогу нужно уплотнить пропуском катка и выгладить утюгом. Утюги вместе с канавокопателями применяются и для ремонта дорог выпуклого профиля. Ориентировочная стоимость профилирования при 10-м ширине — 400÷800 р. с 1 км.

Укрепление грунтовых дорог лесными материалами имеет место на дорогах Севера и Сибири; оно играет большую роль в военное время. В простейшем случае на песчаных дорогах вырывают корыто, заполняемое хвойными лапками или вереском, с покрытием

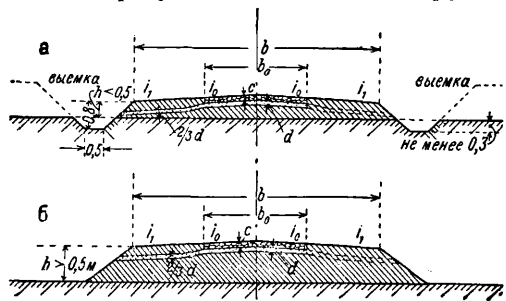


Фиг. 11.

сверху слоем песка. Иногда грунтовые дороги исправляются хворостяной выстилкой и фашинами, с присыпкой землей и песком (слои по 0,2 м). Насыпь, устроенная из перемежающихся слоев глины и хвороста, часто носит название гаги. На фиг. 11 изображено укрепление поверхности дороги накатником (вместо накатника м. б. применены и жерди). Накатник укладывается с подборкой и притеской отдельных накатин, под углом около 60° к оси дороги. В прижимах, скрепляющих накатник с лагами, оставляются окна для выпуска воды; самое скрепление прижима с лагами производится забивкой кольев a с сучьями b , проволокой, деревянными нагелями и проч.

Типы каменной одежды. 1) Булыжная мостовая устраивается из булыжного камня — кругляка или околотаго в пашку; применяется также и камень, к-рый добыт в каменоломнях (рваный камень). Средний размер камня 18 см; подстилающий слой песка тоже 18 см. Булыжная мостовая тряска и шумна, неравномерно садится, образуя ямы и впадины, в которых собирается вода. Мерами к улучшению могут служить: а) тщательное уплотнение основания, по возможности с укаткой; б) тщательная околка и сортировка камня; в) подборка при укладке и совершенное запрещение работать «с прижимом», т. е. с заполнением швов песком до самого верха; г) укатка мостовой. Засыпка мостовой по ее окончании должна иметь толщину всего 1—2 см, для того чтобы песок при поливке или при дожде мог заполнить пустоты, к-рых при тщательной расщелбенке мостовой д. б. минимальное количество. Из 1 м³ камня выходит ок. 5 м² мостовой. В Москве узость улиц, выпуклый их профиль и значительные продольные уклоны (пересеченность местности) влекут за собой образование сильных потоков у тротуаров, почему крупный камень подбирается по краям, а мелкий укладывается в середину; в Ленинграде, при широких улицах, часто вогнутых к середине, и при спокойном рельефе, поступают наоборот.

2) Шоссе. На фиг. 12, а и б, изображен поперечный профиль шоссейной одежды без каменного основания, но с песчаным подстилающим слоем (русский мажам, в применении к государственной дороге). Песок и щебень, насыпанные в ящик или корыто (фиг. 6 и 7), укатываются конным, паровым или моторным катком. Коэфф. уплотнения щебня при укатке 1,3—1,4. Кроме щебня, в коре применяются высевки, получающиеся в результате бойки щебня: крупные



Фиг. 12.

высевки для заполнения пустот щебенками (заполняющий материал) и мелкие высевки (мельче 12 мм)—для рассыпки по поверхности окончательно укатанной проезжей части (присыпочный материал). На фиг. 12, а и б, и в табл. 5: b —полная ширина полотна между бровками в м, b_0 —ширина проезжей части в м; i_0 —средний поперечный уклон проезжей части; i_1 —поперечн. уклон обочин; c —толщина щебеночной коры в мм.

Табл. 5.—Характеристика шоссейной одежды (по ЦУМТ).

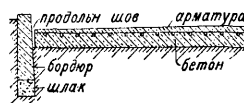
Характер движения	Местность				c в мм	i_0 в %	i_1 в %
	равнин. и холмистая		гористая				
	b_0	b	b_0	b			
Слабое	3,5	7,5	3,5	4,5	150	4—5	6—7
Среднее	4,5	8,5	4,5	5,5	175	4—5	6—7
Сильное	5,5	9,5	5,5	6,5	200	4—5	6—7

Толщина песчаного слоя d делается 0,15—0,40 м. Песчаный слой делается или во всю ширину полотна или только под одеждой. В последнем случае нужны песчаные воронки, располагающиеся по обочинам в шахматном порядке, на расстоянии 4 м одна от другой. Сечение воронок обычно квадратное (примерно $\sqrt[2]{s d} \times \sqrt[2]{s d}$). Каменное основание под одеждой м. б. в виде обратной мостовой (пакеляж) или в виде горизонтальных рядов.

Текущий (ямочный) ремонт шоссе заключается в заделке ямок и колеи на поверхности одежды, что производится ремонтными рабочими (ремонтерами). На обязанности ремонтера, имеющего в своем ведении обход протяжением 3—7 км в зависимости от размеров движения, лежит также и содержание шоссе, т. е. очистка его от грязи и пыли, расчистка канав, планировка обочин. Если ямочный ремонт производится на значительной площади, то делается россыпь щебня картами, с последующей укат-

кой катками. Такой способ ремонта представляет собой переход к капитальному ремонту (сплошные россыпи). Если шоссейная кора изнасилась на толщину 5 см или несколько более, что определяется путем промера толщины коры, то делается киркуется и укатывается по вновь рассыпанному щебню с добавкой прогрохоченного старого. Существующее шоссе в целях обеспыливания может поливаться водой (пресной или морской), растворами гигроскопич. солей (хлористый кальций и даже поваренная соль), минеральными маслами. Укатка шоссе при постройке и ремонте всегда производится от краев одежды к середине. Укатка м. б. разделена на два периода: в первом периоде происходит уплотнение россыпи, сопровождающееся появлением волны перед катком, разравниваемой лопатами; во втором образуется цементирующая корка, что достигается путем рассыпки высевков. В первом периоде и начале второго шоссе поливается водою. Ориентировочное среднее количество щебня для устройства шоссе—около 1 000 м³ на 1 км и столько же песка; среднее количество щебня на ремонт 1 км шоссе составляет 30—50 м³ в год. Стоимость шоссе (при 5-м одежде) по современным ценам ок. 16 000, 18 000 и до 25 000 р. за км. Бульжная мостовая обычно обходится несколько дешевле шоссе.

3) Одежда с неорганич. вяжущими веществами. По данным заграничной дорожной практики, устройство с силикатированного шоссе м. б. производится двумя способами: а) бетон из щебня крупностью 4 см, высевок, силиката натрия и воды готовится на стороне, затем расталяется по дороге и укатывается; б) бетон производится смешением на самой дороге. Пропорция бетона: на 1 м³ щебня—0,35 м³ высевок и 40—45 л силиката; толщина силикатированного слоя около 7—10 см. Кроме указанных двух способов, может применяться обычное устройство и укатка шоссе с последующей поливкой силикатом (30 л на 1 м²). Растворимое стекло получается: а) сплавлением кварцевого песка с солями натрия или калия или обоих вместе; б) в виде побочного продукта при некоторых химических производствах (например, при добывании водорода реакцией кремния с раствором едких щелочей). Концентрация раствора—35—36° В_е, что соответствует уд. весу 1,32—1,33. При комнатной t° силикат представляет собой вязкую мутную жидкость. Для силикатирования применяются известковый щебень и во всяком случае известковые высевки; может применяться и кварцитовый щебень. Сущность твердения объясняется явлениями адсорбции. Ориентировочная дополнительная стоимость силикатирования (сверх стоимости шоссе) ок. 80—85 к. за 1 м².



Фиг. 13.

На фиг. 13 изображен поперечный профиль современной бетонной или железобетонной дороги. Толщина одежды—посредине ок. 15 см, по краям на 50% больше. Одежда устраивается однослойной и двухслойной; во втором случае верхний слой

(слой износа), толщиной 5 см, делается жирнее нижнего (например, состава 1:2:3 или 1:1½:2½ — верхний слой; 1:2:4 или 1:2½:5 — нижний). Плита обычно разделяется на части поперечными швами, на взаимном расстоянии 7—10 м и более; применяется также и продольный шов; швы, толщина которых около 0,5—1 см, заполняются битумным материалом или другими заполнителями, легко удаляющимися из шва при расширении плиты и заполняющими шов при сжатии. Металлическая арматура весом от 3 до 15 кг/м² состоит из сеток или металлических прутьев и располагается в верхней части плиты (5 см от дневной поверхности), иногда в нижней. В швах помещаются стыковые стержни, способствующие совместной работе двух смежных участков (диаметр ок. 12 мм, взаимное расстояние 0,5—1,5 м, длина 0,6—1,5 м); одна половина стыкового стержня выкрашена и смазана салом. Бетон приготавливается в бетономешалке (см.), расстилается по основанию, уплотняется и выглаживается отделочной машиной (напр., сист. Lakewood). Стоимость железобетонной одежды дороги при 6-м ширине, по герм. данным 1927 г., около 60 000 мар. за км. Разновидности железобетонных одежд: солидлит, на основе специального патентованного цемента; сталебетон (патент Клейнлогеля) из металлических ошник и обрезков, и др.

4) Одежда с органическими вяжущими веществами («черные» дороги) устраивается тремя основными способами: а) поверхностная поливка; б) внутренняя пропитка или способ проникания; в) способ смешения. Для поверхностной поливки применяются нефтяные масла (Road Oil—Сев. Америка), дегти и битумы. Одежда д. б. отремонтирована, очищена от грязи и пыли, после чего производится разливка дегтя распределительными машинами, из к-рых вязущее вещество выливается действием тяжести или под давлением. Деготь разливается подогретым до 100—130° в количестве 1—3 л/м². Поверхность одежды посыпается крупным песком или высевами слоем до 15 мм, в количестве 1 м³ на 100—150 м² одежды, при чем м. б. произведена укатка легким катком, весом 0,5—5 т. В течение первого года при сильном движении поливка производится 2 раза в год, а затем 1 раз в год. При внутренней пропитке одежду устраивают в один или два слоя, которые и поливаются вяжущим веществом 2—3 раза; количество вяжущего вещества в среднем 1,25 л/м² на каждый см толщины одежды в плотном теле.

Т а р м а к а д а м — бетон из щебня, мелочи и дегтя (способ смешения); приготавливается в горячем виде и м. б. пушен в дело горячим же или охлажденным (напр. через несколько недель лежания в штабелях). Укладка бетона, при толщине слоя в 5—10 см, производится по заранее приготовленному основанию и укатывается катком 8—10 т весом. Укатанный слой посыпается мелочью, к-рая предварительно обволакивается пленкой дегтя; затем рассыпается такой же песок и производится укатка. В одном из нем. тармакадамов четыре слоя: нижний TIV—щебенки 3—5 см, толщина слоя 4,5 см; слой

TIII—щебенки 1,5—3 см, толщина—3,5 см; слой TII—мелочь 0,5—1,5 см, толщина—1,5 см; TI—мелочь до 0,5 см, толщина 1 см. Каждый слой укатывается отдельно. К числу тармакадамов относятся системы Эберли, Брейнинга и др. По франц. технич. условиям 1921 г., размеры щебня: 60% разм. 5—6 см, 30% разм. 3—4 см, 10% разм. 1—2 см. На 1 м³ такого материала требуется около 60 кг дегтя. Одежда с применением дегтя часто носит название гидронированного шоссе. Дегтевые и битумные материалы м. б. применены холодным способом при помощи эмульсий дегтя или битума в воде. Эмульсии (Китона, Маньона и др.) могут применяться и во влажную погоду, чего горячий способ не допускает. Крупно-щебенчатая одежда устраивается из крупного щебня в 10 см и пропитывается эмульсиями; после высыхания применяется поверхностная поливка дегтем. При применении вместо дегтя асфальта можно различать четыре разновидности работ (по терминологии Studiengesellschaft für Automobilstrassenbau): а) асфальтовой макамд, устроенный внутренней пропиткой; б) щебеночный асфальт без заполнителя (Steinschlagasphalt); в) асфальтовый бетон и асфальтовый раствор, оба с заполнителем; американ. шит-асфальт (Sheetasphalt), представляющий собой асфальтовый раствор (тесто); г) песчаный асфальт (Sandasphalt): песок, заполнитель, битум. Термин «укатанный асфальт» (Walzasphalt) выходит из употребления.

Городские асфальтовые мостовые бывают двух типов: из прессованного асфальта и литого асфальта. В первом случае измельченный в порошок асфальтовый камень, нагретый до 120°, развозится в особых повозках, снабженных топками, рассыпается по заранее приготовленному бетонному основанию, трамбуется и выглаживается горячими трамбовками и утюгами, после чего укатывается легким катком. Литой асфальт наиболее применим в СССР. Состав, принятый в Москве: асфальтовой мастики 53,5%, естественного гудрона (битума) 2%, нефтяного гудрона 2%, гравия и речного песка 42,5%. Расплавленная в котлах смесь расстилается по приготовленному бетонному основанию и выравнивается под шаблон, после чего производится посыпка песком, песком с цементом, песком с известью и затирка. Содержание гудрона не везде одинаково: на севере оно больше. Толщина слоя асфальта 5 см.

5) Усовершенствованные мостовые: а) из естественного камня; б) из искусственного камня (клинкер); в) деревянные.

а) Размеры брусков естественного камня (для московских мостовых) приведены в табл. 6.

Табл. 6. — Размеры брусков естественного камня.

Т и п	Высота в см	Размеры верхней лицевой поверхности	
		длина в см	ширина в см
Нормальный . . .	15—16	15—25	12—15
Облегченный . . .	13—14	15—25	12—15
Мостовой . . .	9½—10½	15—25	12—15
Мозаичный . . .	8—10	8—10	8—10

Первые три типа укладываются на прочном основании (бетон, пакеляж, песок и т. д.) рядами, перпендикулярными к оси дороги, и отделяются от тротуара или обочины бордюрными камнями, параллельными оси дороги. Московская и ленинградская брусчатка (диабаз) г.л. обр. привозится с Онежского озера. Мозаичная мостовая на прочном основании с обязательной прослойкой из несколько глинистого песка укладывается по дугам круга или с беспорядочными швами. Швы всех мостовых из естественного камня заполняются песком или, лучше, цементом или асфальтом.

б) Укладка клинкерной мостовой производится в СССР по слою песка в 25—30 см. Ряды клинкера или перпендикулярны к продольной оси дороги или наклонены под углом в 45° (в елку). Вдоль обочин мостовая окаймляется бордюрами из клинкера же в 2—3 ряда, параллельно оси шоссе. За границей клинкер укладывается по бетонному основанию в 15 см с песчаной прослойкой в 5 см между бетоном и клинкером. Лом, получающийся при фабрикации клинкера и при перестройке мостовой, м. б. перебит в щебень, из к-рого возможно устроить шоссе.

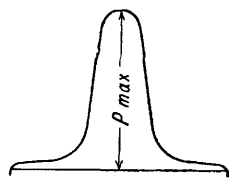
в) Деревянная мостовая устраивается с толстыми швами до 8 мм и с тонкими швами («со швами» и «без швов»). В первом случае швы заполняются цементным раствором 1:2 или 1:3 или же смесью вара с антраценовым маслом. Мостовая посыпается слоем песка. Ленинградская торцовая мостовая устраивается из шестиугольных основных торцов, уложенных по деревянному полу на лагах, или же по бетонному основанию. Диаметр описанного круга торца 25 см, высота 13—14 см и более.

Основы расчета одежды. Сопротивление движению (в кг) повозки, в частности автомобиля, выражается ф-лой:

$$W = P(f + i) + k \cdot s \cdot v^2 + \frac{P}{g} \cdot \xi \cdot j, \quad (1)$$

где P —вес автомобиля в кг, f —коэфф. сопротивления движению, i —подъем, выраженный в виде отвлеченного числа (тангенс угла наклона к горизонту); коэфф. $k=0,07$, если лобовая поверхность автомобиля s выражена в m^2 , а скорость v в $m/сек$; g —ускорение силы тяжести (в $m/сек^2$); j —факт. ускорение (в $m/сек^2$), ξ —коэфф., учитывающий влияние инерции вращающихся масс и равный 1,05 для легковых автомобилей и 1,10 для грузовиков. Коэфф. сопротивления движению на шоссе $f=0,03$; на бульварной мостовой $f=0,05$; на грунтов. дороге, в зависимости от ее состояния, $f=0,05 \div 0,10$ и более; на усовершенствованных типах одежды $f < 0,03$, напр., на асфальте $f=0,01$. Для движения повозки на обode ведущих колес д. б. приложена сила тяги F , равная W . Эта сила, как видно из ф-лы (1), во время движения меняет свою величину; т. о., горизонтальная сила, действующая на дорогу, во время движения повозки переменна. Кроме того, продольной горизонтальной силой, действующей на одежду, является сила торможения. Поперечная горизонтальная сила возникает, например, при действии центробежной силы. Теория влияния горизонтальных сил на дорогу (стирание и сдвиг) недостаточно раз-

работана. Вертикальные силы, действующие на одежду, тоже непостоянны: а) вследствие влияния продольных и поперечных уклонов, центробежной силы и вращающего момента колеса происходит перегрузка той или иной оси, того или другого колеса, к-рая приблизительно достигает 30% статич. нагрузки; б) вследствие приложения нагрузки с известной скоростью и прыжков автомобиля динамич. действие нагрузки P эквивалентно действию статич. нагрузки kP , где k есть динамич. коэффициент. По опытам Американского бюро общественных дорог (U. S. Bureau of Public Roads), при скорости 26 км/ч для шевматич. шин, $k=1,75$; для сплошных шин $k=4 \div 5$, для сплошных шин с прослойками воздуха (cushion tyres)— $k \approx 3$. След, оставляемый покрышкой на поверхности одежды, может считаться эллиптическим; при шевматич. шинах давление распространяется равномерно по площади следа; при сплошных шинах наибольшее давление (в 1,75—2 раза больше среднего) получается в центре эллипса касания. Подбор материала одежды м. б. произведен по величине удельного давления и данным о прочном сопротивлении скатню имеющихся под руками материалов. Напр., можно считать, что трехтонный грузовик на двойных сплошных шинах 1050×140 мм оказывает давление на одежду, доходящее почти до 40 кг/см^2 ; такое давление могут выдержать далеко не все виды одежды, а только лучшие естественные камни, лучший клинкер, жирный бетон (не ниже 1:6), твердое дерево. Часто принимают, что давление в щебеночной одежде (и в песке) передается во все стороны под углом 45° к вертикали. В качестве рабочей гипотезы считают, что при равномерном давлении на верхнюю грань одежды по прямоугольнику со сторонами a и b нижняя поверхность этой одежды, при толщине одежды h , передает равномерное же давление на основание по прямоугольнику $(a + kh) \cdot (b + kh)$. Здесь k —некий коэфф-циент, равный ~ 3 для укатанного щебня. Чем кора хуже укатана, тем коэфф. меньше; для неукатанного щебня $k=1$; для песчаного слоя $k=2,4$. В действительности, если восставить перпендикуляры к нижней плоскости основания и по ним отложить вверх величины давления на квадратную единицу, то получим тело вращения, в разрезе напоминающее кривую ошибок (фиг. 14). Допускаемая нагрузка на грунт не м. б. принята по тем нормам, какие применяются при проектировании оснований и фундаментов сооружений. Сопротивление основания под одежду сильно уменьшается действием мороза и большой влажностью на поверхности. По америк. и франц. данным, допускаемая нагрузка при прочном грунте 2,0—2,4 кг/см^2 , при слабом 0,3—0,7 кг/см^2 . Одежда м. б. рассчитана, как плита, находящаяся под действием вертикальных сил и реакции основания; строго говоря, при учете динамич. коэфф-та следует принять во внимание и продолжительность действия груза,



Фиг. 14.

т. е. рассматривать динамику деформации одежды. При больших скоростях колебания на рессорах и давление на одежду менее значительны, чем при нек-рой критич. скорости (ок. 22 км/ч). В практике пошейной одежды не рассчитывается, и лишь в редких случаях определяют величину давления на грунт. Что касается бетонной одежды, то известно несколько способов ее расчета.

Деформации и износ одежды. При проходе автомобиля на шоссе в дорогах происходит по преимуществу упругие, на грунтовых — остаточные деформации. Автомобильное движение влечет за собой образование больших количеств пыли. Горизонтальные силы истирают одежду в мельчайший порошок, к-рый и высасывается в пространство зади шины, где последняя расправляется после сдавливания об одежду. Если бы за колесом был абсолютный вакуум, то и напряжения высасывания было бы ок. 1 кг/см^2 ; принимают, что это напряжение = $0,5 \text{ кг/см}^2$. Частицы дорожной одежды, не выдерживающие такого высасывающего напряжения, будут вырваны. Суммарное влияние резиновых шин, потоков воздуха под автомобилем и газов, выходящих из мотора, обычно влечет обнажение средней полосы шоссе и покрытие слоем пыли канав и обрывов. На дорогах с пластичной проезжей частью, а также и на гравийных, появляются волнообразные деформации. Гребни волн располагаются обыкновенно поперек проезжей части; длина волны 0,4–0,6 м, глубина — около 1 см. Образование волн до настоящего времени удовлетворительно не объяснено; можно думать, что волнообразные деформации образуются в связи с неоднородностью коры и ритмич. действием проходящих автомобилей. Сезонные деформации — выпучивание одежды зимой и обратная осадка весной; точные деформации наблюдаются в бетонной одежде: выпуклый вид днем и вогнутый ночью. Износ одежды м. б.: а) не зависящий от движения (действие воды, ветра, изменений t°); б) зависящий от движения и увеличивающийся при повышении грузонапряженности. Приблизительно считают, что число n лет службы одежды и грузонапряженность p в t обратно пропорциональны, т. е.

$$n \cdot p = \text{Const.} \quad (2)$$

Грузонапряженность p в городах относится к 1 суткам или, как делают в зарубежных городах, к 1 часу; на загородных дорогах обычно рассматривают годовую грузонапряженность (брутто для износа, т. е. включая вес повозок; грузонапряженность нетто играет роль в дорожной экономике). Значение постоянной в уравнении (2) зависит от местных условий. Для часового значения p величина постоянной $\cong 2000 t$ (прессованный асфальт, дерево — по германским данным). Продолжительность срока службы каменных мостовых (брусчатка, мозаика), по германским данным, 60 лет; по московским данным, срок службы мостовой от ее устройства до капитального ремонта: брусчатка — 15 лет, мостовой камень на бетоне — 20 лет, литой асфальт и деревянные торцы — 8 лет, булыж-

ная мостовая — 5 лет, щебеночное шоссе — 3 г., асфальтовый бетон — 10 лет. Саксонское дорожное управление, по наблюдениям с 1910 года, исчисляет годовый расход щебня в м^3 на 1 км и на 1 м ширины щебеночной одежды по ф-ле $a + b \cdot p$ (где p относится к суткам) и приходит к следующим числам:

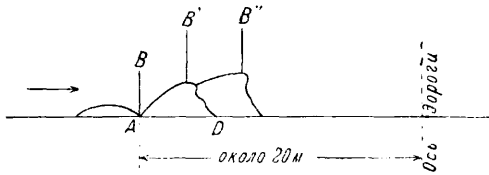
Порода камня	a	b
Гранит и сленит	4,8	0,020
Диабаз	3,0	0,016
Гнейс средней твердости	3,8	0,020

Специальные дороги. Испытательные дорожки. Лабораторное исследование материала для одежды д. б. дополнено исследованием одежды как таковой в полулабораторной или полевой обстановке. Образцом испытательной дорожки полулабораторного характера может служить узкая круговая дорожка при Теддингтонской физич. лаборатории возле Лондона. Диаметр дорожки 11 м, ширина 0,82 м. По дорожке катятся колеса, приводимые в движение электромоторами. В пределах СССР имеется опытная дорожка ЦУМТ в Ленинграде (длина 100 м). Наиболее известные опытные дороги: в Бейтсе, в Питтсбурге, в Арлингтоне (С. Америка), Нюрбургское кольцо и Брауншвейгская дорога (в Германии).

Автодромы. Ближе к испытательным дорогам стоят автодромы для движения автомобилей с большой скоростью. Главные составные части автодрома: а) основная дорожка, обычно в форме двух параллельных прямых, сопряженных плавными кривыми с виражами; длина этой дорожки в различных автодромах колеблется от 1,6 до 5 км; отношение длины контура к ширине ориентировочно равно 2,5—3; б) дорожка для испытания автомобилей на прохождение ими б. или м. значительного расстояния в 10—12 км, состоящая из чередующихся прямых и кривых, при чем нек-рые из них снабжены виражами; в) трибуны для зрителей, обычно железобетонные, вместимостью, напр., в 10 000 чел.; г) судейский павильон, в к-ром помещается жюри, следящее за состязанием. Кроме этих основных элементов, автодром может включать и целый ряд вспомогательных сооружений. Первый автодром построен в 1907 г. в Бруклендсе (Англия); известны автодромы: в Монца (Италия), Барселоне (Испания), Мирамас и Монлери (Франция), Оттаве, Чикаго, Union Town, Ascot Park, Beverley Hill (Сев. Америка). Совокупность сооружений, предназначенных для гонок мотоциклов, носит название мотодрома. Подобным образом, трек, или велодром, есть совокупность сооружений для велосипедных гонок. Наконец, ипподромы предназначаются для конских состязаний — бегов и скачек.

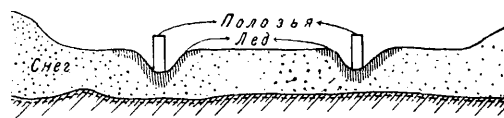
Дорога зимою. Движение в зимнее время производится: а) или по тем же дорогам, по к-рым оно совершается летом, известным образом расчищаемым и сдержимым; б) или по специальным зимним дорогам. В первом случае с осени производят заготовку и ремонт щитов для ограждения дороги в местах снежных заносов и ставят вежи по дну канав для того, чтобы легко было найти канаву весной; перед заморозками производят ремонт одежды и закрывают ветвями или

хвостом отверстия искусственных сооружений, что делается во избежание забивки снегом. Очистка дороги от снега производится треугольниками из досок, поставленных на ребро; треугольник, перемещаемый 2 или 4 лошадьми острием вперед, отбрасывает снег в обе стороны. Для расчистки снега могут применяться также струги. В Северной Америке расчистка снега механизирована и производится особыми скребками или



Фиг. 15.

снежными V-образными плугами, соединенными с трактором. Известны снегоочистители с вращающимся ротором, отбрасывающие снег на обрэзы. Америк. снегоочистительная служба находится в контакте с Бюро погоды в Вашингтоне, к-рое по телефону сообщает о приближающихся выпадах снега; постоянная очистка дорог от снега позволяет поддерживать зимнее автомобильное движение вне городов. Снежные заносы особенно часты в ровной степной местности и по водоразделам. При постановке щита в точке А (фиг. 15) снег откладывается за ним и перед ним. После того как высота вала AD достигнет $\sim \frac{3}{4}AB$, щит переносит в В', затем в В'' и т. д. Вместо щитов применяются постоянные заборы и хвойные посадки вдоль дороги. Зимние дороги м. б. проложены по льду реки или озера или же промьты трасы в обход трудных участков. При зимних перевозках леса устраивают специальные снежные или ледяные дороги (фиг. 16), в к-рых особой машиной нарезают колеи для полозьев саней, при чем тяга производится трактором. Земляных работ на таких дорогах пытаются избегать, заменяя их эстакадами из местного леса. Ширина расчистки



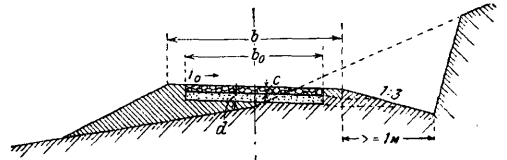
Фиг. 16.

около 6 м; расстояние между колеями 1,2—2,4 м; глубина колеи 8—15 см; ширина 17—22 см; на кривых колеи уширяются. Толщина ледяной корки на ледяных дорогах ок. 5 см; при расчете количества воды принимают, что вода при замерзании увеличивается в объеме на 8,5%; во время эксплуатации заботятся об уборке лишнего снега и производят дополнительную поливку. Коэфф. сопротивления движению полозьев на хорошей ледяной дороге—0,01 и меньше.

Дорога весной. С наступлением весны открывают искусственные сооружения, очищают их отверстия, прочищают каналы, принимают меры к удалению снега и грязи. Меры борьбы с пучинами: прорытие в обочинах поперечных канавок или воздушных воронок (лучше с осени); застилка одежды

хвостом; улучшение условий водоотвода, в частности — тщательная очистка канав и устройство дренажей; перестройка шоссе. При проходе высоких вод производятся наблюдения за их горизонтом и разрушениями, ими причиняемыми, особенно за подмывами опор сооружений.

Дороги в горной местности. Трасса горной дороги или пересекает горный хребет или идет б. или м. параллельно хребту, по склонам его. Перевалы через хребты проходят б. ч. выемками или тоннелями; проход по склону обычно совершается полунасыпью-полувыемкой (фиг. 17). Для того чтобы наибольший уклон горной дороги не превзошел заданной величины i , приходится искусственно увеличивать длину дороги, или, как говорят, развивать линию, часто с устройством зигзагов и серпентин. При больших поперечных уклонах местности для поддержания откосов полотно устраивают подпорные стенки. При проходе дороги вдоль реки или озера выступающие мысы приходится прорезать тоннелями; при весьма прочных породах удаётся пройти и полутоннелями, т. е. в нависающей скале. Если существует опасность снежных обвалов или каменных вывалов, то дорогу проводят в крытой галлерее; в



Фиг. 17.

последнее время галлерей делают железобетонными; известны также деревянные и каменные галлерей. Особенностью горных дорог являются сильные водные потоки во время и после ливней, несущих массы грязи (сели, селевые потоки) и каменные выносы; такое загромождение русла следует иметь в виду при проектировании искусственных сооружений.

Проектирование дорог. Экономические изыскания. Для правильного проектирования дороги нужно располагать ее экономической эпюрой, из которой можно было бы получить следующие данные: а) грузонапряженность нетто (густоту движения), т. е. количество грузов, проходящих в каждой данной точке дороги в год; б) направление движения грузов; в) сезонность движения грузов (имея в виду, что зимнее движение гораздо менее разрушительно действует на дорогу, чем летнее). Грузонапряженность зависит: а) от величины района тяготения грузов к дороге и б) количества грузов, притекающих к дороге (или уходящих от нее) с единицы площади района. Границы района тяготения определяют или чисто геометрическим путем, проводя биссектрисы углов, образуемых соседними дорогами, или, что гораздо правильнее, путем обследования вопроса о том, куда население возит свои грузы; последнее можно сделать рассылкой анкет, посылкой экспедиций, непосредствен-

ным наблюдением и т. д. Следует отметить, что районы тяготения для ввозимых и вывозимых грузов м. б. различны; равным образом м. б. неодинаковы районы тяготения для разных грузов. Зная характер земледелия, промышленности и торговли в районе тяготения, можно определить количество грузов, движущихся по дорогам, являются крестьянские грузы. При обследовании дорог определяют средние нормы вывоза (продажи) и ввоза (купли) на один крестьянский двор или меновую часть крестьянского бюджета и умножают эту норму на число крестьянских дворов в районе тяготения, при чем получают общую величину искомой грузонапряженности дороги. Число дворов берется или по отдельным селениям (поселенный подсчет) или по волостям (поволостной подсчет). Бюджет крестьянина м. б. выражен в весовых единицах или в рублях. При исчислении меновой части бюджета нужно обследовать, не продает ли крестьянин продуктов своего производства поздней осенью или зимой с тем, чтобы весной или летом, до урожая, вновь купить их на рынке. Следует учесть также хозяйственные грузы (возка дров, вывозка в поле навоза и пр.), а равно внутрискрестьянский оборот, или сделки в пределах одного и того же селения. Лесные, торговые и промышленные грузы также должны быть приняты во внимание. Кроме описанного косвенного способа, грузонапряженность может быть определена путем непосредственного учета движения. Дорожная сеть разбивается на отдельные, характерные по густоте движения, участки; в тех же пунктах, где можно ожидать максимумов, минимумов или резких изменений движения, ставятся наблюдатели-счетчики. В Московском округе местного транспорта в 1924—25 годах один счетчик приходился на 17 км обследуемой сети. Учет ведется по карточке, в которой каждый экипаж отмечается в соответствующей графе черточкой; неграмотным счетчикам выдается ящик с отделениями, в которые они опускают палочки по мере прохождения экипажей. Сводка разнородных элементов движения к одному общему измерителю производится путем применения эквивалентов: по франц. данным, если грузеную однокозную подводу (collier—хомут) принять за единицу, то порожняя подвода соответствует коэфф-ту 0,5, автомобили на пневматиках 2—3, грузовики и автобусы 7—8, мотоциклета 0,5, лошадь не в упряжке и рогатый скот 0,2. Учет движения производится не постоянно, а только в нек-рые дни, однако, с таким расчетом, чтобы эти дни характеризовали движение в течение круглого года; напр., в Московском округе местного транспорта подсчет движения в 1924—25 гг. производился 28 раз в год через 13 дней.

Экономическое проектирование. По ординатам экономич. эпюры, соответствующим летним грузам,—вернее, грузам, идущим на колесах, а не по санному пути—подбирается технич. категория дороги, т. е. решается вопрос, остается ли дорога грунтовой или покрывается одеждою; в по-

следнем случае—каков именно д. б. тип (технич. категория) этой одежды и ее ширина. Можно считать, что при летней грузонапряженности в 8 000 т (т. е. 16 000—17 000 т в год, если летних грузов 50%) требуется каменная одежда; летняя грузонапряженность ок. 40 000 т в год заставляет думать о ж. д. с организованными автосообщениями. В промежутке между этими предельными величинами летней грузонапряженности размещаются другие технич. категории дорог. Указанный способ является приблизительным; правильнее задаваться различными технич. категориями дорог и остановиться на той из них, к-рая соответствует наименьшей стоимости перевозок, учитывая погашение основного капитала, проценты и эксплуатационные расходы. Вместо стоимости перевозок иногда определяют ежегодную стоимость км дороги, с учетом всех перечисленных расходов. По Эггу (Agg), периодом экономическ. службы одежды является такой период, по истечении которого стоимость поддержания одежды столь велика, что выгоднее перестроить ее или с сохранением старого типа или же с применением нового. Годовая стоимость единицы длины дороги определенной ширины, по Эггу:

$$C = M + (I - S)e + IR, \quad (3)$$

где M —стоимость ремонта и содержания единицы длины одежды в год в период экономич. службы; I —строительная стоимость единицы длины одежды; S —остаточная стоимость той же единицы в конце периода экономич. службы; e —коэфф. ежегодного погашения; R —ставка процента; IR —процентные деньги за один год на вложенный в дорогу капитал. Если по истечении срока экономич. службы ежегодная стоимость ремонта и содержания $M_1 > M$, то годовая стоимость единицы длины одежды:

$$C_1 = M_1 + R \cdot S. \quad (4)$$

Величины M и M_1 , при остальных равных условиях, зависят от грузонапряженности.

При проектировании не отдельного направления, а целой сети дорог следует иметь в виду, что в большей части случаев сеть уже имеется и лишь подлежит улучшению. Проектирование сети состоит: а) из выбора дорог, подлежащих постройке или улучшению, с изменением трасы, если это нужно; б) из выбора технич. категории (типа) дорог; в) из установления очередности работ. Дороги переводятся в высшую технич. категорию не целиком, а по участкам, в зависимости от ординат экономич. эпюр, которые в совокупности образуют по отношению к сети карту грузовых потоков. Лучше всего сходные улучшенные участки соединить между собою в небольшое число групп (напр. три группы: дороги с сильным, средним и слабым движением) и для каждой назначить технич. категорию и ширину одежды и полотна. При проектировании сети необходимо иметь в виду, что все виды путей сообщения (жел.-дор., водные пути, безрельсовые дороги) должны не конкурировать между собою, а сотрудничать; поэтому для приступа к проектированию сети необходимо составление тщательной карты-каталога всех путей района. В общем,

как и по отношению к отдельной дороге, выбор наиболее выгодного начертания дорожной сети определяется наименьшей стоимостью всей сети в течение года. При проектировании часто приходится ограничивать размеры работ финансовыми возможностями; отступление от принципа проектирования на основании объективных экономич. признаков допускается лишь в исключительных случаях (напр. стратегические дороги).

Технические изыскания. Технич. изыскания дороги разделяются на рекогносцировочные и окончательные (подробные). Трасса намечается на карте в двух-трех вариантах; делается обезд местности с производством в особо трудных местах инструментальной рекогносцировки (частичное вешение линии, приблизительный промер, нивелировка по характерным точкам, иногда барометрич. нивелирование). Окончательные изыскания включают в себя: а) выбор направления на местности (трассировку); б) измерение избранного направления (пикетаж); в) нивелировку; г) иногда съемку поперечных профилей; д) съемку планов бассейнов и планов в горизонталях в трудных местах; е) определение характера почв и грунтов путем осмотра, бурения и шурфования. При изысканиях, предшествующих частичному улучшению дороги, изыскательская работа обычно производится только на протяжении участков, к-рые имеются в виду подвергнуть улучшению. Перед началом постройки дороги производят восстановление линии, т. е. измерительные действия для постановки в натуре новых изыскательских знаков взамен утерянных, при чем строитель принимает меры к улучшению плана и профиля дороги. Технич. изыскания обязательно должны сопровождаться изучением гидрологич. условий местности; равным образом изыскатель должен хорошо освоиться с климатом местности, к-рый во многих случаях является решающим фактором при выборе типа одежды и сооружений (геофизические факторы проектирования).

В результате рекогносцировки составляется предварительный, или эскизный, проект, а в результате подробных изысканий — окончательный проект, куда входят следующие документы: а) карта с нанесением окончательной трассы и вариантов; б) продольный профиль по главной трассе и вариантам (при чем масштабы берутся следущ. образом: горизонтальный 1:5000, а вертикальный 1:500); в) нормальные поперечные профили и поперечные профили в определенных характерных местах, с нанесением проектировки (здесь горизонтальный и вертикальный масштабы одинаковы—1:100); г) планы и профили бассейнов (их площади, уклоны и длины) и определение отверстий искусственных сооружений; д) ведомость водотоков и описание существующих на них вблизи дороги мостов, мельниц, плотин; е) ведомость грунтов; ж) ведомость реперов; з) ведомость смежных с дорогой земельных участков (с планами); и) ведомость и описание карьеров камня и песка; к) ведомость справочных цен; л) подсчет земляных работ; м) подсчет количества укреплений земляного полотна;

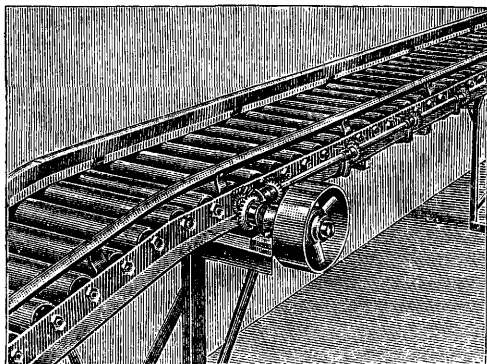
н) типовые чертежи и подсчет количества работ тех сооружений, которые выполняются не по типам; о) смета на производство работ с выводом окончательной стоимости проекта на утверждение все чертежи, профили и планы д. б. сложены в формат полулиста писчей бумаги (20×33 см), одинаковый с форматом всех ведомостей и записок.

Лит.: Давиденков Н. Н., Дорожное дело. Шос. и грунт. дороги, М., 1925; Дубелир П. Д., Дорожное дело, ч. 1 и 2, М.—Л., 1928; Залесский Е. П., Горные дороги, М., 1925; Киреев И. А., Материалы для проектирования дорог (литогр. атлас), Киев, 1927; Крынин Д. П., Курс дорожного дела, М.—Л., 1926; Нефедьев А. и Полищук А., Руководство по дорожному делу для волостных и сельских работников, М., 1926; Нефедьев А. М. и Скрябин И. Е., Урочные нормы по дорожным работам, М., 1927; «Сборник отдела шос. и грунт. дорог ЦУМТ», в. 13—Грунты и почвы в дорожном деле, М., 1926, в. 19—Дорожные исследования, Л., 1928; «Местный транспорт», орган НКВД РСФСР и коммун. хозяйств Москвы и Ленинграда; Agg. T. R., The Construction of Roads a. Pavements, 2 ed., N. Y., 1924; Antoine, Les routes américaines, 2 éd., Paris, 1926; Baker, A Treatise on Roads a. Pavements, N. Y., 1920; Vesson F. S., City Pavements, N. Y., 1923; Birk A., Der Wegebau, B. 1—6, Lpz., 1921—24; Blanschard A. H., American Highway Engineers' Handbook, N. Y., 1919; Chatburn G. R., Highways and Highway Transportation, N. Y., 1923; Chatburn G. R., Highway Engineering. Rural Roads and Pavements, N. Y., 1921; Enting W., Landstrassenbau, Lpz.—B., 1920; Gaman D., Die Unterhaltung d. Wege u. Fahrstrassen, 3 Aufl., Berlin, 1926; Gola, La strada moderna, Milano, 1926; Funkh, Das Kunststrassenwesen, Halle a/S., 1926; Goldsmith H. E., Practical Road Engineering, London, 1925; Goodell, The Location, Construction, a. Maintenance of Roads, N. Y., 1918; Harger W. G. a. Bonney E. A., Highway Engineers' Handbook, N. Y., 1926; Harger W. G., Rural Highway Pavements, N. Y., 1924; Harger W., The Location, Grading, a. Drainage of Highways, N. Y., 1921; Knipping F., Steinstrassen, Der neuzeitliche Strassenbau, hrg. v. H. Henrich, T. 3, Halle a/S., 1928; Kleinlogel A., Betonstrassen, ibid., T. 8; Kerckhoff B., Asphalt- u. Teerstrassen, B., 1926; Le Gavrian P., Les chaussées modernes, P., 1922; Leeving, Road Engineering, London—Bombay, 1924; Liebmann A., Der Landstrassenbau, 2 Aufl., B., 1921; Marchet J., Der Landstrassen- u. Waldwegebau, W., 1925; Neumann E., Der neuzeitliche Strassenbau. Aufgaben und Technik, Berlin, 1927; Roux O., Routes et chemins vicinaux, P., 1924; Schaar W., Die Beanspruchung d. Strassen durch die Kraftfahrzeuge, Charlottenburg, 1926; Schenck R., Die Kraftwagenstrasse, Charlottenburg, 1925; Schewior G., Handbuch d. Strassen- u. Wegeführungen auf d. Lande, B., 1927; Schneider E., Moderner Strassenbau, B., 1926; Wiley C., Principles of Highway Engineering, N. Y., 1928; а) Труды Международных дорожных конгрессов (Association internationale permanente des congrès de la route); б) Труды америк. дорожно-исследовательского центра (Highway Research Board); Труды америк. бюро общественных дорог (U. S. Bureau of Public Roads); Труды Герм. об-ва изучения автомобильных дорог (Studiengesellschaft f. d. Automobilstrassenbau); «Annales des ponts et chaussées», P., «Die Strasse», B.; «Verkehrstechnik», B.; «Good Roads», L., «Public Roads», N. Y., «Roads and Streets», Chicago.

Д. Крынин.

ДОРОЖКА РОЛИКОВАЯ, род транспортного без тягового органа (см. *Внутривозводский транспорт*), применяемый преимущественно для перемещения штучных грузов с гладкой нижней поверхностью. Д. р. состоит из целого ряда вращающихся на осях металлич. роликов, посаженных на близком расстоянии друг от друга и передающих груз соседним роликам. Ролики приводятся в движение или механич. силой или силой тяжести самого груза; в первом случае они приводятся в движение от мотора при помощи конич. зубчаток, посаженных на одном общем валу (фиг. 1), или же при помощи бес-

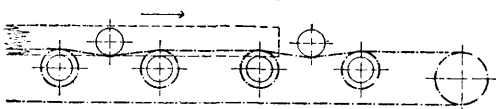
копечной цепи, сцепление к-рой с зубчатками роликов обеспечивается небольшими натяжными шестеренками (фиг. 2). Такие Д. р. строятся длиной до 300 м и применяются чаще всего в прокатных цехах для



Фиг. 1.

транспортирования прокатываемого материала к валкам и от них, а также для транспортирования лесных материалов.

Д. р., действующая под влиянием силы тяжести груза (гравитационная) представляет собою путь с небольшим уклоном (0,03—0,04), состоящий из прочно укрепленных и легко вращающихся (часто на шарикоподшипниках) роликов с перилами или без них; в последнем случае имеется возможность спускать грузы, размеры которых больше ширины дорожки. На закруглениях пути роликам придается конич. форма. Для перемещения по замкнутому кругу устраивают в одном месте подъемный механизм. Подъемные механизмы устраиваются также по мере надобности при большой длине пути для восстановления потерянной высоты. Ролики делаются легкими из тонкостенных труб; расстояние между роликами д. б. меньше половины длины перемещаемого предмета, с таким расчетом, чтобы предмет поддерживался по меньшей мере двумя роликами и чтобы ц. т. груза находился между ними. Для мелких предметов, чтобы не



Фиг. 2.

уменьшать слишком сильно диаметра роликов, их делают состоящими из отдельных дисков, при чем диски одного вальца заходят в промежутки между дисками другого. Часто Д. р. делают передвижными на колесах; иногда они состоят из нескольких элементов. Подставки под Д. р. делают переставными для изменения высоты и уклона. Применение гравитационных Д. р. весьма обширно, но преимущественно их применяют для перемещения груза с верхних этажей в нижние, и тогда они часто имеют вид винтовой лестницы. Широкое применение эти Д. р. имеют также в качестве подсобного транспортера для подвода грузов к другим транспортерам, например, от вагона или парохода к ленточным транспортерам,

и обратно. Часто также Д. р. употребляются для перехода от одного транспортера к другому, когда они работают под углом друг к другу.

Лит.: см. Внутривзаводский транспорт.

ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ, машины, применяемые в дорожном строительстве с целью ускорения и удешевления производственных процессов. Д. м. могут быть классифицированы след. обр.: I группа—Д. м. для постройки и содержания грунтовых дорог; II группа—Д. м. для постройки шоссейных дорог; III группа—Д. м. для постройки усовершенствованных дорог.

I. Д. м. для постройки и содержания грунтовых дорог по характеру выполняемых ими работ разделяют на: А) машины для разрыхления и перемешивания грунта, Б) машины для профилирования дорожного полотна и В) машины для выглаживания дорожного полотна.

А) Разрыхляющие и перемешивающие дорожные снаряды.

а) Дорожные плуги отличаются от сел.-хоз. плугов тем, что их лемех имеет умеренный изгиб, благодаря чему он более разрыхляет, чем переворачивает грунт (фиг. 1). Дорожные плуги весят от 55 до 145 кг. Глубина вспашки колеблется от 25 до 30 см.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

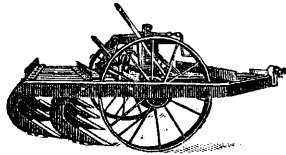
Для своего передвижения они требуют или конной тяги (до 4 лошадей) или тракторной (колесный трактор в 20 HP).

б) Дорожный рутер состоит из мощного чугунного остова, зуба из особо крепкой стали, выступающего из станины примерно на 15 см, двух ручек для управления и ползунка, регулирующего глубину захвата грунта зубом (фиг. 2). Рутер применяется для разрыхления каменистых, гравелистых и крепких грунтов. Вес рутера 150—200 кг. При работе рутером требуется колесный трактор в 20 HP; в особо тяжелых условиях применяют гусеничный трактор в 25—30 HP.

в) Дорожные разрыхлители состоят из чугунной или стальной станины, в которую вставляются отдельные зубья из особо крепкой стали, числом 6—7. Зубья имеют квадратное или прямоугольное сечение 38×38 мм или 75×32 мм. Длина зубьев 712—914 мм. Расстояние между зубьями 20÷25 см. Общая ширина разрыхления составляет 100—150 см. Глубина взрыхления 25÷30 см. Общий вес разрыхлителя с зубьями 200÷400 кг. Разрыхлители применяются для предварительного взрыхления гравелистых и каменистых грунтов. Обычно разрыхлители помещаются на раме дорожного грейдера, при чем в одних конструкциях они помещаются впереди ножа грейдера и управляются самостоятельной червячной передачей, в других они устанавливаются взамен ножа грейдера и управляются передачей, связанной с управлением ножа

грейфера. Зубья делают двусторонними с тем, чтобы после износа одного зубца можно было повернуть другим концом. Один зуб изнашивается после разрыхления 1,2—1,5 км гравелистой дороги. При разрыхлении требуется тракторная гусеничная тяга, мощность 30—40 л.с.

г) Дорожные рипперы состоят из пяти или семи отдельных резцов-зубьев, укрепленных болтами на изогнутых стальных ребрах; последние прикреплены к двухколесной железной раме (фиг. 3). Этот снаряд применяется для очищения дорожной полосы от корней кустарника и мелко-го леса. Резцы-зубья изготовляют из специальной стали, размером 38×63×100 мм. Расстояние между зубьями 30 см. Общая ширина захвата 1,5—1,8 м. Вес снаряда 720—1050 кг. Для работы требуется тракторная тяга мощностью 35—40 л.с.

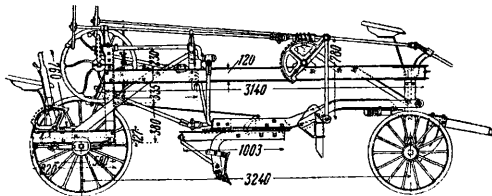


Фиг. 3.

д) Для измельчения и перемешивания грунтов дорожного полотна применяются разного рода бороны, как то: дисковые, пружинные, игольчатые, звездчатые; однако, для получения лучших результатов существуют специальные дорожные дисковые бороны. Эти бороны состоят из металлич. рамы на колесах, в край укреплены насаженные под различными углами отдельные дисковые бороны, состоящие каждая из 12 дисков, диам. 50 см. Общая ширина разрыхления—1,15 м. Вес таких борон 1600—3200 кг, и для их работы требуется тракторная гусеничная тяга мощностью 25—30 л.с.

Б) Машины для профилирования дорожного полотна служат для выемки грунта по бокам дороги на площади треугольных или трапециoidalных канав и перемещения вынутой земли к оси дороги с приданием ей соответствующего выпуклого профиля.

а) Дорожные струги-грейдеры имеют три типа: 1) струги легкого типа, с ножом длиной 1,5—2,0 м, приспособленные для конной и тракторной тяги



Фиг. 4.

и применяемые при легких условиях работы на дорогах небольшой ширины (6,5—7,5 м) и легких грунтах (супеси); 2) струги среднего типа, с ножом длиной 2,13—2,74 м, требующие тракторной тяги и предназначенные для средних условий работы, при ширине дороги 8,5 м и суглинстом грунте; наконец, 3) струги тяжелой типа, с ножом длиной 3,05—4,27 м, требующие сильной тракторной тяги и пред-

назначенные для тяжелых условий и большого количества земляных работ. На фиг. 4 изображен струг средн. типа (нож=2,13 м); струги этого типа строятся в СССР на Онежском з-де. Основной частью струга является его нож,



Фиг. 5.

который принимает на себя все усилия при вырезке и перемещении грунта и размер которого влияет на производительность снаряда.

Размер потребной силы тяги для стругов различной мощности м. б. подсчитан по ф-ле:

$$T = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

где $W_1 = KS \cdot \cos 45^\circ = \frac{1}{2} V' \cdot 2 \cdot KS$ —сопротивление срезаемого пласта грунта; $W_2 = V_0 \cdot \gamma \cdot f \cdot \cos 45^\circ$ —сопротивление от передвижения срезаемого грунта по ножи струга; $W_3 = V_0 \cdot \gamma' \cdot f_1$ —сопротивление от передвижения срезаемого грунта по грунту и $W_4 = Q \cdot f_2$ —сопротивление от передвижения самого грейфера. В этих ф-лах означают: K —коэффициент сопротивления почвы (сопротивление на единицу площади), который можно принять равным: 2000 кг/м² для легких грунтов, 3000 кг/м² для средних грунтов, 4500 кг/м² для тяжелых грунтов; S —площадь ошпунной в грунт части ножа, производящей срезку грунта; максимальное ее значение возможно при погружении на глубину (фиг. 5) $h=12-20$ см и на $\frac{1}{2}$ длины L ножа; угол наклона α ножа зависит от уклона откоса треугольного лотка 1:3 или 1:5, т. е. $\operatorname{tg} \alpha = 0,33$ или 0,20, а угол $\alpha_1 = 18$ или 11° ; угол $\alpha = \frac{\alpha_1}{3}$, предполагая, что

при рытье лотка ножом надо пройти по лотку три раза; $\cos 45^\circ$ введен, имея в виду, что при срезе грунта нож струга обычно устанавливается под углом около 45° к направлению оси дороги; V_0 —объем срезаемой земли; γ —вес 1 м³ срезаемой земли; f —коэфф-т трения земли по железу, равный 0,4 для легких грунтов, 0,5 для средних и 0,6 для тяжелых; V_0' —объем срезаемой земли на верхней трети ножа; γ' —вес 1 м³ срезаемой земли; f_1 —коэфф-т трения грунта по грунту, равный 0,3—для глинистых грунтов, 0,6—для песчаных грунтов; Q —вес грейфера; f_2 —коэффициент сопротивления движению по поверхности земли, равный 0,15.

Производительность стругов по профилированию дорожного полотна с треугольными боковыми лотками характеризуется диаграммой, изображенной на фиг. 6.

Ко всем типам стругов м. б. приспособлены, кроме вышеуказанных разрыхлителей, еще откосники и удлинители. Откосник (фиг. 7) дает возможность производить стругами рытье не только треугольных лотков, но и трапециoidalных канав. Однако, при этом производительность грейдера понижается почти вдвое. Удлинитель служит для увеличения длины ножа струга в тех случаях, когда он выполняет легкую работу по перемещению грунта и когда можно повысить его производительность. Длина удлинителя 0,75—0,9 м.

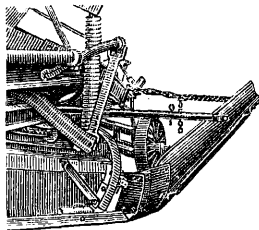
Обычно стругом приходится работать на поперечном уклоне дорожного полотна, в силу чего то боковое усилие, к-рое появляется от давления земли на нож струга, стремится сдвинуть его вбок, что делает работу крайне неустойчивой. Для избежания этого в стругах новейших типов колеса устраи-



Фиг. 6.

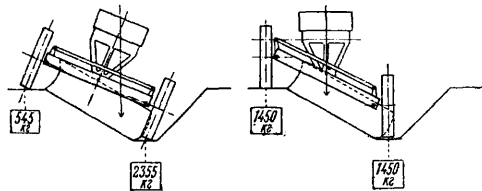
вают таким образом, что они могут принимать любое наклонное положение. Означенная конструкция противодействует боковому сдвигу грейдера и создает нормальные условия работы, как видно из фиг. 8.

б) Автоструги. В целях удешевления и ускорения работ, гл. образом по содержанию уже построенных дорог, в америк. дорожной практике получили значительное распространение автоструги, в которых управление как трактором, так и ножом грейдера сосредоточено в руках одного человека. Автоструги разделяются на авто-



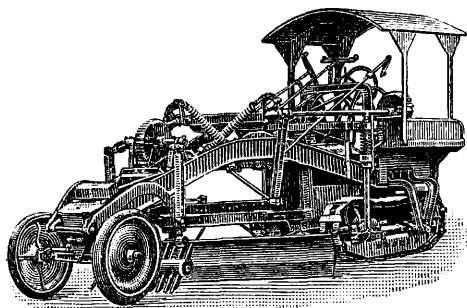
Фиг. 7.

струги легкого типа, с ножом длиной 2,44 м и двигателем мощностью 20 НР, и автоструги тяжелого типа, с ножом длиной 3,05—3,66 м и двигателем мощностью 30 НР. Вес легких автостругов равен 3 000 кг, из которых на раму грейдера с ножом приходится 1 000 кг и на гусеничный трактор 2 000 кг.



Фиг. 8.

Вес тяжелых грейдеров достигает 4 500—5 000 кг, при чем вес рамы грейдера с ножом составляет 2 500—2 800 кг. Автоструги изготовляются на колесном и на гусеничном ходу (фиг. 9). Автоструги на колесном ходу обладают большей скоростью, однако, для продуктивности работы требуется достаточно

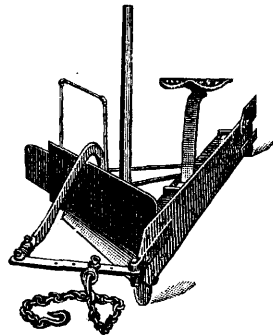


Фиг. 9.

плотное и крепкое дорожное полотно, а потому они применимы гл. обр. при содержании уже построенных дорог. Автоструги на гусеничном ходу, благодаря незначительному давлению на грунт (0,66 кг/см²), могут легко проходить по рыхлому грунту и работать по профилированию дорожного полотна. Рабочая скорость автостругов на гусенице при профилировании дорожного полотна 1,75—1,85 км/ч, при содержании дорожного полотна 2,25 км/ч; рабочая скорость авто-

стругов на колесном ходу при содержании дорог 4—6 км/ч. Производительность гусеничного автоструга при профилировании дорожного полотна 0,25 км в рабочий день.

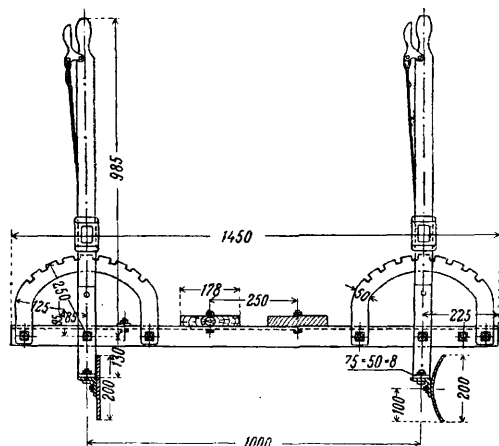
в) Для рытья треугольных боковых лотков, водоотводных канав и для прочистки существующих треугольных лотков применяются дорожные канавокопатели. Дорожные канавокопатели (фиг. 10) бывают деревянные и металлические. Металлические канавокопатели весят 200 кг, они состоят из опорного ножа, 2 893 мм длиной и 253 мм шириной, отвальной грани 2 130 × 365 мм и



Фиг. 10.

распорки между ними. Впереди канавокопателя помещается режущий стальной диск диаметром 255 мм. Отвальная доска м. б. поставлена относительно опорной доски под любым углом, в пределах от 15 до 60°. При прокопке канав глубиной до 0,4 м требуется 4—5 проходов канавокопателя. Рабочая скорость движения канавокопателя с колесным или гусеничным трактором ок. 1,5 км/ч. Прокопка треугольных боковых лотков на протяжении 1 км по обоим сторонам дороги требует 10 час. работы. Для наибольшей продуктивности канавокопатель должен прикрепляться к трактору при помощи цепи длиной не менее 10—15 м. Канавокопатели строятся и на з-дах СССР.

В) Выглаживающие дорожные машины. а) Дорожные утюги бывают деревянные и металлические, при чем последние приспособлены или для конной или для тракторной тяги. Утюги для конной тяги имеют ребра 2,00 м дл., 150 мм

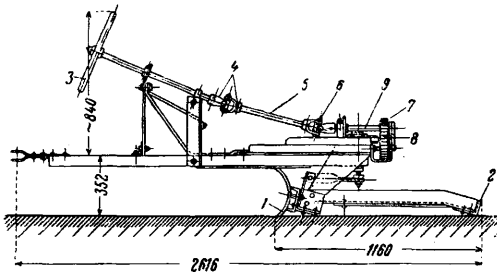


Фиг. 11.

выс. и 6 мм толщ. Для тяги требуется пара сильных крестьянских лошадей. Утюги для тракторной тяги имеют ребра 2,5 м длиной, 200 мм выс. и 8 мм толщ.; для тяги требуется колесный трактор в 20 НР. Металлич.

утюги делают с прямыми и вогнутыми передними ребрами (фиг. 11). Вогнутые ребра имеют то преимущество, что земля вдоль них легче убирается в сторону и ход утюга получается более устойчивым благодаря вертикальной составляющей давления земли. Металлические утюги снабжаются одной или двумя рукоятками, при помощи которых ребрам утюга можно придавать любое наклонное положение в зависимости от требуемой работы—срезания или выглаживания грунта. Дорожные утюги применяются как для выглаживания свежепостроенного дорожного полотна, так и для содержания в исправности ранее построенных дорог. Производительность металлических утюгов при выглаживании новой дороги $2\ 000\ м^2/ч$, при выглаживании старой дороги $4\ 000\ м^2/ч$. Производительность металлических утюгов по сравнению с деревянными выше примерно в 1,5—2,0 раза. Дорожные утюги изготавливаются на заводах СССР.

б) **Дорожный плер**, весом в 320 кг, предназначается для разглаживания неровностей и глубоких колеи на дорогах с крепким грунтом: гравелистых, жирноглинистых и пр. (фиг. 12). Передний вогнутый нож 1 имеет высоту 0,265 м и длину 2,45 м и служит для срезания грунта. Заднее ребро 2—из уголка $150 \times 100 \times 10\ мм$ —служит для разглаживания полотна. При помощи штурвала 3, карданного вала 5 с шарнирами Гука 4, 6 и зубчатых передач 7, 8, 9 переднему ножу пленера можно придавать различные углы наклона, изменяющиеся в зависимости от требуемой работы. Дорожный плер приспособлен для работы с трактором в 20 HP, при чем, по американским данным, управление пленером должно



Фиг. 12.

осуществляться мотористом трактора. В наших условиях, при выглаживании гравийных участков с колеями до 10 см, скорость работы трактора Фордзон с пленером составляла около 4 км/ч, а стоимость выглаживания 1 км за 1 раз—1 р. 25 к. Дорожные пленеры изготавливаются и на заводах СССР.

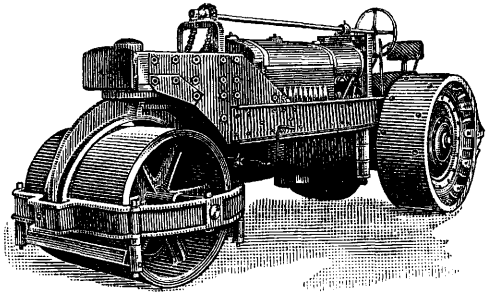
в) В последнее время в америк. дорожной практике получили значительное распространение **д о р о ж н ы е м е н т е н е р ы**. Дорожный ментенер состоит из ряда ножей, расположенных под углом друг к другу и укрепленных на одной общей раме, на колесах или без них, прикрепляемой к трактору мощностью 20—30 HP. Ментенеры преимущественно применяются для выглаживания гравийных дорог, при чем при выглаживании грунт, скользя по целому ряду ножей и совершая продолжительный

путь, лучше заполняет все малейшие неровности на дорожном полотне.

II. **Д. м. для постройки шоссеиных дорог.** К ним относятся **камнедробилки** (см.) и катки.

Для предварительного уплотнения как шоссеиных, так и гравийных и грунтовых дорог применяются д о р о ж н ы е к а т к и различной конструкции и веса. Дорожные катки по применяемой тяге разделяются на конные и механические, при чем последние, в свою очередь, разделяются на паровые и моторные.

а) **Конные катки** обычно состоят из полого чугунного барабана, по бокам которого располагаются железные ящики для



Фиг. 13.

дополнительной нагрузки. Вес конных катков без нагрузки 3—4 т, с дополнительной нагрузкой 6—6,5 т. Диаметр барабана 1,15—1,40 м; ширина барабана 1,15—1,30 м; наибольшее давление 50—60 кг на п. см ширины барабана. Для передвижения требуется 6—8 лошадей при скорости 15—20 км в день. Чугунные барабаны катка выдерживают без смены работу по укатке до 4 000 м³ щебня.

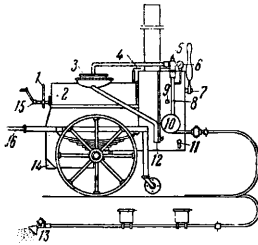
б) **Паровые катки**, весом от 8 до 20 т, бывают трехколесного и двухколесного типа. В трехколесном типе задние барабаны являются ведущими, а передние—направляющими. На задние колеса передается большая часть веса; обыкновенно наибольшее давление на задние барабаны равняется 80÷95 кг, а на передние—30÷40 кг на п. см ширины барабана катка. Рабочая скорость движения катка 2—3 км/ч. Паровой каток обычно состоит из вертикального или горизонтального огнетрубного парового котла и одноцилиндровой или двухцилиндровой паровой машины. Паровой каток за 8-часовой рабочий день расходует 400—580 кг угля или 250 кг нефти.

Моторные катки (фиг. 13) обычно снабжены двигателями, работающими на керосине и бензине. Двигатели применяются 2- и 4-цилиндровые. Вес моторных катков от 5 до 15 т, при чем барабаны моторных катков иногда делают полыми, что дает возможность наполнять их водой для повышения веса. Расход горючего—65 кг керосина и 1,6 кг бензина в рабочий день. Для укатки асфальтобетонных дорог применяют катки с одинаковым передним и задним барабанами, так назыв. типа тендем. Эти катки точно также делаются паровыми и моторными, при чем главными их достоинствами являются равномерность укатки и быстрое изменение ее направления.

III. Д. м. для постройки усовершенствованных дорог. Эти машины, получившие значительное распространение в загранич. практике в связи с развитием постройки т. н. «черных» (битуминозных) и бетонных дорог, следующие: А) гудронаторы, Б) тармакадамные машины, В) машины для постройки бетонных дорог и Г) асфальтобетонные машины.

А) Гудронаторы применяют для разбрызгивания по дорожной поверхности подогретых и холодных битуминозных материалов. Гудронаторы бывают различных систем и емкости, начиная от легких ручных аппаратов, емкостью 150—750 л и кончая механическими гудронаторами значительной мощности.

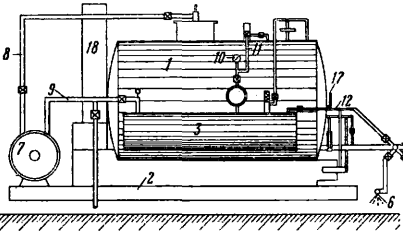
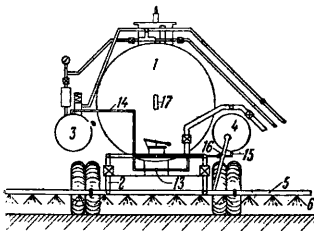
а) Ручной гудронатор изображен на фиг. 14, где: 1—термометр для измерения t° находящегося в котле битуминозного материала; 2—бак для помещения битуминозного материала; 3—отверстие в баке с фильтром для накачивания битуминозного материала; 4—поплавок для указания уровня битуминозного материала в баке; 5—предохранительный клапан; 6—манометр; 7—насос для перекачки материала; 8—насос для накачивания воздуха; 9—всасывающая труба для накачивающего насоса; 10—резервуар для сжатого воздуха; 11—выпускной кран; 12—выпускная труба; 13—сопло и шланг для разбрызгивания материала; 14—топка; 15—мешалка; 16—ручки для передвижения гудронатора. Гудронаторы работают под давлением, получаемым от ручного насоса, в 2—4 atm. Дневная производительность ручного гудронатора емкостью в 350 л равна 3 000 м² поверх-



Фиг. 14.

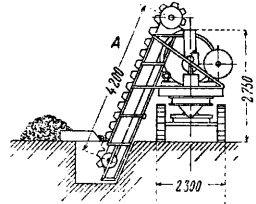
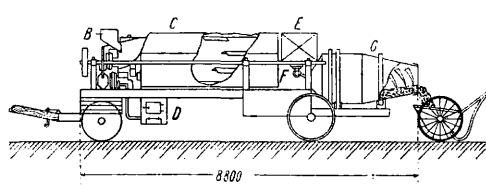
ностного гудронирования шоссеиной одежды при расходе материала в 1,5—2 кг/м².

б) Механические гудронаторы устраиваются на автомобильном шасси и делаются емкостью в 2 000—4 000 л. Общая схема устройства таких гудронаторов представлена на фиг. 15. Металлич. котел 1 помещается на автомобильном шасси 2; по обеим сторонам котла расположены: резервуар для сжатого воздуха 3 и бак для не-



Фиг. 15.

фти 4. Котел при помощи трубок соединяется с разбрызгивающей трубой 5 с соплами 6, через которые происходит разбрызгивание материала под давлением в 4—6 atm. На



Фиг. 16.

шасси находится особый двигатель с компрессором 7, соединенным трубами 8 и 9 с котлом и резервуаром для сжатого воздуха. Резервуар сжатого воздуха имеет манометр 10 и трубу 11, которая соединяет его с котлом. Резервуар сжатого воздуха соединяется трубой также с резервуаром для нефти. Труба 12 служит для продувания распределительной трубы и сопел. Подогревание смеси производится при помощи форсунки 13, к которой подается сжатый воздух по трубе 14 и нефть—по трубе 15. Рычаг 16 служит для регулирования отверстий сопел; t° в котле измеряется термометром 17. Горячие газы из топki выходят по трубе 18. Производительность механических гудронаторов равна 18 000—20 000 м² поверхностного гудронирования в день при расходе до 2 кг на м² шоссеиной поверхности.

Б) Тармакадамные установки и приготавливают т. н. «черный» щебень, т. е. щебень, смешанный с битуминозным материалом. В тармакадамную установку входят следующие части (фиг. 16): элеватор А, служащий для подъема щебня; совок В—для сбрасывания щебня; сушильный барабан С, в котором при вращении щебень нагревается до 150° при помощи топki D; помещение для битуминозного материала Е с краном F, в котором битуминозный материал также предварительно нагревается, и вращающийся барабан G с лопастями на внутренней поверхности, производящими медленное перемешивание щебня с битумом

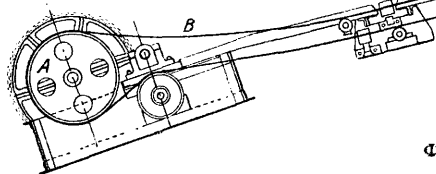
и подачу его к выходному отверстию. Тармакадамные машины устраивают различной производительности, с проработкой от 4 до 12 т черного щебня.

В) Для постройки бетонных дорог употребляются особые дорожные бетономешалки (см.) на колесном или гусеничном ходу, при производстве

работ последовательно продвигающиеся вперед. Главные части бетономешалки (фиг. 17) следующие: совок А, в который подается сухой материал (щебень, песок и цемент); при помощи двигателя В он может быть поднят, при чем все содержимое его опрокидывается в барабан С, который внутри имеет лопасти для лучшего приготовления бетона. В барабан бетономешалки из резервуара D поступает в нужном количестве

бан у нижней части забоя; при этом спуск груженых санок происходит собственным весом санок при опущенной тормозной колодке на барабане; подъем же порожних санок производится от руки при помощи того же барабана. В нек-рых случаях устраивают вдоль забоя двухколейный рельсовый путь, и тогда доставка санками может производиться концевым или бесконечным канатом. При малом угле наклона пласта тормозные приспособления заменяются механич. двигателями, б. ч. электрическими. При толстых пластах, в 1,5—1,7 м, вместо санок применяют обычные рудничные вагончики, которые нередко перемещаются при помощи особых лебедок; такая лебедка имеет несколько барабанов, работающих совершенно независимо один от другого; благодаря этому один мотор при многобарабанной лебедке обслуживает несколько печей по числу барабанов.

Конвейеры рудничные располагают вдоль забоя или вдоль выработки; на одном



Фиг. 2.

конце конвейера или вдоль него ископаемое нагружается людьми или машинами, на другом же конце материал самостоятельно сыпается в подставленную вагонетку. Типы рудничных конвейеров: ленточные, пластинчато-роликовые, скребковые (цепные), сотрясательные (качающиеся).

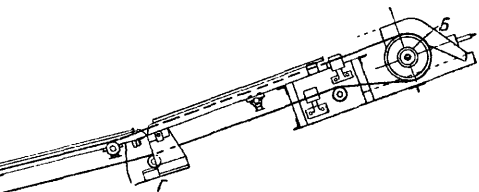
Ленточный конвейер (фиг. 2) состоит из бесконечной ленты В, шириной 500 мм, пеньковой, льняной или из другого аналогичного материала, направляемой рядом роликов на подставках Г и огибающей два установленных на концах выработки барабана: А—ведущий барабан, приводящийся в движение от мотора, Б—конечный барабан, с натяжным устройством. Скорость движения ленты 0,8—1,0 м/сек.

Пластинчато-роликовые конвейеры состоят из железной рамы, в которой перемещается бесконечная цепь из отдельных шарнирно соединенных между собой лотков длиной 300—400 мм, выгнутых из стальных листов; каждый лоток снабжен двумя парами роликов, которыми цепь и движется по направляющим рамы. Производительность пластинчато-роликового конвейера в зависимости от ширины ленты (500—900 мм) и скорости ее движения (15—30 м/мин) колеблется от 50 до 150 т/ч. Высота конвейера—450 мм.

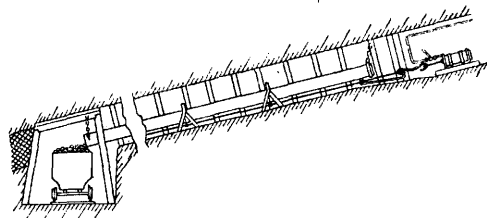
Скребковый конвейер отличается от других типов тем, что в нем захватывающие приспособления укреплены на бесконечно движущейся цепи того или иного устройства или канате и перемещают (загребают) полезное ископаемое по неподвижному рештаку.

Качающиеся конвейеры получили наибольшее распространение в Зап. Европе и в

СССР благодаря своей легкости, дешевизне и хорошей производительности. Они состоят из железных желобов-рештаков, располагаемых непрерывной линией вдоль забоя или выработок и составленных из отдельных звеньев длиной в 2—3 м. Звенья связываются между собой болтовыми, крючкообразными и другими соединениями, допускающими быструю разборку и сборку конвейера. Этим рештакам особыми моторами (пневматическими и электрическими) непрерывно сообщаются толчкообразные движения, и вследствие такого сотрясения или качания рештаков уголь, насыпаемый на них в верхнем конце конвейера, сползает постепенно к нижнему концу. Применяют два вида качающихся конвейеров: а) подвесные,



которые подвешиваются на цепях к деревянному креплению выработок или к специальным деревянным или железным козлам (фиг. 3); б) роликовые, к-рые опираются на ролики, расположенные на почве выработки; рештаки при своем движении катятся по этим роликам, опираясь на них. Благодаря особой форме направляющих рештаки при движении в одном направлении несколько приподнимаются, а при обратном—скатываются вниз собственным весом, приобретая значительную силу инерции; т. о., перемещение—сползание груза по рештаку—является результатом сил инерции, сообщаемых ему рештаком. В последние годы вошли в пользование шариковые конвейеры. В к-рых рештаки опираются не на ролики, а на шарики, заключенные в специальную шариковую коробку, выполняющую ту же роль, что и направляющие в роликовых конвейерах, благодаря чему движение рештаков происходит весьма плавно и бесшумно.



Фиг. 3.

Высота этого конвейера ~180 мм, ширина 380 мм, в то время как равносмыкий роликовый конвейер имеет высоту 250 мм и ширину 620 мм.

Конвейеры располагаются на расстоянии 0,75—1 м от забоя, чтобы не мешать работе забойщиков; при пользовании *врубными машинами* (см.) это расстояние увеличивается до 3—4 м. Перемещение конвейеров производится через 3—5 м, по мере продвижения линии забоя.

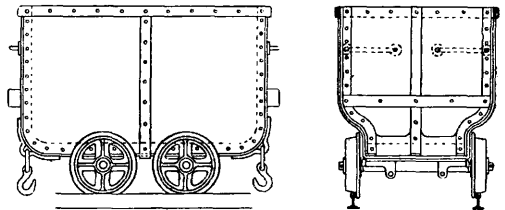
Скреперная доставка применяется в пластах любой мощности, но особенно удобна в тонких пластах, где часто оказывается выгоднее конвейерной: скреперные устройства легко перемещаются и не требуют для своей работы никаких приспособлений в виде роликов, направляющих, соединений желобов и т. п. Скрепер представляет собой U-образный стальной гребок либо жесткой конструкции либо состоящий из двух половин, соединенных шарниром и раздвигающихся при помощи трубки телескопич. вида. Скрепер передвигается непосредственно по почве выработки при помощи двух канатов, навиваемых на барабан лебедки. Лебедки, обслуживающие скреперные установки, — электрические; они бывают двух видов: стационарные (лебедка и помост неподвижны) и передвижные — лебедка и помост монтированы на колесной платформе и перемещаются по рельсовому пути от одного забоя к другому (сист. Гудмен). Размеры скреперов различны в зависимости от условий работы и мощности пласта; емкость скреперов — от 0,5 до 1 т; скорость движения 2—2,5 м/сек. Мощность лебедки, обслуживающей такой скрепер, 15—25 НР. Скреперная установка обслуживается 4—5 рабочими. Производительность ее — до 100—200 т за 8 часов.

II. Откатка. Откатка производится почти всегда только по выработкам основного значения (штреки, бремсберги), и только в редких случаях, при большой мощности пласта, прокладывают пути в очистном пространстве.

Рудничные пути. Рельсы, гл. обр. железные и стальные, рудничного широкоподошвенного типа, имеют длину 6 м и высоту в промежуточных выработках 50—60 мм, на главных выработках 70—80 мм и для путей механич. откатки, при вагончиках большого тоннажа и при узкоколейном жел.-дор. пути на поверхности, 90—100 мм. Концы рельсов соединяются при помощи прямых накладок и болтов. Шпалы настилаются почти исключительно деревянные, главным образом из дуба или сосны, толщиной 90—135 мм; металлич. шпалы дорожке, ржавеют и искривляются, а при конной откатке портят лошадям копыта. При твердых (известняк, песчаник) или вспучивающихся почвах рельсы часто укладываются без шпал, непосредственно на почву, и скрепляются железными с болтовыми головками стержнями, пропущенными через отрезки газовых труб. Рельсы прикрепляются к деревянным шпалам костылями или шурупами с железными подкладками и без них; к металлич. шпалам — нажимными накладками. Ширина рельсовых путей в зависимости от ширины вагончиков бывает 550—600 мм, на новых наших рудниках приняты стандартные типы в 600, 750 и 900 мм; за границей (гл. обр. в С. Ш. А.) ширина колеи доходит до 900—1 200 мм. Нормальное расстояние между шпалами: на главных путях 0,7—1 м, на второстепенных 1—1,25 м, на закругленных 0,5 м и на стыках рельсов 0,35—0,4 м. Для перехода вагончика через пересекающиеся рельсовые пути служат переезды нескольких типов. При откатке по ординарному рельсовому пути в местах встре-

чи вагончиков, идущих в противоположных направлениях, устанавливаются разезды. Сопряжения разветвляющихся путей происходят при помощи стрелок и ребордных плит. Стрелки бывают: неподвижные и подвижные с 1—2 переводными перьями или с подвижными рельсами (стыковые). На переездах, где приходится поворачивать вагончик на угол, не допускающий устройства закруглений, пользуются поворотными плитами и кругами. Плиты бывают двух типов: постоянные и переносные (временные). При тяжелых вагончиках с полезным грузом в 1,5—3 т на местах переездов употребляются поворотные круги.

Рудничные вагончики. Доставка груза по рельсовым путям происходит в деревянных, чаще в железных вагончиках. Хороший вагончик должен удовлетворять ряду требований, из к-рых главные: дешевизна, легкость и большая вместимость, сопротивляемость толчкам и изнашиванию, устойчивость на рельсах и легкое обращение при откатке и постановке на рельсы. Вагончики с деревянными кузовами, всегда прямоугольной формы, применяются либо как самостоятельный тип (на небольших рудниках) либо как вспомогательный. Вместимость деревянных вагончиков в среднем 325—400 кг угля при мертвом весе 165—200 кг. Из железных вагончиков больше всего распространены вагончики анзеновского типа. Кузов — из резервуарного железа толщиной 2,5—3,5 мм, а дно — двойное из железа 5—7 мм толщины (фиг. 4). К коротким сторонам кузова прикрепляются буфера — эластичные (деревянный брус, куски алойного



Фиг. 4.

каната) или жесткие (металлич. закаленные выгнутые полосы). Соотношение длины, ширины и высоты кузова принимается ориентировочно как 2 : 1 : 1; в абсолютных цифрах размеры эти колеблются: длина 1 400—1 800 мм, ширина 700—850 мм и высота 650—900 мм. При указанных нормальных размерах железный вагончик вмещает 0,5—0,6 т угля при мертвом весе в 260—320 кг. В С. Ш. А. вагонетки вмещают до 2—3 т угля или антрацита при мертвом весе 0,8—1,2 т. Еще большего тоннажа вагончики применяются в металлич. рудниках: в Скандинавии вагонетки вмещают 3—4 т руды, а в С. Ш. А. — до 7 т. Для устранения окисления железные кузова покрывают асфальтом, каменноугольной смолой, окрашивают или оцинковывают. Скалы состоят из осей и колес и прикрепляются либо к вагонной раме либо ко дну кузова. Требования, предъявляемые к скатам, заключаются: в минимальном трении осей, в постоянстве смазки их и в минимальном рас-

ходе смазочных материалов. Скаты имеют три типа: 1) лютихский тип—оси неподвижны, колеса вращаются, 2) ньюкестльский тип—ось вращается, а колеса укреплены на оси неподвижно и 3) эвровский тип, получивший большое распространение—ось вращается, а колеса или оба вращаются или одно из них закреплено неподвижно; смазка помещается в полой буксе (фиг. 5) и распространяется вдоль оси к подшипникам. Значительное улучшение откатки связано с применением шариковых и роликовых подшипников (особенно—последних).

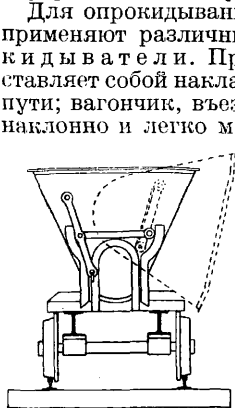


Фиг. 5.

Колеса вагончиков изготавливаются из чугуна (литого или ковкого) и чаще из литой стали. Обычные размеры колеса рудничного вагончика таковы: диам. реборды 310—350—460 мм; диам. обода 275—300—400 мм; ширина обода 50—60—70 мм.

В целях ускорения разгрузки применяют вагончики: 1) с откидными бортами, 2) с откидными днищами и 3) опрокидывающиеся. Вагончики первого типа устраиваются с откидными стенками, либо торцовыми либо боковыми; для опорожнения первых из них необходимо их частичное опрокидывание (фиг. 6), вторые же снабжаются двускатным днищем и легко опорожняются, оставаясь всегда на рельсах; вагончики с откидными днищами применяются в С. Ш. А. У опрокидывающихся вагончиков м. б. опрокинут кузов, в то время как скаты и нижняя рама остаются неподвижными (фиг. 7). Вагончики для перевозки

леса, так наз. к о з ы, имеют такую же раму, как и обычный вагончик; вместо кузова же имеются две вертикально поставленные и укрепленные на раме укосины. Для опрокидывания обычных вагончиков применяют различные устройства—о п р о к и д ы в а т е л и. Простейший из них представляет собой накладку на одном из рельсов пути; вагончик, въезжая на нее, становится наклонно и легко м. б. опрокинут. Применяются катящиеся опрокидыватели и чаще — переворачивающиеся. В последних опрокидывание вагончиков может происходить и на бок (боковые опрокидыватели) и на торец вагончика (головные опрокидыватели). Опрокидыватели приводятся в действие либо под влиянием перемещения центра тяжести всего устройства при установке в нем грузного вагончика либо механически, посредством двигателя.



Фиг. 7.

Расчетные формулы. Одной из главных величин, определяющих условия откатки, является сила тяги; на величину ее влияют: полезный и мертвый грузы ва-

гончика, угол наклона пути, диаметры колес и осей и коэффициенты трения. Эти факторы связаны формулой:

$$z = (P + p) \left[\frac{f'}{D} + \frac{P + p'}{P + p} \cdot f \cdot \frac{d}{D} \pm \sin \alpha \right],$$

где z —сила тяги в кг, P и p —полезный и мертвый грузы вагончика в кг, p' —мертвый вес вагончика без колес, D и d —диаметры колес и осей в см, α —угол наклона пути, f и f' —коэф-ты трения скольжения и качения; знак (+) относится к подъему, (—) к спуску грузного вагончика. Выражение

$$\frac{f'}{D} + \frac{P + p'}{P + p} \cdot f \cdot \frac{d}{D}$$

есть общий коэф-т трения β ; таким образом,

$$z = (P + p) (\beta \pm \sin \alpha).$$

На практике обычно $\beta = 0,01$. Сила тяги в начале движения вагончика при трогании с места больше, нежели при равномерном движении, примерно в 2 раза. Для определения силы тяги при перемещении порожнего вагончика достаточно в ф-ле принять $P = 0$. Зная соотношения между силой тяги при движении грузного и порожнего вагончика, можно рельсовый путь устроить так, чтобы сила тяги для спуска грузного и подъема порожняка была одинакова (угол равного сопротивления). Для этого необходимо, чтобы

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P \left(\frac{f'}{D} + f \frac{d}{D} \right)}{P + 2p}.$$

Это дает уклон 9 мм на 1 м. При интенсивной откатке на короткое расстояние (рудничные двory, надшахтные здания и т. п.) рельсовым путям необходимо придать такой угол, при к-ром грузный вагончик двигался бы под действием собственного веса, а рабочий прилагал бы усилия только для подъема порожняка. Такой угол называется углом равновесия. Привавывая выражение силы тяги спускающегося грузного вагончика нулю, находят для этого угла:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f'}{D} + \frac{P + p'}{P + p} \cdot f \cdot \frac{d}{D}.$$

При грубых подсчетах можно считать $p = p'$. Подставляя численные значения, получают для $\operatorname{tg} \alpha$ величину ок. 0,015.

Виды откатки. По роду затрачиваемой энергии откатка бывает: 1) мускульная и 2) механическая.

1) Мускульная откатка в свою очередь разделяется на откатку людьми и откатку лошадьми.

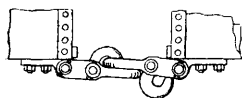
а) Откатка людьми (или так называемая ручная откатка) применяется на всех рудниках при доставке груза на небольшое расстояние (не свыше 200 м); откатка производится одиночными вагончиками обычного вида и емкости по путям с уклоном 0,005. В зависимости от сопротивления пути, откатчик может катить вагон общим весом $\sim 1-1,5$ т на сравнительно значительные расстояния, затрачивая при движении вагона усилие в 15 кг и при трогании с места 25 кг. Средняя скорость движения вагончика во время всего оборота с грузом и порожняком, включая и нормальные простои, равна 25—30 м/мин. Нормальн. производительность откатчика за 8-часовую смену

равна $\sim 1\,900\text{--}2\,000$ тм и изменяется в зависимости от расстояния откатки, состояния путей, стрелок, поворотов и т. п.; при этом с увеличением расстояния производительность в тм увеличивается за счет уменьшения провозимых грузов. Производительность же откатчика, выраженная в полезном весе доставленного груза, на расстояниях свыше 100 м постепенно падает. Производительность откатчика в смену может быть подсчитана по ф-ле:

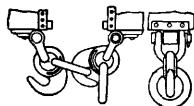
$$B = \frac{T \cdot P}{t + l \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right)},$$

где B —вес груза, перевозимого откатчиком, в кг, T —время чистой работы в смену, выраженное в мин., t —время простоя за один оборот вагончика в минутах (время загрузки и разгрузки вагончика); v_1 —скорость откатки груженых вагончиков (в среднем 25—45 м/мин); v_2 —скорость оборота порожняка ($\sim 60\text{--}80$ м/мин), l —расстояние откатки в м, P —полезный вес вагончика (500—750 кг).

б) Откатка лошади м. б. применяется при интенсивной доставке ископаемых на расстояние свыше 200 м и не более 1 500 м при уклоне пути 0,003—0,005. Конная откатка производится всегда поездами, при чем отдельные вагончики соединяются между собой сцепками (фиг. 8, 9); последние подвешиваются к кольцам у обеих коротких



Фиг. 8.



Фиг. 9.

сторон вагонного кузова. Каждый поезд в составе 4—6 (а при хороших путях до 8—12) вагончиков с полезным грузом в 3—6 т передвигается одной лошадию. Производительность лошади в т в смену можно определить по формуле:

$$B = \frac{n \cdot P \cdot T}{t + \frac{2l}{v}},$$

где P —полезный вес вагончика в т; n —число вагончиков в поезде, T —все рабочее время в смену в минуту, t —время простоя (составление поездов) за один оборот в минуту, l —длина откатки в м и v —средняя скорость откатки в м/мин (от 60 до 100). Средняя производительность лошади в смену на заграничных рудниках равна 40—60 ткм; на русских рудниках 13—28 ткм, при соответствующих расстояниях 200—1 400 м. Сила тяги лошади 62—75 кг при доставке груженых составов и ~ 27 кг при доставке того же количества порожних. Срок службы лошадей под землей, вследствие тяжелых условий работы, невелик: обычно 5, редко 8—10 лет. Подземные конюшни, необходимые при конной откатке, устраивают в таком месте, чтобы они проветривались отдельной воздушной струей, имели достаточный водосток и хорошее освещение.

2) Механическая откатка по горизонтальным путям производится при расстояниях доставки свыше 400—600 м как

неподвижными, так и подвижными двигателями. При первых машины двигают вагончики с помощью каната или цепи, при чем вагончики могут либо составляться в поезд заранее либо включаться в движущуюся систему каждый отдельно; при откатке подвижными двигателями откатка ведется только поездами.

а) При откатке неподвижными двигателями в случаях применения каната последний может быть либо концевым (откатка головным и хвостовым канатом) либо бесконечным; при цепной тяге откатка производится только бесконечной цепью.

Система откатки головным и хвостовым канатами применяется в выработках с откаткой средней интенсивности и на сравнительно небольшие расстояния; система эта является незаменимой в условиях криволинейных и узких выработок, в



Фиг. 10.

к-рых почему-либо не м. б. проложен второй путь. Движение вагончиков, составляющих поезд, происходит с большой скоростью (2—6 м/сек). Схема этой откатки такова (фиг. 10). Неподвижный двигатель (машина, лебедка), помещаемый в одном конце выработки, имеет два барабана t_1 и t_2 , к-рые могут включаться в машину или вращаться независимо от нее (вхолостую). На каждый барабан навиваются самостоятельные канаты h и v , к-рые другими концами прицеплены: один спереди, другой сзади поезда вагончиков w ; канат v , к-рый тащит груженный состав от забоев к шахте, называется головным, а канат h , к-рый тянет порожняк к забоям,—хвостовым; последний может делаться тоньше головного, т. к. несет нагрузку меньше последнего. Хвостовой канат направляется в конце выработки при помощи специального направляющего шкива большого диаметра u . Для предохранения канатов от изнашивания и для уменьшения сопротивления от трения канаты движутся и направляются при помощи металлических, деревянных и комбинированных (дерево с железом) роликов, расположенных на почве и на боках выработки. На закруглениях, кроме роликов, укладывают контроллеры для предохранения вагончиков от схода с пути. В местах приема и отправления поездов оборудуются станции с таким расположением путей, чтобы пересоединение канатов от груженого состава к порожняковому, и наоборот, могло происходить легко и быстро. При откатке головным и хвостовым канатами одна и та же машина может служить для откатки и по нескольким разветвлениям; принцип таких устройств заключается в том, что на разветвлениях главного пути прицепляется добавочный канат, бездействующий во время откатки по главному пути и пускаемый в ход во время откатки по ответвлениям. Для включения бокового каната в движущуюся систему главные канаты д. б. разъединяемы в определенных местах для присоединения концов

их к концам бокового каната. Число вагончиков в поезде определяется по формуле:

$$n = \frac{B \left(t + \frac{l}{v} \right)}{1800 \cdot P \cdot T},$$

где B —производительность откатки в смену в m ; t —время маневров в ск., l —расстояние откатки в m , v —скорость откатки в $m/сек$, P —емкость вагончика в m , T —время работы откатки в смену в часах. Расчет головного каната м. б. произведен по формуле:

$$i = \frac{4z_1 + 8xl}{\pi \delta^2 k + 0,0304 \delta^2 l \sin \alpha},$$

или, приблизительно,

$$i = \frac{4z_1 + 8xl}{\pi \delta^2 k}.$$

Здесь i —число проволок в канате, δ —диам. проволоки, из которой свит канат, в mm ($1 \div 1,6$), k —допускаемое напряжение проволок каната в $кг/mm^2$ ($7 \div 20$), l —длина откатки в m , α —угол наклона выработки, x —коэфф. сопротивления движению каната, выражаемый в функции длины каната, в $кг/m$ ($0,08 \div 0,20$), z_1 —сила тяги, равная $(P+p)(f \cos \alpha - \sin \alpha)$, в $кг$. По числу и диаметру проволок подбирают сечение каната по справочникам. Мощность в HP двигателя, обслуживающего установку с головным и хвостовым канатами, определяется ф-лой:

$$N = \frac{1,1}{\eta} (z_1 + z_2) \frac{v}{\eta},$$

где, помимо обозначений, указанных выше,

$$z_2 = (xl + p \sin \alpha) + (xl + p_1 \sin \alpha),$$

при чем здесь p и p_1 соответственно вес головного и хвостового канатов в $кг$, η —кпд двигателя.

Откатку бесконечным канатом (или цепью) применяют в двухпутевых выработках с небольшими закруглениями при интенсивной доставке, иногда на значительное расстояние (до 2 000 m); этот способ вытесняет все другие системы откатки с неподвижными двигателями. Общая схема откатки такова (фиг. 11): бесконечный канат (или цепь), идущий вдоль всей выработки, охватывает направляющие шкивы d, e, f, g, c ; канат (цепь) приводится в движение ведущим шкивом b , получающим вращение от машины a ; шкивы c и d на концах откаточной выработки называются конечными. Грузные вагончики или поезда прицепляются на некотором расстоянии один от другого к канату, движущемуся к шахте, порожние—к канату, движущемуся от шахты. Откатка бесконечным канатом м. б. приспособлена для работы на ответвляющихся боковых выработках. Откатка бесконечным канатом подразделяется на откатку нижним и верхним канатом.

Откатка нижним канатом получила меньшее распространение по причине загрязнения и износа канатов и затруднений с присоединением и отцепкой вагонов. Скорость откатки $0,5 \div 1 m/сек$; канат проходит под вагончиками и сцепляется с ними различными приспособлениями в виде щипцов, клиновых и рычажных соединений, либо прицепляемых к вагончикам либо соединенных с ними наглухо.

При откатке верхним канатом скорость движения $0,25 \div 0,50 m/сек$. Канат—либо гладкий либо снабжен узлами или муфтами, в зависимости от чего употребляются различные зацепляющие устройства. Последние бывают: 1) при гладком канате—а) автоматические (рычажные, клиновые зажимы и щипцы, фиг. 12), а также вилки, укрепляемые на борту вагончика и сцепляющиеся с канатом благодаря силе трения между ними, б) простые соединения в виде цепей с крючками или металлического завитка—«баранчика»; 2) при канате с муфтами или узлами—вилки, укрепляемые на передней стенке вагона.

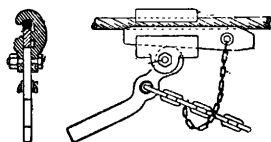
При системе откатки верхним канатом последний движется по ряду роликов, поддерживающих канат на прямом пути и направляющих его на закруглениях. Наиболее совершенными поддерживающими роликами служат ролики Газенклевера (фиг. 13) и звездчатые ролики Диннендаля. Ведущие и конечные шкивы обычно устанавливаются в противоположных концах выработки, по к-рой происходит откатка. Ведущие шкивы помещают в особых камерах, чаще всего в том конце откаточной выработки, куда поступают груженные вагончики; шкивы эти приводятся в движение паровыми или электрическими машинами и лебедками. При значительной длине откатки и значительных перепадах грузах ведущие шкивы делают желобчатыми, с несколькими (около 4) желобками для увеличения трения между канатом и футеровкой шкива; помимо этого, ведущие шкивы устанавливают в комбинации с «противостоящими» шкивами, служащими для увеличения числа обхватов каната. Оси противостоящих шкивов располагают слегка наклонно для устранения бокового трения каната. Для предохранения каната от износа желобки шкивов выкладываются футеровкой из брусков твердого дерева или из кусков кожи.

Натяжные устройства при откатке бесконечным канатом применяются для устранения скольжения по шкивам и для компенсации естественного удлинения каната, получающегося вследствие его вытягивания.

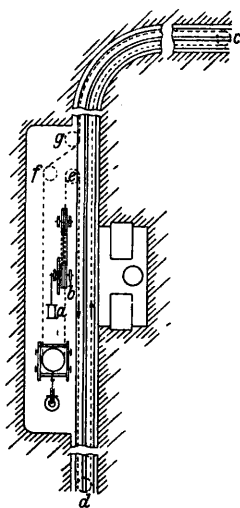
Натяжные устройства при откатке бесконечным канатом применяются для устранения скольжения по шкивам и для компенсации естественного удлинения каната, получающегося вследствие его вытягивания.

Натяжные устройства при откатке бесконечным канатом применяются для устранения скольжения по шкивам и для компенсации естественного удлинения каната, получающегося вследствие его вытягивания.

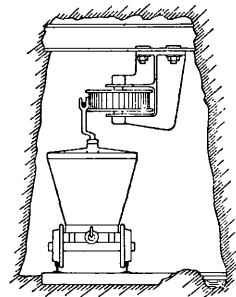
Натяжные устройства при откатке бесконечным канатом применяются для устранения скольжения по шкивам и для компенсации естественного удлинения каната, получающегося вследствие его вытягивания.



Фиг. 12.



Фиг. 11.



Фиг. 13.

Расчет каната бесконечной откатки м. б. произведен по ф-ле, определяющей число проволок в канате:

$$i = \frac{4[s_1 + cn(1,1P + 2p)f]}{\delta^2(\pi k - 0,0608scf)},$$

где s_1 — холодное натяжение каната в кг (250 ÷ 300), c — коэфф. сопротивления передвижению каната и роликов (0,03 ÷ 0,15), n — число вагончиков на ветви, P и p — полезный и мертвый вес вагончика в кг, f — общий коэфф. трения, δ — диаметр проволоки в мм (1,2 ÷ 1,6), k — допускаемое сопротивление проволоки разрыву в кг/мм² (8 ÷ 20), l — длина откатки в м. По числу проволок и их диаметру подбирают сечение каната по справочникам. Число охватов ведущего шкива подсчитывается по формуле:

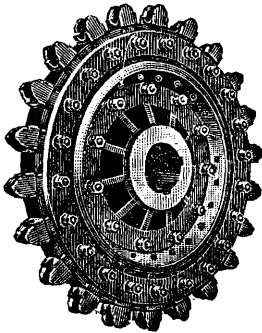
$$x = \frac{lg \frac{s_n + s_1}{s_1}}{0,327},$$

где $s_n = cnf(1,1P + 2p + 2g)$; g — вес куска каната между двумя вагончиками в кг. Эта ф-ла действительна при коэфф-те трения каната о футеровку шкива равном 0,24. Мощность двигателя в HP подсчитывается по формуле:

$$N = \frac{(s_n + w)v}{75\eta},$$

где w — сумма сопротивлений от трения в цапфах шкивов и роликов и от жесткости каната, v — скорость откатки в м/сек, η — КПД двигателя.

При откатке бесконечной цепью цепь приводится в движение посредством т.н. зацепляющих шкивов различных систем с прилитыми или вставными захватами. Одна из наиболее удачных конструкций со вставными захватами изображена на фиг. 14. Вместо зацепляющих устройств применяют иногда



Фиг. 14.

шкивы, такие же как и при канатной откатке, и в этом случае цепь охватывает шкив $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, ... раза в зависимости от величины сопротивления движению и от величины трения цепи о футеровку шкива. При перемещении вагончиков цепью особые зацепляющие приспособления обычно не нужны, так как цепь силой своей тяжести давит на вагончики, провисает между ними и звеньями своими захватывает и продвигает их. Иногда применяются вилки простейшего вида. Поддерживающие и направляющие ролики делаются с гладкой поверхностью, с кольцевой выемкой посредине, в которой помещаются при прохождении цепи ее вертикально стоящие звенья; плоские же лежащие звенья идут по краю ролика и предохранены от соскакивания бортиком. На закруглениях цепь идет по роликам на определенной высоте, освобождая вагончик; поэтому на закруглениях пути устраиваются с таким уклоном, чтобы вагончики при подъеме цепи не останавливались, сами прошли закругление и на другом конце его снова попали под ведущую цепь.

б) Откатка локомотивами получила большое распространение в последнее время. Возможность легкого обслуживания боковых выработок, удобства маневрирования, отсутствие канатов, возможность замены одного двигателя другим, большая производительность и безопасность, и в то же время — меньшие вредные сопротивления, обуславливают главенствующее место локомотивной откатки среди других видов рудничного механического транспорта. По роду питания энергией рудничные локомотивы разделяются на зависимые и независимые. К первым принадлежат электрич. контактовые (тролейные, трамвайного типа) локомотивы. Независимые локомотивы в рудничной откатке приводятся в движение сжатым воздухом, жидким топливом и электричеством (аккумуляторные электровозы). Контактные локомотивы не могут применяться в газовых шахтах во избежание воспламенения рудничного газа при искрении проводов. Выбор того или иного рода энергии для локомотивной откатки зависит от местных условий (наличие газа, избыток энергии и т. п.) и от стоимости оборудования и эксплуатации. Наиболее дешевыми в эксплуатации являются контактные электровозы переменного тока, за ними идут такие же локомотивы постоянного тока, затем воздушные, бензиновые и, наконец, самые дорогие — аккумуляторные электровозы. Размеры рудничных локомотивов зависят от рода применяемой энергии; например, локомотивы с двигателями внутреннего сгорания являются наиболее громоздкими, контактные же электровозы при равной мощности имеют наименьшие размеры. Вес локомотивов колеблется от 4 до 16 т и в виде исключения доходит до 30—40 т (в двойных локомотивах). Обычная мощность локомотивов 12 ÷ 25 HP; локомотивы большой мощности 100 ÷ 400 HP делают двойными для увеличения сцепного веса. Сила тяги локомотива составляет на прямом пути на т перемещаемого груза 10 ÷ 15 кг, на подъемах — до 20 кг и более. Потребная сила тяги для ориентировочных расчетов грубо м. б. определена по ф-ле:

$$z = (w + a)(Q + G),$$

где z — сила тяги в кг, w — сопротивление движению от трения на горизонтальном пути в кг на т общего веса (9 ÷ 15 кг), a — наибольший подъем пути в процентах, Q — вес поезда в т, G — вес локомотива в т. Работа S (в силочасах), потребная для передвижения поезда, подсчитывается по ф-ле:

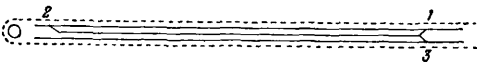
$$S = \frac{Q \cdot L \cdot w}{270},$$

где L — длина пути в км, w — среднее сопротивление поезда в кг/т, Q — вес поезда в т (Q и L обычно известны); w подсчитывается так: $w = w_g \pm w_s + w_k$, где w_g — сопротивление на гориз. пути, w_s — сопротивление на подъеме (+ w_s) или на спуске (− w_s), w_k — сопротивление на кривых. Сопротивление w_g складывается из сопротивления вагонеток и локомотива. Сопротивление движению локомотива можно принимать равным 10 кг/т; сопротивление движению вагонеток в среднем составляет 8 — 9 кг/т.

Сопротивление на подъемах w , составляет на 1 т всего веса приблизительно столько же, сколько мм составляют подъем пути на каждый м длины; например, 13 кг при подъеме в 13 мм (0,013). Сопротивления на кривых w_k обычно не подсчитываются; просто увеличивают тяговую силу на 20—30%. Т. к. локомотивам приходится развивать наибольшее тяговое усилие при трогании с места, то на это усилие их и рассчитывают.

Локомотивная откатка производится всегда поездами; скорость движения поездов может достигнуть 25 км/ч, однако в виду быстрого износа колес и рельсов не следует превосходить скорость в 12 км/ч. Сцепление вагончиков при локомотивной откатке д. б. безукоризненным; самые сцепки не д. б. слишком длинными. Обычный состав поездов—15—45 вагончиков, иногда же состав доходит до 70—100 вагончиков.

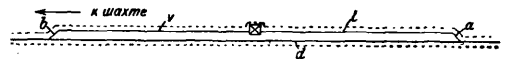
Локомотивы работают наиболее экономично на путях, близких к горизонтальным. Обычные при локомотивной откатке уклоны (подъемы) составляют в среднем 0,005 и максимум 0,01. Кривые пути локомотивной откатки устраивают так, чтобы радиус закруглений был не менее 7—12-кратной длины жесткой базы локомотива и, по крайней мере, 25—30 м. Рельсы для локомотивной откатки применяются тяжелые, высотой 90—115 мм и весом соответственно 15—20 кг/п.м. Откаточные пути при локомотивной откатке бывают одноколейные или двухколейные; на разгрузочной станции лучше иметь 3 колее, из которых две боковых—для груженых и порожних составов, а средняя—для маневрирования. Разгрузочная станция около рудничного двора должна находиться на его продолжении, чтобы сцепки легко могли обозреть ее и чтобы груженые вагончики могли попасть в клеть без поворачивания. Порядок движения и маневры локомотивов на разгрузочной станции примерно таковы (фиг. 15). Локомотив,



Фиг. 15.

прибывающий с груженым поездом, протягивает его настолько, что он сам устанавливается вблизи стрелки 2, а поезд между стрелками 1 и 2; затем он отцепляется, проходит через стрелку 2, обходный путь и стрелку 1, становится позади своего груженого поезда, проталкивает его, по мере принятия груза клетями, вперед и в конце концов сам проходит за стрелку 2. После этого локомотив через стрелку 2, обходный путь и стрелку 3 подходит к порожнему составу, стоящему наголове между шахтой и стрелкой 3. При работе нескольких локомотивов рудничный двор и станция бывают настолько загружены вагончиками, что маневрирование локомотивов отнимает много времени; поэтому стараются освободить их от подтягивания составов в пределах станции, производя эту работу помощью ворота, бесконечным канатом, нижней цепью или устройством самоката. Сборные станции располагают у гезенков и бремсбергов, а также у устьев боковых горизонтальных вырабо-

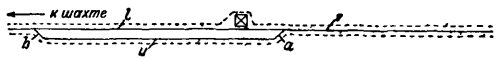
ток; они м. б. проходными и конечными. На проходной станции (фиг. 16) локомотив проталкивает порожний поезд l через стрелку a на холостую колею, отцепляется и переходит через стрелку a , сквозной путь d и стрелку b и становится перед груженым составом v . На конечной сборной станции



Фиг. 16.

(фиг. 17) локомотив подтягивает порожняк l на место его стоянки, отцепляется, идет к ближайшему груженому составу v и, прицепившись к нему, направляется с ним через стрелку a , обходную колею u и стрелку h к шахте.

По окончании рабочей смены локомотивы ставят в депо. В помещении депо устраивается мастерская для производства даже серьезного ремонта, чтобы выдавать локомотивы на поверхность только в случае особенно тяжелых повреждений. В депо для аккумуляторных локомотивов устраивают



Фиг. 17.

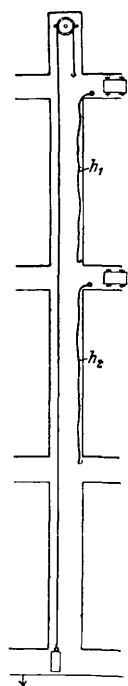
специальные столы для зарядки аккумуляторов, при чем на каждый локомотив полагается по 2 батареи, из к-рых одна находится в работе, другая—в зарядке.

Откатка по бремсбергам. Спуск груженых вагончиков с верхних горизонтов на нижние по бремсбергам—особым выработкам, снабженным спуско-подъемными устройствами, производится силой веса самого груза. Бремсберги бывают: двудействующие, имеющие 2 пути, по к-рым вагончики порожние и груженные движутся одновременно, и однодействующие, имеющие тоже два пути, из которых один служит лишь для попеременного движения тех и других вагончиков, а по второму передвигается «противовес»; односторонние и двусторонние—в зависимости от того, поступает ли груз к бремсбергу с одной или с двух сторон; простые и платформенные—смотря по тому, катится ли вагончик непосредственно по рельсам или ставится на платформу, продвигающаяся по рельсам (при угле наклона свыше 30—35°); ступенчатые, состоящие из нескольких самостоятельных бремсбергов; с концевым или бесконечным канатом. Бремсберг может нормально действовать при углах наклона выработки, не меньших предельного угла (6—7°); он оканчивается горизонтальными верхней и нижней площадками; для приема грузов с промежуточных горизонтов устраивают промежуточные площадки. Определение величины противовеса для однодействующего бремсберга м. б. произведено по двум ф-лам:

$$C = \sqrt{(p + P)p} \quad \text{и} \quad C = p + \frac{P}{2},$$

где C —вес противовеса, P и p —полезный и мертвый грузы вагончика. Обычно вычисляют вес противовеса по обеим ф-лам и из полученных результатов берут среднее.

Откатка по одноподъемному тормозному канату производится канатом, при чем противовес движется либо рядом с вагончиками (платформами) либо под ними; в первом случае при общем одноподъемном пути устраивают раздвижки в местах встречи вагончиков и противовеса.



Фиг. 18.

Откатка по двум подъемным или бесконечным канатам почти всегда производится в вагончиках, т. е. откатка двумя платформами рядом требует слишком много пространства. Концевой канат применяется главным образом при доставке между двумя пунктами; доставку канатом с разных горизонтов осуществляют при помощи прицепных канатов h_1 , h_2 (фиг. 18) или устройством ступенчатого тормоза. Бесконечный канат двудействующий. Тормоз должен двигаться всегда в одном направлении, а вагончики присоединяются к канату на равных расстояниях один от другого. Преимущества двудействующего тормоза сравнительно с одноподъемным — большая производительность и лучшее уравнивание всей движущейся системы.

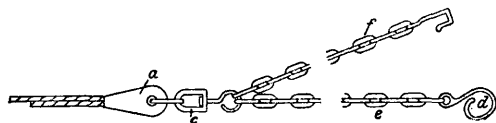
Для тормозной откатки применяются стальные или железные канаты. Расчет бесконечного каната ведется по формуле, определяющей число проволок в канате:

$$i = \frac{4[s_1 + cn(P + p)(\sin \alpha - f \cos \alpha)]}{\delta^2(\pi k - 0,03cl(\sin \alpha - f \cos \alpha))},$$

где s_1 — холостое натяжение каната (200 ÷ 350 кг), c — коэффициент сопротивления передвижению вагончиков (0,03 ÷ 0,15), n — число вагончиков на ветви каната, P и p — полезный и мертвый грузы вагончика в кг, α — угол наклона выработки, f — общий коэффициент сопротивления, δ — диаметр отдельных проволок (1,0 ÷ 1,6 мм), k — допускаемое сопротивление разрыву (8 ÷ 20 кг/мм²), l — длина тормоза в м. Определив i , находят диаметр каната по формуле:

$$D = \delta \sqrt{2,3i}.$$

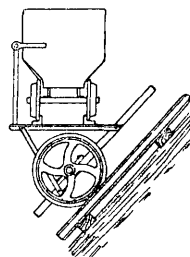
Соединение каната с вагончиками производится: а) при концевых канатах — при помощи канатного панциря a (фиг. 19), вращающейся скобы c , соединительной цепочки e



Фиг. 19.

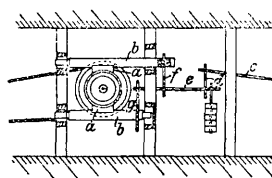
и крюка d ; при крутых уклонах (более 18°) к этому добавляется еще предохранительная цепочка f , задеваемая за борт вагончика, чтобы он не опрокинулся; б) при бесконечном канате на двудействующем тормозе — при помощи крюка-баранчика или зажимов.

Платформы устраивают из дерева или железа (фиг. 20). При большой производительности тормоза пользуются платформами на 2 вагончика. С целью экономии в площади поперечного сечения выработки делают ступенчатые платформы. Противовесы представляют собой каретки, нагружаемые тяжестями до определенного веса. Противовесам придают удлиненную форму в виду ограниченности пространства под вагончиками (платформами), где они должны проходить. Головные тормозные устройства, помещаемые у верхней площадки тормоза, состоят из тормозного обода и барабана или шкива, который охватывается канатом. Недостатки барабанов: громоздкость, большой вес и требующая сравнительно большая длина канатов. Шкивы делают литыми из чугуна с одним желобком, либо обделанным деревянной футеровкой либо без нее. Тормоза на тормозных устройствах делают колодочные и ленточные; последним отдают предпочтение. Колодочный тормоз (фиг. 21) состоит из 1—2 тормозных колодок a , прикрепленных к брускам b ; последние между собой соединены системой рычагов d, e, f, g , приводимых в действие рукояткой c . Тормозные обода располагают на барабанах сбоку или посредине их; при шкивах тормозные обода отливают вместе со шкивами. Основным требованием, предъявляемым к тормозному тормозу, является нахождение тормоза всегда в закрытом состоянии т. е., чтобы он мог быть опущен только рабочим, обслуживающим его. Для поддержания постоянного натяжения бесконечного каната на тормозах применяются натяжные устройства подобно тем, которые применяются при бесконечной откатке по горизонтальным путям.



Фиг. 20.

Способ обделки устья тормоза зависит от того, открывается ли устье непосредственно в главный откаточный штрек или оно оканчивается выше его. В первом случае устья устраивают предохранительное сооружение — «буфет» из дерева, железобетона и, реже, из камня. Для предохранения от повреждения срывающимися с каната вагончиками, стенки буфета со стороны, обращенной к тормозу, обделываются брусками или старым пеньковым канатом, выполняющим роль буфера. Вместо такого устройства на месте пересечения тормоза со штреком устраивают обводные выработки, проводимые или по падению или по восстанию пласта. Иногда соединяют нижнюю площадку со штреком при помощи 2 выработок (фиг. 22), носящих название тормозной шейки; эти выработки бывают горизонтальные и с уклонами; в по-



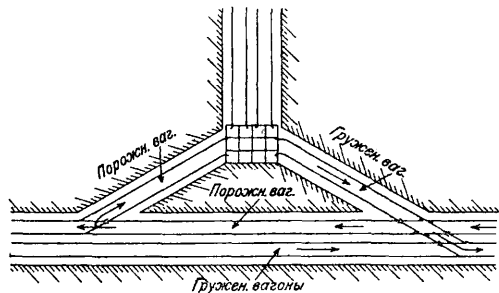
Фиг. 21.

Способ обделки устья тормоза зависит от того, открывается ли устье непосредственно в главный откаточный штрек или оно оканчивается выше его. В первом случае устья устраивают предохранительное сооружение — «буфет» из дерева, железобетона и, реже, из камня. Для предохранения от повреждения срывающимися с каната вагончиками, стенки буфета со стороны, обращенной к тормозу, обделываются брусками или старым пеньковым канатом, выполняющим роль буфера. Вместо такого устройства на месте пересечения тормоза со штреком устраивают обводные выработки, проводимые или по падению или по восстанию пласта. Иногда соединяют нижнюю площадку со штреком при помощи 2 выработок (фиг. 22), носящих название тормозной шейки; эти выработки бывают горизонтальные и с уклонами; в по-

Способ обделки устья тормоза зависит от того, открывается ли устье непосредственно в главный откаточный штрек или оно оканчивается выше его. В первом случае устья устраивают предохранительное сооружение — «буфет» из дерева, железобетона и, реже, из камня. Для предохранения от повреждения срывающимися с каната вагончиками, стенки буфета со стороны, обращенной к тормозу, обделываются брусками или старым пеньковым канатом, выполняющим роль буфера. Вместо такого устройства на месте пересечения тормоза со штреком устраивают обводные выработки, проводимые или по падению или по восстанию пласта. Иногда соединяют нижнюю площадку со штреком при помощи 2 выработок (фиг. 22), носящих название тормозной шейки; эти выработки бывают горизонтальные и с уклонами; в по-

следнем случае уклоны делают так, чтобы движение груженых и порожних вагончиков происходило самокатом.

Для промежуточных (подэтажных) штреков, выходящих непосредственно на бремсберг, д. б. обеспечено удобное и безопасное



Фиг. 22.

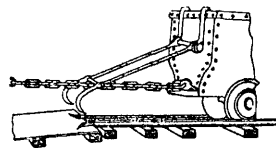
движение. Кроме того, в штреках должно быть устроено место для обмена вагончиков, что достигается настилкой плит или установкой стрелки. В самом бремсберге у этих промежуточных штреков должны быть устроены для облегчения прицепки вагончиков особые площадки, которые, по правилам безопасности, д. б. горизонтальны. Иногда площадки оборудуются качающимися платформами, которые во время прицепки или отцепки лежат горизонтально, а затем в необходимый момент с помощью рычажной передачи или другим способом наклоняются на величину, соответствующую углу наклона бремсберга.

Откатка по уклонам. Для подъема груженых вагончиков с нижних горизонтов на верхние по выработке, называемой уклоном, применяются одно- и двухбарабанные лебедки: паровые, пневматические и электрические. Доставка по уклонам производится либо концевым (открытым) либо бесконечным канатом. В первом случае к нижнему свободному концу каната прицепляют груженный вагончик или же партию их (3—6 вагончиков); другой конец каната наматывают на барабан лебедки, установленной на верхней площадке. Уклон с бесконечным канатом отличается от бремсберга с таким же канатом тем, что тормозной шкив на бремсберге заменен ведущим шкивом лебедки.

Откатка по гезенкам. Откатка по гезенкам применяется при разработке нескольких близлежащих пластов с небольшим углом падения для спуска добытого полезного ископаемого с верхних пластов на нижний силою собственного веса ископаемого. Оборудование гезенка состоит из установленного в верхней части гезенка шкива, через который переброшен канат; к обоим концам каната прицепляются либо две клетки, по одной на каждом конце, либо одна клетка и противовес. Шкив гезенка соединяется с тормозом или с лебедкой (последнее—для подъема по гезенку различных материалов для горных работ). Гезенки, при обслуживании двух горизонтов, имеют два подъемных отделения для движения клеток с вагончиками, а при обслуживании более двух горизонтов—одно отделе-

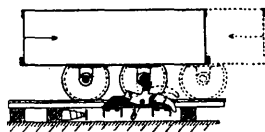
ние для движения клеток и другое для движения противовеса. Груженные вагончики, опускаясь вниз силою собственного веса, поднимают порожние вагончики или противовес, который, опускаясь, также может поднять порожний вагончик.

Предохранительные устройства. При откатке по бремсбергам, уклонам и гезенкам устанавливают различные предохранительные приспособления (ловители) для быстрой остановки вагончика или платформы после их срыва с каната. Простое приспособление для вагончиков, идущих вверх по уклонам, представляет собой вилка (т. н. козья ножка), навешенная на заднюю стенку вагончика и волочащаяся за ним по почве; при отрыве вагончика вилка упирается в почву и задерживает его. Другое приспособление изображено на фиг. 23. Предохранительное устройство Сташа (Stasch) при откатке бесконечным канатом (фиг. 24) состоит из трехплечевого кулачка *a*, вращающегося на оси *b*. Поднимающийся вагончик, отклоняя своими осями плечо 2, свободно проходит над кулачком, но сорвавшийся вагончик, идущий вниз,



Фиг. 23.

ударив с силой передней осью по плечу 2 (пунктир), заставит весь кулачок повернуться настолько, что вагончик в этом случае будет задержан за вторую ось плечом 1. В практике имеется ряд других ловительных приспособлений, основанных на действии рычагов, пружин и противовесов. Для безопасного движения рабочих при откатке и для предотвращения скатывания вниз вагончиков во время маневрирования устанавливаются поперек бремсберга у верхней площадки цепи или вместо них деревянные и металлические брусья, открывающиеся и закрывающиеся от руки, либо открывающиеся проходящим вагончиком и закрывающиеся собственным весом или противовесом.



Фиг. 24.

Рудничные дворы являются местом сосредоточения всех грузов, идущих как из шахты на поверхность, так и в обратном направлении. Расположение рудничных дворов бывает различно и зависит от производительности шахты и от взаимного расположения и числа путей, ведущих в различные участки шахты (см. *Горные выработки*). В простейших случаях откатка в рудничных дворах ручная, при чем распределение прибывших поездов с грузом, подача отдельных вагонеток в клетку и составление новых порожних поездов производится специальными рабочими-подкатчиками. Механизация откатки на рудничных дворах осуществляется или при помощи системы бесконечных путей для самоскатывания вагончиков в связи с компонентами разных устройств для подъема порожних

вагончиков на горизонт общих рудничных путей. Сигнализация, необходимая при маневрах поездов в рудничном дворе, устраивается гл. обр. электрическая, реже—звуковая. При электрич. сигнализации применяются звонки и световые сигналы. Такая сигнализация имеет особенное значение при однопутевой откатке (электровозами) большими поездами.

Откатка в надшахтном здании и в надшахтном здании при распределении грузеных и порожних вагончиков применяется преимущественно прямоточная система откатки. Обычно грузеные вагончики по выходе из клетки направляются к весам и опрокидывателям, от которых по особым путям перегоняются на другую сторону ствола шахты для загрузки в клеть. Вагончики с породой направляются по особому пути к порожнему опрокидывателю или непосредственно на отвалы. Вагончики, грузеные лесными и прочими материалами и направляемые в шахту, подаются в надшахтные здания на пути порожних вагончиков. Механизация откатки в надшахтных зданиях осуществляется почти всегда с помощью наклонных путей (самокатки) и компенсаторов. Помимо обычных откаточных путей в надшахтном здании иногда устраиваются специальные ответвления для подачи вагончиков к приспособлениям для чистки и смазки.

Лит.: Бансен Г., Рудничная доставка по горизонтальным и наклонным путям, пер. со 2 нем. издания, Л., 1926; Терпигорев А., Рудничная доставка (курс лекций), М., 1926; Шевяков Л., Сборник статей по горному искусству, Харьков, 1927; Скочинский А. А., Современные угольные рудники С. Америки и Великобритании и проблема механического производства на рудниках Донбасса, Л., 1925; Шевяков Л. и Поляков Н., Элементарные расчеты по рудничной доставке, «Инженерный работник», Днепрпетровск, 1927, 2, 3, 4, 11, 12; Шклярский Ф., Рудничная откатка электровозами, Л., 1927; Новосильцев И., Подземная откатка подвижными двигателями, М., 1924; Описание Донецкого бассейна, т. 6, вып. 1, 2, Екатеринослав, 1918; Геффер Г., Справочная книга по горному делу, ч. 2, Берлин, 1921; Heise F. und Herbst F., Lehrbuch d. Bergbaukunde, В. 2, В., 1923; Köglер F., Taschenbuch für Berg- u. Hüttenleute, В., 1924; Gerke, Die maschinelle Abauförderung, Kattowitz, Böhmen, 1940; Schulte F., Die Grubenbahnen, Essen, 1945; Philippich, Elektrizität im Bergbau, Berlin, 1926; Linkowski L., Die Schüttelrutsche und ihre Anwendung im Bergbau, Bochum, 1924; Peeler R., Mining Engineers' Handbook, v. 1, section 2—Underground Transport, N. Y., 1927.

Е. Фарман.

ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ и **цветные камни**, минеральные тела, обладающие красотой красок, блеском, прозрачностью, большим светорассеянием и большой устойчивостью, твердостью, вязкостью и малой снашиваемостью. Драгоценные и цветные камни можно подразделить на две большие группы: собственно драгоценные камни (самоцветы), преимущественно идущие в огранку, и камни цветные, применяемые для изготовления художественно-декоративных изделий, в строительном деле и изредка идущие на огранку. Ниже приведена систематика Д. к., при чем камни, не встречающиеся в СССР в количествах, необходимых для рентабельной разработки месторождений их, заключены в скобки.

А. Драгоценные камни-самоцветы 1-го порядка: (алмаз), (рубин), (сапфир), изумруд, александрит, (благородная шпинель), (эвклаз); 2-го

порядка: топаз, аквамарин, берилл, турмалин красный, демантоид, фенацит, аметист кровавый, (альмандин), уваровит, (гиацинт), (благородный опал), циркон; 3-го порядка: 1) гранат, (кордиерит), кианит, (эпидот), (диоптаз), (бирюза), (варисцит), турмалин зеленый, полихромный; 2) горный хрусталь, дымчатый кварц, аметист светлый, халцедон, агат, (сердолик), плазма, (гелиотроп), (хризопраз), праэм, (лолуопал); 3) солнечный камень, лунный камень, лабрадор, эзоелит, (содалит), обсидиан, (титанит), (бенитоид), (пренит), (андалузит), (диопсид), (скаполит), (томсонит); 4) янтарь, гагат, гематит, пирит, касситерит, рутил, хромит, юбальтит, золото в кварце.

Б. Поделочные камни—цветные камни. 1-го порядка: нефрит, лазурит, глауколит, содалит, амазонит, лабрадор, орлец или родонит, азурит, малахит, авантюрин, кварцит, горный хрусталь, дымчатый кварц, агат и его разновидности, яшма, вузуйан, розовый кварц, письменный гранит; 2-го порядка: лепидолит, фукситовый сланец, серпентин, агальматолит, стеатит, селенит, обсидиан, морская пенка, мраморный оникс, датоцит, флюорит, каменная соль, графит, янтарь, лазулит, смитсонит, цоизит; 3-го порядка (частью орнаментовочный материал): гипс (алебастр), мрамор, порфиры, брекчи, сливные кварциты, porphido antico, sergentino antico и другие породы.

В. К группе драгоценных камней относятся: жемчуг, (речной жемчуг), коралл, янтарь, гагат.

На основании статистических данных последних лет, средняя мировая ценность ежегодной добычи м. б. намечена в следующем виде (в тыс. руб.):

Алмаз	160 000	Оливин	30
Сапфир	2 400	Розовый кварц	25
Янтарь	1 100	Слодумен	20
Изумруд	1 100	Золотистый кварц	20
Рубин	750	Циркон	15
Жадеит	600	Лунный камень	10
Бирюза	500	Тигровый глаз	10
Опал	400	Хризопраз	10
Горный хрусталь	220	Кост. бирюза	10
Берилл	200	Остальные камни	85
Турмалин	190		
Аметист	170		
Агат	150		
Гранат	140		
Нефрит	140		
Лазурит	105		
Хризоберилл	105		
Шпинель	40		
Топаз	40		
Гагат	40		
		Всего	~ 170 000
		В итоге:	
		Жемчуг	10 000
		Коралл	2 000
		Алмаз	160 000
		Все остальные	
		камни	10 000

Драгоценные и цветные камни являются одной из крупнейших статей мировой торговли. Чтобы судить о размерах оборота всего ювелирного дела (камня и металла), надо отметить, что для С. Ш. А. в 1924 г. они достигли 1 млрд. руб. (450 млн. долл.), а для всей мировой торговли, вероятно, ок. 2 млрд. Колебания цен на них весьма значительны (до 1000% и больше) и зависят от ряда экономическ. и бытовых факторов,—игра на валюту, прихоти моды, колебания в добыче, успехи синтетических опытов. Относительно цены драгоценного камня следует отметить, что его себестоимость в стадии добычи обыкновенно составляет лишь небольшой процент окончательной цены, так как накладные расходы—налоги, пошлины и пр.—превалируют. Расценка камней идет по каратам, преимущественно метрическим (200 мг); для цветных камней—по кг; для жемчуга—по грэмам (~1/3 карата). Для расценки существуют б. или м. определенные рыночные марки и очень сложная неоднородная рыночная номенклатура.

В последнее время, в связи с развитием искусственного получения камней и с ростом вкладывания капиталов в естественные драгоценные камни, выросло значение правильного и безошибочного определения их. С этой целью в Вене было организовано спе-

циальное учреждение «Technische Untersuchungsanstalt für Edelsteine», в Берлине—Prüfungsamt von Houdelet (в Шарлоттенбурге), специальная научная станция при Берлинском университете, а в Крефельде—Edelstein-Prüfungs-Laboratorium von Erpler. Эти учреждения выполняли практические задания по проверке и определению камней. Чисто исследовательские учреждения известны в Дюссельдорфе (Оберкассель)—

ки, канделябры, кнопки для звонков, кольца для салфеток, ручки для зонтиков и палок, сахарницы, солонки и пр.; 3) строительно-орнаментовочные изделия: подоконники, облицовки, колонны, памятники, каминь, балюстрады, столешницы, ступени, умывальники и проч.; 4) технические изделия.

Применение драгоценных и цветных камней в промышленности можно видеть из следующей таблицы:

Применение драгоценных и цветных камней в промышленности СССР.

Род промышленности	Изделия	Назначение	Материал
Кожевенная	Валы, валики, лоцильные камни, ножи и пр.	Для обработки кож	Змеевик, яшма
Металлургическая	Футеровочные кирпичи и шары для шаровых мельниц; волоочильные доски с алмазными или корундовыми вставками	Размол шихты для посудной земли и др.; для протяжки проволоки	Яшма, агат, корунд
Электротехника и точная механика	Мраморные панели, опорные камни, подпятники и пр.; грифельные доски для рубильников; кварцевые приборы	Для распределит. щитов, для измерительных точных приборов; в часовых механизмах	Мрамор, грифельный сланец, корунд, кварц
Химическая	Валы, валики, лабораторные ступни, призмы, трубки, кислотоупорные кирпичи	Для краскотерок, весов и пр.	Агат, кварц, кварцит, яшма
Текстильная	Опорные камни, подпятники, глазки и пр.	Для веретен и для регулирования хода пряжи	Агат, яшма
Бумажная	Валы, кирпичи тальковые	—	Гранит, мрамор, тальк
Радиопромышленность	Призмы	Для измерения радиоволн	Кварц
Оптическая	Линзы, призмы и др.	—	Кварц, плавленый и исландский шпаты
Строительная	Облицовочный камень, ступени, подоконники, ванны, умывальники и пр.	—	Мрамор, кварцит
Музыкальные инструменты	Иголки из корунда	Для граммофонов	Корунд, преимущественно синтетический

Laboratorium für Diamantforschung, а также в Идапе — Institut für Edelsteinforschung von Georg Wild.

Приблизительно половина всего добываемого камня идет для технических целей, для обработки камня и металла и лишь остальное—на ювелирное дело. С каждым годом развитие техники вызывает увеличение потребления камня в технических производствах, и, наоборот, ювелирное и декоративное дело падает.

Драгоценные и цветные камни идут у нас на: 1) декоративные изделия: а) граненые камни для ювелирных изделий, б) броши (наиболее ходовой товар), пуговицы, запонки, булавки шляпные и для галстуха, браслеты, брелоки, бусы, ячки, серьги, панделоки и пр., в) художественные работы—резные и рельефные фигуры, скульптурные изображения, вазы, горки, картины, памятники для часов; 2) предметы обихода: мундштуки, трубки, пепельницы, абазуры, чернильные приборы, пресс-папье, печатки, различные ножи, портсигары, пудреницы, шкатулки, столики из мозаи-

Обработка камня весьма многообразна в зависимости от видов камней и целей обработки, а именно: 1) огранка кабошоном, или системой фасеток, расположение которых следует определенным геометрическим законам, с целью извлечь из камня максимум светорассеяния и лучистости; формы огранки: кабошон, роза, таблица, бриллиант одногранка, двойной бриллиант, Терпenschliff и другие; перед огранкой идет сначала распиловка, обточка или обдирка (см. *Гранильное дело*); 2) обработка мягких пород (алебастр, янтарь, пенка и пр.)—металлич. резами; 3) обработка зернистых пород (мрамор, кварцит и проч.)—скальвающими ударными инструментами; 4) обработка твердых пород (агат, нефрит, яшма и проч.)—режущими и шлифующими инструментами, а именно: распиловка, сверловка, подбивка, шлифовка и полировка; 5) резные работы на твердом или мягком камне: граверные, рельефные и скульптурные; резка гемм и камней; 6) мозаичные художественные работы по методам как русской, так и флорентийской мозаики. В качестве

подсобных материалов при обработке используются следующие: алмазный порошок, карборунд, корунд, наждак, печору, пемзу, трепел, зеленый крокус, итальянский (оловянный) порошок. При обработке камней применяют точильные и шлифовальные круги разных типов и частично фрезерные станки. Одновременно с механизацией изготовления одних видов изделий (в Антверпене, Нью Йорке) имеет место художественно-индивидуальный подход при изготовлении других: имеются специальные худ.-камнерезные школы в Идаре, Турнове, во Флоренции и у нас при Петергофской фабрике и при Худ.-ремесленном техникуме в Свердловске.

Необходимо резко различать грубые подделки и имитации, с одной стороны, и искусственные камни—с другой. Подделки сводятся к ложным дублетам, или имитациям, в которых настоящим камнем является лишь верхний слой, а под ним следует стекло, кварц или настоящий, но более дешевый, камень. Имитации делаются из страза, стекла, шлака, окрашенных, иногда очень удачно, различными примесями; для этой же цели применяется с большим успехом бакелит, особенно для подделки янтаря. Изготовление искусственных камней (рубин, сапфир, александрит светлый и шпинель) сводится к искусственному воспроизведению настоящих камней с почти нормальным химич. составом и типичными физическ. свойствами. Эти камни называются *reconstitués*, *Kunststeine*, *reconstructed*. Они не должны на рынке считаться имитацией, хотя и не м. б. приравнены по своим достоинствам к настоящим камням.

Лит.: Порватов Б., Цветные и подолочные камни, Обзор минеральных ресурсов СССР, Л., 1927, т. 1, стр. 783; Ферсман А. Е., Драгоценные и цветные камни СССР, т. 1, Л., 1922, т. 2, Л., 1925 (с полной литературой и описаниями); его же, Драгоценные и цветные камни, «НИИ», т. 1, стр. 359—400, Л., 1926; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и сел. хоз., 2 изд., Л., 1927; Вауер М., *Edelsteinkunde*, Лpz., 1908 (лучшая и наиболее полная сводка); Эрплег А., *Gewerbliche Materialkunde, Die Schmuck- u. Edelsteine*, Stuttgart, 1912; Мичелли Н., *Die Künstliche Edelsteine*, Leipzig, 1926. А. Ферсман.

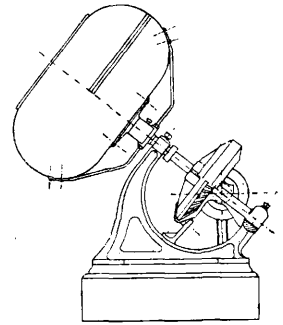
ДРАЖЕ, круглые или кругловатые, покрытые глянцем кондитерские изделия, получаемые нанесением на внутреннее ядро (т. н. корпус) корки, состоящей из сахарного сиропа, сахарной пудры, порошкообразного какао, глазури, муки или т. п. продуктов. Корпусами для дражирования могут служить орехи, миндаль, сушеные ягоды и фрукты, леденцовые, марципановые, помадные, желейные, ликерные и т. п. изделия.

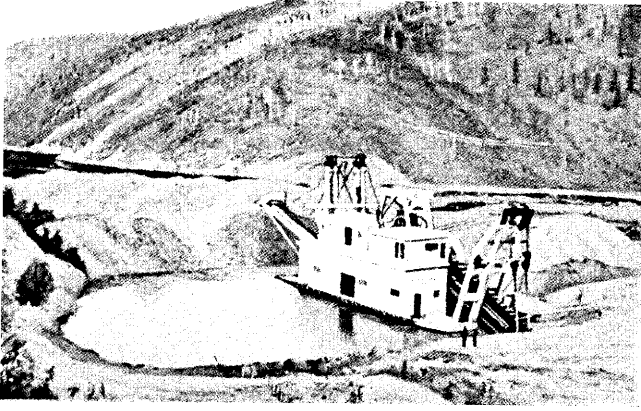
Дражирование производится во вращающихся дражейных котлах с подогревом и без подогрева (см. фиг.). Последний способ более употребителен, т. к. дает возможность быстрее получать толстую корку. Процесс дражирования состоит в том, что в дражейный котел, обращенный своей открытой стороной обыкновенно к свету, всыпают корпуса и приводят его во вращение. Затем смачивают корпуса небольшим количеством сиропа из сахара и карамельной патоки, уваренного до 33—34° Вё, и, когда все корпуса покроются сиропом, их понемногу посыпают чистой сахарной пудрой. Вращение котлов продолжается, пока на корпусах не

образуется б. или м. гладкая равномерная корочка. Тогда корпуса вынимают из котла, насыпают тонким слоем в деревянные лотки с холщевым дном и оставляют на 1—3 дня для просушки при температуре 30—35°. Продолжительность просушки зависит от сорта и влажности корпусов. После просушки производится вновь дражирование, и весь процесс повторяется несколько раз, в зависимости от сорта. Разница между первым дражированием и последующими заключается в том, что вначале котлы должны вращаться медленно, чтобы не испортить корпусов, и обыкновенно в них насыпают меньшее количество корпусов; при последующих же процессах загрузка и продолжительность дражирования увеличиваются, и повышается крепость сиропа, применяемого для смачивания; для многих сортов крепость м. б. доведена до 38—39° Вё. При изготовлении ликерных Д., в особенности при первом дражировании, в сироп прибавляют немного гуммиарабика; вообще эти сорта, вследствие большой хрупкости, следует дражировать небольшими партиями и при особенно медленном вращении котла. После каждого дражирования перед просушкой следует отбирать брак.

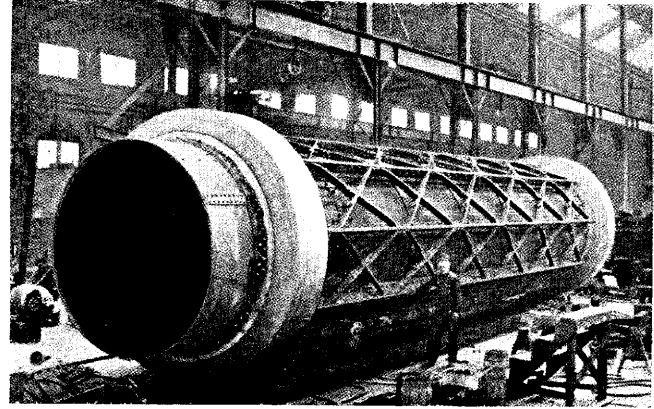
Когда Д. приняло надлежащую величину, совершенно гладкую поверхность и хорошо подсыхают, приступают к его окрашиванию. Для этого Д. снова всыпают в котел, к-рый приводят во вращение, и смачивают Д. тем же сиропом, к-рый применяется и при первом дражировании, при чем предварительно к нему прибавляют растительную краску требуемого цвета. Окрашивание также повторяется несколько раз, пока Д. не получит окраски надлежащего оттенка. Одной из трудных задач при отделке Д. считается наведение прочного глянца. Для этого многие мастера применяют свои специальные способы, которые, однако, держат в секрете. На некоторых фабриках применяется следующий способ. Хорошо подсушенное Д. насыпают в дражейный котел, слегка смачивают его жидким сиропом, добавляют немного талька и направляют во вращающийся котел струю холодного воздуха (холодное дутье). Как только Д. подсохнет, холодное дутье прекращают и Д. слегка смачивают растительной смесью пчелиного воска, парафина и кокосового масла (вместо последнего можно взять масло какао). Вместо смачивания иногда кладут в котел несколько твердых кусков этой смеси. При первом появлении глянца Д. посыпают сверху щепоткой талька.

Миндаль и орехи весьма часто дражируют в шоколаде. В этом случае их подвергают первичному дражированию, а затем, при вторичном дражировании, понемногу обливают теплым кувертюром. Когда последний остынет и окрепнет, обливку можно повторить несколько раз, но только уже менее

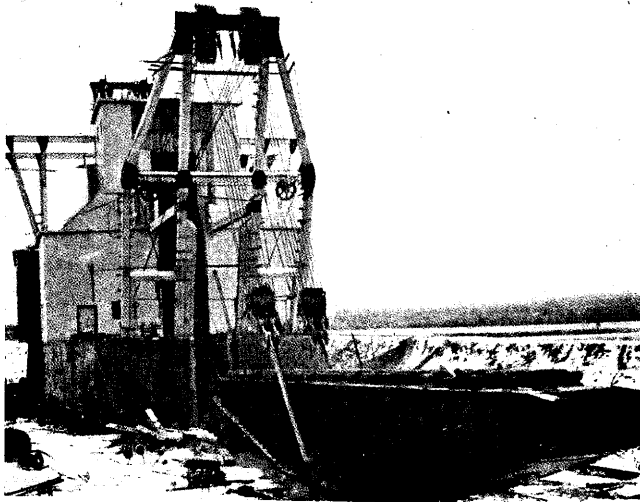




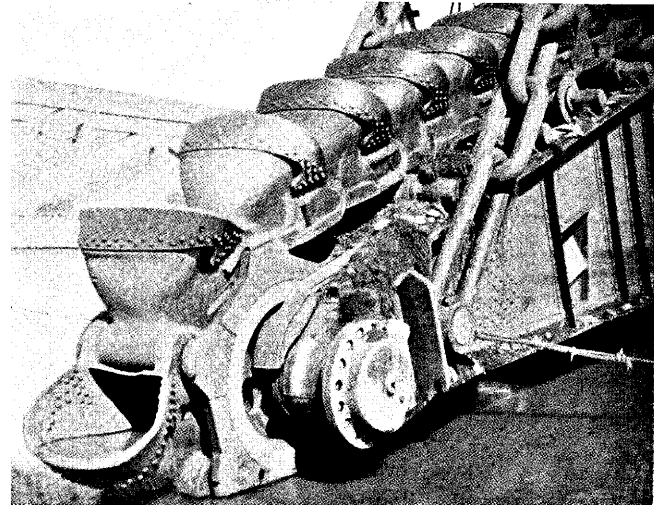
Общий вид драги.



Общий вид промывочной бочки.



Драга в процессе сборки.



Нижний конец рамы с черпаками.

теплым, хорошо вымешанным кувертюром, для того чтобы не расплавился ранее образовавшийся слой. При наведении глянца на Д. его предварительно слегка смачивают холодным жидким сиропом из сахара и патоки с прибавлением гуммиарабика и дают сиропу несколько подсохнуть.

Лит.: Горювц Н. И., Кондитерское производство, М., 1926; Paul K., Die Kakao-, Schokoladen- u. Zuckerwarenfabrikation, 2 Aufl., Trier, 1921; Schreger S., Die Kakao-, Schokoladen- u. Zuckerwarenfabrikation im Gross- u. Kleinbetrieb, Nordhausen, 1922; Besselich N., Die Bonbon-Fabrikation, 3 Aufl., Trier, 1920.

А. Шур.

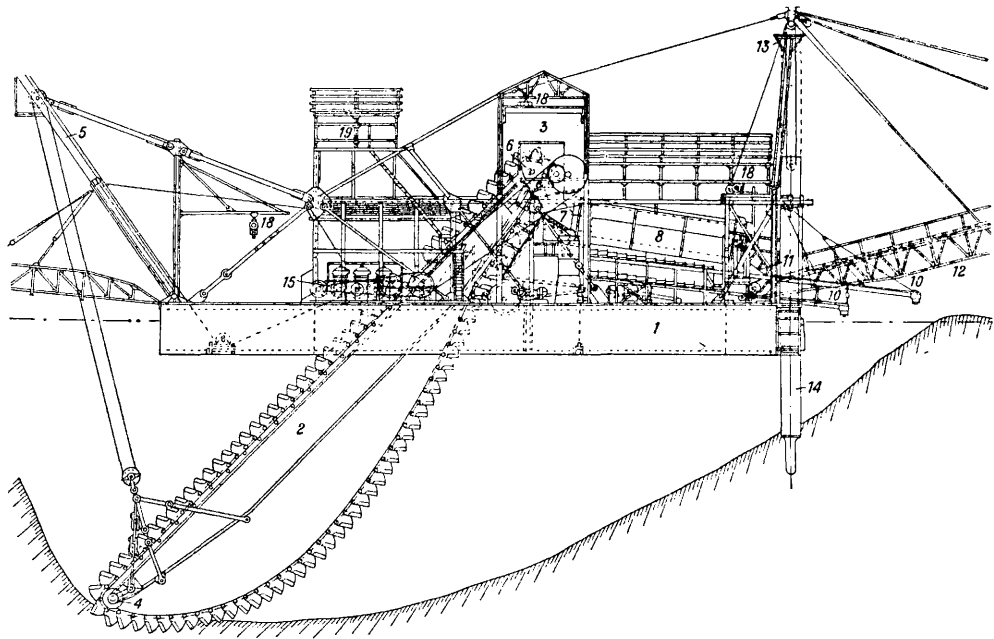
ДРАЖНОЕ ДЕЛО, драгирование (dredging)—механизованный способ разработки россыпных месторождений золота, платины и других полезных ископаемых при помощи особых механизмов—драг.

Описание драги. Драга представляет собою пловучую землечерпательную машину, снабженную приспособлениями для промывки вычерпываемого грунта.

Общий вид драги во время работы изображен на вкладном листе, а схематич. продольный разрез и план драги—на фиг. 1 и 2. Здесь 1—понтон, на котором распо-

Крупный материал—галька и валуны—разгружаются у нижнего конца бочки и скатываются по желобу 11 на нижний конец элеватора, в большинстве случаев представляющего собою ленточный конвейер, установленный на элеваторной раме 12; эта рама подвешена к задней мачте 13. Во время работы драга передвигается при помощи канатов или канатов и свай 14; сваи подвешены к задней мачте. Кроме указанных частей, на понтоне установлены: лебедки 15, с барабанами для канатов, передвигающих драгу и поднимающих и опускающих рамы и сваи; центробежные насосы 16, подающие воду в завалочный люк, бочку и на шлюзы; моторы 17, приводящие в движение механизмы драги. Для удобства монтажа и ремонта устраивают подвижные тали и подъемники 18. Управление драгой сосредоточено в пилотской будке 19.

Схема работы. Во время работы драга плавает на озере или реке, на дне которых залегают разрабатываемые металлоносные отложения, или же в специально устроенном водоеме—дражном пруде. Драга вырабатывает россыпь впереди себя, разгружая промытые продукты в отвал, образующийся за кормой драги. В зависимости от способа передвижения драги форма забоя и путь драги различны; если поступательное движение драги осуществляется при помощи каната, то схема работы принимает вид, изо-



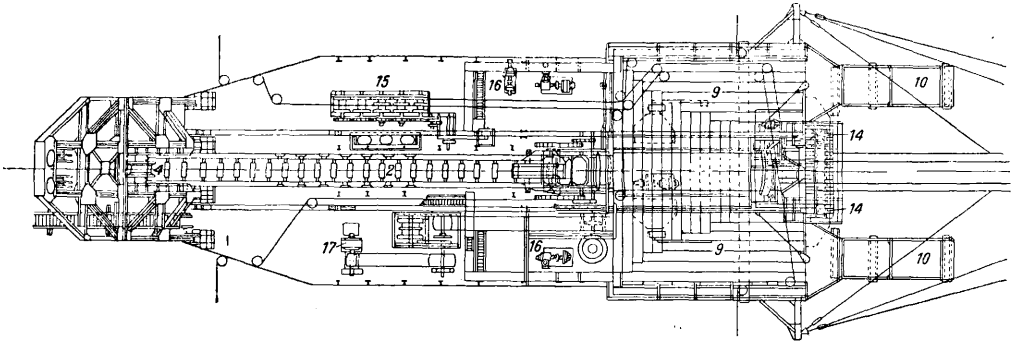
Фиг. 1.

ложены все аппараты драги, 2—черпаковая рама, укрепленная на центральной мачте 3 и несущая на нижнем конце нижний барабан 4; рама может подниматься и опускаться, вращаясь около оси, проходящей в проушины верхнего конца рамы; нижний конец рамы подвешен на канатах к передней мачте 5. Вокруг черпаковой рамы ходит цепь черпанов, огибая нижний и верхний 6 барабаны; последний является ведущим и поворачиает на центральной мачте. Поднятый черпаками материал россыпи (песок, гравий, глина, валуны) вываливается из черпанов при огибании ими верхнего барабана и через завалочный люк 7 поступает в промывочную бочку 8, представляющую собою барабанный грохот. Здесь материал при вращении бочки разделяется: мелкая часть его проваливается через отверстия бочки и поступает сначала на поперечные, а потом на продольные шлюзы 9, представляющие собою низкие желоба прямоугольного сечения, снабженные приспособлениями для улавливания драгоценного металла. Шлюзы устраиваются двусторонние, а на больших драгах и двухъярусные, как это изображено на фиг. 1; правые и левые. Верхние и нижние шлюзы разгружаются в колоды 10, которые отводят материал за корму драги.

браженный на фиг. 3; здесь 1—передние боковые канаты, 2—задние боковые канаты, 3—головной канат, натяжением которого достигается нажим черпачной цепи на забой. В процессе работы драга передвигается от одного борта пруда к другому, описывая дугу окружности, центр которой находится в точке закрепления головного каната. При работе драги на сваях драга вращается около одной из двух свай, при чем приводится в движение одним из боковых канатов; на схеме (фиг. 4) сплошной линией показано крайнее левое положение драги; из этого положения драга, вращаясь на свае 1, переходит в крайнее правое положение (линейный пунктир); затем свая 1 поднимается, свая 2 опускается, и драга совершает движение в противоположную сторону,

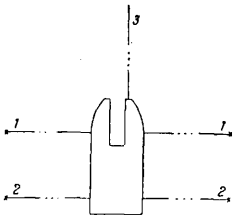
опять в свое крайнее левое положение (точный пункт). Однако, это положение не тождественно с предыдущим; за время вращения около свай драга успела продвигнуться вперед на некоторое расстояние, называемое шаг а г о м драги; величина этого

скашивается под некоторым углом к горизонтальной плоскости, для того чтобы разгружающийся со шлюзов материал, образуя отвал на дне дражного пруда, не мешал свободному маневрированию драги. Понтон д. б. особенно жесткой конструкции как в

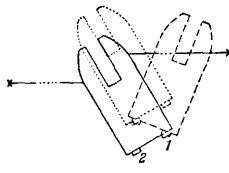


Фиг. 2.

шага зависит от расстояния между сваями и величины угла вращения драги. Смотря по характеру обогащенного металлом слоя



Фиг. 3.



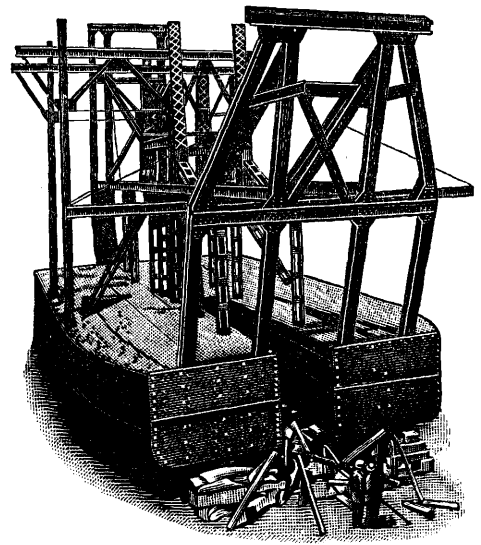
Фиг. 4.

драга вырабатывает или сразу всю толщ наносов и даже часть плотика (рыхлые обваливающиеся наносы) или выбирает эту толщ по слоям (плотные глинистые наносы), для чего приходится поднимать черпачную раму из ее предельного нижнего положения на соответствующую высоту.

Конструкция отдельных частей драги. Наиболее ответственной частью драги является деревянный или металлич. (стальной) п о н т о н. Металлич. понтон легче деревянного (приблизительно на 40%), что обуславливает меньшую осадку драги; он имеет более продолжительный срок службы (15 и более лет, в то время как деревянные понтоны служат 8—10 лет), безопасен в пожарном отношении и требует меньшего ремонта. Однако, первоначальные затраты на устройство металлического понтона больше, особенно при дальней перевозке к месту работы, при плохом состоянии дорог. В этом случае выгоднее построить понтон на месте, если, конечно, имеется поблизости годный для постройки лес. Сооружение деревянного понтона требует высокосортных сухих лесных материалов и точной работы. Общий вид понтона изображен на фиг. 5. Понтон имеет в передней части вырез для прохода черпающего аппарата; наружные углы понтона в передней части скашиваются или закругляются в целях более полной выработки угловых частей дражного пруда; в некоторых случаях (при небольшой глубине черпания) дно понтона в кормовой части (иногда и в передней)

продольном, так и в поперечном направлениях. Это достигается большим числом прочных сопряжений частей остова понтона.

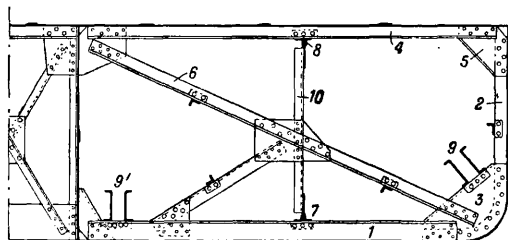
Основными элементами конструкции металлич. понтона являются (фиг. 6) шпангоуты, состоящие из флоров 1 и бортовых ветвей 2, соединенных в стыках бракетами 3; шпангоуты располагаются по длине понтона на определенном расстоянии и обшиваются снаружи стальными листами. Бортовые ветви шпангоута сверху соединены с бимсами 4 при помощи книц 5; флоры шпангоутов соединены с бимсами вертикальными связями-пиллерсами 10. Для придания понтону большей жесткости в поперечном направлении иногда устраиваются раскосы 6. Жесткость понтона в продольном направлении достигается наружной обшивкой, палубой и внутренними стенками, к-рые служат продолжением стенок выреза, а также стрингерами 7 и карлингсами 8. В крупных драгах устраиваются еще и дополнительные стрингеры 9, а иногда—кильсоны 9', укладываемые вдоль понтона.



Фиг. 5.

Форма и размер сортов стали (угловая, коробочная, тавровая и др.) выбираются в зависимости от размеров драги и распределения нагрузки, к-рая гл. обр. совпадает с местами укрепления мачт. Большое внимание уделяют способу сочленения мачт с остовом понтона и надлежащей связи между мачта-

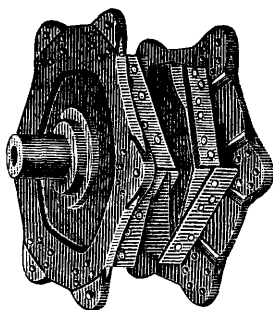
ми, к-рая также увеличивает прочность понтона в продольном направлении. Мачты делают деревянными и металлические. Наиболее опасным местом в понтоне является передняя часть его у выреза; поэтому стенки



Фиг. 6.

выреза и носовой части делают из более толстых листов; кроме того, понтон разделяется водонепроницаемыми перегородками на несколько изолированных частей. Размеры понтона зависят от мощности дражной установки, а также от глубины черпания; отношение длины понтона к его ширине—от 2,5 до 3.

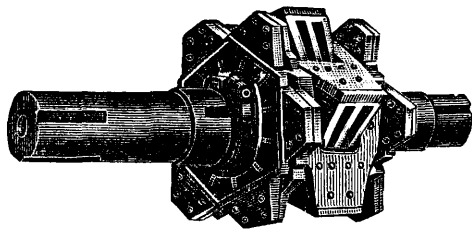
Черпающий аппарат драги состоит из черпаковой рамы, барабанов и черпаков. Черпаковая рама представляет собою клепаную балку, длина к-рой зависит от глубины черпания. На верхнем конце рама имеет отверстия для прохождения оси, при помощи к-рой рама подвешивается к центральной станине или к валу верхнего барабана, а на нижнем конце—выступы, несущие подшипники для оси нижнего барабана. На верхней поверхности рамы укреплены ролики, по к-рым движутся черпаки. На вкладном листе изображена драга в процессе сборки: черпаковая рама еще не поднята, но ролики на ней уже укреплены. Цепь черпаков при своем движении огибает стальные барабаны. Нижний барабан имеет шестигран. (фиг. 7), а иногда и круглую формы. Он снабжен ребордами во избежание соскакивания цепи черпаков. Грани обоих барабанов снабжают сменными накладками из марганцевой стали. На вкладном листе изображены нижний кон-



Фиг. 7.

нец рамы, нижний барабан и часть цепи черпаков. Подшипники осей нижнего барабана и роликов тщательно закрыты. Верхний, ведущий барабан (фиг. 8) укрепляется на валу шпонками и снабжается установочными кольцами во избежание бокового движения. Число граней обычно 6. Особое внимание обращают на прочность оси верхнего барабана, так как она подвергается сильным и неравномерным напряжениям; диаметр ее в больших современных драгах доходит до 0,5 м. Черпаки непосредственно выполняют работу черпания грунта, и поэтому форма черпака в каждом отдельном случае определяется характером грунта.

Черпаки и в особенности их режущие края (губы) изготовляются из лучших сортов специальных сталей (хромоникелевой, марганцевой). Толщина стенок—от 6 до 10 мм, а толщина губы—до 30 мм; вес черпака больших драг достигает 2,5 т. Черпак состоит из двух или из трех частей; днища с двумя проушинами впереди и выступом сзади, тела черпака и губы. Весьма существенной для бесперебойной работы драги является прочность соединения черпаков в одну бесконечную цепь. В зависимости от способа соединения получается: 1) сплошная цепь черпаков, когда черпаки следуют непосредственно один за другим (применяется преимущественно в драгах т. н. американского типа) или 2) прерывистая цепь, когда черпаки следуют один за другим с интервалом в один черпак (применяется преимущественно в драгах, т. н. новозеландского типа). Число черпаков, подаваемых драгой америк. типа в одну минуту, 19—22, драгой новозеландского типа 12—13. Сплошная цепь черпаков обеспечивает более спокойную работу драги (менее сильные толчки), но зато, при наличии в россыпи крупных валунов, черпаки изнашиваются



Фиг. 8.

быстрее: случается, что их днища продавливаются находящимися в нижележащем черпаке валунами в тот момент, когда черпаки, обогнув нижний барабан, располагаются по прямой линии. Соединительные болты изготовляются из лучших сортов стали: фирма Juba Construction Co, напр., изготовляет их из ковanej хромоникелевой стали, подвергнутой специальной закалке в масле. Диаметры болтов в больших драгах достигают 0,2 м.

Промысловыми аппаратами на драге являются бочка и шлюзы. Добытый черпаками материал, пройдя через колосники (для удаления крупных валунов) и завалочный люк, направляется в бочку. Назначение бочки—привести материал в достаточно разрыхленное состояние, отделить валуны и крупную гальку и направить на шлюзы материал, содержащий зерна \varnothing не крупнее 18 мм. На драгах применяются почти исключительно полые цилиндрич. бочки \varnothing до 3 м и длиной до 17 м; угол наклона бочек ок. 4°. Общий вид бочки изображен на вкладн. листе. Боковые поверхности бочек состоят из приклепанных к каркасу перфорированных листов котельного железа, обычно с круглыми увеличивающимися от верхнего конца к нижнему отверстиями диаметром от 8 до 18 мм. Бочка приводится во вращение от одного или двух роликов трения; кроме роликов, поддерживающих бочку, устанавливаются еще упорные ролики, препятствующие скольжению бочки в направлении

уклона. Вода, необходимая при процессе протирки материала, доставляется в бочку под напором через особую трубу. Нижняя часть бочки заключена в кожух, под к-рым находится распределитель. Назначение последнего—равномерно распределить просеивающийся через отверстия бочки материал на обе стороны шлюзов.

Схематич. изображение положения бочки, кожуха и шлюзов представлено на фиг. 9: здесь 1—бочка; 2—подводящая воду труба; 3—протираемый материал; 4—кожух; 5—верхний ярус шлюзов; 6—нижний ярус шлюзов; 7—вспомогательные шлюзы, направляющие провалившуюся с верхних шлюзов часть материала на нижние шлюзы; 8—вода из насадок водоподводящей трубы, подаваемая под давлением.

Шлюзы представляют собою приспособления, назначение к-рых—улавливать зерна золота, освобожденные из механич. смеси их с песком и глиной. Шлюзы—неширокие (0,6—0,9 м) желоба, часто металлические,

установленные с уклоном (0,100—0,125) и снабженные трафаретами для улавливания зерен золота (см. *Гидравлические разработки*). Из распределителя материал поступает сначала на поперечные шлюзы, а затем на продольные. Площадь шлюзов бывает весьма различна, и в новейших драгах заметна уже тенденция к неуклонному увеличению отношения площади шлюзов к объему промываемой породы: с этой целью шлюзы располагают и по бокам понтона на кронштейнах.

На драгах с емкостью черпака менее 8 фт.³ приходится до 250 фт.³ поверхности шлюзов на 1 фт.³ емкости черпака. При большей емкости черпака устраивают двухъярусные шлюзы. Промытый материал выгружается на некотором расстоянии за кормой понтона, а крупный обломочный материал (галька, валуны) транспортируется в отвал при помощи элеваторов ленточного или коробчатого типа. В новейших драгах устанавливают два, иногда даже три элеватора.

С в а и, около к-рых драга вращается во время работы, представляют собою железные клепаные или деревянные (из 4 брусев) балки; они движутся в особых направляющих—сваедержателях, расположенных у кормовой части понтона, и поднимаются металлическ. канатами при помощи блоков, укрепленных на задней мачте. Нижняя часть сваи снабжается литым из стали башмаком, к-рым она врезывается в дно водоема. Вес свай больших драг достигает 60 т.

Н а с о с ы, подающие воду в бочку, работают под давлением ок. 4 атм; остальные насосы снабжают водой шлюзы, завалочный люк и нек-рые другие приспособления. Расход воды приборами драги большой и по объему равен в среднем десятикратному количеству промываемой породы.

Типы и условия применения драг. Кроме описанного типа (стакерные драги), встречаются, хотя и редко, другие типы:

а) землесосные драги, в к-рых добыча материала производится при помощи мощного центробежного насоса, засасывающего металлоносный материал со дна водоема; б) одночерпаковые драги, черпающий аппарат к-рых представляет собою паровую лопату, монтированную на понтоне, и в) шипцовые драги, в к-рых подъем металлоносного материала производится устройством, аналогичным соответствующей части канатного экскаватора шипцового типа.

Применение драг значительно увеличило число разрабатываемых месторождений россыпного золота. Напр., в 1927 г. в Аляске, где работали 34 драги, 52% россыпного золота было добыто этим способом. Применение дражного способа разработки требует наличия некоторых предпосылок технич. и экономич. характера, а именно: 1) россыпь не должна залегать глубоко (так, мощная 17-футовая драга, устанавливаемая на Ленских приисках и спроектированная для глубины черпания в 24 м, является одной из наиболее глубоко работающих драг); 2) если россыпь находится не на дне водных бассейнов, то должна существовать возможность устройства дражного пруда; 3) россыпь должна содержать достаточное количество драгоценного металла и не изобиловать крупными валунами, превышающими размеры черпаков; 4) плотик д. б. «разбурным», т. е. поддаваться разрушающему действию черпаков, т. к. в противном случае значительная часть металла будет потеряна (обычно при дражных разработках теряется до 20% содержащегося в россыпи металла); 5) россыпь должна содержать достаточные запасы подлежащего переработке материала, обеспечивающие по крайней мере 10-летний срок амортизации.

Производительность и стоимость драгирования. Теоретическ. производительность драги определяется числом черпаков, подаваемых в единицу времени, их емкостью и степенью их наполнения. По емкости черпаков (в фт.³) драги и получают свои определения: трехфутовая, семнадцатифутовая и т. д. Лоуридж, на основании многочисленных наблюдений над работой новозеландских драг, дает для степени наполнения черпаков пределы 50,2% и 65,8%, в среднем — 57%; по данным американской практики, степень наполнения черпаков при благоприятных условиях (рыхлые наносы, рыхлый bedrock, высокий забой) поднималась до 85—87%, при каменистом же грунте опускалась ниже 33%. Кроме того, значительное влияние на степень наполнения оказывает опыт лица, непосредственно управляющего работой драги. Часовая производительность американ. драг в Калифорнии, по данным Дженина (Janin), выражается в следующих цифрах.

Размеры черпака	3 фт. ³ .	5	7,5	13,5
Действительная производительность в м ³	0,084	0,114	0,210	0,378
	47,9	97,8	157,9	308,0

Продолжительность рабочего сезона зависит от климата, особенностей местности; так, для калифорнских драг число рабочих дней в году, когда возможна работа, нормально равно 363—364; в Аляске это число для драг средней мощности и неглубоко черпа-

ющих колеблется в пределах 120÷150 дн., для Урала и большей части Сибири продолжительность рабочего сезона м. б. принята для мощных драг в 7 месяцев.

На выбор типа драги в смысле ее производительности влияют следующие факторы: запас песков, наличие крупных камней в россыпи (требуется большая емкость черпака) и условия доставки драги. При плохих дорогах доставка драги на место иногда обходится дороже самой драги; так, 17-футовая драга з-да Висугус, установленная на реке Бодайбо в Ленско-Витимском районе, стоила на заводе 920 000 р., а доставка ее обошлась свыше 1 млн. р.

Стоимость дражных разработок, выражаемая в коп. на 1 м³ переработанного материала, колеблется в очень широких пределах в зависимости от характера и размеров россыпи, числа и размеров драг, продолжительности рабочего сезона, стоимости рабочих рук, материалов и энергии и величины амортизации. По данным Кливленда, относящимся к 1927 г., 132 драги, действовавшие в Калифорнии в течение последних 28 лет и переработавшие около 760 млн. м³, показали среднюю стоимость 1 м³ в 17,6 коп. Стоимость драгирования по отдельным статьям расхода в % от общей стоимости выражается следующими цифрами:

Рабочая сила	21,2
Материалы	0,8
Энергия	19,0
Рабочая сила при ремонте	10,0
Материалы при ремонте	39,0
Накладные расходы	10,0

Примером высокой стоимости работ могут служить дражные разработки в Аляске (Yukon Gold Co); здесь стоимость 1 м³ колебалась от 50,8 до 89,0 к. и выше для отдельных драг, работавших в неблагоприятных условиях; причинами высокой эксплуатационной стоимости 1 м³ для аляскинских драг являются: 1) короткий рабоч. период, 2) дорогие рабочие руки и материалы и 3) распространность вечной мерзлоты (расход по искусственной оттайке этой мерзлоты составлял свыше 50% от общей стоимости дражных работ). Для драг средней мощности (5—7,5-футовых), работавших в пределах СССР, стоимость 1 м³ колебалась для Урала от 16,0 до 22,4 к. и для Енисейской тайги—от 21,0 до 28,5 к. (по данным комиссии при «Советательной конторе золота и платинопромышленников»).

Рабочий и обслуживающий персонал на драге невелик, т. к. все производственные процессы, за исключением сполоска, механизированы. На больших электрич. драгах в Калифорнии команда состоит из 11 чел.: один заведующий драгой, три драгера, три масленщика и четыре подсобных рабочих, из которых один является кузнцом. Иллюстрацией степени механизации всего процесса служит количество человекодней на 1 м³ добытого драгой материала: для лучших уральских драг оно равно 0,003÷0,025, а для калифорнских—0,005÷0,010; при разработке же россыпей мускульным трудом (Карийские прииски на Алтае) требуется до 0,5. Расход энергии зависит гл. обр. от глубины черпания и особенно от характера материала россыпи и колеблется в пределах

от 1,0 до 1,5 kWh, достигая в особенных случаях 3,1 kWh на 1 м³. При разработке россыпи одной драгой выгодно установить паровую драгу; при одновременной работе двух или более драг или при наличии в районе электрич. станции, установка электрических драг представляется более рациональной.

Крупную статью стоимости драгирования составляют материалы, расходуемые при ремонте драги, что объясняется как большим весом расходуемого металла, так и высокой его стоимостью (специальные стали).

Значение драгирования в деле разработки россыпных месторождений золота весьма велико: громадные золотосные площади, считавшиеся до введения этого способа нерентабельными, а равно разработки, заброшенные по причине низкого содержания в них драгоценного металла, получили промышленное значение и начали разрабатываться. Данные по истории и статистике Д. д. см. *Золотопромышленность*.

Лит.: «Уральский технико-экономическ. сборник», Свердловск, 1922. 3; Барбот-де-Марни Е., Драгирование россыпных месторождений золота и платины, М., 1924; «Золото и платина», Л.; «Вестник золотопромышленности», Томск; Jennings H., Gold Dredging in the U. S., «U. S. Bureau of Mines, Bulletins», Wash., 1918, 127; Jennings H., History a. Development of Gold Dredging in Montana, ibid., 1916, 127; Peeler R., Mining Engineers' Handbook, N. Y., 1927. **Е. Прокопьев.**

ДРАКОНОВА КРОВЬ, собирательное название нескольких тропич. смол буро-красного, почти черного цвета с яркочерной чертой в куске, карминово-красного в свежем изломе, хрупких, твердой консистенции, не пахнущих и поступающих на рынок в виде слезок, шариков, палок, лепешек и сплошной массы в ящиках. Растения, производящие Д. к. (см. табл.), относятся к лиановидным пальмам, лилейным, мотыльковым и молочайным. До европ. рынка доходит гл. обр. пальмовая Д. к., называемая также ост-индскою, и притом преимущественно от *Daemonorops draco*. Эта Д. к. относится к разряду мягких смол и характеризуется следующими свойствами. В спирте, эфире, терпентине и бензоле, щелочах, минеральных маслах и уксусной к-те, хлоралгидрате растворима вполне, в петролейном эфире, бензине, уксусном эфире, хлороформе, бензоле, сероуглероде растворима отчасти; растворы Д. к. имеют красный цвет. Кислотное число у наилучших сортов Д. к. 137—139; метоксильное число 27,6—33,8; карбонильное число 0,9; удельн. вес 1,20—1,24, меняясь от содержания растительных тканей; $t_{пл.}$ около 70°; при разжевывании Д. к. размягчается и имеет сахаристый вкус, без запаха. При 210° разлагается, оставляя всгущившийся уголь, а в дистиллате—толуол, стирол, воду с кислой реакцией, бензойную кислоту, ацетон, масла и газы. Д. к. содержит красное смолистое вещество—смесь двух сложных эфиров таннола (дракорезинотаннола $C_8H_{10}O_2$) с бензойной $C_6H_5 \cdot CO_2 \cdot C_8H_9O$ и бензоилуксусной $C_6H_5 \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CO_2 \cdot C_8H_9O$ к-тами. Кроме того, в Д. к. содержится резен желтого цвета (дракорезен $C_{22}H_{44}O_2$) с $t_{пл.}$ 74°. В высших сортах Д. к. (пальмовой) характерной составной частью является дракoлбан $C_{20}H_{40}O_4$, отсутствующий в низших сортах.

Виды смолы драконовой крови и производящие их растения.

Производящие растения	Группа	Род	Семейство	Русское название	Место произрастания	Название смолы		
<i>Daemonorops draco</i> Mart.	Ост-индские саго- вые пальмы	<i>Calamus</i> , ланано- видные пальмы	Principes, пальмы	Ротанг	} Дальняя Индия, Молуккские о-ва, Сундайские о-ва, Суматра, Ява, Борнео	} Драконова кровь, пальмовая драко- нова кровь, индийская или ост- индская драконова кровь		
<i>Calamus draco</i> Willd.*1	»	»	»	—				
<i>Calamus rotang draco</i> L.*1	»	»	»	Испанский тростник				
<i>Calamus scipionum</i> Lourd.	»	»	»	—				
<i>Calamus niger</i> W.	»	»	»	—				
<i>Daemonorops accedens</i>	»	»	»	—			Суматра	Суматранская драконова кровь
<i>Daemonorops propinquus</i> Becc.	»	»	»	—			Малайский полуо-в	—
<i>Daemonorops draconcellus</i>	»	»	»	—	Суматра	Суматранская драконова кровь (име- ет лишь местное значение)		
<i>Dracena draco</i> L.	Draceneae (дра- ценовые)	—	Liliaceae (лилей- ные)	Драконовое дерево	Канарские о-ва и Ост-Индия	Канарская драконова кровь (<i>Sanguis s. resina draconis canariensis</i>)		
<i>Dracena cinnabari</i> Balf.	»	»	»	—	О-в Сокотора	Сокоторская драконова кровь		
<i>Dracena australis</i> Norh.	»	»	»	—	—	—		
<i>Dracena rubra</i> Norh.	»	»	»	—	—	—		
<i>Dracena ambet</i> Kotch.	»	»	»	—	Африка	Сокоторская драконова кровь (<i>Vera</i>)		
<i>Dracena shizantha</i> Becc.	»	»	»	—	—	Сокоторская драконова кровь « <i>Sicut dico</i> »		
<i>Dracena Bourghavi</i> Ten.	»	»	»	—	—	—		
<i>Pterocarpus draco</i> L.	Dalbergieae (даль- бергиевые)	<i>Pterocarpus</i>	Leguminosae (бо- бовые), подс. <i>Ra- pilionaceae</i> (мо- тыльковые)	—	Вест-Индия	Вест-индская драконова кровь (<i>San- guis draconis de Carthagena, Resina draconis americana</i>)		
<i>Pterocarpus marsupium</i>	»	»	»	Дерево-кино	Малабарский берег	Ост-индская драконова кровь или кино (<i>Kino malabaricus, s. indicus, s. orientalis, s. in granum</i>)		
<i>Croton draco</i> Schlecht.	Crotoneae (кото- новые)	—	Euphorbiaceae (молочайные)	—	Мексика	Южно-американская, мексиканская драконова кровь		
<i>Croton gossypifolium</i> H. B. K.	»	»	»	—	Венесуела и Колум- бия	Венесуельская и колумбийская дра- конова кровь		

*1 Некоторыми считаются тождественными с *Daemonorops draco* Mart.

Дракоалбан можно получить из эфирной вытяжки 10 г Д. к. в 50 г горячего эфира, осажда посредством 50 см³ абс. спирта. Следующая составная часть — ф л о б а ф е н ы, продукты удвоения и окисления таннинов, затем растительные ткани и зола. Для соотношения частей характерен анализ К. Дитериха:

Составные части	%
Дракоалбан	2,50
Дранорезен	13,58
Эфиры дракорезинотаннола с бензойной и бензоилуксусной к-тами	56,86
Нерастворимые в эфире	0,30
Флобафены	0,03
Зола	8,30
Растительные ткани	18,40

Торговые сорта Д. к. располагаются по достоинству в следующем порядке: ост-индская, суматранская, канарская, мексиканская, вест-индск., южно-американская. Д. к. применяется в производстве цветных спиртовых лаков для металлов, лучших мебельных политух, красок для живописи, красной фотографич. бумаги, цинкографических лаков, зернистых решеток (растр) на стекле (по К. Флекку, порошок Д. к., просеянный между ситами в 50 и 60 нитей см), красного пластыря в фармации. Наконец, Д. к. применяется как окраска специальной реакгентной бумаги Дитериха (*Dracorubinpapier*), служащей при дитериховском дракорубиновом испытании на бензол в производных бензина. Д. к. нередко фальсифицируется более дешевыми смолами, напр., даммаром или канифолью; признаком отличия служит их большее кислотное число.

Лит.: Любавин Н. Н., Технич. химия, т. 6, ч. 8, стр. 97, М., 1914; Hoffmann R., Farbstoffe. Die Rohstoffe d. Pflanzenreichs, hrsg. v. J. Wiesner, 4 Aufl., B. 1, p. 384—386, Lpz., 1927; Wolff H., Harze u. Balsame, ibid., p. 1044—1045; Barry T. H., Drummond A. A., Morrill R. S., Natural and Synthetic Resins, p. 89, L., 1926; Vèzes M. et Dupont G., Résines et térébenthines, P., 1924; Dieterich K., The Analysis of Resins, Balsams, a. Gum Resins, 2 ed., L., 1920; Bamberger u. Gregor, «Allgem. österr. Chemiker- u. Techniker-Ztg.», W., 1898, 8, 9; Kitt, «Chemiker-Ztg.», Cöthen, 1898, Jg. 21, p. 358; Kunz u. Krause, ibidem, 1897, Jg. 20, p. 833. П. Флоренский.

ДРАНИЧНАЯ КРОВЛЯ, кровля из драницы, т. е. сосновой (реже еловой или осиновой) лучины длиной 1—2 м, шириной 9—13 см и толщиной 4—6 мм. Лучина щеплется ножом из брусков и имеет поэтому шероховатую (с маленькими рубчиками) поверхность, способствующую стеканию воды вдоль драницы.

Покрытие крыши драницей делают в 3—5 слоев, при чем образующие обрешетку 63-мм бруски прибывают при 3 слоях драницы на расстоянии 33 см, при 4 слоях—на расстоянии 50 см, при 5 слоях—на расстоянии 40 см, т. е. на расстоянии, равном соответственно $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{5}$ длины драницы. Первые ряды покрытия (над карнизом или свесом крыши) состоят из укороченной драницы, с тем чтобы в каждом ряду получилось одно и то же число слоев драницы. В рядах каждая дранка должна перекрывать $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ ширины рядом лежащей дранки. Существуют два способа крепления драниц к обрешетинам: непосредственно гвоздями и посредством реек. В первом случае каждую дранку прибывают в верхнем конце к обрешетине гонтовым гвоздем (дл. 30 мм). Во вто-

ром случае только драницы первых двух рядов прибывают обычным способом (гвоздями), а остальные ряды прижимают рейками (толщ. 25—38 мм), прибываемыми к обрешетинам 125-мм гвоздями. В разжелобках ряды сдваиваются. Конек и ребра перекрывают двумя досками (толщиной 25 мм) в перекрой швов.

Д. к. легка, достаточно плотна, дешева, держится 12—18 лет при креплении одними гвоздями и до 30 лет при креплении и рейками, допускает подъемы от $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{4}$. Огнеопасность Д. к. больше, чем тесовой.

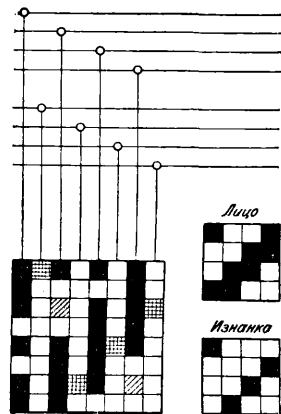
Лит.: Романович М. Е., Граждан. архитектура. Части зданий, 4 изд., СПб, 1903; Стапенко К., Части зданий, 6 изд., П., 1923. С. Брилинг.

ДРАНЬ, дощечки, выколотые из сосновых или осиновых плашек; различают штукатурную Д. и поделочную Д. Штукатурная Д., идущая на обивку стен под штукатурку, готовится преимущественно из широколиственной, прямоствольной части древесины сосны и имеет след. размеры: длину 2,13 м, ширину 1,9—3,8 см, толщину 0,3 см. Встречается в торговле двойная Д. толщиной в 0,6 см, которая м. б. расколкой превращена в обыкновенную. По качеству Д. сортируется на рядовую и отборную. Штукатурная Д. продается пучками в 24 пары, копами, сотнями и тысячами. Сосновая плашка, из к-рой готовится штукатурная Д. под названием *Lathwood* и *Splittholz*, служит предметом экспорта в Англию и Германию, представляя собою сегменты оболочки прямоствольных отрубков сосны, шириною по хорде 17,8÷22,9 см, при длине 2,44 м. Учет плашки производится англ. сж.³ (*fathom*), содержащими 216 фт.³. Поделочная Д., широкая, до 35 см, идет для приготовления лукошек, обечак для решет и сит и готовится из сосны; узкая, до 4,44 см, выкалывается из широколиственной сосны и ели и употребляется на плетение упаковочных коробок и корзинок. Размеры поделочной Д.: длина 0,71 м, толщина—3,18 см и ширина—до 35 см.

Лит.: Вережа П. Н., Опыт лесоводственного терминологии, словаря, стр. 127, СПб, 1898; Нестеров Н. С., Дерево как строительный и поделочный материал, стр. 72, М., 1915. Н. Нобранов.

ДРАП, шерстяная ткань, отличающаяся большими толщиной, плотностью и весом.

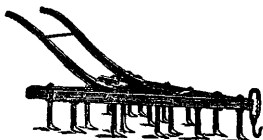
В зависимости от сорта употребляемой шерсти Д. бывает мягкой, полугрубый и грубый. Иногда для основы берут хлопчатобумажн. пряжу. По переплетению драп представляет двойную ткань, т. е. лицо его и изнанка вырабатываются каждая самостоятельно и одновременно соединяются друг с другом. Переплетение и лица и изнанки бывает обыкновенно простое саржевое или сатиновое. На фиг. приведен



пример саржевого переплетения. Отношение числа основных нитей в лице и изнанке берут преимущественно 1:1, реже 2:1 и 3:1. Основу на станке помещают или на одном навое или отдельно для лица и изнанки. Часто пряжа для ткани применяется цветная, и в таком случае лицо отличается от изнанки также и цветом. На изнанку употребляется пряжа более низкого качества. После ткачества Д. подвергается ряду операций (см. *Суконное производство* и *Ткани*). Сорта Д. имеют особые названия: дубль, ротин, молль, велюр. Техническ. расчет сурового драп-дубль след.: № основы 5,2, № утка 5,2, число нитей основы 2 400+40 на кромки=2 440, плотность по утку 155 нитей на 10 см, ширина суровой ткани 171 см, готовой—133 см, длина 30 м, ширина берда 182—186 см.

Н. Новиков.

ДРАПАЧ, орудие, снабженное рабочими лапками для поверхностного разрыхления пашни; применяется для уничтожения сорной растительности на паровых полях и иногда для лущения жнивья. Происхождение орудия польское, иногда его еще называют шведской бороной. Простейший драпач имеет деревянную раму с регулятором



глубины хода в виде гребенки, по к-рой передвигается вверх и вниз упряжной крюк. Д. снабжен одной или двумя ручками. Более сложный Д. заводского производства делается с железной рамой и более сильными остроконечными лапками-лемешками. Одного типа с Д. является так назыв. кр ю м м е р, с треугольной рамой, осью с двумя колесами и регулятором, позволяющим устанавливать его на различную глубину.

Б. Крыль.

ДРАТВА о б у в н а я, употребляемый при шивании обуви проваренный конец (с у ч е н а я п р я ж а, проваренная смолой или варом). Иногда Д. называется также и пряжа, употребляемая для изготовления конца. Проваренный конец употребляется для тачки голенищ, пришивания ранта к стельке и подошвы к ранту. Конец состоит из прядей, а пряди—из волокон. Длина волокон имеет для драпты существенное значение. Чем волокно длиннее, тем легче и лучше делается присучка для всучивания щетинки. Лучшим материалом для получения ровных и тонких прядей с длинной присучкой является лен, самым прочным—пенька, к-рая хорошо противостоит сырости. Хлопчатая бумага для ссучивания конца не годится, т. к. ее волокна коротки: поэтому в конец нельзя всучить щетинку. Чем тоньше пряди и чем большее количество их ссучивается для конца, тем он прочнее. Для пришивания ранта конец ссучивается примерно из 25 прядей, т. к. рант должен крепко держаться в течение всего времени ношения обуви. Для пришивания подошвы к ранту конец м. б. тоньше—около 12—15 прядей; здесь не требуется такой прочности, и шов нужен только до износа подошвы. Самый тонкий конец ссучивается для тачки; в этом случае достаточно 3—5 прядей. Проваривание конца следует производить осторожно, так как при

этом его легко можно пережечь, и конец утратит свою прочность.

В. Флеров.

ДРЕВЕСИНА представляет собою сложный комплекс безазотистых органич. веществ, частью соединенных между собою путем адсорбции, а частью прочно связанных химически. Главными компонентами Д. являются: целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин. Эти вещества входят в состав ткани всякого растительного организма; поэтому одинаково можно говорить как о Д. древесных пород, так и о Д. злаков, трав, мхов и даже водорослей. Многие исследователи считают, что лигнин обнаруживается в составе растительной ткани лишь на определенной стадии развития растительных форм, и, находя лигнин в мхах, отрицают его присутствие в водорослях. Такое мнение недостаточно обосновано, так как, например, в семействе Мезосаграссеае обычными методами исследования можно найти до 7% лигнина. В промышленности приходится иметь дело преимущественно с древесиной лиственных и хвойных пород деревьев.

В древесине, кроме упомянутых выше соединений, образующих основную часть клеточных стенок, находится еще нек-рое количество легко удаляемых из нее веществ. Сюда относятся: смолы, жиры, эфирные масла, дубильные и красящие вещества, соли органич. кислот, в незначительном количестве *алкалоиды* (см.) и *глюкозиды* (см.) и т. п. Они расположены или внутри клеток (напр. красящие и дубильные вещества), или между клетками (напр. смолы), или в отдельных сосудах (напр. млечный сок) и легко извлекаются из Д. с помощью нейтральных растворителей, без каких-либо изменений в основном ее составе. Экстрактивные вещества Д. находят большое практическое применение: дубильные вещества—в кожевенном производстве, эфирные масла—в парфюмерии, в медицине и микроскопическ. практике, смолы—в бумажной и смолокурной промышленности, красящие вещества—в текстильном и кожевенном производствах. Относительно красящих веществ нужно заметить, что они находятся в Д. не в виде красок, т. е. собственно красителей, а в виде бесцветного красящего начала, которое только при окислении дает активный краситель. Таков, напр., г е м а т о к с и л и н в кампешевом дереве, переходящий при окислении в черный краситель *гематин* (см.). В химич. отношении Д. различных пород отличаются друг от друга неодинаковым % ным содержанием своих составных частей, неодинаковой степенью прочности связи между ними и различным составом и количеством экстрактивных веществ. Элементарный состав древесины различных пород колеблется в очень небольших пределах.

Табл. 1.—Элементарный состав древесины (%)

Элементы	Лиственница	Сосна	Дуб	Бук	Береза	Ясень	Тополь	Вяз
Углерод . . .	50,1	49,6	49,4	48,5	48,6	49,4	49,7	50,2
Водород . . .	6,3	6,4	6,1	6,3	6,4	6,1	6,3	6,4
Кислород . .	43,6	44,0	44,5	45,2	45,0	44,5	44,0	43,4

Как видно из таблицы 1, абсолютно сухая Д. в среднем содержит: 49,5% С, 6,3% Н, 44,2% О. Азота в Д. содержится до 0,3%; большая часть азота приходится на долю протеинов, находящихся в протоплазме живых клеток и остающихся в Д. при высушивании, а в Д., содержащих алкалоиды,—на долю этих последних. Кроме органических веществ, Д. содержит минеральные вещества в количестве от 0,3 до 1,5%. Содержания золь в срубленном дереве всегда больше весной, потому что в этот период усвоение солей происходит особенно энергично. Важнейшей составной частью золь являются: кальций (40—60% всех остальных катионов), калий, магний, натрий, железо, марганец, иногда алюминий. Они находятся в Д. в виде солей органич. к-т (гл. обр. щавелевой к-ты) и в виде углекислых, фосфорнокислых, кремниевых и в незначит. количестве—солянокисл. и сернокисл. солей.

Характерной качественной реакцией на Д. является ее окраска действием фенолов и ароматич. аминов. Эта способность приписывается присутствию в Д. вещества со свободной альдегидной группой. В 1899 г. Чапек выделил из Д., после обработки ее хлоридом олова и встряхивания с бензолом, небольшое количество вещества альдегидного характера. Это вещество, названное им г а д р о м а л е м, дает все цветные реакции на Д. В 1928 г. Гофмейстер повторил работу Чапека и нашел, что получающееся при этом вещество представляет собою кониферильный альдегид. Существует более 70 реактивов на Д., из которых наиболее употребительны: 1) флороглюцин, растворенный в соляной к-те—дает пурпурно-красное окрашивание; 2) сернокислый анилин в водном растворе—желтое окрашивание; 3) *n*-нитроанилин в сернокислом растворе—оранжевое окрашивание; 4) индол в виде концентрированного раствора сернокислой соли—кирпично-красное окрашивание; 5) обработка препарата хлором, а затем сульфатом натрия или аммиаком—красное окрашивание (очень хорошая реакция на одревеснение); Мёйле (Möyle) обрабатывает материал сначала раствором перманганата, затем соляной к-той и, наконец, аммиаком; так как при действии соляной кислоты на перманганат выделяется хлор, то принцип реакции—тот же; 6) иод в серной кислоте—коричневое окрашивание; 7) хлорцианкиод окрашивает Д. в желтый цвет.

При нагревании древесина разлагается, давая ряд продуктов (см. *Дерево*, сухая перегонка).

При обработке Д. водой при обыкновенной температуре в раствор переходят дубильные, красящие и некоторые другие экстрактивные вещества (а также сахара, поскольку они находятся в молодых клетках). При нагревании при атмосферном давлении, кроме экстрактивных веществ, в растворе обнаруживаются следы гемицеллюлоз, следы уксусной и муравьиной кислот, а также метилового спирта, из чего можно заключить о начинающемся гидролитическом действии воды. Кроме того, в растворе обнаруживается небольшое количество так наз. раство-

рнимого лигнина, очень легко переходящего даже при слабом нагревании в смолистое вещество. При нагревании древесины с водой под давлением гемицеллюлозы переходят в раствор уже в значительном количестве.

При обработке древесины водяным паром под давлением в конденсате получаются те же продукты, что при обработке водой; древесина же при этом размягчается и сильно буреет. Последнее происходит, вероятно, вследствие окисления, т. к. при прибавлении восстанавливающих веществ, а также при удалении кислорода, Д. получается значительно светлее. Продукт, получающийся после пропаривания и дефибрирования, в технике называется бурой древесины массой. Так как целостность волокна при этом процессе мало нарушается, то бурая древесная масса применяется при изготовлении прочных упаковочных бумаг.

Разбавленные минеральные к-ты действуют на Д. гидролизующим образом. В растворе получаются: как результат распада гемицеллюлоз сахара (ксилоза, манноза и галактоза), муравьиная и уксусная к-ты, метиловый спирт, ацетон и ацетальдегид. При гидролизе под давлением с 0,5—1%-ной HCl и H₂SO₄ пентозы и маннозы разрушаются, и наступает осахаривание целлюлозы. При нагревании Д. с 12%-ной соляной к-той при температуре кипения в дистиллате получается фурфурол и метилфурфурол, как результат распада пентоз, образовавшихся гидролизом из гемицеллюлоз. При обработке Д. крепкими к-тами (70%-ной H₂SO₄, 40%-ной HCl) вся целлюлоза переходит в раствор, и при кипячении раствора, разбавленного водой до слабой концентрации кислоты, дает *d*-глюкозу; гемицеллюлозы дают при этом ряд сахаров и фурфурол. В остатке после гидролиза получается лигнин. При гидролизе древесины хвойных деревьев получается значительно больше гексоз (сбраживающихся сахаров), чем пентоз (несбраживающихся сахаров), а при гидролизе лиственных—больше пентоз, чем гексоз. Обработка Д. разбавленными к-тами под давлением применяется за границей для получения питательных кормов для скота. (См. *Древесные отходы*). Были попытки получать сахар и затем этиловый спирт гидролизом Д. слабой к-той при высокой *t*^o или крепкой к-той при низкой *t*^o (см. *Винокурение*, выход спирта). При обработке Д. раствором сернистой к-ты при нагревании под давлением лигнин и часть гемицеллюлоз удаляются, и остается целлюлоза с большим или меньшим содержанием пентозанов. На этом принципе основана сульфитная варка Д. с целью получения целлюлозы, но т. к. при работе с большими количествами материала часто наблюдается обугливание остатка (как предполагается, образующейся при этом серной кислотой), то обычно для варки употребляют растворы сернисто-кислых солей Са и Mg с избытком SO₂ (обычно в 4%). Здесь также наблюдается образование серной к-ты, но она выделяется в виде сульфата кальция. Образование серной к-ты представляет очень интересное явление. Исследования проф. Л. П. Жеребова дают определенное указание на то, что в этом процессе участвуют

гемицеллюлозы и в частности—пентозаны. Они дают соединения с сернистой к-той (или ее солями), которые при $t^{\circ} 138^{\circ}$ разрушаются, при чем пентозы обугливаются, а серная к-та выделяется в виде кальциевой соли. Не исключается вероятность того, что для образования группы SO_3 отщепляется кислород от пентоз. Если продолжать нагревание оставшейся целлюлозы с сернистой к-той (с ней одной или в присутствии ее солей), наступает осахаривание целлюлозы, и практически, следовательно, всю Д. можно перевести в раствор. Исследование сернисто-кислого раствора, полученного после нагревания до стадии получения целлюлозы, обнаружило: 1) присутствие сахаров, образовавшихся от гидролиза гемицеллюлоз; 2) присутствие фурфурола, образовавшегося вследствие дальнейшего распада гемицеллюлоз; 3) присутствие метилового и этилового спирта; 4) присутствие органических к-т жирного ряда и 5) присутствие лигносульфоновых к-т. Лигноссульфоновые к-ты были тщательно изучены Класоном и получены им синтетически. Целлюлоза, полученная после варки, находит значительное применение в промышленности для изготовления бумаги и картона. Полученный после варки раствор (называемый в технике сульфитным щелоком) находит применение при выделке кож (обработка щелоком облегчает дубление). Сбраживанием щелока после нейтрализации углекислым кальцием получается этиловый спирт (см. *Винокурение*).

При обработке Д. разбавленными щелочами часть ее переходит в раствор. При прибавлении спирта из щелочного раствора выпадает осадок, к-рый при гидролизе дает пентозы в значительном количестве. По анализу Толленса, вещество, выделенное щелочами из еловой Д., при перегонке с 12% HCl дает фурфурол, количество к-рого соответствует 63—92% ксилозы. Из бука и осины гидролизом вытяжки получено также большое количество ксилозы. При обработке Д. щелочами при нагревании, кроме пентозанов (или гемицеллюлоз), в раствор переходит и лигнин. При повышении концентрации щелочи наступает распад целлюлозы. В растворе щелока присутствуют: муравьинокислый, уксуснокислый и щавелевокислый натрий, метиловый спирт, экстрактивные вещества, частью распавшиеся гемицеллюлозы, лигнин и некоторые вещества ароматического ряда, образовавшиеся вследствие распада лигнина, напр. производные ванилина. Результаты влияния концентрации щелочей и давления на растворимость (или распад) Д. (по Тауссу) приведены в табл. 3.

Нагревание Д. со щелочами под давлением применяется в промышленности для получения целлюлозы. Для варки употребляют или раствор каустики и соды (натронная варка) или раствор каустики в смеси с сульфидом натрия (сульфатная варка). Щелочной способ дает хорошие результаты при варке Д. с высоким содержанием смолистых веществ. Смоляные к-ты при этом омыляются и не препятствуют варке. Щелоки, полученные после варки, упаривают и регенерируют. Сплавлением со щелочами Д. дает

Табл. 3.—Распад древесины под влиянием щелочей и давления.

Концентрация NaOH в %	Давление в atm	Кол-во, перешедш. в раствор веществ в %	Кол-во, осадка в растворе при осадк. спиртом в %	Количество осадка при осаждении к-тами в %	Окрашенность вытяжки из этого раствора от фтороглюцина
3	1	28,37	нет	1,31	красная
3	5	50,96	»	15,94	»
3	10	70,31	следы	17,00	»
8	1	49,19	»	следы	»
8	5	75,85	2,0	16,00	»
8	10	81,90	1,7	25,40	нет окраски
14	1	35,45	4,8	2,00	»
14	5	91,48	26,8	24,80	красная

соли щавелевой, уксусной и муравьиной к-т, а также протокатеховую к-ту и пирокатехин. Сплавление со щелочью в присутствии воздуха дает (по Гейзеру-Спрусу): щавелевой к-ты 65,60%, протокатеховой к-ты 6,10%, пирокатехина 0,64%, уксусной к-ты 18,03%, муравьиной к-ты 2,32%.

Д. очень легко поддается действию окислителей. Уже при действии кислорода воздуха меняется цвет Д., что приписывается образованию в ней продуктов окисления; по всей вероятности при этом изменяется та часть Д., которая в первую очередь реагирует с окислителями вообще, т. е. лигнин. В частности нужно заметить следующее. 1) При действии азотной к-ты на Д. сначала разрушается межклеточное вещество, и Д. распадается на отдельные волокна (мацерация), при чем происходит удаление лигнина; при длительном воздействии изменяется и остающаяся целлюлоза, давая оксигеллюлозу. При нагревании с крепкой к-той происходит полный распад с образованием кислот жирного ряда, углекислоты и воды. 2) Сильным окислителем Д. является также перманганат в кислом растворе и хромовая к-та. 3) Действие галоидов (Cl, Br) на влажную Д. приводит к удалению лигниновых веществ и большей части гемицеллюлоз. Остается целлюлоза, к-рая также м. б. дальше окислена при длительном воздействии хлора. Обработанная хлором Д. окрашивается в оранжевый цвет—признак образования хлорированных производных лигнина; они легко растворяются в щелоках, труднее—в воде. В промышленности действие хлора на лигнин с образованием растворимых продуктов использовано для удаления остатков лигнина из целлюлозы, полученной варкой по щелочному или сульфитному способу. При этом целлюлоза белеет; этот процесс называется в технике отбелкой.

Д. обладает способностью адсорбировать фенолы и амины с образованием окрашенных продуктов. При этом она поглощает определенное количество реагента, и на этом свойстве основано определение количества древесной массы в бумаге (см. *Бумаги испытание*). Д. поглощает растворы солей в значительных количествах; этим пользуются на практике для предохранения Д. от атмосферного влияния, а также для получения огнестойкой Д. При помощи свинцовых и оловянных солей из Д. выделяют кониферилловый альдегид. При дейст-

вни нейтральных сернистокислых солей при нагревании под давлением из Д. могут быть удалены лигнин и часть гемицеллюлоз.

Главным составным веществом Д. является *целлюлоза* (см.).

Одной из составных частей Д. является лигнин. Под лигнином обычно разумеют продукт, не поддающийся гидролизу при обработке Д. крепкими к-тами. Лигнин при этом получается, конечно, не в том виде, в каком он находится в Д. Менее разрушенным считается лигнин, выделенный Поуелом (Powell) из Д. при нагревании с 8%-ной щелочью и осаждением фильтра кислой. Лигнин, по определению Вислиценуса (Wislicenus), представляет собой смесь гидрозоль высокомолекулярного веса, к-рые в виде коллоидального раствора находятся в соке камбиальных клеток; при выкристаллизации целлюлозы лигнин адсорбируется стенками целлюлозных волокон. Анализ выделенных из Д. лигнинов и сравнительные анализы Д. позволяют сделать следующие выводы: 1) лигнин содержит ацильные и метоксильные группы; 2) при ацилировании лигнина или метиллигнина общее число этих групп всегда равно 9; 3) лигнин содержит альдегидную группу и 4) при сплавлении со щелочами дает пирокатехин, т. е. ароматическое соединение, не получающееся при сплавлении полисахарида со щелочью.

Для анализа Д. ее натирают рашпилем и просеивают (сначала через сито 75, затем через сито 110). Пробу на влажность и навеску для экстракции берут одновременно. Для определения влажности 1 г Д. сушат при $t^{\circ} 105^{\circ}$ до постоянного веса в сушильном стаканчике и охлаждают в эксикаторе. Для определения содержания смол и жиров 20 г Д. обрабатывают в аппарате Соклета смесью из равных частей бензола и спирта; опилки заливают наибольшим количеством растворителя и оставляют на ночь, а затем извлекают на другой день в течение 6 ч. Для всех анализов берут экстрагированную Д.; поэтому подсушенные на воздухе опилки после экстракции помещают в баночку с притертой пробкой. Влажность их определяется в отдельной пробе. Полученный после экстракции раствор отфильтровывают, если попали опилки, избыток же растворителя отгоняют. Смолы сушат в шкафу при 107° , при чем в колбочки проводится трубочка для пропускания тока углекислоты—иначе смолы долго сохнут и сильно темнеют. Лигнин определяют, по способу Кенига-Класона, с 70%-ной H_2SO_4 ; 1,5 г опилок заливают осторожно, чтобы опилки пропитались, 25 см³ к-ты и оставляют на ночь; реакция заканчивается на следующий день. Проба на лигнин: 1) при разбавлении водой не должна выпадать целлюлоза и 2) после нагревания со щелочью части продукта гидролиза и при последующем окрашивании промытого продукта хлорцинкадом не д. б. синего окрашивания. Если обе реакции дают отрицательный результат, содержимое разбавляют водой до 250 см³, кипятят нек-рое время (30 м.) для осахаривания декстринов, отфильтровывают и промывают лигнин до исчезновения реакции на

серную к-ту и на восстановление фелингова раствора, а затем сушат при 105° .

Целлюлозу определяют по способу Кросса и Бевана, удаляя хлором нецеллюлозные соединения. 1 г Д. (экстрагированной) помещают в тигель Гуча, вкладное донышко к-рого общито тонкой материей (батистом, нансуком); материя точно обрезана по краю донышка, которое вставлено в тигель и пришто для прочности за нижнюю ткань. Опилки обрабатывают три-четыре раза горячей водой (лучше не кипящей, во избежание набухания) и закрывают тигель резиновой пробкой, в к-рую вставлена стеклянная трубка, оканчивающаяся хлоркальциевой трубочкой. Последняя вставлена в горлышко тубуса (между тиглем и горлом тубуса—резиновая прокладка), и в течение 15 мин. через тигель просасывается воздух. Опилки после остывания содержат достаточную для хлорирования влажность. Хлор получается в круглодонной колбе действием технич. соляной к-ты на перекись марганца при нагревании. Хлор пропускают через две промывные склянки с раствором хамелеона, затем—через тигель, при чем тубус попрежнему присоединен к насосу (насос пущен слабо, с такою скоростью тока, чтобы можно было считать пузырьки). Первое хлорирование продолжают 20 м. Опилки промывают холодной водой, потом горячим раствором сульфита натрия до бесцветн. раствора, затем водой, опять сушат 15 м., а затем хлорирование повторяют таким же путем, длительностью: второе 15 м., третье 15 м. и четвертое 10 м. Полученную после последнего хлорирования целлюлозу тщательно промывают водой и сушат сначала при низкой t° для удаления главной массы воды, затем при $105-107^{\circ}$ при пропускании CO_2 до постоянного веса. При целлюлозе остаются пентозаны, которые лучше определять количественно, по Толленсу.

Из гемицеллюлоз обычно в Д. определяют только пентозаны, т. е. вещества, к-рые при нагревании с к-тами дают фурфурол. Для этого 2 г Д. и 100 см³ 12%-ной (уд. в. 1,06) HCl помещают в эрленмейеровскую колбу объемом 350—400 см³. Отгонка фурфурола производится на масляной бане, температура которой поддерживается в 160° . Обе колбы погружены на одинаковую глубину в масло. После каждых 30 см³ отгона в колбу доливают 30 см³ 12%-ной HCl; дистиллат обычно собирают в количестве 360 см³. Осажденные фурфурола ведут при помощи флороглюцина; его берут двойное количество против ожидаемого фурфурола +0,15 г. Если содержание пентозанов неизвестно, то вообще берут небольшой избыток, делая через несколько часов и на другой день пробу на газетную бумагу (красное окрашивание). Через ночь фильтруют осадок через тигель Гуча, промывают в 150 см³ воды, сушат в водяном шкафу $2\frac{1}{2}$ ч., взвешивают, затем просушивают еще в течение часа и взвешивают для проверки веса.

Лит.: Никитин Н., Очерки по химии древесины, Л., 1926; Schorger A. W., The Chemistry of Wood a. Cellulose, N. Y., 1926; Howley L. F. a. Wise L. E., The Chemistry of Wood, N. Y., 1926; Schwabbe C., Die Chemie d. Zellulose, B. 1, 2, B., 1911; Hägglund E., Holzchemie, Lpz., 1928. С. Ермолаева.

ДРЕВЕСИНА БАЛАНСОВАЯ, балансы, древесина, идущая на производство целлюлозы и древесной массы. Балансы заготавливают как в виде целых бревен, так и отдельныхных отрезками; экспортный баланс заготавливают в лесу исключительно бревнами. Объемной единицей измерения балансов служит складочный м³.

При заготовке в лесу или при выгрузке баланс продоразживается, т. е. во всю длину его снимается несколько полос коры с целью подсушить древесину и предотвратить ее от гниения. Экспортный баланс перед погрузкой на суда полностью окоривается. Для изготовления древесной массы предпочитают свежий баланс (он легче дефибрируется); для целлюлозы же, наоборот, необходимо иметь сухую и выдержанную древесину, так как в такой древесине смолы претерпевают химическое изменение, благодаря к-рому они уже не вредят дальнейшей переработке на целлюлозу. Поэтому баланс для целлюлозного производства должен храниться на бирже не менее одного и даже до двух лет.

Технич. условия для Д. б. В СССР еще не существует обязательных технич. условий для баланса, но Стандартной комиссией наменены след. нормы.

1. Нормы для древесной массы сбалансированной. Длина еловых балансов устанавливается в зависимости от ширины камней дефибрера. Еловые балансы могут быть заготовлены длиной 5 м, т. е. без распиловки по длине. Толщина—не менее 10 см. Измерение толщины производится в верхнем отрубе без коры, по среднему диаметру, в целых см, при чем доли менее 0,5 см отбрасываются, а 0,5 см и более принимаются за единицу. Отклонения в размерах длины могут быть не свыше 2%, при чем общее количество балансов с отклонениями в сторону увеличения—не более 1%, а в сторону уменьшения—не более 2%. Балансы должны быть изготовлены из растущего леса (осенней или зимней рубки). Повал и бурелом пригодны в том случае, если древесина отвечает технич. условиям растущего леса. Балансы не д. б. старше годовой заготовки. Древесина балансов 1-го сорта должна быть здоровая, без следующих пороков: гнили, ситовины, трухлявости, красныя, синевы, червоточины, сярняк, отлупа, короеда, морозобойны, наросты, впадин, кремнистости, развилки в вершине, пазышков, табачных и гнилых сучьев. Допускаются: а) кривизна не свыше 1% длины, б) поверхностная торцевая плесень. В балансах 2-го сорта допускаются, кроме того, синева, глубиной до 1 см по радиусу сечения, и красная твердая гниль не свыше 10% площади торца. Из числа пороков, не допускаемых в 1-м сорте, здесь приемлемы: червоточина, отлуп, наросты, короед, впадины и пазынки. Для обоих сортов допускаются вполне сросшиеся с древесной сучки в количестве до 15 шт. на 1 п. м длины, в том числе не более 5 сучков размером 10—20 мм, а остальные—не более 10 мм по большей оси. Заросшие сучья, обнаруженные при обеске, учитываются как в отношении количества, так и размеров, согласно вышеуказанной норме. Балансы м. б. или чистоокоренные, со следами луба, или в коре, но продорозженные, при чем на каждые 10 см окружности д. б. сделана одна дорожка шириной от 2 до 4 см. Сучки д. б. срублены в уровень с поверхностью, а торцы—гладко спилены перпендикулярно к оси.

2. Нормы для целлюлозного баланса. Технич. условия для баланса, идущего на выработку целлюлозы, отличаются от предыдущих в следующем. Длина—1 м, 2 м и кратные им размеры. Толщина 1-го сорта не ниже 15 см, 2-го сорта—не ниже 10 см. Отклонения в длине допускаются: в сторону увеличения—без ограничения, а в сторону уменьшения—не свыше 2% длины, при чем количество таких балансов ограничивается 2% в партии. Балансы м. б. допущены в производство не ранее, чем через год после их заготовки. Балансы 1-го сорта м. б. заготовлены из повала и бурелома, если их древесина отвечает технич. условиям растущего леса. При тех же условиях 2-й сорт м. б. изготовлен из горелого леса. Из пороков в 1-м сорте допускаются: синева глубиной до 2 мм по радиусу сечения; кривизна не свыше 1% длины и не более, чем в 2%

общего количества для сги и пихты и 5% для сосны; поверхностная торцевая плесень. Для 2-го сорта допускается синева, до 1 см по радиусу сечения; кривизна—не свыше 1% длины и не более 5% общего количества для сги и пихты и 10%—для сосны; красная твердая гниль—не свыше 10% площади торца; поверхностная торцевая плесень. Кроме того, приемлемы следующие пороки, не допускаемые в первом сорте: червоточина, отлуп, короед, лубоед, впадины и пазынки. В 1-м сорте для сги и пихты допускаются здоровые, вполне сросшиеся с древесной сучки в количестве до 25 штук на 1 п. м длины, в том числе не более 8 сучков размером 10 ÷ 20 мм, а остальные не более 10 мм по большей оси. В сосновых балансах допускаются здоровые, вполне сросшиеся с древесной сучки в количестве до 15 штук на 1 п. м длины, в том числе не более 4 сучков размером 10 ÷ 20 мм, а остальные—не более 10 мм по большей оси. Во 2-м сорте допускаются для всех пород здоровые сучки в количестве до 30 штук на 1 п. м длины, в том числе не более 15 сучков размером 10 ÷ 35 мм, а остальные не более 10 мм по большей оси. Еловые и пихтовые балансы м. б. или чистоокоренные, допуская в этом случае следы луба, или в коре, но продорозженные, при чем в последнем случае на каждые 10 см окружности д. б. сделана одна дорожка шириной от 2 до 4 см. Сосновые балансы д. б. чисто окорены. Для сги и пихты балансы технич. условия те же, что и для соснового 1-го сорта, за следующими исключениями: толщина—не менее 11 см; древесина в поперечном сечении должна иметь однородный белый цвет; балансы могут быть в коре или окорены, но в последнем случае не должны иметь следов луба или коры.

Балансовые насаждения. Заготовка баланса может производиться или путем отсортровки и разделки материала на лесосеке или же в специальных балансовых насаждениях. При растущем дефиците древесины едва ли возможно специально вести хозяйство на балансовый лес. При сильном росте целлюлозного и древесномассного производства в Германии такое хозяйство пытались вести, но безуспешно, и производство идет преимущественно на импортном балансе. Понятие Д. б. скорее экономич. характера, чем физическое, и назначение растущего леса определяется экономич. факторами, условиями лесного рынка. Поэтому балансовыми насаждениями нужно считать естественные нетоварные насаждения, которыми изобилует Север СССР (до 50% всех его насаждений). Это—насаждения преимущественно V бонитета, произрастающие на сырой, глинистой, торфяной, частью супесчаной заболоченной почве, возрастом 150 ÷ 200 лет, со средней высотой ствола 13 ÷ 18 м и при толщине ствола 16 ÷ 22 см на высоте груди. Выход балансовой древесины этих насаждений колеблется в пределах 20 ÷ 60%, составляя в среднем около 36%. Древесина имеет много пороков, но очень плотна, со средней шириной годичного кольца около 1,25 мм.

Лит.: см. Древесная масса.

Л. Жербов.

ДРЕВЕСИНЫ ВРЕДИТЕЛИ, насекомые, повреждающие мертвую (строительную и подделочную) древесину, объединенные в группу технич. вредителей древесных пород, в отличие от физиологических вредителей, нападающих на живой лес на корню или свежесрубленный, не очищенный от коры и не разработанный на материал лес, в котором еще протекают физиологич. процессы. Физиологич. вредители, в силу их требований к условиям влажности, питания и размножения, не могут нападать на мертвую древесину и свой жизненный цикл проводят на живых деревьях, часто со строгим выбором пород и возраста

(сосновый шелкопряд, монашенка, слоники, короеды, майский жук, некоторые усачи, златки, пилильщики и др.), тогда как технические Д. в. способны нападать на живые древесные организмы и селятся лишь в мертвой, часто в совершенно сухой и старой древесине и с меньшим разбором в ее породе. Часть технич. вредителей обитает в лесах и избирает для размножения сухостой, необрушенный и засохший бурелом, ветровал и др., а для гнездования—неошкурванный сухой или загнивающий лесоматериал. К этим вредителям относится ряд усачей, златок, рогохвостов и некоторые короеды. Эти крупные (исключая короедов) насекомые (1—5 см длины) летают в первой половине лета в лесах, спариваются и откладывают яйца в щели коры, в трещины или, особой иглой-яйцекладом, в толщу древесины разных деревьев, а некоторые—в определенные породы. Из яиц вылупляются личинки, которые питаются корой и древесиной, растут (до 5—6 см длины), несколько раз в периоде роста линяют, постепенно углубляются в древесину и там же превращаются в куколки. Из куколок выходит новое поколение насекомых. Развитие их от яйца до насекомого длится ок. 2 лет. Личинки продельывают в древесине извилистые, расширяющиеся ходы, наполненные червоточинной, похожей на грубые опилки. Когда из куколок вылупляются насекомые, они прогрызают т. н. летные отверстия (иногда до 1 см в диам.), которые служат безошибочным признаком зараженной древесины. Усачи делают крупные летные отверстия слегка овального сечения, златки—резко овального, рогохвосты и короеды—совершенно круглого сечения (размера мелкой дроби). Д. в. часто, поселившись на неошкурном лесоматериале и углубившись в древесину, продолжают жить в ней и после очистки ее от коры. Вместе с материалом Д. в. попадают на склады. Разработка зараженного материала на сортименты (бревна, доски) не влечет за собой гибели всех Д. в., так как материал под открытым небом увлажняется атмосферной влагой, благодаря чему сохраняются те условия, при к-рых создается возможность потомству насекомых вырасти и вылететь. Зараженный материал, источенный ходами личинок, попадая в поделочный сортимент, теряет в качестве и бракуется.

Борьба с этими вредителями протекает гл. обр. в лесу и заключается в создании неблагоприятных условий для размножения их или в непосредственном уничтожении их потомства. Если следить за насаждениями, своевременно выбирать мертвые деревья, снимать с них кору, удалять или опшкуривать ветровал, бурелом, пни, сжигать остатки от лесозаготовок, то для Д. в. создаются неблагоприятные условия, и численность их значительно уменьшается. Кроме указанных мер санитарного порядка, полезно оставлять известное количество лежащих мертвых деревьев с корой. Такие деревья, при предварительном приведении насаждений в хорошее санитарное состояние, будут являться приманочными деревьями для гнездования Д. в.; если такие «ловчие» деревья в начале образования личинок, пока послед-

ние еще не углубились в древесину, опшкуривать, кору сжигать, а древесину вывозить из леса или целиком сжигать, то ущерб от Д. в. значительно сокращается.

Другая группа техническ. Д. в. нападает на древесину в изделиях. Они портят деревянные части и всякого рода мебель (забираются также и в книги). В дереве они протачивают ходы и нагрызают мелкую червоточину. Ходов бывает так много, что от дерева иногда остается лишь верхний слой. Присутствие таких вредителей обнаруживается по маленьким круглым, реже овальным, отверстиям на поверхности предметов и кучкам желтоватой муки—червоточины. Эти Д. в. имеют название *точильщиков*. Самых точильщиков, в отличие от вредителей первой группы, трудно заметить, т. к. они очень малы и большую часть жизни проводят внутри ходов. Они имеют широкое распространение. На лесных складах, где долго лежит материал, точильщики наносят существенный вред. Сырой материал, лежащий в среднем меньше года, не заселяется точильщиками. Выше этого времени при «антисанитарном» состоянии склада дерево уже подвергается опасности заражения. Точильщики в еще меньшей степени, чем некоторые усачи, златки и рогохвосты, нападают на свежий материал, т. к. составные части древесины, к-рыми они питаются (крахмал и сахар), становятся приемлемыми для них лишь по истечении довольно значительного времени. Большинство точильщиков производят своеобразный стук, похожий на тиканье часов, за что их называют еще «часовщиками». К наиболее распространенным точильщикам относятся:

Домовой точильщик (*Anobium domesticum* Geoffr.), длиной 5—5,5 мм, телесно-или красновато-коричневый, с желтоватыми волосками, с продольными пунктирными бороздками на надкрыльях и с небольшим бугром на лицевой части головы. Жуки вылетают в мае—июне из куколок, находящихся внутри деревянного предмета. Самки откладывают около 12 яиц по щелям или возвращаются для этого через летные отверстия внутрь предмета. Через 3—4 недели вылупляются белые личинки, к-рые продельвают расширяющиеся, по мере своего роста, ходы, заполненные червоточинной. Личинки несколько раз линяют. Зимой они впадают в спячку. В начале лета личинки пробуждаются, приближаются к поверхности заселенного предмета, где в особых ямках превращаются в куколки, из которых через 2—3 недели вылупляются жуки, прогрызающие летные отверстия для выхода наружу. Все развитие от яйца до жука протекает около года.

Точильщик *Anobium pertinax* L. несколько крупнее предыдущего, с к-рым схож по образу жизни. Самка откладывает 6—8 яиц в старые ходы. Нападает на всякую древесину. Летные отверстия ок. 3 мм. Точильщик *Ptilinus pectinicornis* L.—с гребчатовидными усиками; тело более приближается к цилиндрич. форме; темнокоричневого цвета; надкрылья без ясной пунктировки полсе. По образу жизни схож с другими видами точильщиков; он большую

часть жизни проводит в ходах, даже в период спаривания; нападает на бук, дуб и хвойные породы деревьев.

Жук-часовщик (*Xestobium tessellatum* Fbr.) появляется на свет на месяц раньше домового точильщика. В апреле — мае жуки наиболее деятельны. Длина 5÷8 мм; темнокоричневого цвета, с пятнами желтовато-серых волосков; надкрылья густо пунктированы. Спаривается вскоре после выхода из отверстия и после кладки яиц вскоре умирает. В остальном образ жизни одинаков с домовым точильщиком. Приносит большой вред, истачивая деревянные части строений. Лётные отверстия 4 мм.

Древогрыз *Lyctus brunneus* и *Lyctus linearis* Goeze — оба несколько больше домового точильщика, уже и более плоские; темнокоричневые, с красновато-коричневыми глянцевыми надкрыльями; усики с утолщением на конце. Широко распространены по всему свету; по образу жизни схожи с домовым точильщиком; ходы протачиваются личинками параллельно волокнам, не перекрещиваясь друг с другом, что наблюдается у домового точильщика. Нападают только на лиственные породы. Древогрыз *Lyctus fuscus* L. — смоляно-черный, плоский, продолговатый, длина 2,5 ÷ 5 мм, с надкрыльями, пунктированными двойными рядами. Водится гл. обр. на юге. Кладет яйца в сыроватые дубовые бревна, иногда в ясень; личинки живут в древесине 2—3 г., там же закукливаются, и жуки выходят, продельвая лётные отверстия. Гнездятся в одном и том же куске дерева, пока не превратят его в труху. Встречаются и в лесах.

Черный домовый усач (*Nyctotrupes bajulus* L.) — величиной 8÷20 мм, плоский, смоляно-черный, с пятнами из беловато-желтых волосков на надкрыльях, усики длиной до половины тела. Величина взрослой личинки 20÷22 мм. Этот Д. в. широко распространен в Европе и завезен в Америку. Живет как в хвойном лесоматериале, так и в постройках из него, встречается и в мебели. Откладывает яйца в трещины дерева; личинки поедают и превращают в пыль все слои древесины, оставляя очень тонкую поверхностную оболочку. Снаружи трудно заметить повреждения, лишь иногда видны маленькие кучки пыли. Жук прогрызает крупное, несколько овальное лётное отверстие. Личиночный период длится до 4 лет и более. Очень опасный вредитель. Не рекомендуется воздвигать постройки из сухостойного леса, к-рый для жуков особенно привлекателен. Полезно обрабатывать древесину предохраняющими от гниения растворами, т. к. древесина, начавшая гнить, также привлекает жуков. Сырость в помещениях способствует заражению строений этим усачом. Перечисленные мероприятия указаны отдельно в виду своеобразных повадок черного усача.

Рыжий домовый усач (*Stromatium unicolor* Ol.) водится в Крыму и на Кавказе; длиной 17÷25 мм; одноцветный рыжеватый; усики у самцов значительно длиннее тела, у самок равны длине тела. Взрослая личинка 25÷31 мм. Лёт жуков — ночами в июне — июле; днем прячутся в домах; откла-

дывают яйца в щели различных деревянных предметов и вскоре умирают; нападают на все лиственные породы. Личинки живут до 3 лет, после чего превращаются в куколок, из к-рых через 2—4 недели выходят жуки.

Термиты, или белые муравьи, полиморфны, т. е. имеют несколько форм с различным функциональным назначением (самки, самцы, рабочие, солдаты и др.). Одни из опаснейших вредителей — на юге и ю.-в. СССР и в других, южных странах. Живут обществами, наподобие муравьев, и строят весьма сложные жилища. Самки и самцы имеют крылья, но носят их недолго: окрылившиеся молодые самки и самцы вылетают из гнезда для образования новой колонии (роение) и вскоре садятся на землю, после чего крылья у них опадают. Пищей термитам служит все, что поддается действию их челюстей: пищевые запасы, платье, белье, бумага, мебель, дома, корабли, телеграфные столбы, шпалы и др. Термиты чрезвычайно плодовиты, их колонии весьма велики по численности особей; производимые ими опустошения очень значительны и опасны даже для целых городов.

Предупредительные меры борьбы с Д. в. следующие: строевой и подолочный материал на складах должны периодически осматриваться с тщательной проверкой оказавшихся на нем отверстий. Лучшее время для просмотра — зима. Материал с отверстиями следует отбирать и употреблять в неответственные подделки или подвергать дезинсекции. На складах д. б. строгая чистота и не должно скопиться ненужного и неценного материала. Должна соблюдаться очередь использования хранящегося материала, начиная с самого старого. Если неизбежно поступление на склад зараженного материала, то для предохранения ценного материала от заражения последний покрывают горячей олифой в 2—3 слоя или погружают в котел с кипящим маслом. Олифа желтит дерево, и поэтому ею можно пользоваться, когда желтый цвет для подделки не имеет значения или желателен. С той же целью употребляется креозот (дает коричневое окрашивание). Для того чтобы насекомые не находили трещин и других пор в дереве для откладки яиц, предметы лакируют, красят или покрывают воском, особенно тщательно в соединениях и открытых торцах. У старых предметов следует подновлять окраску, лакировку и т. д. Сильно зараженные предметы уничтожают. Наиболее простой истребительной мерой является обработка зараженного материала и предметов керосином. Эта работа проводится, как и в предыдущих случаях, зимой, когда вредители находятся в предметах. Подобная обработка, проводимая ежегодно и тщательно, с многократной сочной промазкой (кистью или губкой), дает хорошие результаты. Более радикальной мерой является пропитка зараженных предметов смесью из 3 частей креозота и 1 части керосина. Такая смесь в нагретом состоянии наносится кистью. Пропаривание подолочной древесины в закрытых котлах под повышенным давлением также дает хорошие результаты, однако несколько ослабляет древесину (см. *Вулканизация дре-*

весил). Регулярная обработка деревянных изделий скипидаром является и предупредительной и истребительной мерой. Наиболее же радикальной мерой является окуривание предметов в дезинсекционных камерах различными газами. Наиболее употребительные газы: сероуглерод, хлорпикрин и цианистый газ. Последний дает хорошие результаты лишь в камерах, которые снабжены вакуум-аппаратом (см. *Дезинсекция продуктовых хранилищ и Инсектициды*).

Лит.: Горьяинов А. и Буоров С., Как уберечь дома и строительные материалы от вредителей и болезней древесины, М., 1928; Силантьев А., Рыжеватый домовый усач—вредитель деревянных изделий в Закавказьи, СПБ, 1907; Холодковский Н. А., Курс энтомологии, теоретической и прикладной, т. 1, 4 изд., М.—Л., 1927; Эшерих К., Термиты, или белые муравьи, пер. с нем., СПБ, 1910; Модестов В., Вредители леса и борьба с ними, М., 1926; Сапожников А., Ванин С. и Копытковский В., Предохранение деревянных шпал от преждевременного разрушения, М., 1926; Escherich K., Forstinsekten Mitteleuropas, B. 2—Spezieller Teil, В., 1923; Zacher F., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung, Berlin, 1927; Johnson W. G., Fumigation Methods, New York, 1902.

В. Модестов.

ДРЕВЕСНАЯ МАССА, полуфабрикат бумажного производства, состоящий из механически отщепленных обрывков древесных волокон и их пучков. Этот полуфабрикат или вырабатывается непосредственно на бумажных ф-ках (комбинированное бумажное предприятие) или производится для рынка на самостоятельных древесномассных предприятиях. В первом случае Д. м. обычно получается в форме листов с большим содержанием воды (до 70%) или в виде водных суспензий с содержанием волокна 0,5—2,0%. Последний вид Д. м. особенно удобен для внутризаводского транспорта, т. к. эта жидкость может перекачиваться насосом по трубам на большие расстояния от места ее производства до пункта потребления, что упрощает и удешевляет производство бумажной массы. Один из длиннейших массопроводов такого рода построен на Нью Фаундленде и соединяет древесномассный з-д, расположенный на водопаде Бишопа и вырабатывающий 80—90 т в день, с бумажной ф-кой, отстоящей на расстоянии 18 км.

При выработке Д. м. для рынка она отжимается до содержания 50% сухого вещества или же высушивается до 12% влажности; последняя норма и является общепринятой расчетной нормой для всех бумажных полуфабрикатов, т. к. соответствует воздушной Д. м., т. е. высушенной на воздухе при средней влажности последнего (65%). Сушеная Д. м. имеет вид картонных листов толщиной 1,5—5,0 мм, при чем в фискальных целях, для отличия от готового продукта, в листах пробиваются отверстия (1 отверстие на 150—180 см²). Листы сушеной Д. м. пакуются в кипы по 100 кг. Перевозка Д. м. с влажностью до 50% почти в два раза удорожает фракт и в зимнее время вы-

зывает необходимость оттаивания; поэтому она применяется лишь при очень дешевых провозных ставках (напр., при доставке из Норвегии в Англию). Кроме того, при переработке сушеных листов на бумажных фабриках возникают добавочные расходы по предварительному измельчению листов, при чем неизбежно и нек-рое повреждение волокон. Размеры волокон Д. м. даны в табл. 1.

Производство Д. м. Производственный процесс складывается из следующих стадий: 1) подготовка дерева, 2) основная операция—дефибрирование, 3) очистка и сортировка полученной массы, 4) рафинирование задержанных сортировкой грубых пучков волокон, 5) сгущение или обезвоживание Д. м., 6) сушка и паковка (в случае пересылки или длительного хранения).

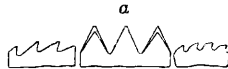
1. Первичная обработка баланса. Поступающий в производство баланс должен прежде всего получить размеры, соответствующие ширине камня дефибрера; затем его нужно освободить от крупных сучков и наплывов, очистить от коры и, наконец, очистить от грязи, прилипшей на торцах при сплаве или транспорте. Распиловка бревна на мерный баланс иногда производится

Табл. 1.—Размеры волокон древесной массы.

Полуфабрикат	Размеры в мм						Отношение $l : d$
	длина l			ширина или диам. d			
	от	до	средн.	от	до	средн.	
Различные сорта хорошей древесной массы из ели. Тщательно отсортирован. масса из ели	0,015	3,10	—	0,003	0,08	—	—
При давлении * 245 г/см ²	0,05	1,5	0,77	0,005	0,07	0,037	21
» » 1 500 »	0,05	1,4	0,73	0,02	0,04	0,03	24
» » 3 250 »	0,20	1,8	1,00	0,01	0,04	0,025	40
» » 5 000 »	0,10	1,3	0,7	0,01	0,03	0,02	35
Хорошая масса из сосны	0,05	1,0	—	—	—	—	—
Бурная (вареная) масса из сосны	0,07	1,03	0,55	0,001	0,03	0,016	34
	0,6	5,0	2,8	0,02	0,08	0,05	56

* В прессе дефибрера.

на бирже, иногда же внутри ф-ки. Заготовка баланса бревнами, удобная для сплава, имеет в данном случае то преимущество, что дает меньше загрязненных торцов, т. к. промежуточные торцы получаются чистыми при распиловке. Для распиловки наиболее удобными машинами являются балансирующие циркулярные пилы, устанавливаемые выше или ниже распиливаемого бревна. Первая установка имеет то преимущество, что машина все время работает на виду; удобство второй установки заключается в том, что диск пилы, управляемый педалью, выходит на поверхность пола только во время резки и, следовательно, представляет меньшую опасность для работающего. Из трех применяющихся форм зуба (фиг. 1) наиболее употребительна форма *a*, дающая более чистый разрез с меньшим количеством выступающих частичек, являющихся вредными при дальнейшей переработке. Впрочем, лучшим

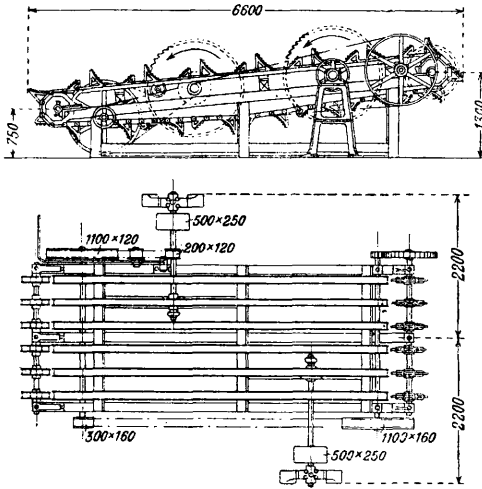


Фиг. 1.

время работает на виду; удобство второй установки заключается в том, что диск пилы, управляемый педалью, выходит на поверхность пола только во время резки и, следовательно, представляет меньшую опасность для работающего. Из трех применяющихся форм зуба (фиг. 1) наиболее употребительна форма *a*, дающая более чистый разрез с меньшим количеством выступающих частичек, являющихся вредными при дальнейшей переработке. Впрочем, лучшим

средством против этого недостатка являются остро оточенные зубья, равномерная их разводка и прямой, небьющий диск пилы. На более крупных фабриках применяется весьма производительный многопильный станок (фиг. 2). Ряд движущихся бесконечных цепей с выдающимися пальцами подводит бревно к последовательно расположенным пилам, которые разрезают каждое бревно на несколько поленьев определенной длины, подаваемых затем транспортером к корообдиркам.

Очистка баланса от коры (окорка) составляет необходимое условие получения годной Д. м. Присутствие малейших остатков



Фиг. 2.

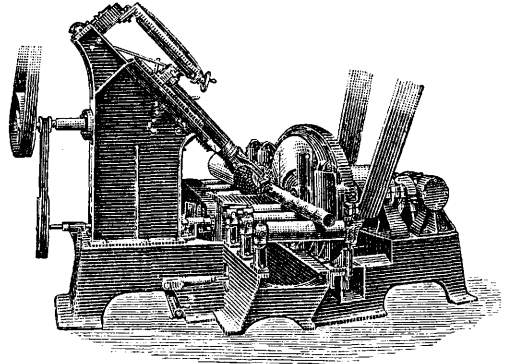
коры на балансе вызывает появление в Д. м. или целлюлозе темных точек и волокон, делающих материал непригодным для многих целей. При зарождении древесномассного производства баланс очищался от коры исключительно вручную, плотничными скобелями. Но затем появились машины, в которых ручной скобель был заменен тремя или четырьмя прямыми ножами, устанавливаемыми в прорезях быстро вращающегося диска машины. При прижимании баланса к вращающемуся диску лезвия ножей, подобие рубанка, каждый раз срезают с полена стружку, соответственно выступу ножей. Если при этом постепенно вращать полено, то кора будет равномерно срезаться по всей окружности. Отделяемые ножами кора и стружка древесины поступают в металлический кожух, в который заключен корообдирочный диск, и отсюда по трубе уносятся в особый приемник в помещении паровых котлов, где и употребляются как топливо. К задней стороне диска прикреплены лопасти, которые действуют как крылья вентилятора. Одна из машин такого типа, распространенного в Америке и скандинавских странах, изо-

бражена на фиг. 3. Все машины указанного типа имеют тот недостаток, что прикрепленные к диску ножи выступают на определенную высоту, неизменяемую во время работы, между тем как баланс имеет кору различной толщины. Кроме того, благодаря изгибам и искривлениям поленьев, для того чтобы очистить каждое полено сполна, требуется снимать большое количество хорошей древесины. Поэтому в некоторых конструкциях введено приспособление для изменения выступа ножей во время работы, в зависимости от свойств баланса. На фиг. 4 и 5 представлены два вида корообдирочной машины системы Roberts & Libert.

Впрочем, за последнее время как в Германии, так и в СССР иногда наблюдалось возвращение к примитивному способу ручной окорки. В Германии это объясняется высокой стоимостью баланса, вследствие чего приходится дорожить каждым полупроцентом древесины, при механической же остротке отход древесины неизбежно больше, чем при ручной, а для СССР, где баланс дешевле, применение ручного способа обусловлено избытком рабочих рук. При сравнении стоимости ручной и машинной остротки необходимо принимать в расчет, помимо оплаты рабочих, также потерю древесины при остротке, а для машинной работы и затраты механической энергии. Все эти данные находятся еще в зависимости от толщины перерабатываемого баланса. По последним сравнительным испытаниям на германских ф-ках, потери древесины при остротке равнялись:

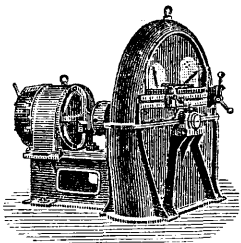
При машинной остротке	В процентах:	
	(по объему)	(по весу)
Диам. баланса 7—10 см.	7,7	16,4
» » 10—13 »	5,3	12,7
» » 13—16 »	6,2	12,6
» » более 16 »	4,5	12,3
В среднем.	5,9	13,5
При ручной остротке		
Диам. баланса 7—10 см.	5,5	12,0
» » 10—13 »	4,5	7,7
» » 13—16 »	4,7	7,5
» » более 16 »	3,7	6,2
В среднем.	4,6	8,4

Т. о., в среднем при машинной остротке около 5% (вес.) древесины теряется в виде стружки. Производительность рабочего при ручной очистке считают ок. 2,0—2,3 складочных м³ за 8-час. рабочий день.



Фиг. 4.

Расход энергии на 1 м³ при машинной очистке принимается в 3,5—3,7 kWh. Однако, в Германии еще не пришли к окончательному решению по этому вопросу: одни считают ручную очистку приблизительно на 10% дешевле машинной, другие, наоборот, находят машинную очистку более дешевой. Несомненно, конечный результат зависит от оборудования фабрики, стоимости силовой энергии, качества балансов и опытности и старательности рабочих. Стоимость баланса на одной из фабрик после остротки повышалась след. обр.: 1) при ручной работе — на 13,6%, 2) на машине для короткого баланса — на 13,6%;

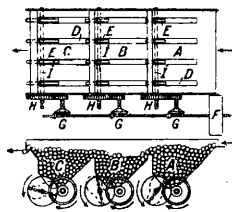


Фиг. 3.

3) на машине для длинного баланса с последующею ручной подчисткою—на 14,1%; 4) на машине для длинного баланса с последующею машинною подчисткою—16,2%. В первом и втором случаях потери древесины при машинной острожке компенсировались большею стоимостью ручного труда. Надо заметить, что при этом не была учтена ценность отходящей стружки как топлива и что оборудование фабрики было, повидимому, неудовлетворительно, так как на обслуживание корободирных машин расходовалось 1,2 раб. дня на 1 м³. В каких широких пределах колеблются потери древесины в зависимости от вышеуказанных условий и качества баланса, показывает опыт более лесистых стран, где не преследовалась особая экономия в подготовке древесины. Так, в Швеции потеря древесины на машине Fresk Sandberg составляла 3,0—22,7%, а на машине Карлштадского завода—6,6—33,8% (по весу). Такие колебания зависят, конечно, прежде всего от степени предварительного удаления коры при валке дерева, пропиливания, сылаве и т. п. Потери чистой древесины, т. е. за вычетом находящейся на балансе коры, была определена при этих опытах в 4—6%, а потери коры—в 6—7%, так что общая потеря составляла 10—13% (по объему). По последнему отчету Семмера, на америк. ф-ках потери достигают 20—30% (вероятно, вследствие непрерывного ухудшения баланса).

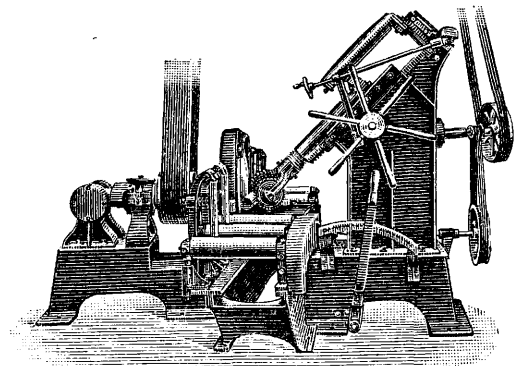
Для уменьшения потерь при острожке, кроме указанных машин с регулируемой стружкой, были введены машины, в к-рых кора отделяется не ножами, а лишь благодаря трению поленьев друг о друга и о стенки машины. Эти машины, носящие, благодаря своей форме, название корободирных барабанов, представляют собою большие вращающиеся барабаны, стенки которых состоят из углового таврового или U-образного железа с направленными внутрь

на работу барабанов при 75 об/м. 75 ÷ 125 НР. Производительность таких барабанов, в зависимости от сухости и качества баланса, колеблется в пределах 35 ÷ 75 м³/ч. При очистке на таких барабанах значительно уменьшается потеря чистой древесины; по нек-рым америк. данным, она составляет лишь 0,5—2,0%. Эта очистка, однако, не м. б. совершенною, т. к. во всех углублениях, на внутренней стороне кривых поленьев, вблизи выдающихся сучков,—словом, во всех местах, к-рые по своему положению не подвергаются трению, кора может остаться, и для удаления ее требуется дополнительная ручная или машинная подчистка. Кроме того, при сухом балансе внутренняя часть коры—луб удаляется не сплошь, и в этих случаях также требуется дополнительная очистка. Только при выработке бурой Д. м. или крафт-целлюлозы, где присутствие темных частиц не играет большой роли, барабанная очистка имеет преимущество; для получения же белых сортов дополнительная очистка необходима, и ей обычно подвергают до 20% всего пропущенного через барабаны баланса, а при очень сухом балансе—даже до 50%. Такая дополнительная очистка влечет уже потерю хорошей древесины, составляющую, по нек-рым данным, 1,7 ÷ 3,2%, а при балансе с непродроженою ранее корою иногда даже 12 ÷ 15%. Надо отметить, что значительная потеря древесины получается еще вследствие отколов и отломов баланса во время ударов поленьев друг о друга.



Фиг. 6.

Недавно появился новый тип корободирок (Торне), основанный на том же принципе самоочищения баланса и могущий, повидимому, рассчитывать на успех в тех случаях, где не требуется абсолютной чистоты Д. м. Корободирка такого типа изображена на фиг. 6. Грубо подсортированные по диаметрам бревна поступают последовательно в три кармана А, В и С, имеющие в нижней своей части прорези D. Сквозь эти прорези (на изображенной машине их по 4 в каждом кармане) внутрень карманов выступают жестко укрепленные на валах кулаки E, которые то приподнимают, то опускают массу бревен, сообщая ей в то же время поступательное движение к выходу из последнего кармана. При этом движении бревна трутся друг о друга и сдирают находящуюся на них кору. Льющаяся из sprысков на бревна вода пропитывает кору, чем облегчается ее отделение от заболони и удаление сквозь нижние прорези карманов. Кулаки 1 800 м.м длиной и 150 м.м толщиной вращаются со скоростью 15 об/м. Плохо окоренные бревна особым транспортером возвращаются обратно в первый карман. Общий вал корободирки, получающий движение помощью шкива F от мотора в 175 НР, передает его тремя конич. шестернями G и тремя парами цилиндрич. шестерен H трем кулачным валам I. Производительность таких корободирок гарантируется до 70 м³/ч. Отличне



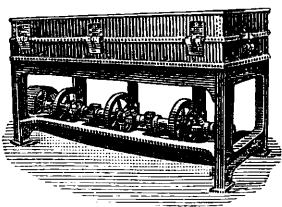
Фиг. 5.

барабана острыми ребрами. Между этими полосами оставлены просветы, сквозь которые удаляется отделяющаяся кора. Концевые части барабана открыты, и через них с одной стороны баланс поступает в барабан, а с другой—выходит из него после очистки. Нижняя часть барабана вместе с роликами, на к-рых он вращается, погружена в воду, в особом бетонном бассейне, а его приводные части помещаются на борту этого бассейна. При вращении барабана заполняющий его значительно выше центра баланс, благодаря выступающим внутрь железным ребрам, также приводится во вращение и т. о. подвергается трению. Так как для постепенного отдиранья коры требуется значительное время, то и емкость барабана д. б. значительною. Один из заводов строит барабаны длиной 9 150 и 13 725 м.м при диаметрах соответственно—3 050 и 3 660 м.м. Т. о., при загрузке только до половины барабаны вмещают от 33 до 72 м³. Расход мощности

этой корообдирки от предыдущих заключается еще в том, что, в то время как предыдущие требуют предварительной распиловки бревен, здесь бревна предварительно окоряются и затем уже поступают на многопильный станок для распиловки.

2. Дефибрирование древесины. Очищенный от коры и разрезанный баланс в прежнее время освобождался от сучков и раскалывался на более тонкие поленья, но в настоящее время ни то ни другое уже не практикуется, т. к. применение больших давлений, а равно увеличение размеров дефибрерных прессов устранило надобность в этих операциях, и только в исключительных случаях, при особенно толстых поленьях, приходится производить их расколку (см. Дефибрер). Подача баланса к дефибрерам должна производиться исключительно механич. путем: цепным, чешуйчатым или ленточным транспортером, роликами или водою по жолобу. Выбор системы дефибрера определяется мощностью предприятия и назначением Д. м.

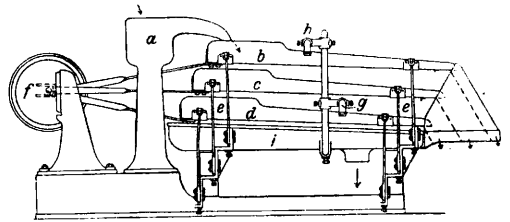
3. Очистка и сортировка Д. м. Полученные при дефибрировании волокна проходят через щеполовку (см. Дефибрер) и, отделенные от щепы, уносятся водным потоком к насосу, который подает их на т. н. сортировки, т. е. машины, механически отделяющие хорошее волокно от оставшихся неразделенными пучков волокон, от грубо измельченных сучков и от щепы, не задержанной щеполовкой. Существенной частью каждой сортировки является перфорированная доска, через отверстие к-рой проходят тонкие взвешенные в воде волокна, но не проникают более грубые частицы. По своей форме сортировки разделяются на



Фиг. 7.

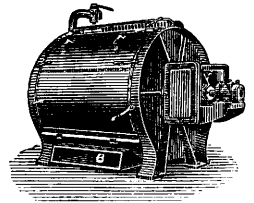
плоские и круглые; первые представляют собою плоскую, закрепленную неподвижно в продолговатом ящике доску, образующую его ложное дно; у вторых доска является боковой поверхностью горизонтальн. цилиндра. Фиг. 7 изображает америк. тип плоской сортировки, деревянный ящик к-рой состоит из двух половин, соединенных на одной стороне шарнирами, а на других—болтами; между этими двумя половинками зажимается ряд бронзовых перфорированных досок. Под перфорированным дном находится другое дно, соединенное с боковыми стенками подвижно помощью резиновых или кожаных пластин и опирающееся на подвижные стойки, к-рые связаны своими нижними концами с эксцентриком на нижнем приводном валу машины. При вращении вала подвижное дно получает ритмич. движение вверх и вниз. Поток волокнистой суспензии, оставив на решетке более крупные частицы, поступает в нижнюю часть ящика и выходит из него через особое отверстие в прикрепленный к ящику жолоб, отводящий волокно к обезвоживающим машинам. Уровень воды в жолобе устанавливается несколько

выше ложного дна сортировки, благодаря чему нижняя часть ящика под ложным дном заполнена водой. Благодаря ритмическ. движению подвижного дна, под ложным дном получается то всасывание, то нагнетание; при всасывании волокно проходит сквозь отверстия ложного дна, а при обратном движении крупные частицы, осевшие на прорезях, отглатываются, освобождая место для прохода тонких волокон при новом всасывании в нижней части ящика. Тем не менее, по мере скопления крупных частиц над решеткой, они уменьшают ее пропускную способность и д. б. удаляемы. В новейших конструкциях целый ряд сортировок соединяется в одну машину, представляющую, т. о.,



Фиг. 8.

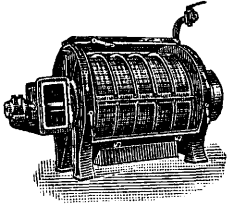
длинный канал с решетчатым дном. Последнее располагается с неким уклоном в направлении потока, так что не прошедшие частицы скопляются на нижнем конце, откуда их периодически удаляют. Немецкий тип плоских сортировок изображен на фиг. 8. Здесь водный поток поступает в приемник *a*, из к-рого выливается на ряд расположенных одна под другой решеток *b*, *c*, *d*, поддерживаемых металлическими или деревянными пластинками *e*. Каждая решетка соединяется тягой с эксцентриком на общем валу *f*, дающим ей около 400—450 сотрясений в минуту. Суспензия проходит с одной решетки на другую, а задержанные на решетках крупные частицы, благодаря некому уклону и сотрясению решеток, постепенно продвигаются к их краю и сваливаются в него в подставленные желоба. Верхняя решетка имеет круглые отверстия в 3,5—4,0 мм и предназначена для удержания щепы; поэтому там, где имеется щеполовка, эта решетка является излишней и достаточно двух нижних. Для лучшего промывания щепы и удаления крупных частиц имеются спрысковые трубки *g* и *h* с большим количеством отверстий, расположенных так, что струя воды бьет под углом около 45° к поверхности решетки, в противоположн. движению массы направления. В чугунном корпусе *i* собирается вода с прошедшими через отверстия нижней решетки волокнами и из него направляется к обезвоживающей машине.



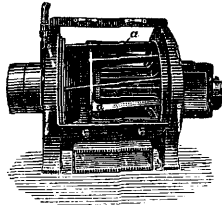
Фиг. 9.

Тип центробежной сортировки изображен на фиг. 9—11. На первой представлен ее внешний вид, на второй—внутренняя цилиндрич. решетка, состоящая из четырех свинченных вместе частей, а на третьей—

центральная движущаяся часть. Суспензия поступает внутрь машины через четырехугольное отверстие и выливается через прорези центральной цилиндрической насадки на вращающиеся со скоростью 150—460 об/м. лопатки *a*, к-рыми и отбрасывается с большой силой на внутреннюю сторону решетки.



Фиг. 10.



Фиг. 11.

Прошедшие сквозь отверстия решетки волокна уносятся через отверстие *b* (фиг. 9) к обезвоживающим машинам; крупные частицы уходят через отверстие в торцевой части машины (не показано на фиг.). Центробежные сортировки обладают большой производительностью, но так как Д. м. ударяется о решетку с большой силой, то крупные частицы плотно застревают в отверстиях, сильно сокращая рабочую поверхность решетки (иногда на 40 %).

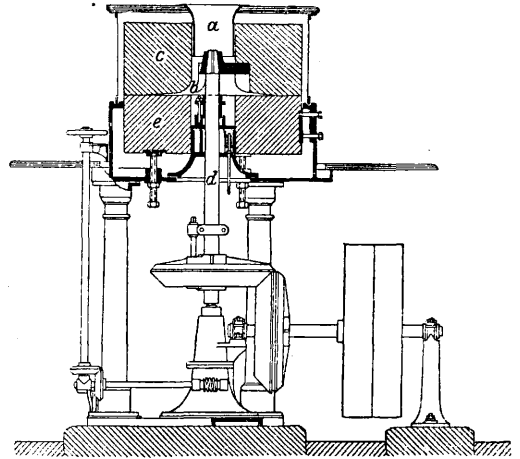
Прорези в сортировочных ситах делаются различными как по форме, так и по своему размеру. В америк. плоских диафрагмовых сортировках решетки имеют продолговатые прорези, около 50 мм длиной, расположенные на расстоянии ок. 5 мм одна от другой. Ширина прорезей, в зависимости от сорта массы, колеблется в пределах 0,25—0,38 мм. Размеры отверстий в плоских сортировках приведены в табл. 2.

Табл. 2.— Размеры отверстий в решетках сортировок (в мм).

Тип сортировки	Для высокой Д. м.	Для грубой Д. м.	Для бурой Д. м.
Немецк. плоск.:			
Решетка <i>b</i> . . .	1,5	1,8—2,0	2,5
» <i>c</i> . . .	0,6	0,9—1,0	1,4
Центробежная:			
Для еловой Д.м.	0,9	1,3	—
» соснов. » »	0,5	0,8	—

Для повышения производительности машины и улучшения качества сортировки в последнее время вводится двойная сортировка массы: сначала пропускают через сортировку с более крупными отверстиями, а затем прошедшая через них масса поступает во вторую—с более мелкими. Дальнейшее усовершенствование достигнуто в Америке введением предварительной сортировки Хауга и вторичной—Берда. Усовершенствование заключается в устранении форсированного пробивания суспензии через узкие отверстия. Здесь суспензия выходит через решетку благодаря незначительной разнице давления, обусловленной вращением лопастей внутри машины. Благодаря тому что масса не пробивается, а свободно проходит через отверстия, диаметр отверстий может быть значительно увеличен, что увеличивает и пропускную способность машины.

4. Рафинирование. Частицы, не прошедшие через отверстия сортировки, состоят из пучков волокон и отдельных пластинок древесины, непригодных для свайливания и формирования в листы. При холодном дефибрировании (см. ниже) количество этой массы было значительно, и для ее размельчения применялись машины с песчаниковыми жерновами, снабженными насечкой, наподобие мельничных поставов, с той лишь разницей, что размол волокон производился в воде с содержанием около 10 % волокна. Фиг. 12 представляет конструкцию такого рафинера. Сконцентрированная до указанной кашецеобразной консистенции масса поступает в воронку *a* и затем в узкую щель *b* между движущимся верхним камнем *c*, закрепленным на валу *d*, и неподвижным нижним камнем *e*. Здесь Д. м., захваченная насечкой камня (фиг. 13),

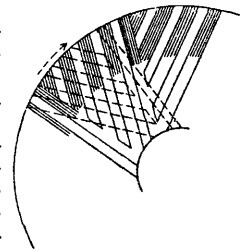


Фиг. 12.

благодаря сдвигающейся к периферии точке пересечения насечек обоих камней (насечка верхнего камня обозначена пунктиром), а также под влиянием центробежной силы, измельчается и дефибрируется трением частичек между собой и о поверхность камней.

Поступление массы в промежуток между насечками камней и дальнейшее ее измельчение при смещении насечек изображено на фиг. 14. Впоследствии песчаниковые камни стали заменять камнями из базальтовой лавы, а конструкция рафинера изменилась из вертикальной в горизонтальную, схематически изображенную на фиг. 15.

Измельченная на рафинере масса снова разбавляется водой, сходящею с обезвоживающих машин, и примешивается к потоку волокна, поступающему на сортировку, находясь, т. о., в непрерывном кругообороте до полного измельчения всех частиц. При измельчении на рафинере, как и при основном дефибрировании, значительная часть механической работы переходит в теплоту, по



Фиг. 13.

к-рой можно наощупь судить о правильной работе рафинера (сходящая с рафинера масса должна иметь t° парного молока). При холодном дефибрировании около 8% всей силы, затрачиваемой на получение Д. м., шло на работу рафинеров. С переходом Америки к горячему дефибрированию и более

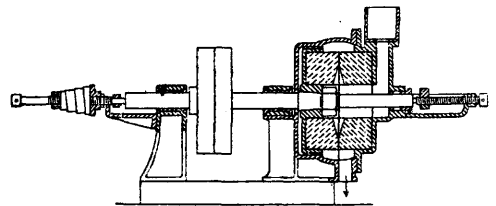


Фиг. 14.

широким прессам работа рафинирования волокна в значительной мере перешла к дефибреру, и отходы на сортировках настолько уменьшились, что американцы перестали употреблять рафинеры. На нашей новой ф-ке газетной бумаги в Балахне рафинеры установлены, и получаемое на них мелкое волокно, будучи смешано с остальным волокном, как показывает опыт, не отражается на качестве газетной бумаги при скорости бумагоделательной машины в 220 м/мин; как оно будет влиять при скорости 300 м/мин, покажет дальнейший опыт ф-ки.

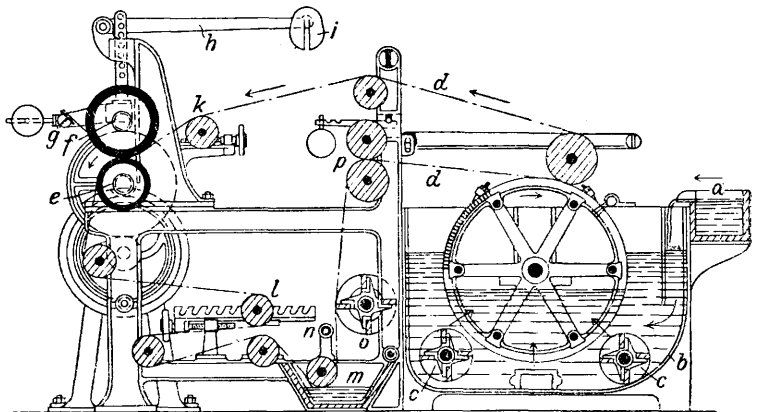
5. Обезвоживание. Волокно, прошедшее через сортировки, сильно разбавлено водой, и содержание волокна в последней доходит до 0,25%. В таком виде оно неприменимо ни как полуфабрикат для переработки в бумагу на той же фабрике ни как товар для рынка и подлежит сгущению до содержания 1—3% волокна (для собственного потребления) или до 50—88% (для продолжительного хранения на фабрике или для продажи). Первоначальное обезвоживание производится простой фильтрацией через сетку из фосфористой бронзы, при чем волокно задерживается на сетке, а излишняя вода проходит сквозь нее, унося с собой ничтожное количество очень мелкого волокна. Чтобы сделать процесс непрерывным, фильтрующая сетка надевается на барабан, обтянутый другой, редкой сеткой, служащей для нее поддержкой, и такой сеточный барабан помещается в ящике, куда поступает подлежащая обезвоживанию масса. Верхняя часть барабана остается непогруженной в волокнистую суспензию, и вода, фильтруясь сквозь погруженную часть, оставляет содержащиеся в ней волокна на сетке. Когда при вращении барабана эта часть сетки с осевшим на ней волокном оказывается наверху, особым приспособлением — непрерывно движущимся сукном или валиком — волокно снимается с сетки, а освобожденная от него сетка снова погружается в суспензию для принятия нового количества волокна. Свое движение барабан получает от того же снимающего сукна, и в этом случае аппарат называется папочной (или картонной) маши-

ной; если он приводится в движение независимо и волокно снимается катящимся по барабану валиком, а с последнего счищается особым шабером, то аппарат называется обезвоживающим барабаном, или сгустителем. Если сгущение массы нужно довести до состояния, при к-ром она сохраняет свою текучесть, то ни сукна ни валика с шабером не нужно, а потерявшая часть своей воды суспензия свободно переливается через выемку в стенке ящика, противоположную той, где она поступает в ящик. Фиг. 16 изображает папочную машину: масса поступает по жолобу *a* в ящик *b*; отфильтрованная вода через торцевые открытые части барабана выходит через прорезы в стенке ящика наружу. Гонялки *c* поддерживают волокно во взвешенном состоянии. Сукно *d*, принимающее на себя волокно, проходит между валами *e* и *f* (из закаленного



Фиг. 15.

чугуна), передавая волокно верхнему валу *f*, с к-рого оно снимается шабером *g*. Рычаг *h* с передвигаемым грузом *i*, нажимая на концы верхнего прессового вала, усиливает его давление на сукно и способствует отжиманию воды, к-рая проходит сквозь сукно и стекает с нижнего прессового вала в жолоб. Передав волокно верхнему валу, бесконечное сукно через ряд валиков возвращается к сеточному барабану. Валик *k* (правильный) удерживает сукно в одном положении,



Фиг. 16.

не позволяя ему сойти на сторону, а валик *l* (натяжной) поддерживает его в одинаково натянутом состоянии. Мелкие волокна иногда застревают в порах сукна, и для их удаления сукно проходит на своем пути через сукномойку, состоящую из корыта *m*, водяной sprысковой трубки *n*, била *b* и двух отжимных валиков *p*, удаляющих избыток свежей воды после sprыска. Лопасти била

о слегка сотрясают сукно и тем помогают sprыску удалить волокна из его пор. Для того чтобы вода из ящика могла проходить только сквозь сетку барабана и не уносила волокна через щели между горловинами барабана и стенками ящика, машина снабжена сальником (см. *Картонное производство*).

Сгуститель представляет собою только упрощенный тип палочной машины. Д. м. может быть снимаема с палочной машины помощью шабера в виде мелких кусков сырого волокнистого листа или же какатываться на верхний вал слоем в несколько мм; разрезав последний деревянным или медным ножом, можно снять Д. м. в форме листа, длиною соответственно рабочей ширине сечного барабана, а шириною соответственно окружности верхнего прессового вала. В этом случае на поверхности вала имеется продольная борозда в 3—4 мм шириной и 5 мм глубиной, по которой рабочий быстро проводит ножом на ходу машины. Иногда устраивается также особое приспособление, позволяющее устанавливать определенную толщину листа и дающее рабочему звонком знать, когда эта толщина достигнута.

6. Сушка. Если Д. м. предназначается для транспортирования на большое расстояние, то она д. б. высушена до воздушно-сухого состояния. На небольших заводах это делается в особых сушильках, где листы развешиваются рядами и просушиваются в токе подогретого воздуха, нагреваемого печами или калорифером под решетчатым полом сушилки; в крупных же предприятиях Д. м. сушится в особых механических сушильках (см. *Картонное производство*).

Хранение Д. м. Основной причиной порчи Д. м. при ее хранении являются грибки и другие микроорганизмы, которые попадают в нее из дерева. При известной влажности Д. м. и других условиях мицелий гриба портит волокна, при чем в исключительных случаях потеря может достигать 20—25%, волокна ослабляются, цвет Д. м. темнеет и листы покрываются пятнами. Главная мера для предупреждения порчи Д. м.—содержание балансовой биржи в должном состоянии, для чего ее необходимо часто очищать и хорошо проветривать. Грибки не могут развиваться при влажности дерева ниже 20% и выше 65%. Наиболее надежный способ сохранения Д. м.—держать ее в виде водной суспензии при возможно низкой темп-ре.

Качества Д. м. и факторы производства. Древесномассное производство требует громадной затраты энергии, при чем на полезную работу измельчения древесины идет только часть расходуемой энергии, остальная же преодолевает вредные сопротивления и обращается в тепло. Если бы дефибрирование производилось в сухом состоянии, то от этого выделения тепла дерево загорелось бы. При смачивании же водой теплота отчасти поглощается водой, повышая t° ее тем сильнее, чем меньше подается воды. Содержание влаги в дереве уже само по себе изменяет его свойства, а t° влияет еще сильнее. Из свойств дерева, влияющих на количество Д. м., на первом месте стоят его уд. в. и плотность. Кроме того, всякая древесина неоднородна в своей структуре: в зависимо-

сти от ширины годичных колец получается то более плотная и тяжелая, то мягкая и легкая древесина. Это сопровождается и разным сопротивлением скалыванию и измельчению. Сучки уменьшают выход Д. м., увеличивают расход энергии, портят поверхность камня и загрязняют продукт. Из вышесказанного понятно, что для получения Д. м. требуемого качества необходимо знать свойства дерева, подобрать камень и подготовить его рабочую поверхность так, чтобы обеспечить нужное соотношение между скалыванием (скоблением), разрезанием и перетиранием волокон, а затем установить давление между камнем и деревом и обеспечить необходимым для данного случая t° подачи определенного количества воды.

Д. м. различают: в зависимости от породы дерева—хвойную и лиственную; по размерам элементов—длинноволокнистую, коротковолокнистую, тонко- и толсто- (грубо-) волокнистую, по характеру размола—тощую (садкую) и жирную; по механич. свойствам—крепкую и слабую; по методу производства и цвету—белую и бурюю. Между названными крайними качествами находится бесчисленное множество разновидностей. Ф. Мюллер разделяет Д. м. по качеству, нежности, назначению и способу производства на 4 сорта: I—высший, для самых лучших сортов печатной, художественной и автотипной бумаги; II—высокий, для хороших глазированных печатных и писчих бумаг; III—нормальный, для газетной и обойной бумаг, и IV—обыкновенный торговый, а также для картона (грубая Д. м.). Качество Д. м. зависит от породы, качества, возраста и влажности дерева, от рода камня и характера насечки, от давления на поверхность шлифования, длины шлифования по окружности камня, количества подаваемой на камень воды и t° шлифования, от окружной скорости камня и от размеров отверстий сортировки. В конечном счете все качества Д. м., как и других волокнистых масс для бумаги, зависят от размеров элементарных волокон и их формы, т. е. от отношения их диаметра к длине. Чем длиннее и толще волокна, тем грубее масса; чем больше отношение длины к диаметру, тем, при достаточно малых абсолютных их размерах, масса жирнее и крепче, т. к. при этом сумма площадей поверхностей отдельных волокон в единице их веса (удельная поверхность) больше, и сами волокна плотнее укладываются и связываются между собой, обуславливая большую крепость слоя и затрудняя пропускание воды. Наоборот, при малом отношении длины к диаметру, и особенно если волокна крупны и недостаточно изолированы друг от друга, удельная поверхность будет мала, укладка волокон рыхла и связь между ними слаба, вследствие чего образуются относительно крупные поры и каналы, через к-рые легко проходит вода; такая масса называется *т о щ е й*. Размеры волокна в Д. м. грубо определяются величиной диаметра отверстий решеток сортировок. Удельная же поверхность, причина жирности Д. м., проявляющаяся в большей связи между волокнами в слое Д. м., обеспечивает большее сопротивление волокон разъединению, растаскиванию,

и тем самым большую крепость листа Д. м. Исходя из вполне допустимого предположения, что при многократном физическом делении однородного твердого тела (в данном случае древесины) внешняя работа, потребная для преодоления внутренних сил сцепления, на единицу площади поверхности остается постоянной, можно считать, что расход полезной работы на дефибрирование единицы массы д. б. пропорционален удельной поверхности волокна, т. е. сумме площадей поверхностей элементарных волокон, образующих единицу массы. При одних и тех же условиях, одинаковой древесине, одном и том же оборудовании, а, следовательно, при постоянной потере работы на вредные сопротивления и вспомогательные машины N_0 HP/m или A_0 kWh/m (в 24 ч.), получаем простую формулу удельного расхода энергии при гидравлическом многопрессовом дефибрере:

$$N = N_0 + \frac{J^0}{3\varphi^2} \text{ HP}$$

$$A = A_0 + 6 \frac{J^0}{\varphi^2} \text{ kWh}$$

в 24 ч. на 1 т Д. м. нетто, т. е. за вычетом отхода от сортировок, при чем качество определяется параметрами: J^0 —градусами жирности и φ —диаметром отверстия сортировки, т. е. размерами волокна. Обычно в настоящее время $N_0=50$ HP или $A_0=900$ kWh. При непрерывных дефибрерах весь расход энергии на 15—20% меньше. Отношение $\frac{J^0}{\varphi^2} = K$ можно назвать характеристикой сорта древесной массы (табл. 3).

Табл. 3.—Производственные данные (по Мюллеру и др.).

Производств. данные	Сорта древесной массы			
	I	II	III	IV
φ в мм	0,6	0,8—0,9	1,1—1,2	1,2—1,5
Средн. φ^2 в мм ²	0,36	0,73	1,33	1,82
A в kWh	1 900	1 400	1 170	1 100
Камень	$A_{000}-A_{00}$	$A_{00}-A_0$	A_0-A_1	A_1-A_2
Насечка	Весьма тплат.	—	—	—
Древесина—ель	Плотная отборная	Плотная хорошая	Обыкновен.	Всяная
Выход в кг/м ³ (склад)	300—320	300	280—300	260—280
Средняя жирность J^0				
III. P.	80	75	55	35
Отношение $J^0:\varphi^2$	220	100	40	20

Наиболее серьезные опыты по изучению дефибрирования были произведены в Мадисоновской (Madison) лаборатории по поручению Лесного департамента С. Ш. А. и дали следующие результаты: 1) чем больше производительность дефибрера в единицу времени, тем меньше расход энергии на единицу вырабатываемой Д. м., и наоборот; 2) расход энергии на единицу выработки тем меньше, чем больше окружная скорость камня, но тем ниже и качество Д. м.; 3) то же имеет место и при увеличении давления между деревом и камнем; 4) при увеличении окружной скорости камня соответственным уменьшением давления между камнем и деревом можно достигнуть постоянного расхода энергии на дефибрере; 5) крепость бумаги, изготовленной из Д. м., тем больше, чем больше был удельный расход энергии на эту Д. м.; 6) определенный удельный расход энергии дает, в общем, определенное качество Д. м.; 7) при неизменном удельном расходе энергии, при большом давлении между деревом и камнем, при слабой насечке его получается тонкое и короткое волокно, а при слабом давлении и острой насечке камня—более грубое и длинное; 8) качество Д. м. предопределяется, в первую очередь, состоянием поверхности камня (род камня, род насечки и свежесть ее), потом—величиной давления между деревом и камнем

и мало зависит от окружной скорости камня. Большинство этих выводов действительно в определенных пределах, обусловливаемых отчасти природными причинами, отчасти состоянием техники. Скорость камня не может превосходить 20—25 м/сек, так как при дальнейшем увеличении ее центробежная сила может разорвать камень. Слишком слабое давление совсем не вызывает на поверхности камня достаточной силы трения, чтобы преодолеть сопротивление дерева срезанию волокон, а слишком высокое давление приводит к разрушению камня, не говоря уже о понижении качества Д. м. Удельный расход энергии ограничивается максимальной жирностью Д. м., при чем крепость изготовленной из нее бумаги не может превзойти крепости дерева, из которого была выработана Д. м. Род камня, характер и свежесть его насечки влияют на производительность, качество Д. м. и удельный расход энергии совместно и нераздельно. Несоответствие камня требуемому качеству Д. м. возможно устранить путем целесообразно выбранной насечки. На твердом камне насечка держится дольше, но ее труднее делать, при чем для лучшего качества Д. м. приходится затуплять ее острые режущие кромки. На мягком камне насечка скорее срывается, но ее легче проваживать. В каждом частном случае следует экспериментальным путем искать оптимального соотношения всех факторов для достижения требуемого качества. При одинаковой насечке твердый крупнозернистый камень дает грубую массу, мягкий мелкозернистый—тонкую. При одном и том же камне глубокая, частая насечка дает большую производительность, но тонкую, плохо разработанную массу при меньшем удельном расходе энергии. Мелкая и редкая насечка, наоборот, дает более жирную тонкую массу с уменьшением производительности и увеличением удельного расхода энергии. Не меньшее влияние оказывают тип и расположение нарезок на поверхности камня. В настоящее время повсеместно применяются четыре выработанных в Америке основных типа шарошек или роликов разной крупности: винтовой, прямой, шпирообразный и спиральный, с комбинированием их в случае надобности (табл. 4).

Опыты с деревом, длиной 610 мм, при скорости камня 16,1 м/сек и 225 об/м. и при давлениях между камнем и деревом 870, 1160, 1740 г/см², показали, что с увеличением остроты насечки производительность Д. м. увеличивается, удельный расход энергии падает, но крепость готовой бумаги уменьшается, при чем с увеличением давления влияние характера насечки на удельный расход энергии ослабляется.

Давление между деревом и камнем является главным фактором в процессе дефибрирования дерева. При одинаковых прочих условиях потребная для дефибрирования мощность прямо пропорциональна давлению; выход Д. м. в единицу времени также увеличивается с возрастанием давления и при этом быстрее, чем мощность, а потому удельный расход энергии в известных пределах уменьшается. Качество Д. м.—жирность и крепость—с повышением давления снижается. Вследствие переменной площади соприкосновения между деревом и камнем при круглых чураках давление на единицу этой площади сильно колеблется, и, следовательно, нельзя получить идеально однородной по качеству древесной массы; приходится довольствоваться тем, что ее элементы, хотя и разных размеров, состоят количественно в постоянных отношениях. Бумага из такой древесной массы лучше, т. к.

Табл. 4.—Типы роликов для насечки.

Тип	Получаемый результат		
	ролонно	щепы	потеря в сточных водах
Винтовой	Корот., грубое	—	Большая
Прямой	Длин., грубое	Много	—
Спиральный	Лучше прямого	Меньше	—
Шпирообразн.	Короткое	То же	Меньшая

часть волокон образует ее основную ткань, а более мелкие волокна служат заполнителем. Для расчетов среднего давления принимают площадь соприкосновения дерева и камня для мелких дров 0,66, для крупных—0,75 рабочей поверхности прессовой коробки дефибрера. Высокие давления (2,6 кг/см²)

применяют, когда энергия дешева; при дорогой энергии представляет интерес получать не столько максимум валовой выработки Д. м., сколько наибольший выход Д. м. на единицу затраченной энергии. Теоретич. анализ показывает, что между давлением x и выработкой Д. м. (на единицу энергии) y должна иметься зависимость:

$$y = \frac{\eta \gamma}{n} \left(m - \frac{n^2 + x^2}{nx} \right),$$

где η —коэфф-т укладки дров в прессовой коробке, γ —плотность (удельная масса) дерева $\sim 0,8$ г/см³, n —постоянное число в единицах давления г/см², m —некоторый коэфф-т, зависящий от твердости камня и равный 2,5 для мягкого и 3,5 для жесткого. Отсюда наибольшее значение y будет при $x=n$, а именно $y_{max} = \frac{\eta \gamma}{n}$. Увеличение скорости камня, как и давления, вызывает пропорциональное увеличение потребной мощности и еще большее возрастание производительности в единицу времени, отчето уменьшается удельный расход энергии. Качество Д. м. с уменьшением скорости вращения камня улучшается. Из ф-лы, аналогичной формуле для динамометра Прони, имеем:

$$N = \frac{\pi D n_0 \varphi P}{60 \cdot 75} = \frac{u \varphi P}{60 \cdot 75},$$

где n_0 —число об/м., D —диам. камня в м, P —сила давления дерева на камень, u —окружная скорость в м/мин., φ —модуль относительной производительности дефибрера («коэфф. шлифования» в нем. литературе, подобно коэфф-ту трения). Мы видим, что при неизменных N , D и φ скорость u обратно пропорциональна общему давлению, а, следовательно, и среднему удельному давлению. Величина φ находится из условия равенства работ силы P , подающей дерево нормально к камню на величину h см/сек и силы T , касательной к окружности камня и срезающей слой древесины на протяжении u см/сек, т. е. $P \cdot h = T \cdot u$,

откуда $T = \frac{h}{u} P$. Обозначая $\frac{h}{u} = \varphi$, получим $T = \varphi \cdot P$,

т. е. касательная сила T равна нормальному давлению P , умноженному на отвлеченное число φ , к-рое можно рассматривать как аналогичное коэффициенту трения; оно несколько падает с увеличением давления, напр., $\varphi = 0,27$ при давлении $0,6$ кг/см² и $\varphi = 0,23$ при давлении $1,76$ кг/см² площади прессы, но при этом φ оказывается прямо пропорциональным максимальной величине удельной производительности Д. м.; так. обр., установив возможный максимум отношения $\frac{h}{u} = \varphi$, можно тем самым отрегулировать дефибрер на оптимальную работу. Отсюда вытекает весьма важный теоретический вывод, что $\varphi = \infty$ при $u = 0$, т. е. производительность на единицу энергии бесконечно велика. Практически это подтверждается тем, что при раздавливании неподвижного дерева сжатием расход энергии много ниже, чем при дефибривании. На этом основан ряд способов получения Д. м. раздавливанием древесины в полусухом состоянии (напр., давяльный способ Раша и Кирхнера).

Фактически полного равенства работ внешней и сопротивлений внутренних сил древесины нет; энергии затрачивается больше, чем требуется, и этот избыток, равный 40÷60% всей работы, обращается в теплоту, идущую на нагревание. Тепловая энергия содействует размягчению инкрустантов дерева и облегчает дефибривание, уменьшая удельный расход энергии и улучшая качество Д. м. Для получения повышенной t° при шлифовании достаточно уменьшить приток воды, но уже при 80° Д. м. получается настолько сухая, что облегчает камень и сваливается с него кусками. Обычно t° горячего дефибривания 55÷65°. опыты показали, что между t —температурой на камне дефибрера, t_0 —температурой воды в sprысках и i -кратным разжижением Д. м. имеется зависимость $(t-t_0) \cdot i = C$ (из опытов $C=2000$) и что крепость a образцов папки из Д. м. при разных темп-рах, выраженная произведением т. н. разрывной длины на относительное удлинение при разрыве, м. б. выражена в пределах опыта формулой:

$$a = A - k V t - t_0;$$

в данном частном случае $A=87$, $k=0,425$,

$t=60^\circ$. При обыкновенном давлении и температуре воды в sprысках $t_0=10^\circ$, достаточная температура дефибривания получается уже при 50-кратном разжижении; 100-кратное разжижение ставит условную грань между холодным и горячим способами. В табл. 5 показано соотношение между концентрацией и t° дефибривания.

Табл. 5.—Степени разжижения и t° дефибривания (по Гофману).

Трехпрессовый дефибрер на 450 kW*1			Непрерывный дефибрер на 250 kW*2		
t°	Концентрация	Степень разжижения	t°	Концентрация	Степень разжижения
18	0,87	1:115	20	0,84	1:120
25	1,56	1:64	—	—	—
33	2,40	1:44	32	1,40	1:72
40	2,89	1:35	—	—	—
46	3,63	1:28	45	1,55	1:65
57	4,58	1:22	55	2,0	1:50
60	4,90	1:20	65	4,6	1:22
64	5,20	1:19	70	5,3	1:19
			75	5,6	1:18

*1 Шпр. поверхности прессы 1 м, высота 0,563 м; давление на 1 м² прес. поверхности 0,684 кг.

*2 Камень искусственный А; ширина шахты 0,550 м, длина 1 м.

Большая эффективность как в количественном, так и в качественном отношении магацинных и непрерывных дефибреров, в частности значительно меньший процент рафинерной массы (2—6% против 10—12% пресовых), объясняется тем, что теплота от дефибривания и пар подогревают и распаривают находящиеся выше в шахте дрова. В настоящее время в целях экономии применяют для sprысков заранее подогретую (каким-либо отбросным теплом) воду и даже затопляют дрова в шахте и самый камень теплой водой. Имеются предложения и на подогрев дров в отдельном аппарате.

Отбелка Д. м. Как продукт механического производства белая Д. м. сохраняет большую часть физич. и химич. свойств древесины, из к-рой она получена, не исключая и цвета. Естественный цвет древесины желтовато-белый с оттенками для разных пород. Цвет Д. м., по данным Винклера, в непресованном виде при доступе воздуха и $t^\circ 0-10^\circ$ изменяется след. обр.:

Порода дерева	В свежеприготовлен. виде	Через несколько недель хранения
Пихта	Светложелтый	То же, но темнее
Ель	Желтый	» » »
Сосна	Зеленовато-бел.	Грязновато-белый
Лиственница	Светложелтый	То же, но темнее
Осина	Желто-белый	Желто-белый
Липа	Серо-белый	Серо-белый
Клен	Желтовато-бел.	То же, но темнее
Бук	Горохово-желт.	С поверхн. краснов.
Береза	Желто-белый	Мясно-красный
Ольха	Глубоко желтый	Кирпично-красный

Для придания Д. м. более белого цвета прибегают к отбелке ее сернистою к-тою или растворами кислот сернисто-кислых солей кальция или натрия (бисульфит). Этот способ основан на способности SO₂ бисульфитов реагировать с естественными красящими веществами древесины, давая более светлые и легче растворимые соединения. При этом

инкрустирующие вещества не устраняются, и цвет получается не такой ярко белый, как при отбелке древесной целлюлозы хлором. Отбелка газообразной сернистой к-той производится в больших наглухо закрытых камерах, загружаемых Д. м. в виде измельченных влажных листов или вертикально размещенных валиков. Отбелка Д. м. на предприятиях, на к-рых одновременно производится сульфитцеллюлоза, выполняется содержащими SO_2 газами, выходящими из варочных котлов и пропускаемыми через раствор соды. Теперь для отбелки Д. м. почти исключительно применяется бисульфит натрия в виде раствора крепостью 38—40° Вё, т. е. содержащего 100 кг соли на 160 кг воды. На отбелку 100 кг воздушно-сухой Д. м. расходуется 2,5 кг раствора, разведенного до 2—3%. При этом раствор бисульфита 7—10° Вё, налитый в опасный свинцовый деревянный резервуар над верхним (форматным) валом папочной машины, выходит через ряд отверстий или стекает по полоске сукна на слой Д. м.; избыток отжимается вместе с водой и собирается в корыте под столом машины. Применяются также круглощеточная брызгалка, спрыски и сунные валики. Д. м. долго сохраняет свежий цвет, но постепенно опять приобретает естественный. Если откатую на папочной машине Д. м. сразу размалывать в бегунах с новым добавлением одной десятой части бисульфита (7° Вё), то свежий цвет вновь восстанавливается и более не исчезает. Беленую т. о. осиновую Д. м. по цвету трудно отличить без микроскопа от лучшей белой соломенной целлюлозы. Во избежание порчи металлич. частей папочной машины отбелку проводят в особых камерах, где держивают Д. м. в виде пачек или валиков в растворе бисульфита 24 ч. и дольше. Для усиления действия связанную SO_2 выделяют из бисульфита натрия при помощи серной к-ты или сернистого алюминия.

Бурая Д. м. Использование тепловой энергии для облегчения дефибрирования имеет место при производстве бурой Д. м., где чурки дерева до дефибрирования загружаются в котлы и пропариваются (или пропариваются горячей водой) в течение 4—20 ч. Такая Д. м. называется бурой (или желтой) потому, что древесина темнеет по мере пропаривания поленьев; после 6-час. пропарки она получает желтый цвет, после 8—10 ч.—средне-бурый, после 14—17 ч.—темнобурый. Эту окраску можно объяснить образованием гуминовых веществ, к-рые возникают, по мнению некоторых авторов, при действии продуктов разложения лигнина (муравьиной и уксусной к-т) на сахаристые вещества древесины. При этом разрушаются смолы, что дает возможность употребления и более смолистых пород, напр. сосны. После пропаривания древесины волокна легче разъединяются, и, при прочих равных условиях, бурая Д. м. дает значительно более длинное, тонкое и крепкое волокно, способное образовать достаточно прочную бумагу без добавления других волокнистых материалов, тогда как самый длиноволокнистый сорт белой Д. м. может дать слабую газетн. бумагу при условии добавки

25% целлюлозы. Картон из бурой Д. м. отличается крепостью и гибкостью, тогда как картон из белой Д. м. слаб и ломок.

Дрова для бурой Д. м. могут начисто не окоряться. Котлы, вертикальные или горизонтальные цилиндрич., диаметром 1,5—2,5 м и длиной 3—8 м, вмещаю до 0,75 скл. м^3 дерева на каждый м^3 объема. Закладка дров в горизонтальные котлы производится вручную, но в последнее время для больших котлов дрова завозят в котлы на тележках, что весьма сокращает время загрузки (до 10 м. вместо 1—1½ ч.). Вертикальные котлы загружаются механически транспортером, сбрасывающим поленья в верхнюю горловину котла, или же при помощи опускания подвешенного на цепи ложного дна. Изредка встречаются и вращающиеся шаровые или цилиндрич. котлы. Материал котлов должен противостоять действию кислот. Обычно применяется железо с 3,5—4-мм медной внутренней обкладкой; вертикальные котлы делаются чугуны без медной футеровки. Встречается и футеровка из кислотоупорного бетона. Снаружи котлы снабжаются тепловой изоляцией. При нескольких котлах, в целях экономии тепла, пар из готового к выгрузке котла иногда пропускают во вновь загруженный, пока не сравняется давление; затем в последний котел дают в течение 1 ч. свежий пар при давлении ~ 6 atm. После этого приток пара прекращается, и в течение следующих 4 ч. через каждый час спускают конденсат. К концу варки давление в котле снижается само собой до ~ 2 atm. В целях некого смягчения цвета в котел пускают воду при давлении в 1 atm, пропаривают 3 ч., затем воду спускают и, вновь дав пар, держат котел еще 5 ч. Вместо 7—9 ч. процесс при этом длится 12—13 ч., требуется больше пара (на нагрев воды), но облегчается дефибрирование, и получается более крепкая и светлая бумага. Расход пара (6 atm) при пропаривании (без воды) в неизолированном котле, объемом 20 м^3 , вмещающем 15 скл. м^3 сосны, при средней длительности 7—9 ч., составляет ок. 90 кг на 1 скл. м^3 дерева, или 0,4 кг на 1 кг воздушносухой Д. м., считая и потери в паропроводах. При изоляции котла расход пара составляет ок. 0,37 кг. Таким образом, в зависимости от условий расход пара м. б. весьма различен.

Экономика. В табл. 6 приведена калькуляция себестоимости 1 т Д. м. в 1913 году (Союз писчебумажн. фабрикаторов), при цене баланса 4 р. 13 к. за м^3 и выходе воздушносухой Д. м. 254 кг/ м^3 , т. е. расходе 3,94 $\text{м}^3/\text{т}$. Современные калькуляции для 3-дов СССР, при цене баланса 5 руб. за м^3 и расходе стrogаного баланса 3,4 $\text{м}^3/\text{т}$ (при паровой силе), приведены в табл. 7. В табл. 8 сопоставлены технические коэффициенты по иностранным данным.

При суточной производительности 33 т на 2 непрерывных дефибрерах завод Д. м. требует 0,5—0,6 м^2 площади пола и 0,45—0,5 м^3 объема здания. Стоимость 3-да без силовой станции при 10 магазинах дефибрерах 59 р. на т выработки в год. В современных условиях СССР при выработке 33 т в 24 ч. на 2 непрерывных дефибрерах стоимость 3-да составляет 50—70 р. на т в год.

Табл. 6.—Калькуляция 1 т древесной массы в 1913 г. (в рублях).

Статьи расхода	В России		За границей	
	На паровой силе (1 Н—33 к.)	На водяной силе (1 Н—10 к.)	На паровой силе (1 Н—22 к.)	На водяной силе (1 Н—7 к.)
1. Баланс	15,85	15,85	15,85	15,85
2. Сила (и пар)	25,00	7,62	16,45	6,10
3. Зараб. плата	6,10	6,10	4,58	4,58
4. Сукна, сетки, камни	1,83	1,83	0,915	0,915
5. Ремонт	2,44	2,44	1,22	1,22
6. Амортизация и % на капитал	6,10	4,26	2,44	1,83
Итого	57,32	38,10	41,455	30,495

в том числе ~ 15% — здания и 85% — оборудование.

Мировое производство Д. м. В 1883 г. в Европе насчитывалось 899 древесномассных з-дов с 2 064 дефибрерами, вырабатывавшими 350 000 т Д. м. в год, т. е. 390 т на з-д; в 1922 г. средняя производительность з-да достигла 3 400 т в год. В 70-х гг. прошлого века начали появляться

420 т на з-д. В 1923 г. в СССР было 31 предприятие с годовой выработкой 53 700 т, или 1 740 т на з-д. На мировое производство всех видов древесного волокна в 1926 г. ушло ок. 75 млн. скл. м³ дерева (по данным Дрезденской бумажной выставки 1927 г.), что составляет не более 3—4% всего мирового потребления древесины для всех целей. Из них треть перерабатывалась в Д. м. и две трети в целлюлозу, что дает приблизительно равное количество выработки обоих видов полуфабрикатов, по 7 млн. т. Мировое производство древесного волокна на 1922 г. характеризуется след. цифрами:

	Механич. др.-масса	Целлюлоза
Число предприятий	1 412	547
Годов. выработка в т	4 763 400	5 776 400
В том числе:		
Европа	43%	53%
Америка	54%	45%
Выработка на 1 предпр. в т:		
Средняя	3 400	10 500
Максимальная	22 000	27 000
	(Канада)	(Нью Фаундленд)

Годовой расход древесины на эту выработку составлял около 60 млн. м³. В СССР в

Табл. 7.—Современная калькуляция 1 т древесной массы (в рублях).

Статьи расхода	Производительность в 24 ч.—5 т		Производительность в 24 ч.—100 т	
	кВт·ч	руб.	кВт·ч	руб.
1. Баланс строганый еловый		17,00		17,00
2. Сила: электр. энергия	1 200 кВт·ч × 0,02 = 24,00	3,00	1 050 кВт·ч × 0,02 = 21,00	3,00
пар на отопление		27,00		24,00
3. Зараб. плата	3 чв-д. × 2,00 = 6,00	1,50	0,4 чв-д. × 2,50 = 1,00	0,25
Начисления, 25%		1,00		0,10
Служащие		8,50		1,35
4. Сукна, сетки, камни		1,20		0,90
Ремни, канаты, смазка		0,50		0,50
Разные материалы		0,80		0,60
5. Ремонт, 5% себестоимости		3,30		1,00
6. Амортизация (3%) и % на капитал (6%)		5,40		4,30
Общезаводские, 5%		3,20		2,50
Итого		66,90		52,15

Табл. 8.—Составные части стоимости 1 т воздушносухой древесной массы.

Статьи расхода	Германия (по Гофману, 1925 г.)	С. Ш. А. (по Уитаму, 1916 г.)	Канада (по Кларку, 1928 г.)
Баланс	3,70 м ³	68,85%	При выработке 150 т в 24 ч.: Баланс—3,65 м ³ по 9,70 р.=35,40 р. Энергия 1 770 кВт·ч по 1,35 к.=23,90 р. (при своей водян. силе 0,25 к. за кВт·ч, при покупке от чужой гидростанции 0,6—0,7 к.) Вода 30,3 м ³ Зараб. плата 0,286 чв-д. При водяной силе стоимость 1 т древесной массы 50—54 р.
Энергия	—	3,98%	
Зараб. плата	90 чв-ч.	14,12%	
Сукна	0,2 кг	0,57%	
Сетки	0,05 м ²	0,27%	
Камни	5,0 кг	0,92%	
Ремни	—	0,34%	
Смазка	—	0,44%	
Разные	2 кг	2,28%	
Ремонт	12,5 чв-ч.	4,65%	
Амортизация и % на капитал	30 чв-ч.	1,49%	
Общезав. расход	30 чв-ч.	2,36%	
Провоз	7,5 чв-ч.	—	

и в России мелкие заводы Д. м. на водяной силе, но вследствие своей малой производительности (60—120 кг в сутки) они существовали недолго. В 1900 г. в России имелось 48 древесномассных з-дов с выработкой ок. 20 000 т в год, т. е. в среднем по

1926/27 г. было выработано 73 200 т механич. Д. м. и 75 000 т целлюлозы и израсходовано ок. 780 000 скл. м³ окоренного дерева, т. е. 1,3% мирового расхода.

В 1927/28 году было выработано в СССР 86 251 т механ. Д. м. и 76 559 т древесной

целлюлозы, не считая 8 911 т соломенной целлюлозы, и израсходовано 796 000 скл. м³ баланса. Пятилетний план развития производства древесных полуфабрикатов запроектирован ВСНХ СССР с расчетом, в первую очередь, покрытия потребности в них бумажной промышленности, а именно (в тыс. т):

Действующие предприятия и начатые постройки до 1928/29 г.

Годы	I вариант		II вариант	
	Целлюлоза	Механич. дров. масса	Целлюлоза	Механич. дров. масса
1927/28	83,5	93,0	76	73
1928/29	127,0	154,0	120	155
1929/30	173,0	200,0	162	193
1930/31	204,0	230,0	218	234
1931/32	209,5	252,0	260	287
1932/33	209,5	254,0	350	360

Новое строительство

Годы	Целлюлоза		Мех. дров. масса	
	Целлюлоза	Мех. дров. масса	Целлюлоза	Мех. дров. масса
1930/31		3,0		2,0
1931/32		49,5		32,8
1932/33		124,5		96,0

Выработка бумаги и картона по тому же плану выражается следующими цифрами:

Годы	I вариант		II вариант (последнейший)	
	Бумага	Картон	Бумага	Картон
1927/28	282,0	46,0	251	41
1928/29	357,0	55,0	360	51
1929/30	433,5	55,0	416	54
1930/31	506,5	55,0	507	54
1931/32	599,0	63,0	587	61
1932/33	716,0	85,0	712	85

В приведенных цифрах не принята в расчет предстоящая постройка мощного сульфитцеллюлозного завода в Архангельском районе на 100 000 т в год и ряда проектируемых сульфатцеллюлозных з-дов для переработки отходов лесопиления (по планам лесной промышленности) общей мощностью на 75 000 т в год.

Гигиена труда. Из всех отраслей бумажной промышленности, вообще требующих многочисленного обслуживающего персонала, производство белой Д. м. является наименее трудоемким и к тому же одним из наиболее нормальных по условиям производственной обстановки в гигиенич. отношении. Число производственных рабочих, находящихся одновременно в рабочем помещении, при суточной производительности 3 ÷ 9 т и 70 ÷ 550 т и при числе дефибреров 1 ÷ 2 и 8 ÷ 24, составляет соответственно 4 ÷ 10 и 20 ÷ 30 чел. По америк. данным, на 1 т суточной выработки на з-де средней мощности приходится 30 м³ объема производственного помещения, что на одного находящегося здесь рабочего дает ок. 240 м³ в смену или 30 м³ в час, цифру, близкую к гигиенич. минимуму (32 м³ на взрослого человека в час — по проф. Ф. Гюппе), т. е. норму, достаточную без искусственного обмена при отсутствии иных причин загрязнения воздуха, кроме дыхания человека. Темп-ра рабочего помещения ок. 20°, влажность 77—78%, т. е. несколько выше нормы (18° и 65%); при горячем дефибривании на мощных дефибрерах t° и влажность м. б. еще выше, но обычно такие установки имеют обширное помещение, где теплота и влажность распределяются в боль-

шем объеме воздуха. Слабый естественный запах истираемого дерева также не м. б. отнесен к факторам порчи воздуха. Неизбежная сырость на полу помещения, специфич. вредность бумажной промышленности, имеют место и в производстве Д. м.

В производстве бурой Д. м., при пропарке дерева, производимой обыкновенно в отдельном помещении, условия труда значительно менее благоприятны, особенно при разгрузке пропарочных котлов. Темп-ра в котлах достигает 150°; в целях сокращения времени оборота котла и экономии тепла разгрузка и последующая зарядка производятся почти немедленно по окончании пропарки, так что рабочим приходится вдыхать насыщенный парами воздух со специфическ. запахом пропаренной древесины. Т. к. длительность ручных операций выгрузки и загрузки составляет 15—20% от всего оборота котла, то при поочередной работе нескольких котлов обычно 2—4 рабочим приходится почти непрерывно находиться в такой атмосфере, что отражается и на производительности труда и на здоровьи. Приточно-вытяжная вентиляция всего помещения здесь не улучшает положения и лишь увеличивает тепловые потери. Более целесообразно устройство вытяжных колпаков над загрузочным отверстием; вытяжка (вентилятором) производится лишь в период выгрузки и загрузки. В новейших установках длительность этого периода сокращается до 15—20 мин. загрузкой котлов целиком составом заранее нагруженных вагонеток, которые столь же быстро удаляются из котлов после пропарки.

В подготовительном отделении, где производится окорка и распиловка балансов, воздух загрязняется мелкой древесной пылью, что вредно влияет на дыхательные пути и на глаза. Темп-ра помещения, в виду постоянной подачи балансов извне, в холодное время держится ниже нормы; кроме того, бывают сквозняки от открываемых дверей и усиленной вытяжки. При очистке коры мокрым способом в барабанах возможна повышенная влажность воздуха. Наиболее радикальным гигиенич. мероприятием в этом отделении является возможно большая механизация транспорта и производственных операций для уменьшения числа занятых здесь постоянно рабочих. Остающийся необходимым штат должен быть снабжен соответствующими предохранительными средствами (очки-консервы, аспираторы, спецодежда).

Сушильное отделение, кроме несколько повышенной t° вблизи сушильных устройств, представляет вполне благоприятные условия для работы, особенно при новейшем оборудовании.

Механич. повреждения рабочих свойственны производству Д. м. в виду неизбежного соприкосновения их с тяжелым сырьем — балансом (ушибы при падении дров и тележек или клеток, а также при операциях смены дефибрерных и рафинерных камней). При отсутствии предохранительных приспособлений возможны разнообразные повреждения, обычные для всех механических и механизированных производств.

Воздействие условий производства Д. м. на психику нельзя признать вполне благоприятным. Непрерывный шум, свойственный этой отрасли производства (корободирки, пилы, характерный гул дефибреров, рафинеров и центробежных сортировок), действует утомительно. Монотонность основных операций, требующих не особенных физич. усилий, а значительного напряжения внимания, вызывает усталость, особенно при работе у многопрессовых дефибреров.

Лит.: «Бумажная промышленность», М., 1922—28; Гюппе Ф., Руководство гигиены, пер. с нем., СПб, 1900; Schuberger M., Die Holzschliff-Fabrikation, 3 Aufl., B., 1925; «La papeterie», P., 1924, 3; U. S. Depart. of Agric., Bull., Wsh., 343; Нолман К., Prakt. Handb. d. Papierfabrikation. Holzschleiferlei, p. 76, B., 1926; «Le papier», P., 1927, 2; «Pulp a. Paper Magazine», N. Y., 1916; Müllerer F., Papierfabrikation u. deren Maschinen, B. 1—2, Viberach-Riss, 1926—28.

Ф. Бобров.

ДРЕВЕСНАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА, см. Целлюлоза.

ДРЕВЕСНАЯ ШЕРСТЬ, мелкая деревянная стружка, составляющая предмет особого производства. Д. ш. употребляют в качестве упаковочного материала для яиц, фруктов, посуды и т. д. Мелкая Д. ш. идет на набивку матрацов, мебели, на подстилку для скота и т. д. Из Д. ш. изготовляют также канаты, применяемые, напр., для упаковки мебели и в литейном деле. Для изготовления Д. ш. дерево предварительно распиливают на куски длиной в 250—500 мм. С полученных поленьев снимают кору и высверливают большие сучья, после чего поленья поступают на станки для строгания Д. ш. Конструкция этих станков довольно разнообразна, но в основу их положена общая идея, заключающаяся в том, что дерево прижимается к движущейся платформе, на к-рой закреплен ряд ножей, делающих на дереве продольные надрезы, и помещены поперечные резцы, которые снимают стружку, распадающуюся по надрезам на узкие ленты. Толщину этих лент можно регулировать в пределах от $\frac{1}{16}$ до $\frac{1}{2}$ мм. Дерево для Д. ш. должно быть достаточно сухим, т. к. сырое дерево плохо строгаются. Вспомогательными станками в производстве Д. ш. являются точильные станки для точки резцов, круглые пилы для поперечной распиловки дерева и упаковочные прессы для прессования Д. ш. Прессование Д. ш. необходимо как для транспортирования, так и для лучшего ее сохранения, так как непрессованная Д. ш. быстро высыхает и становится хрупкой. См. Волокна прядильные, лесная шерсть, сосновая шерсть.

А. Золотарев.

ДРЕВЕСНОЕ МАСЛО, тунговое масло, получается из семян плодов лакового дерева, *Aleurites cordata* Müll., принадлежащего к сем. Euphorbiaceae, произрастающего в Китае и Японии. Поповым доказана возможность разведения этого дерева на Черноморском побережье Кавказа, вблизи Батуми (Чаква). По анализам франц. Jardin colonial, ядро семени содержит до 57,4% жира; по анализам Киселева и Козина, ядро семени чаквинского лакового дерева имеет 63,8% жира. Ядро составляет 60,55% семени. Физико-химич. константы, указываемые разными авторами, имеют колеблющуюся величину: так, по Фарйону, уд. в. масла

0,936 ÷ 0,944, t° заст. —17 ÷ —18°, иодное число 154 ÷ 170, число омыления 190 ÷ 197. Д. м. принадлежит к числу высыхающих масел; скорость высыхания при 16° равна 96 час. Особенность Д. м. заключается в том, что оно высыхает не с поверхности, как льняное, а во всей своей массе. При обработке серою (вулканизации) масло дает прочный фактис. По своему химическому составу Д. м. представляет собою главным образом глицериды кислот олеиновой $C_{18}H_{34}O_2$ и элестеариновой $C_{18}H_{32}O_2$. Цвет Д. м., смотря по способу добычи, —от светложелтого до темнобурого. Д. м. отличается неприятным запахом, трудно устранимым даже продуванием паром; применяется исключительно для выделки олифы (см.).

Лит.: Киселев В. С., Олифа и лаки, М.—Л., 1926; Лялин Л. М., Жиры и масла, 2 изд., Л., 1925; Киселев В. С. и Козин Н. И., «Протоколы маслобойной секции НТС ВСНХ», М., 1928, январь; Technologie der Fette u. Öle, Handbuch der Gewinnung u. Verarbeitung der Fette, Öle u. Wacharten des Pflanzen- u. Tierreichs, hrsg. v. G. Heffer, B. 2, Berlin, 1928.

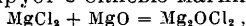
Л. Лялин.

ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНЫЕ МАССЫ, общее название для пластических масс, состоящих из древесной муки или мелких древесных опилок и минеральных связующих веществ. К Д.-ц. м. относятся: доломит, дурамент, гермалит, лигнолит, линол, линолит, линотол, минералит, мирант, папиролит, терралит, торгамент и др. Д.-ц. м., благодаря малой теплопроводности и звукопроводности, значительному весу и механич. прочности, широко применяются в современной строительной технике или в виде готовых прессованных под большим давлением изделий—плиток для полов и панелей, ступеней и перил для лестниц, подоконников, орнаментов, карнизов, или как облицовочный цемент (Holzement)—для непосредственной ручной обкладки стен, настилки полов, ступеней и т. д. Употребление древесно-цементных масс в качестве облицовочного цемента экономически не выгодно.

Материалы для изготовления Д.-ц. м. следующие: 1) Окись магния, MgO —получается умеренным прокаливанием минерала магнезита $MgCO_3$ во вращающихся печах. Реакция идет с выделением углекислого газа по ур-ю: $MgCO_3 = MgO + CO_2$. Еще горячий продукт быстро перемалывают на шаровой мельнице до тонкого порошка. 2) Хлористый магний, $MgCl_2$ —получается из отработанных маточных рассолов на соляных озерах или как побочный продукт при производстве поташа. Хлористый магний не должен содержать солей кальция. Употребляется в виде водных растворов крепостью в 15—25° Вё. 3) Древесная мука (среднего помола)—м. б. частью заменена пробковой, кожаной, соломенной мукой текстильными отбросами, порошкообразным торфом, сапропелем или мелко молотыми минеральными инертными веществами: мелом, каолином, абестом, инфузурной землей и др. Для изготовления муки предпочитают твердые и несмолистые древесные породы. Перед употреблением муку иногда немного смачивают водой или растворами мыла, сульфитного шелока, креозота (как антисептические вещества). 4) Минеральные красящие вещества (толченый кирпич,

сурик, охра и другие) — прибавляются к древесной муке в количестве 5—20%.

Для изготовления плиток или орнаментов применяют смесь из окиси магния, хлористого магния, древесной муки, краски и т. д., к-рую тщательно размешивают в барабанах, а затем помещают в стальные матрицы и подвергают сжатию в гидравлических прессах до 300 atm. Чтобы изделие вышло более однородным, сжатие надлежит производить медленно и постепенно, лучше в две стадии: первая, предварительная, для формовки на слабом прессе, и окончательная — на гидравлическом. Последнее давление поддерживается несколько часов (иногда 20—24 ч.), в течение к-рых объем массы уменьшается больше, чем на половину первоначального, при чем прессованием удаляют избыток раствора хлористого магния, а оставшийся $MgCl_2$ реагирует с окисью магния по ур-ию:



и цемент, т. о., твердеет. Прессованные изделия сушат сначала на воздухе при обыкновенной t° , а потом в сушильной камере при 40—70°, после чего, если нужно, их обрабатывают и полируют.

Смеси для Д.-ц. м. изготавливают по следующим рецептам: 1) магнезии (окиси магния) 90 кг, древесных опилок (сухих) 80 кг, охры 2—4 кг (или железного сурика 3—4 кг, или сажи печной 3—5 кг), водного раствора хлористого магния 24° Вé 100 кг (ок. 270 л); 2) магнезии 90 кг, древесных опилок 80 кг, охры (или других красок) 2—4 кг, смеси из раствора 6 кг железного купороса ($FeSO_4$) в 23 л воды и 42 л водного раствора хлористого магния 24° Вé.

Для непосредственной ручной обделки (стен, полов, подоконников и т. д.) массу готовят на месте работ и употребляют тотчас же после тщательного размешивания. При размешивании важно, чтобы раствор хлористого магния был распределен равномерно по всей массе, поэтому его приливают тонкой струйкой или, еще лучше, пульверизируют. Чтобы масса крепче держалась, ее накладывают на заранее подготовлен. грунт: если грунт каменный, кирпичный или цементный, его предварительно штрихуют (насекают), если деревянный — в него набивают гвозди. Если же грунтом служит земля, ее сначала цементируют магниезиальным цементом ($MgO + MgCl_2$), затем покрывают Д.-ц. м. из грубых опилок, с большим содержанием минеральн. наполнителей, и только после этого накладывают слой из Д.-ц. м., напр. по рецепту: магнезии жженой 90 кг, опилок древесных 50 кг, водного раствора хлорист. магния 25° Вé 30 кг (80 л); опилки перед употреблением д. б. увлажнены. Этот рецепт не является обязательным: опилки м. б. частично заменены асбестом, тальком, инфузорной землей, шлаком и т. д. Для уменьшения гигроскопичности массы прибавляют: карболинеум, масло растительное или минеральное, олифу, смолу, гудрон. Примерами таких рецептов могут служить следующие: 1) магнезии 90 кг, древесной муки 34 кг, минеральн. краски 10—30 кг, талька 15 кг, масла 35 кг, водного раствора хлористого магния 20° Вé 40 кг (120 л); 2) магнезии 105 кг, древесной муки 17—18 кг, проб-

ковой муки 20 кг, инфузорной земли 3,2 кг, минеральной краски 10—30 кг, масла 15 кг, раствора хлорист. магния 20° Вé 35 кг (110 л).

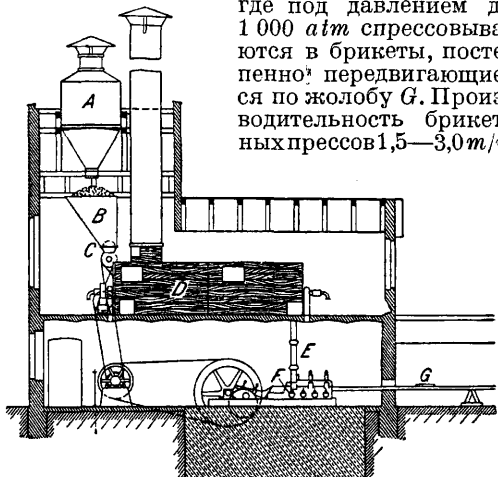
Вследствие разнообразия в составе и способах изготовления механич. и химич. свойства Д.-ц. м. варьируют в широких пределах. Для прессованных масс, состоящих только из магниезиального цемента и древесных опилок или муки, за норму принимается: уд. в. около 1,5, сопротивление разрыву 250—275 кг/см², сопротивление сжатию 750—900 кг/см². Кроме того, прессованные массы обычно очень прочны в отношении атмосферных влияний и воды, не горючи, легко обрабатываются на станках — шлифуются, точатся и т. д. Наоборот, наложенные массы, не прессованные, механически значительно слабее и легче разрушаются от атмосферных влияний и воды.

Lum.: Fritsch J., Fabrication des matières plastiques, p. 234, P., 1926; Blücher H., Plastische Massen, p. 22, Lpz., 1924; Haas B., «Ch.-Ztg», 1923, B. 47, p. 809; Fasse R., «Kunststoffe», Mch., 1923, p. 17; Müller K., Ausführliche Anleitung f. d. Herstellung u. Verwendung v. Kunstholz. resp. Steinholz, 3 Aufl., Gommern, 1908; Stettbacher A., Neurungen u. Eigenverfahren in d. Magnesiazementplastik, «Kunststoffe», Mch., 1919, p. 17; Stettbacher A., Vom Steinholz und dessen Bodenbelägen, «Kunststoffe», München, 1920, p. 153; Kuhlmann E., Steine u. Erden, Handwörterbuch d. techn. Waren u. ihrer Bestandteile, hrsg. v. P. Kraiss, B. 3, p. 299, Lpz., 1921.

Б. Максорев.

ДРЕВЕСНЫЕ ОПИЛКИ, механически измельченная древесина в виде мелкозернистого сыпучего материала; размер частиц (зерен) от нескольких долей мм³ до 3 мм³. Д. о. получают как отход в лесопильном и других производствах по механич. обработке древесины, составляя от 6 до 30% общего количества обрабатываемой древесины, и идут гл. обр. на топливо для котельных на тех же лесопильных з-дах или на расположенных поблизости силовых станциях. Обычно Д. о. поступают в топку в естественном виде и даже без подсушки, но требуют применения топок специальных конструкций: конусных (проф. Кирша) и шахтных с наклонными или ступенчатыми колосниками. Д. о. поступают в топку автоматически, непрерывным ручьем, но с разброской, т. к. они принадлежат к мало воздухопроницаемому топливу, имеют свойство сбиваться в кучки или сводики и при толстом слое создают в топке плохую тягу. Испарительная способность Д. о. составляет 1,25÷2,20 кг пара на 1 кг сжигаемого топлива, т. к. они имеют влажность 30÷55%. Из лесопильного з-да Д. о. подают к кочеварке либо цепными транспортерами с деревян. скребками, движущимися в жолобе (т. н. т а р а к а н ы), либо пневмат. транспортерами (э к с г а у с т е р а м и); если же силовая станция расположена не в непосредственной близости от завода, то применяется канатная подвесная дорога. Опилки можно сжигать в топках в чистом виде или в смеси с дробленой древесиной (щепой, стружками), что повышает коэф-т использования теплотворной способности опилок; их можно также употреблять в виде б р и к е т о в. Брикетирование Д. о. (гл. обр. хвойных пород) сводится к следующему (см. фиг.). Опилки собирают для производства в бункер или сепаратор А, откуда они поступают самоте-

ком по трубе *B* в барабанное сито *C* (20 отверстий на дм.) для очистки опилок от крупных частей древесины и коры. Из барабана опилки автоматически подаются в цилиндрич. сушилки *D*, где и подсушиваются до влажности 6–8%. Отсюда в подогретом состоянии (70–85°) опилки, также автоматически, по трубе *E*, сыплются в питатели-бункеры *F* брикетных прессов, где под давлением до 1 000 атм спрессовываются в брикеты, постепенно передвигающиеся по желобу *G*. Производительность брикетных прессов 1,5–3,0 т/ч.



Размеры брикетов обычно: 5 × 2,5 × 1,75'' или 7 × 3,5 × 2,5''. Стоимость брикетирования, не считая стоимости опилок, на лучших установках составляет 2,20–3,00 р. за т франко завод. Опилки брикетируют не только в их естественном виде (хвойные), но и с примесью, напр. с угольной пылью, а также с разного рода связующими веществами: дегтем, смолами, отработанными щелоками целлюлозного производства и др. Эти примеси, равно как и сильный подогрев опилок до степени частичной их карбонизации, удорожают процесс брикетирования; поэтому последнее не имеет коммерч. успеха, тем более, что по калорийности цена брикетов равна примерно цене березовых дров.

Из других применений Д. о. на первом плане стоит употребление их в естественном виде в металлич. производствах, в качестве шлифовочного материала, для чистки и полировки мелких металлов, изделий, стальных перьев, проволочных изделий, алюминиевой посуды, листового алюминия и т.п. Требования, предъявляемые в этих случаях к Д. о.,—сухость и однородность; последняя играет решающую роль, т. к. опилки различных пород далеко не одинаковы по крепости и полирующим свойствам, а также по способности впитывать жиры и масла. Далее, Д. о. применяются в кожевенной и меховой промышл. В первой они употребляются для увлажнения и лощения высших сортов телячьих и козых шкур, особенно после их окраски в светлые тона. В этих случаях опилки д. б. однородны как по породе, так и по зернистости, т. е. хорошо просеяны и достаточно мягки, чтобы не царапать глянца кожи. Лучшими считаются кленовые опилки. Таких пород, как дуб, следует совершенно избегать, т. к. опилки могут передать коже свой цвет, сделать ее

пятнистой или испортить чистоту тона. При т. н. масляном дублении Д. о. играют роль наполнителя. В меховой промышл. опилки употребляются при мягчении и окраске мехов, а после окраски—для полировки их, т. е. для очищения волоса от грязи и жира и для придания ему лоска и пушистости. Здесь также опилки д. б. тщательно и мелко просеяны (40 отверстий на дм. сита) и преимущественно листовых пород. Иногда Д. о. смешивают предварительно с различными ингредиентами и продают как патентованную смесь.

При постройке зданий Д. о. применяются как изоляционный материал. Для этого их засыпают между стенами зданий легкого, барачного типа или же слегка утрамбовывают между полом и потолком. Изоляционные свойства опилок как в отношении тепла, так и звука вполне удовлетворительны. По данным америк. Бюро стандартов, слой Д. о. в 1'' соответствует по теплоизоляционным свойствам следующей толщине других употребительных материалов:

Пробковая пластина	0,86"
Полотно из растительных волокон (льняные очесы)	0,81"
Пробковая крошка ($d > 1/16''$)	0,73"
Асбестовая бумага	1,23"
Доски из жесткого картона	1,23"
«Insulux» (пористый цементграв. асбест)	1,39"
Кровельный (пропитан. асфальтом) войлок	1,75"

Изоляционные свойства Д. о. понижаются при увеличении влажности, и потому необходимо в этом случае защищать опилки от сырости обкладкой из толевого картона.

В строительной промышленности Д. о., кроме того, находят следующие применения. 1) Для увлажнения бетонных поверхностей в период схватывания и твердения бетона, для чего влажные опилки насыпаются поверх бетона слоем в 2,5–5 см толщины и периодически поливаются в течение 10–14 дней водой. Не следует употреблять дубовых опилок, оставляющих на бетоне темные пятна. Этот способ увлажнения бетона особенно хорошо зарекомендовал себя при устройстве бетонных шоссе. 2) Как наполнитель при изготовлении так наз. гипсовых или алебастровых досок, употребляемых для внутренних мелких перегородок и закладок стневных борозд. С этою целью опилки замешивают с гипсом в количестве 4–5% по весу, при чем опилки не д. б. заражены синевой, т. к. последняя проходит сквозь гипс и дает пятна на поверхности досок. Опилки употребляются сеяные, средней зернистости (15–20 отверстий на дм. сита). 3) При изготовлении так наз. кислотостойких или эвбиолитовых полов, когда для их нижнего основания идут Д. о. крупной и средней зернистости. 4) Как наполнитель в разного рода черепицах, патентованных бетонных плитках для полов и т. п., где требуется легкость. 5) Для изготовления легкого, т. н. пористого, кирпича и обкладочной плиты, при чем опилки смешиваются с глиной в количестве 5–20%.

В садоводстве и лесоводстве Д. о. находят применение как посыпной материал на цветочно-плодовые гряды и гряды питомников для предупреждения развития сорняков; для защиты корней деревьев и кустарников

при перевозке их в рогожах по жел. дор.; для упаковки и сохранения винограда (еловые и пихтовые опилки). Опыты показали, что в последнем случае Д. о. имеют преимущество даже перед пробковой крошкой благодаря большей гигроскопичности и дешевизне. Они д. б. тщательно просеяны на среднюю зернистость и высушены до 4—6% влажности. На 32 кг винограда идет ок. 15 кг опилок. Опилки служат также хорошим упаковочным материалом для бутылок с жидкостями, в целях предохранения их от боя или мороза. Кроме того, можно отметить применение Д. о. для поглощения жидкостей в санитарных целях—на общественных базарах, бойнях, в уборных, при чистке паркетов и полов—и как топливо при копчении мяса (гл. обр. опилки твердых лиственных пород).

Заслуживает упоминания употребление Д. о. в качестве кормового средства для скота. С этой целью хвойные опилки обрабатывают горячей серной или соляной кислотой под давлением 8 atm, в результате чего часть древесины переходит в целлюлозу, осаживается и растворяется. Жидкость, полученную в результате варки, вместе с остатками опилок нейтрализуют известью и выпаривают. Полученный продукт, измельченный, темнокоричневого цвета, с легким сладким запахом и вкусом, напоминающим сырую древесину, имеет довольно низкую питательность, и животные едят его неохотно и только в смеси с зерном. Усвояемость древесного корма $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ дачи, но норма дачи этого корма не может превышать 2 кг в день. В настоящее время этот продукт экономической ценности не имеет.

Утилизация опилок в химич. промышленности. Сухая перегонка опилок в чистом виде хотя и вполне возможна, но экономически мало выгодна, т. к. опилки отличаются большой объемностью и требуют громоздкой аппаратуры. Лучший эффект дает смесь опилок со стружкой или дробленой щепой в отношении 45% опилок и 55% щепы и стружки. Известны вполне рентабельные установки в С. Ш. А. по патенту Стаффорда и в Швеции газогенераторные установки Акц. об-ва Юхсене-Вохсе на берегу Ботнического залива. Рентабельность подобных установок зависит от масштаба производства, т. к. требует больших капитальных затрат. Экстрагирование хвойных опилок бензином, щелочами (русские патенты проф. Лотова и Курсанова, проф. Жеребова и ряд иностранных патентов) с успехом применяется в скипидарно-канифольн. производстве. Экстрагирование опилок каштана, дуба, суаха, мимозы также вполне рентабельно для получения концентриров. дубильных экстрактов (Дюшен и Нуайе).

Проблема получения сахара из опилок технически была разрешена методами Геглунда, Рейнау, Бергиуса, Вильштеттера и др. При этом получается продукт желто-белого цвета, содержащий: 89% сахара, 1% соляной кислоты, 7% воды и 2% солей. Осахаривание опилок в диффузорах по способу Рейнау считается наиболее простым и дающим наибольшие выходы: 60% от веса опилок (при теоретически возможном в 68%).

Однако, трудность дальнейшей очистки и дороговизна продукта по сравнению с свекловичным сахаром делают это производство мало рентабельным. Выработка шавелевой к-ты из опилок существовала до последнего времени, но с изобретением более экономич. синтетич. способа ее получения это производство совершенно упало. Существуют также патенты по добытию из опилок красящих веществ группы солей сероводородной к-ты, но распространению их мешает производство более дешевых красящих веществ анилинового ряда. Опилки употребляют также при изготовлении искусственных абразивных материалов: влажные опилки смешивают с составом из кокса, песка и соли, и смесь закладывается в электрич. печь для сплавления состава. Опилки делают сплав пористым и тем предотвращают возможность взрывов. При обработке Д. о. NaOH, Ca(OH)₂, сернистой к-той и т. п. получается своеобразный распад древесины на отдельные волокна, получившие на герм. рынке название гемиделлюлозы. Из 100 кг древесины получают ок. 70—80 кг гемиделлюлозы, т. е. почти в два раза больше, чем целлюлозы. Промышленного значения этот процесс еще не получил за отсутствием дешевой и портативной аппаратуры. Гемиделлюлоза хотя и ниже по качеству, чем просто целлюлоза, но вполне пригодна для производства низших сортов бумаги и разного рода пластических масс.

В последнее время опилки, наравне со стружками, служат сырьем для получения пластич. масс. Наиболее интересным патентом является патент Уильяма Мезона, применяемый на з-де Mason Fiber Co (С. Ш. А.), пущенном в ход в сентябре 1926 г. Сущность процесса заключается в том, что опилки в сыром виде закладываются в особые аппараты, т. н. пушки и, емкостью 5,7 м³, где и подвергаются действию свежего пара давлением 13 atm в течение 10—15 ск. Размягченное действием пара волокно опилок подвергается затем действию пара под давлением в 70 atm в течение 3—5 ск. Затем гидравлич. клапан пушки быстро открывается в особый сепаратор, и опилки, благодаря резкому понижению давления и t° , подвергаются действию внутреннего взрыва и с огромной силой и скоростью выбрасываются в сепаратор в сильно размельчен. состоянии (мацерация фибрилл). Из сепаратора, по удалении пара, мелковолоконистая древесная масса поступает в резервуары, где остывает до определенной t° , после чего смешивается с водой. Благодаря сильному измельчению масса становится пластичной и легко принимает желаемый вид формованием и прессованием. Указанный з-д в первый же год своего существования выпустил около 250 тыс. м² искусственных досок, нашедших самое разнообразное применение в строительном деле и в столярном производстве. Изготовление изделий из подобной пластичной массы совершенно изменило взгляд на Д. о., и их начинают считать не отбросами, а весьма ценным сырьем. Этому производству предостит большое будущее, т. к., согласно подсчетам, изготовление деревянных изделий из древесины путем распилов-

ки ее и последующей механ. обработки, сопряженное с большими потерями сырья (до 60—75% древесины), требует энергии и времени на 300—800% больше, чем изготовление тех же предметов литьем и прессованием из пластической массы при 100%-ном использовании древесины. О применении Д. о. см. *Дерево искусственное, Древесно-цементные массы и Линолеум.*

Разновидностью опилок является древесная мука.

Лит.: Sawdust and Wood Flour. Report of the National Committee on Wood Utilisation in the U.S. A., Wash., 1927; «Chemical and Metallurgical Engineering», N. Y., 1927. М. Невялковский.

ДРЕВЕСНЫЙ СПИРТ, см. *Метилловый алкоголь.*

ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ, продукт, получаемый из древесины путем ее нагревания до высоких t° (350—600°) без доступа или при незначительном доступе воздуха. Чем больше доступ воздуха при углежжении, тем ниже выход угля из древесины, тем рыхлее и легче самый уголь (см. *Дерево*, сухая перегонка). Настоящий черный Д. у., вполне пригодный для употребления, получается при t° 350° и выше. Содержание углерода в Д. у. зависит не от породы дерева, а исключительно от темп-ры переугливания. Влияние температуры на разложение древесины и химический состав получающегося угля представлены в табл. 1, по новейшим данным В. А. Коробкина.

Табл. 1.—Влияние t° обугливания на состав угля.

Температура	Химич. состав органич. части в %			Примечания
	углерод	водород	кислород с азотом (0,1%)	
110	50	6	44	Высушенная древесина
150	52	6	42	
200	54,5	5,5	40	
250	60,5	5	34,5	
300	73	4	23	
350	76	4	20	Черный уголь печной
400	80	3,5	16,5	Черный уголь костровый
450	85	3	12	
500	89	3	8	
600	94,5	2	3,5	
700	95,5	1,5	3	
800	97	1	2	
900	97,3	1	1,7	
1 000	97,6	0,7	1,7	
1 135	98,1	0,3	1,6	
1 500	99,7	0,1	0,2	

Отсюда видно, что даже при 1 500° нельзя нацело освободить уголь от газовых составных частей древесины—водорода и кислорода, в обычном же угле их содержание немногим меньше 25%. Из этой таблицы следует, что поднимать t° углежжения выше 600° не рационально, т. к. последующие интервалы в 100° незначительно увеличивают содержание ценного углерода. Объемный уд. в. значительно колеблется в зависимости от спосо-

ба, t° и скорости обжига, составляя в среднем для угля из печей Шварца Нижне-Тагильского округа на Урале: елового 0,235, соснового 0,267, осинового 0,289 и березового 0,365 с колебаниями до 50%. Истинный уд. в., определенный на мелкоистолченном угле, дает для тех же углей величины ок. 1,3—1,4. Вычисленная пористость угля составила 70—80%. В табл. 2 приведены соотношения между содержанием углерода, пористостью и уд. весом угля из разных пород леса. При прямом соприкосновении с водой уголь впитывает ее от 200 до 300%, считая по весу высушенного при 105° угля. Вес легкого угля из печей Шварца составляет в среднем: елового 120 кг, соснового 140 кг, осинового 150 кг на один складочный м³. Механич. прочность угля (из печей Шварца) на сжатие приблизительно в четыре раза

Табл. 2.—Сопоставление данных о составе, пористости и уд. в. для угля из разных пород леса.

Название угля	Химический состав					Пористость в %	Уд. вес в кг/куб. м
	Углерод			Легучие вещества	Зола		
	летучий	нелетучий	всего				
Березовый кучной	5,63	83,22	88,85	16,10	0,63	80	0,438
Березовый печной	7,37	78,02	85,39	21,07	0,50	72,8	0,370
Сосновый печной	8,86	73,41	82,27	25,62	0,97	80,6	0,230
Еловый печной	12,18	64,37	76,55	34,80	0,83	84,7	0,190

меньше первоначальной крепости соответственного дерева. Теплопроизводительность Д. у. вдвое выше теплопроизводительности древесины, из к-рой он получен, и для хороших сортов превышает 7 000 Cal. Пирометрич. эффект сжигания угля тоже значительно выше дров. В табл. 3 приведены химич. состав и физич. свойства печного угля. На тепловых свойствах Д. у. и на его химич. составе (отсутствие примесей, вредных качеству продукта, низкое содержание несгорающейся и не требующей флюса золы) основано употребление угля в доменных печах для выплавки чугуна из железных руд, для вагранок при чугунном литье, для производства цементной стали, для кузнечных горнов при горячей обработке и сварке железа. Лучшим углем для доменной плавки считается сметничинный уголь—смесь березового, соснового и елового углей. Хороший Д. у. по внешнему виду отличается блестящим черным цветом, плотностью, издает при падении звенящий звук, горит без пламени и дыма и не пачкает рук.

По способу получения различают: 1) ямный Д. у., 2) костровый, или кучной, 3) печной и 4) ретортный, или казаный. Эти угли значительно отличаются друг от друга по своим химич., физич. и механич. свойствам.

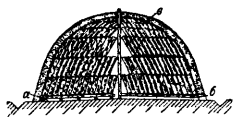
Ямный способ. В сухом грунте вырывается круглая яма diam. около 2 м и глубиной 1,5 м. На дно забрасывают мелкие сухие сучья и зажигают костер. Когда сучья разгорятся, на них наваливают обугливаемый материал и, постепенно подбавляя его, наполняют всю яму горячей древесиной. После этого сверху накидывают дерн и землю, уплотняют покрывку трамбованием и

Табл. 3.—Химический состав и физические свойства печного елового угля.

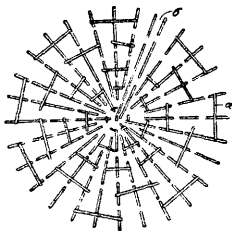
Химический состав					Теплотв. способ-ность, Cal	Раздавл. груз, кг/см ²	
H ₂ O	зола	C	H	O+N		вдоль волокон	поперек волокон
1,78	1,13	68,54	4,54	23,98	5 989	68,0	10,0
1,32	1,01	72,66	4,34	20,67	6 370	64,8	10,0
1,69	0,92	77,42	3,98	16,00	6 826	56,4	9,5
1,96	1,17	81,90	3,63	11,34	7 176	45,8	7,5
2,32	0,90	87,20	3,17	6,41	7 715	57,5	7

оставляют яму закрытой. Через сутки можно уже выгреть готовый уголь. Сохранившиеся очаги тлеющего угля заливают при выгребе водой. Уголь получается мелкий, рыхлый с низким уд. в. Выходы по весу составляют 10—12%, а по объему 30—35%. Такой уголь употребляется для деревенских кузниц и для домашних надобностей. Кустари-уголежог в южных частях РСФСР употребляют для ямного способа только сучья и вершины деревьев. В Ленинградской области и в Центрально-промышленном районе на углежжение идут дрова, при чем здесь ямный способ видоизменен: дрова укладывают плотными рядами в продолговатую яму, покрывают их ветвями и дерном и уже после этого зажигают через оставленное в покрывке отверстие. Под конец процесса отверстие засыпают, поверхность ямы утрамбовывают и, когда уголь остыл, выгребают его. При этом способе улучшается качество угля и увеличивается выход.

Костровый способ углежжения дает промышленный металлургич. уголь лучших качеств. Тем не менее на Урале костровый уголь в настоящее время выжигается только в размере 5%, тогда как в Швеции, где потребление Д. у. металлургией немногим уступает Уралу, до сих пор еще более двух третей всего угля производится костровым способом. Костры, или кучи, бывают стоячие, с вертикальным положением дров, или лежащие, с горизонтальным расположением. Наиболее распространенными и более совершенными являются стоячие костры. На Урале очень часто встречается тип костра, изображен-



Фиг. 1.



Фиг. 2.

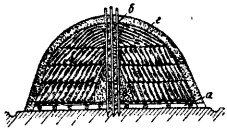
ный в разрезе на фиг. 1. На специально выбранном сухом участке выравнивают ток и в центре его забивают высокий кол. Если место сыровато, то необходимо обрыть место костра канавой, а под самый костер устроить настил из расколотых дров—мостовник *a* (фиг. 1 и 2), во избежание получения большого количества плохо обугленного *к о п ы т н и к а*. В одну сторону от кола дрова укладывают так, чтобы образовался зажигательный канал *б*. Дрова для костра берутся сухие, годовальные, длиной в 1 м. Самый верхний ярус *в* носит название

чепца, но иногда его не делают, укладывая дрова третьего яруса с большим наклоном к центру костра. По укладке дров поверхность костра покрывают хвойными ветвями и на них укладывают еще земляную покрывку. Вверху слой покрывки тоньше, чем на боках. От состава покрывки зависит успех углежжения и наилучшим—считается суглини-

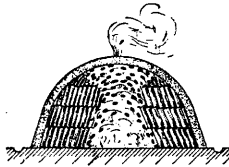
стая земля, смешанная с золой и мелким углем, оставшимся от предыдущего углежжения. Глинистая земля расстрескивается, а песчаная при высыхании осыпается с боков. Обычно уральский костер вмещает 100—120 м³ дров. Зажигание костра производится через канал *б*. В первое время из дров обильно выделяется влага, к-рая частично оседает на покрывке (потение костра). Если высыхание дров совершается медленно, то углежог снимает часть земляной покрывки с чепца, а внизу у мостовника пробивает с подветренной стороны отверстия (подвалы, или пороги) для увеличения доступа воздуха. Когда желтый дым сменяется прозрачным, синеватым и вершина костра начинает оседать, процесс углежжения в вершине костра закончен; углежог увеличивает здесь слой покрывки, стремясь прекратить доступ воздуха к готовому углю. Огонь переводят во второй ярус дров, уменьшая здесь слой покрывки или пробивая в ней ряд мелких отверстий. Здесь тоже сначала получается желтый дым, к-рый постепенно синееет, и тогда огонь переводят в нижний ярус, регулируя ход углежжения в последней стадии открыванием или засыпкой подвалов. В первой стадии процесса в разных частях костра могут образоваться взрывчатые смеси газов, и костер «стреляет», сбрасывая местами покрывку и выкидывая иногда дрова. При неправильной кладке костра или при недостатке надзора уголь в некоторых местах выгорает, и получаются провалы. Во всех таких случаях углежог должен тотчас же заполнить свежими дровами образовавшиеся пустоты (*к о р м л е н и е* костра) и возобновить полностью первоначальный слой покрывки. По окончании обжига засыпают все подвалы, дают куче охладиться, на что требуется 1—2 суток, и приступают к разборке кучи, начиная с чепца. Разборка производится только в сухую погоду, чтобы не испачкать готового угля. Когда уголь окончательно охладится, на грохоте отсеивают мелочь (*п а т ь я*) и укладывают уголь либо в рогожные кули либо в плетеные из прутьев короба для отвозки на чугуноплавильные з-ды. Короб на Урале служит учетной единицей, вмещающей 2 м³ угля. Углежжение продолжается, в зависимости от погоды, 8—10 дней, да еще столько же уходит на устройство кучи, ломку и уборку угля. Всего для костра в 120 м³ требуется до 50 чв-д.

В Э. Европе стоячие костры устраиваются немного иначе (фиг. 3). Ток делается на искусственном возвышении с подъемом к центру, при чем мостовник *a* устраивается при всяком грунте. Зажигательный канал *б* делают вертикальным из четырех вбитых на нек-ром

расстоянии кольев. В центре костра складывается значительное количество зажигающего материала *в*, для того чтобы сразу дать энергичный ход углежжению. Чепец *г* выкладывается с особой тщательностью, т. к.



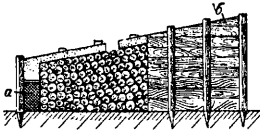
Фиг. 3.



Фиг. 4.

его правильная форма способствует нормальному ходу процесса. Вместимость такого костра вдвое больше уральского (250 м^3). Ведение углежжения в общем аналогично уральскому, но, благодаря особенностям устройства костра, распространение процесса образования угля идет по параболоиду (фиг. 4). Надзор за ходом «немецкого» костра ведется более внимательно, и особенно часто практикуется кормление костра. Выход угля в уральских стоячих кострах составляет 20—22% по весу и 50—55% по объему от воздушносухих годовалых дров; выход в немецких кострах выше, составляя 24% по весу и 60—65% по объему. Хвойные породы, особенно ель, дают более высокие выходы; береза же дает ок. 18% по весу и 45% по объему. Темп-ра углежжения в кострах 500—600°, и в соответствии с этим костровый уголь содержит ок. 90% углерода по элементарному составу, при чем количество нелетучего углерода составляет 82—84%. Последняя цифра особенно важна для доменного процесса, т. к. именно содержание нелетучего углерода обуславливает количественный выход чугуна, летучий же углерод способствует увеличению выхода и улучшению состава лишь колошниковых газов. Если эти последние не находят использования, то выход чугуна является единственным критерием для оценки качества угля, и в этом отношении костровый уголь имеет наилучшие показатели. Объемный удельный вес кострового угля и механические свойства его выше, чем у других сортов Д. у.

Лежачие костры (фиг. 5) устраивают между вбитыми по краям кольями. Ширина костра немного более длины поленьев, а длина м. б. произвольной (в 3—5 раз больше ширины); высота около 2 м. К кольям прислоняют доски и одновременно с уклад-

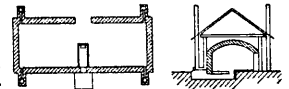


Фиг. 5.

кой поленьев между досками и торцами поленьев делают земляную засыпку. К одному концу костра дрова укладывают выше, чтобы создать направление тяги. Зажигание костра начинают с низкого края *а*, к-рый носит название *п о д о ш в ы*, и направляют огонь к высокому краю *б*—*п а р у с у*, путем пробивания отверстий в верхней крышке костра. При ведении процесса руководствуются теми же признаками, что и в стоячих кострах. Выходы угля получаются немно-

гим меньше, чем в стоячих кострах, но самый уголь оказывается более измельченным, т. к. крепость его в направлении, перпендикулярном волокнам, приблизительно в 5 раз меньше по сравнению с крепостью в направлении, параллельном волокнам, и при горизонтальном расположении поленьев много готового угля раздавливается в нижних рядах.

Трудность управления ходом процесса при костровом углежжении, зависимость от погоды, краткость углевыжигательного сезона, необходимость каждый раз устраивать по крышку для костра, поддерживать ее в исправности во время углежжения и разбирать по окончании побудили техников ввести углевыжигательные печи. Примером такой печи может служить печь Шварца (фиг. 6), к-рая представляет собою прямоугольную продолговатую камеру с топкой, расположенной под серединой продольной стенки. Топка без колосников находится под кирпичным подом печи, и топочные газы поступают в углевыжигательную камеру через отверстие в центре пода. Против топки в другой продольной стенке имеется загрузочное отверстие, вместо к-рого для ускорения загрузки иногда устраивают два отверстия в поперечных стенках печи. По углам печи имеются 4 вытяжных деревянных трубы. Печь перекрыта легкой крышей на деревянных столбах, к-рые вместе с тем



Фиг. 6.

служат и для связи печи. Плотнo загрузив печь дровами, расположенными внизу вертикально (*с т а в*), а под сводом горизонтально (*з а б о й к а*), закрывают загрузочное отверстие железной заслонкой и швы промазывают глиной. В топке разводят огонь, и горячие топочные газы, проникнув в печь, постепенно повышают t° углевыжигательной камеры. Через вытяжные трубы сначала идет белый дым, потом желтый, а появление синеватого прозрачного дыма служит признаком окончания процесса, после чего топочные и вытяжные отверстия плотно закрываются, и печь стынет несколько дней. После выгрузки угля печь готова для новой загрузки. При емкости печи в 50 м^3 дров она делает $3\frac{1}{2}$ оборота в месяц; печь в 70 м^3 делает 3 оборота и печь в $100\text{--}120 \text{ м}^3\text{--}2\frac{1}{2}$ оборота. Производительность выше у печей малого объема, но обслуживание и затрата топлива на печах большого объема дают более экономичные результаты, почему наиболее выгодными в среднем являются печи в $60\text{--}80 \text{ м}^3$. Для топлива можно употреблять самые плохие дрова, сучья, шепу и т. п. Расход топлива составляет 6—10% от объема загружаемых дров, и выходы угля, включая подтопочные дрова, достигают в печах Шварца для ели 88% по объему и 26% по весу, для сосны соответственно—80 и 25% и для березы—58 и 23%. Учет объемного выхода производится коробами, в которых, однако, между кусками угля остается много пустот. Содержание общего углерода—76—80% при 67% нелетуч. углерода. Такое низкое содержание углерода в угле всецело обуславливается, как впервые указал Юон, низкой t° в печах

Шварца, составляющей только 350—400°, против 500—600°, достигаемых в кострах.

Для повышения t° обжига в печах и улучшения качества угля прибегают к газовому топливу, имеющему более высокий пирометрич. эффект, при помощи газосилов, направляющих газообразные продукты разложения в топку, или устраивая газогенераторные топки. Ф. Н. Суханов усовершенствовал топку Шварца и ввел приспособление для дутья воздуха, благодаря чему газообразные продукты разложения древесины сгорают на месте их образования и тем сильно поднимают t° процесса; t° под сводом в этих печах превышает 700°, уголь получается качеством не ниже хорошего кострового, но объемные и весовые выходы значительно ниже, чем в печах Шварца.

Тот же принцип утилизации образующихся горючих газов на нагрев древесины осуществлен в ретортных печах (см. *Дерево*, с ухая перегонка).

Для увеличения массового выхода угля и удешевления его вводятся печи непрерывного действия с утилизацией жидких продуктов. На Урале стоимость угля из печей непрерывного действия превысила вдвое стоимость угля из печей Шварца, а утилизация спирта и уксусной к-ты была бы рентабельной только при березовых дровах. До 1914 г. Урал расходовал для выжигания древесного угля почти 12 млн. м³ древесины, и в 1928/29 г. потребление металлургич. угля составило уже ок. 85% этого количества. Если учесть, что сухая перегонка дерева лиственных пород по всей РСФСР потребляет только 400 000 м³ древесины, то становится понятным все значение Д. у. в народном хозяйстве Союза. Древесноугольный чугуи при переработке дает специальные сорта железа и стали, которые по качеству значительно превосходят такие из коксового чугуна.

Лит.: Филиппов Н. А., Лесная технология. Пирогенетич. производства, стр. 9—44, СПб, 1910; Ариольд Ф. К., Русский лес, т. 2, ч. 2, стр. 348—373, СПб, 1899; Ю о н Э., Древесный уголь и химия углежжения, «Горный журнал», М., 1908, 3; Надеждин А. А., Основные виды топлив России и их характеристика, стр. 25—27, М., 1925; Н о г и н К. И., Сухая перегонка дерева листв. и хвойных пород, стр. 82—132, Л., 1926; «Труды Уральского съезда деятелей по углежжению», стр. 8—242, Свердловск, 1926; D e n z F., Die Holzverkohlung u. der K ohlereibetrieb, p. 5—290, W., 1910; B e r g s t r   m H. och W a s s l e n G., Om Tr kolning, p. 1—180, Stockholm, 1922. В. Петровский.

ДРЕВОТОЧЦЫ, бабочки из сем. Cossidae, гусеницы к-рых живут в древесине различных лиственных, редко хвойных, деревьев, проделывая в них длинные ходы и принося этим физиологический и технический вред. Наибольшее значение как вредители имеют бабочки—древоточец пахучий (*Cossus cossus* L.) и древесница вьедливая (*Zeusera pygmaea* L.). Генерация этих бабочек—двухгодичная. Меры борьбы с пахучим Д.: 1) обмазывание основания стволов смесью глины с известью и с коровьим пометом, иногда с примесью карболизума; 2) введение в ходы гусениц шариков ваты или пакли, смоченных сероуглеродом (CS₂), с последующим замазыванием глиной отверстий ходов; 3) своевременное удаление (сжигание) сильно пораженных и погибающих деревьев. Д р е в е с н и ц а

вьедливая вредит преимущественно на Ю. и Ю.-В. европейской части СССР; ее гусеницы повреждают лесные насаждения и плодовые деревья; вред особенно силен в молодых насаждениях (кроны и стволы). Меры борьбы: тщательный контроль над посадочным материалом, надзор за питомниками и садами. Истребление гусениц ведется посредством введения длинной заостренной проволоки в отверстие ходов или впускания туда сероуглерода, а также путем вырезания и сжигания пораженных ветвей и частей их в первый же год заражения.

Лит.: Шрейнер Я., Древесница вьедливая и древоточец пахучий, «Труды Бюро по энтомологии при Гл. управлении земледелия», т. 6, СПб, 1905; Wolff M. u. Krauss A., Die forstlichen Lepidopteren, Jena, 1922. В. Болдырев.

ДРЕДНОУТ, см. *Военные суда*.

ДРЕЗИНА путевая (ручная), механическая тележка, передвигаемая по рельсовым путям силою едущих на ней людей и предназначенная для служебных поездок по линии ж.-д. служб. Чаще всего применяют ручные Д. одно- и двухместные. Скорость движения обыкновенной Д., приводимой в движение человеческой силой, не должна превосходить 20 км в час. Обыкновенная Д. должна в пути возможно легко сниматься вручную обслуживающими ее лицами. При приближении поезда Д. каждый раз должна сниматься с рельсов в сторону за пределы габарита подвижного состава, не вызывая не только остановки поезда, но и уменьшения его скорости. Перед выездом на путь Д. должна снабжаться: днем красным сигналом (щитком или флагом), а ночью—двусторонним красным фонарем. Выезжая со станции, уполномоченный на пользование Д. агент выдает дежурному по станции письменное заявление о выходе на перегон Д., о чем дежурный данной станции уведомляет соседнюю станцию и бригады всех поездов, отправляющихся на занятый Д. перегон. Машинист поезда, проходящего на этом перегоне, должен давать возможно частые предупредительные паровозные сигналы, особенно в местах плохой видимости.

Д р е з и н а м о т о р н а я см. *Автоматриса* (автовагон).

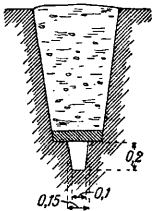
К. Милленгаузен.

ДРЕЛЬ, инструмент для сверления металла, дерева, кости и некоторых других материалов сверлами \varnothing от 0,1 до 5 мм. Существуют следующие типы Д. 1) Смычковая Д.—металлическ. стержень (вьюшка), верхний заостренный конец к-рого свободно вращается в ручке, а нижний снабжен отверстием для сверла. На середине стержня наглухо насажена катушка, соединенная со смычком ремнем или струной. Нажимая на Д. и двигая смычок вправо и влево, приводят Д. во вращение. 2) Винтовая Д.—стержень с крутой винтовой нарезкой, вращаемый посредством движения вверх и вниз муфты с внутренней нарезкой. В крупных Д. на конец стержня насаживается американский патрон. Недостаток указанных Д.—попеременное вращение сверла в разные стороны, вследствие чего приходится применять первые сверла с противоположно расположенными режущими гранями. Есть Д., в которых этот недостаток устранен посредством устройства на стержне одно-

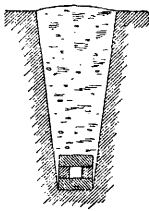
временно правой и левой нарезки. Сообразно с этим муфта имеет двойную гайку с правой и левой нарезкой: при движении муфты вниз работает одна часть гайки, сообщая вращение стержню, другая же часть гайки при этом свободно вращается в муфте; при движении муфты вверх работает другая часть гайки, вращая стержень в ту же сторону. 3) А м е р и к а н с к а я Д. приводится в движение посредством коническ. шестерен, из которых меньшая насажена на стержень Д., а большая вращается с помощью рукоятки на валике, перпендикулярном стержню. Нажим на Д. производится рукой (ручные Д.) или грудью (грудные Д.). С. Ананьев.

ДРЕНАЖ, способ осушения болот и переувлажненных земель помощью подземных каналов. Если под слоем земли, в котором обычно распространены корни растений, или под грунтом, где закладывается фундамент, залегают породы, плохо пропускающие воду (глины, твердые породы и т. п.), то дождевая вода задерживается на поверхности земли, и почва чрезмерно пропитывается водой. Чтобы освободить такую переувлажненную почву от излишков воды, роют осушительные каналы или устраивают подземный отвод воды, укладывая по дну вырытых канав водопропускающий материал или трубы и засыпая их сверху землею. Последний способ осушки обычно применяют там, где по технич. соображениям нецелесообразно проводить открытые каналы, напр., в черте городов или там, где осушение заболоченных и заболочивающихся сел.-хоз. угодий имеет целью последующую их обработку. Система подземных канав для осушения таких территорий и носит название Д. Для устройства дренажного слоя применяют различные материалы: торф, камень, дерево и трубы.

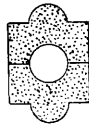
Виды Д. Дренаж из земли и торфа (ступенчатый) изображен на фиг. 1. Канаву отрывают шириной: по верху 0,7—1,0, а по низу 0,5 м; глубина рва—не менее глубины промерзания. Дно рва на одну треть его ширины углубляют на 0,20 м. Эту канаву по дну рва перекрывают дерном или лещадным камнем, а затем все засыпают



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

землей в уровень с поверхностью дренажной площадью. Образовавшаяся пустота служит пространством для отвода воды. Применение ступенчатого Д. ограничивается гл. образ. торфяными почвами; в минеральных почвах ступенчатый земляной Д. закладывается редко и только в случаях временного отвода воды (при голланд. способе разработки болот). Более рациональный прием дренирования заключается в том, что по дну канавы укладывают торфяные кирпичи так, чтобы между ними оставалось пространство

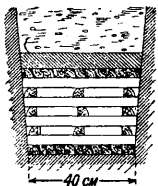
для отвода воды и притока воздуха (фиг. 2). Размер торфяных кирпичей соответствует размерам строительного кирпича. В Германии иногда применяются кирпичи особой формы (фиг. 3), которая способствует более равномерному поступанию воды в образующееся между кирпичами пространство и, следовательно, уменьшает размывание. Для выделки таких кирпичей пользуются особой лопатой—резаком (фиг. 4). Торфяной Д. недолговечен, а потому мало выгоден.

Дренаж из лесных материалов. Если местность покрыта кустарником, то по дну дренажного рва (шириною по низу 0,35—0,40 м) набрасывают свежесрубленный хворост и покрывают его сверху слоем дерна, обращенного травой вниз. Хворост укладывается по длине и высоте с одинаковой плотностью комлями вверх по течению. Хворостяной Д. с течением времени начинает действовать медленнее вследствие уменьшения площади сечения пустот. Чтобы сделать его более надежным, а главное, чтобы увеличить его пропускную способность, хворост кладут не на дно дренажного рва, а на деревянные крестовины, расставленные по длине рва через 0,5—0,6 м. Крестовины состоят из деревянных кольев толщ. 6—10 см. Верхняя развилина козел заполняется до обреза хворостом и прикрывается сверху слоем дерна.

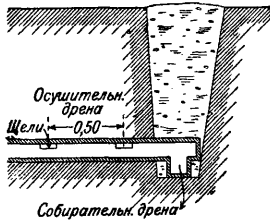


Фиг. 4. Более надежный результат, особенно в иловатых грунтах, дает Д. из хвороста, связанного в фашины, т. е. пучки, перевязанные через 30—40 см вицами (жгутами). Длина фашин 4—6 м; число и диаметр их находятся в зависимости от количества отводимой воды; Д. может состоять из одной фашины диам. 25—30 см или из трех фашин диам. 15—20 см каждая. При хворостяном и фашинном Д. необходимо брать свежесрубленный, длинный хворост, без листьев. Фашинный Д. перекрывается сверху дерном, мхом, вереском и т. п. Дренаж из хвороста и фашин применяют на старых канавах. Если местность лесистая и имеется в наличии дешевый лесной материал, целесообразнее и проще хворост и фашины заменять жердями или пилеными материалами. Простейшим типом является Д. из ровных и длинных жердей толщиной 7—10 см, уложенных рядами, отделенными друг от друга поперечными перекладинами через каждые 0,6—0,7 м. Укладка жердей проще, и сток через образуемые ими пустоты надежнее. Для увеличения пустот жерди кладут не на поперечины, а на козлы. Козлы расставляют через 0,75—1,0 м. Крестовины делают из круглых жердей длиной 50—70 см, при чем верх жердей перекрывается дерном или досками. Жерди заполняют дренажный ров на высоту 30—50 см. Для надежности действия Д. и preservation его от загнивания между дерном и жердями прокладывают слой хвороста. Более дорогим, по сравнению с жердевым, является Д. брусковый, речный и из решетки. Для образования пустот опиленный лесной материал укладывают в виде штабелей, при чем поперечными лежнями служат

короткие обрезки брусев или досок. Д. из опиленных материалов менее подвержен засорению и работает поэтому более продолжительный срок. Целесообразный тип Д. из полуобрезных материалов показан на фиг. 5. В Германии за последние 25 лет стали применять для Д. доски или горбыли. Простейшей формой Д. из досок является деревянная труба, сколоченная из трех досок и уложенная на дно дренажного рва, или труба, сколоченная из толстых горбылей или пластин, обсыпанных камнем и закрытых поверх камнем дерном. Т. к. соединение досок под острым углом при устройстве труб треугольного сечения представляет ряд неудобств для глубоких торфяных болот, то Бутц предложил устраивать трубы



Фиг. 5.



Фиг. 6.

четыреугольного сечения, шириной в 5—15 см и толщиной досок в 2,5 см. Доски берутся длиной 4 м и соединяются проволочными гвоздями. Внутренние размеры деревянных труб приняты в Австрии: по ширине в 7, 10, 12 и 15 см, а по высоте соответственно в 5, 7, 10 и 12 см. Укладка деревянных труб по дну рва и соединения их между собою указаны на фиг. 6. Вода в трубы проникает в местах долевых стыков досок и, кроме того, через специальные вырезы-отверстия размером 2,5 × 3 см в верхней части боковых досок. Эти вырезы расположены по длине труб через 0,5 м. Дренаж Бутца прост, легко укладывается, и потому в торфяных почвах в 3. Европе ему отдают предпочтение перед другими типами. В Америке Д. из деревянных труб имеет также большое распространение, но, в отличие от Д. Бутца, в трубах отсутствует нижняя доска, так что вода в них поступает гл. обр. через дно.

Д. из каменных материалов применяется в тех местностях, где камень м. б. добыт на месте работ. При этом Д. нижнюю треть рва (по высоте) заполняют плиточным (лещадным) или булыжным каменным материалом. Дно рва для каменной наброски д. б. глинистым или каменистым. Каменная наброска сверху перекрывается слоем дерна. Если просачивающаяся в дрены вода содержит илстые части, то более крупный камень укладывают под более мелкий, доводящий вверх до величины галечника; последний сверху перекрывают дерниной, обращенной травой вниз. В местностях, где легко и дешево можно достать лещадный камень, полезно из таких плит выкладывать желоба в нижней части каменной наброски. Камень в нек-рых случаях м. б. заменен кирпичом. Каменный и кирпичный Д., по

сравнению с деревянным, более долговечны и работают исправно, если имеют достаточные внутренние размеры для отвода воды и расположены на мало размываемом грунте. Из типов каменного Д. наилучшим следует считать каменный Д. в виде желобов. Д. из кирпичей представляет меньше препятствий для стока воды и в нек-рых случаях (близость кирпичных з-дов) обходится не дороже Д. из камня. При ограниченном количестве деревянных и каменных материалов в районе работ прибегают при устройстве Д. к комбинации дерева и камня.

Д. из труб. Во всех перечисленных типах Д. стараются дренающий материал располагать так, чтобы его расходовалось возможно меньше при достаточных размерах пустот для стока воды и устойчивости дренажной системы в отношении размывающего действия просачивающейся и текущей воды. Сочетанию указанных требований минимума материала и максимума пустот удовлетворяют дрены в виде круглых гончарных или бетонных труб. Уложенные в землю ниже глубины промерзания грунта гончарные трубы представляют собою наилучший способ отвода воды из почвы и сохраняются в ней долгое время. Бетонные трубы применяются в том случае, если дренируемая почва содержит в растворе более 1% соляной, угольной и азотной кислот. Гончарные дренажные трубы изготавливаются из глины на станках особой конструкции, высушиваются на воздухе и обжигаются в кирпичеобжигательных печах. В зависимости от диаметра они делаются длиной от 30 до 90 см и укладываются по дну рва впритык с зазором в 0,5—1,0 мм; работа дрен происходит через стыки, а не через стенки труб. Трубы д. б. хорошо обожжены, издавать при ударе звонкий звук (не изменяющийся и в том случае, если труба пропитается водой), иметь вполне определенные и одинаковые по всей длине диаметр и толщину стенок, иметь внутри и в обрезах гладкие и в осевом направлении прямолинейные стенки. Впитывание воды трубой в продолжение 24 ч. не д. б. свыше 15% по объему. В изломе труба должна иметь однородное строение и не содержать включений извести и камня. Хорошие трубы должны надрезаться ножом на глубину не более 1 мм. Толщина стенок существующих размеров при обычной глубине закладки до 1,4 м вполне выдерживает давление находящегося над трубой слоя земли. Размеры и вес 1 000 шт. гончарных дренажных труб приведены в табл. 1.

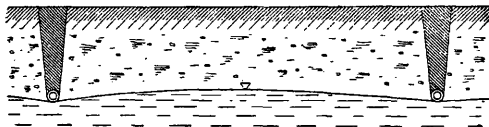
Табл. 1.—Размеры и вес гончарных дренажных труб.

Внутр. диаметр труб в см. . .	4	5	6,5	8	10	13	16	18	21
Толщина стенок в мм.	12	13	15	16	18	21	24	26	29
Вес 1 000 штук в т.	0,95	1,25	1,75	2,35	3,20	4,80	7,00	8,50	12,00

Потребное на один га дренируемой площади количество труб зависит от принятого расстояния между дренами. При нормальных условиях дренирования тяжелых почв через 20 м на один га требуется около 2 000 штук дрен, считая в том числе на неизбежных

Потребное на один га дренируемой площади количество труб зависит от принятого расстояния между дренами. При нормальных условиях дренирования тяжелых почв через 20 м на один га требуется около 2 000 штук дрен, считая в том числе на неизбежных

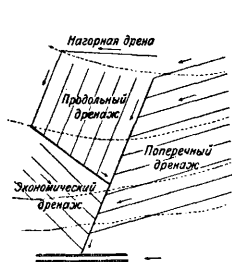
бой 5%. Шевior (Scheviор) исчисляет на один *п. м* дрен 3,3—3,5 штуки. Дренажная линия из ряда трубчатых дрен распространяет свое действие в обе стороны от дрен на расстояние, зависящее от свойства почвы, т. е. от способности почвы удерживать воду, и от глубины закладки дрен. В глине вода отводится медленнее, в песке и песчаном



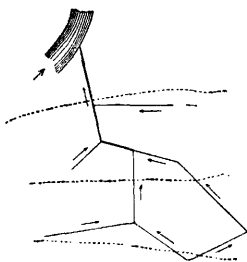
Фиг. 7.

грунте быстрее; чем глубже заложен Д., тем дальше в стороны он действует. Элементарная схема действия Д. на понижение горизонта почвенных вод показана на фиг. 7. Для с.-х. целей дрена д. б. проложена так, чтобы горизонт понижения воды в середине между дренами соответствовал горизонту, при к-ром происходит наилучшее развитие растительности (для пашни на глубине 70 см, луга—50 см и сенокоса—34—40 см).

Системы Д. Совокупность проложенных на определенной длине труб или дренирующих материалов составляет дренажную линию. Избыточная вода из почвы поступает в дрена, к-рая в этом случае носит название осушителя или осушительной дрены; отсюда вода поступает в собирательные дрены, или т. н. коллекторы, и далее—в водоприемник. Все описанные типы Д. по отношению к горизонталям местности располагаются тремя способами (фиг. 8). 1) Поперечный Д. получается, когда коллектор располагается по наибольшему уклону местности, а всасывающие (осушительные) дрены—по направлению горизонталей. При таком устройстве достигается полное перехватывание воды и отчасти исключается необходимость прокладки более часто Д. 2) Продольный Д. получается, когда



Фиг. 8.



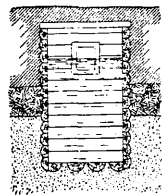
Фиг. 9.

осушительные (регулирующие) дрены располагаются по наибольшему уклону местности, а коллекторы—по направлению горизонталей; при этом часто не захватывается вся площадь между дренами. Продольный Д. применяют в случае наличия на дренируемой площади постоянного притока почвенной воды. 3) Экономич. Д.—когда осушители располагаются под углом ок. 45° к горизонтали местности. Этот тип Д. дает возможность быстро отводить воду. Параллельное и равномерное расположение осу-

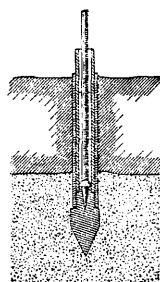
шителей, собранных в группы, применяется в случае осушения угодий или местности с равномерными условиями почвенной сырости. На участках с неравномерной степенью влажности и заболоченности осушители располагаются неравномерно и непараллельно (фиг. 9). Все указанные виды Д. относятся к категории горизонтальных Д.

Вертикальные (голландские) Д. представляют собою колодцы или вертикальные трубы, верхние части к-рых всасывают почвенную воду, а нижние—отводят ее в водопоглощающие слои.

Вертикальный Д. устраивается в виде скважин, заполненных хворостом, в виде шурфов или колодцев, заполненных камнем или обделанных срубом (фиг. 10), или же в виде опускных колодцев из дренажных труб (фиг. 11). При большой глубине водопоглощающих слоев дренажная вода м. б. спущена водопоглощающими буровыми скважинами (фиг. 12) или колодцами с фильтрами (фиг. 13). Устройство вертикального Д. возможно лишь при отсутствии напорных вод выше скважины.



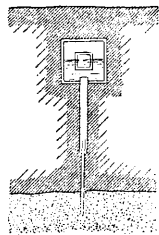
Фиг. 10.



Фиг. 11.

Глубина заложения дренажных линий. Дренажные осушители закладываются на такую глубину, при к-рой достигалось бы понижение воды, требуемое хозяйственными или санитарно-технич. условиями. Заложение дрен прежде всего д. б. ниже глубины промерзания почвы. Глубина заложения дрен для улучшения водно-воздушных и теп-рных условий почвы д. б. около 1,4—

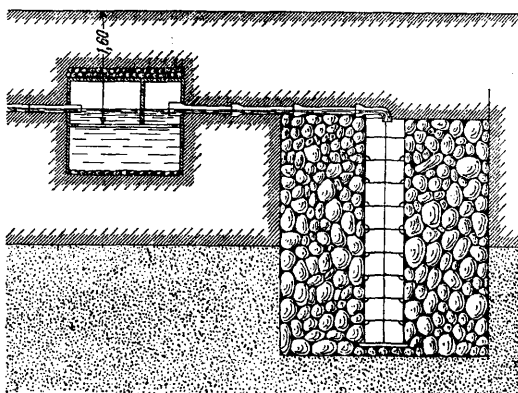
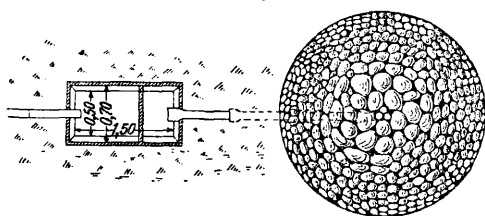
1,5 м. Глубина заложения дрен в садах, на плантациях свеклы, хмеля, люцерны, гороха и других растений, дающих длинные корни, должна быть в пределах 1,5—2,0 м. Глубина заложения осушителей при осушении угодий, предназначенных под луг, ок. 1,0 м, а угодий, предназначенных под возделывание плугом, 1,25 м. Д. закладывается глубже указанных величин в том случае, если необходимо заложить его в твердый грунт или достигнуть водоносного слоя, являющегося причиной заболачивания. Такие дрены устраиваются, например, при перехватывании водоносных пластов, выклинивающихся у подошвы склона водораздельной возвышенности. Такие перехватывающие дрены носят название ловчих, нагорных, головных дрен. При закладке Д. для очистки сточных жидкостей



Фиг. 12.

на полях орошения или на полях фильтрации глубину заложения дрен берут в зависимости от состава почв и происходящих в них биологических процессов в пределах глубины, допускающей полную очистку сточной жидкости. Более глубоко закладывают

дрены в случае добывания питьевой воды. Минимальную глубину закладки дрен считают 70 см от поверхности земли. При



Фиг. 13.

закладке дрен в торфянистых почвах необходимо увеличивать глубину, учитывая неизбежную осадку торфов в 15—20%.

Расстояние между дренами. От правильно выбранного расстояния между дренами зависят быстрота и равномерность осушения дренируемой площади и средняя стоимость осушки 1 га. При очень больших расстояниях между дренами в средней полосе между ними остается недоосушенное пространство; если же это расстояние уменьшить, то хотя осушка будет полная, но стоимость ее будет велика и несоразмерна с интенсивностью эксплуатации участка. Расстояние между дренами увеличивается при увеличении глубины закладки дрен. На фиг. 14 показана зависимость понижения уровня почвенной воды от расстояния между дренами, а на фиг. 15 — от глубины их расположения. Т. к. с глубиной, по практич. соображениям, можно оперировать в узких пределах, то изменяют гл. обр. расстояния



Фиг. 14.

между дренами в зависимости: от величины атмосферных осадков и их распределения,

от затопляемости дренируемой площади речными водами, от уклона дренируемой площадки, от системы Д., от характера почвы (песчаная, супесчаная, суглинистая или глинистая), от степени ее водопроницаемости и от содержания в ней извести, углекислого кальция, гумуса и железа. Расстояние между дренами определяют в зависимости от



Фиг. 15.

наличия в почве промывных и глинистых частиц. Расстояние между дренажными осушителями, в зависимости от содержания в дренируемой почве промывных частиц не крупнее 0,04 мм, указано в табл. 2.

Табл. 2. — Расстояние между дренажными осушителями (по Корнелла).

Содержание промывных частиц не крупнее 0,04 мм в %	Расстояние между дренажными осушителями в м
100—80	8—10
80—60	10—12
60—40	12—14
40—30	14—16
30—20	16—18
20—10	18—20
10—0	20—24

Копецкий определяет расстояние между дренами при глубине заложения дрен в 1,3 м в зависимости от количества промывных частиц величиною менее 0,01 мм (табл. 3).

Табл. 3. — Расстояние между дренами (по Копецкому).

Характер подпочвы	Содержание промывных частиц < 0,01 мм в %	Содерж. глинистых частиц в %	Расстояние между дренами в м	Расстояние раж. в чадренах глуб. заложения
Тяжелые глины и суглинки	Свыше 70	Свыше 55	8—9	В 7 раз больше глубины
Слабо песчаные	70—55	55—40	9—10	7,5
Песчаные глины	55—40	40—25	10—12	7,5—9
Плотные суглинистые или песчано-глинистые слои	40—30	25—15	12—14	9—10,5
Сильно песчаные глины	30—20	15—7	14—16	10,5—12
Сильно глинистые пески или перегнойно-песчаные почвы (свыше 5% перегной)	20—10	7—2	16—18	12—14
Слабо глинистый песок	Ниже 10	Ниже 2	18—20	14—15
Песок	—	—	20—24	—

Винцент (Vincent) предлагает при глубине заложения дрен в 1,25 м брать расстояние между ними для мокрой суглинистой почвы в 12, а в проницаемой почве в 15 раз больше против глубины их заложения. Леклерк берет следующие расстояния:

В крупном песке	16—18 м
» железистом песке	13—15 »
» мелком землистом песке	10—12 »
» глинистом песке	12—14 »
» пластичной глине	6—7 »
» обыкновенной глине	9—10 »
» песчанистой глине	11—14 »

Санитарн. комитет Лондона установил след. нормы расстояния и глубины дрен (в м):

	Расстояние	Глубина
Очень дикие и тяжелые почвы	4,57—6,40	0,76—0,84
Средние почвы	6,71—9,15	0,92—0,99
Легкие почвы	10,06—20,13	1,07—1,37

По более поздним англ. данным, расстояние между осушительными дренами надлежит брать для тяжелых глинистых почв равным 4—6-кратной глубине заложения, для суглинистых 6—8-кратной, а для легкой почвы 8—10-кратной. В табл. 4 указаны расстояния между дренами, принятые Силезской генеральной комиссией, в зависимости от системы Д., при глубине заложения дрен: 1,25 м на полях и 1,0 м на лугах, при минимальном наклоне от 1:250 до 1:300.

Табл. 4. — Расстояния между дренами по нормам Силезской генеральной комиссии.

Характер почвы	Продольный дренаж в м	Поперечный дренаж в м
Песчаные почвы	24—30	29—36
Супесчаные почвы	20—24	24—29
Песчаные суглинки	13—20	19—24
Песчаная почва с валунами	14—16	17—19
Тяжелый суглинок	12—14	14—17
Тяжелая глина	10—12	12—14

В зависимости от содержания извести расстояние увеличивают следующим образом:

Содерж. извести в %	15	30	50
Увеличение расстояния в м	0,5—2,0	1,0—2,0	2,0—3,0

При этом меньшие цифры соответствуют тяжелым почвам, а большие—легким. При обильном содержании железа расстояния между дренами уменьшается. При значительном содержании гумуса, для песчаных почв расстояние уменьшается, а для глинистых почв увеличивается. Брейтенбах, кроме того, ставит расстояние между дренами в зависимость от гигроскопичности почв, при чем для глубины дрены в 1,25 м расстояние E между дренами он определяет по ф-ле:

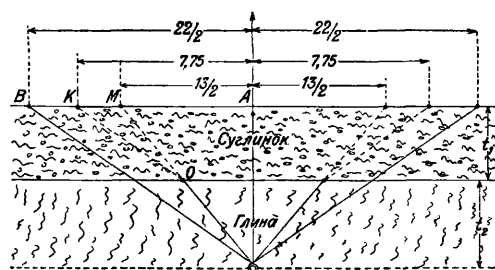
$$E = \frac{1,621 - \lg H}{0,055},$$

где H — значение гигроскопичности в %.

При разнородных грунтах для определения расстояния между дренами Блаут (Blauth) дает следующий графическ. метод. Пусть дренируемый слой (фиг. 16), за исключением переходного слоя, состоит из двух разнородных грунтов мощностью t_1 и t_2 , требующих по какому-либо нормам расстояния между дренами 22 и 13 м. Отложив от вертикальной оси, проходящей через дренаж D , в обе стороны расстояния $\frac{22}{2}$ и $\frac{13}{2}$, находят указанным на фиг. 16 построением точки B , M и O . Для того чтобы точно определить среднее расстояние, соответствующее какому-то среднему грунту, необходимо из точки O провести до пересечения с поверхностью почвы параллельно линии DB линию OK . Расстояние AK и будет равно половине того среднего расстояния, которое нужно взять для данных почв.

Расстояния между дренами т. н. экономического Д. определяются графически след.

образом. На продольн. профиле, представляющем изображение дренируемой площадки, наносят верхнюю дренаж D на глубине от поверхности t и из точки D проводят горизонтальную прямую до встречи с поверхностью земли в точке K . В точке K опять закладывают дренаж на глубину t и опять, проводя горизонтальную прямую, определяют расстояние $D'K'$ и т. д. Отрезки KD и $K'D'$ и



Фиг. 16.

будут искомыми расстояниями между дренами. При выборе расстояний между осушителями лучше брать, как правило, большее расстояние между дренами, так как впоследствии, в случае необходимости, легче будет проложить промежуточную дренаж.

Расчет и проектирование Д. Количество осадков, попадающих в Д. Для правильного подбора поперечного сечения дрен необходимо знать наибольшее количество отводимой при посредстве дрен с единичной площади в единицу времени воды, или т. н. модуль дренажного стока. Количество попадающих в дренаж осадков зависит гл. обр. от продолжительности и величины осадков, от проницаемости, влагоемкости и слоистости почв, от величины испарения, от характера растительного покрова и от количества воды, попадающей в дренаж из водоносных пластов. Количество воды, поступающее в дренаж, различные специалисты определяют различно. Леклерк находил, что при максимум осадков в 10 мм за день просачивается через почву и достигает дрен 74,5% этих осадков. Период стока последних равен 36 часам, что составляет 0,75 л/сек на га. По Мангону и Дебову (Débauve), количество просочившихся в дренаж осадков равно не 74,5%, а 50%, что дает при том же сроке отводимой воды 0,375 л/сек с га. Стивенсон (Stephenson) принимает сток с га в 1,31 л/сек. Винцент считает, что месячное количество осадков в 60—80 мм отводится Д. в 14 дн., что дает с га 0,6 л/сек. Фридрих принимает: для тяжелых глин 0,65 л/сек с га, для проницаемых почв—0,75 л/сек и для почв очень проницаемых 1,0 л/сек. Проф. Шпетле (Spöttle) считает: для проницаемых почв 0,70—2,10 л/сек, для обычно дренируемых почв 0,5—0,70 и для очень тяжелых глинистых почв 0,35—0,50 л/сек. У нас, особенно в зап. половине Союза, подсчет поперечного сечения дрен целесообразно вести на расход воды, исчисляемый по методу Фаузера, к-рый принимает расчетное количество осадков за время декабрь—март, а период стока в 14 дней, при чем считает, что для среднетяжелых почв просачивается осадков:

При уклоне от 0 до 2%	50%
» » » 2 » 8%	45%
» » » 8 » 14%	40%
» » » 14 » 20%	35%
» » » свыше 20%	30—20%

Расчет трубчатого Д. Расчет поперечного сечения дрен обычно ведут только для Д. из труб; для других типов Д., имеющих более значительное сечение, расчеты не делаются, за исключением очень немногих случаев, напр. для дрен на полях сушки гидроторфа, на полях фильтрации сточных вод и т. п. Скорость течения воды по дренажным трубам берут в пределах от 0,20 до 1,0 м/сек и для этих предельных величин скоростей определяют уклон труб, принимаемый в пределах от 0,005 до 0,03. Скорость течения воды по трубам (в м/сек) определяют по ф-ле Шези (Chézy):

$$v = c \sqrt{RJ},$$

где R —гидравлич. радиус в м, $J = \frac{h}{l}$ —уклон труб, c —коэфф. скорости, при чем, по Базену (Bazin):

$$c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

где $\gamma = 0,19 \div 0,24$. При $R = \frac{d}{4}$ получим:

$$c = \frac{87}{1 + \frac{2\gamma}{\sqrt{d}}}$$

Скоростной коэфф-т c можно определить по сокращенной формуле Гангилле-Куттера (Ganguillet-Kutter):

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

где m —постоянная величина, равная (по Шлетле) 0,27. При работе труб полным сечением, но без напора

$$v = c_0 \sqrt{dJ},$$

где $c_0 = \frac{c}{2}$, а $c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{2\gamma}{\sqrt{d}}}$.

Значения коэфф-та c_0 для разных диаметров указаны в табл. 5.

Табл. 5.—Значения коэффициента c_0 при разных диаметрах дрен.

Автор	Диаметры дрен в см					
	4	5	8	10	13	16
Крюгер . . .	12,5	13,6	16,0	17,3	18,8	20,0
Базен $\gamma = 23$	13,0	14,0	16,4	17,5	18,9	20,0
» $\gamma = 0,19$	15,0	16,1	18,6	19,7	20,2	22,3
Гергардт . . .	17,2	18,2	20,5	21,2	22,3	22,7

В Германии для определения скорости течения воды в дренах часто пользуются формулой Винцента:

$$v = 3,59 k \sqrt{\frac{50 dh}{l + 50d}},$$

где k —дренажный коэфф., k -рый при $d = 4, 5, 8, 10, 13, 16, 18$ и 20 см соответственно равен 0,71, 0,75, 0,80, 0,83, 0,86, 0,88, 0,90, 0,91; h —уклон в м на длину l в м, а d —диаметр труб в м. При $l = 100$ м имеем:

$$v = 3,59 k \sqrt{\frac{dh}{2 + d}},$$

где h —уклон в процентах.

В Америке расчет дренажных труб ведут по формуле Маннинга:

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

где R —гидравлич. радиус в м, J —уклон, n —коэфф. шероховатости = $0,011 \div 0,013$. Подставив в эту ф-лу среднее значение n по опытам америк. департамента земледелия, получим т. н. формулу департамента земледелия (U. S. D. A.):

$$v = 90 R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}.$$

Ф-ла испытана для дренажных труб диам. 100—300 мм и дает на 10—15% преувеличенный результат для труб малого калибра. Проф. Дизеренс (Цюрих) для малых диаметров берет коэфф. равным не 90, а 62,5.

Расход воды, на k -рый д. б. рассчитаны дрены, равен:

$$Q = \omega q,$$

где q —поступление воды в дренах в м³/сек с 1 га, ω —площадь в га, с k -рой поступает вода. Пропускная способность дрен рассчитывается при заполнении сечения на 81,1% соответственно наибольшей средней скорости, или на 94,5% соответственно наибольшему расходу. Зная поступающее в дренах количество воды Q и уклон J дренажной линии, можно определить нужный диаметр дрены d по формуле:

$$Q = 0,32 f \cdot d^{\frac{5}{2}} \cdot J^{\frac{1}{2}},$$

где f равно 62,5 ÷ 90. Для упрощения подсчетов можно пользоваться графиками, изображенными на фиг. 17.

Наименьшие и наибольшие уклоны. Уклоны дренажных труб берутся в пределах 0,005—0,030 и значительно превосходят уклоны для открытых осушительных канав, так что при слабых уклонах местности приходится отказываться от трубчатого Д. и переходить к каменному или деревянному Д., которые вследствие большего сечения представляют меньшую опасность заиления, а потому могут иметь меньшие уклоны (0,001—0,005). Значение уклона, соответствующее той или иной скорости, можно найти из ф-лы

$$J = \frac{v^2}{c^2 \cdot R} = \frac{v^2}{c_0^2 \cdot d},$$

полученной из первоначальной ф-лы Шези, где v —скорость в м/сек, c_0 —значение коэфф. по табл. 5, d —диам. в м. Предельные максимальные и минимальные уклоны, высчитанные по этой ф-ле для диаметров дрен от 4 до 16 см в предположении $v_{min} = 0,20$ м/сек и $v_{max} = 1,0$ м/сек, указаны в табл. 6.

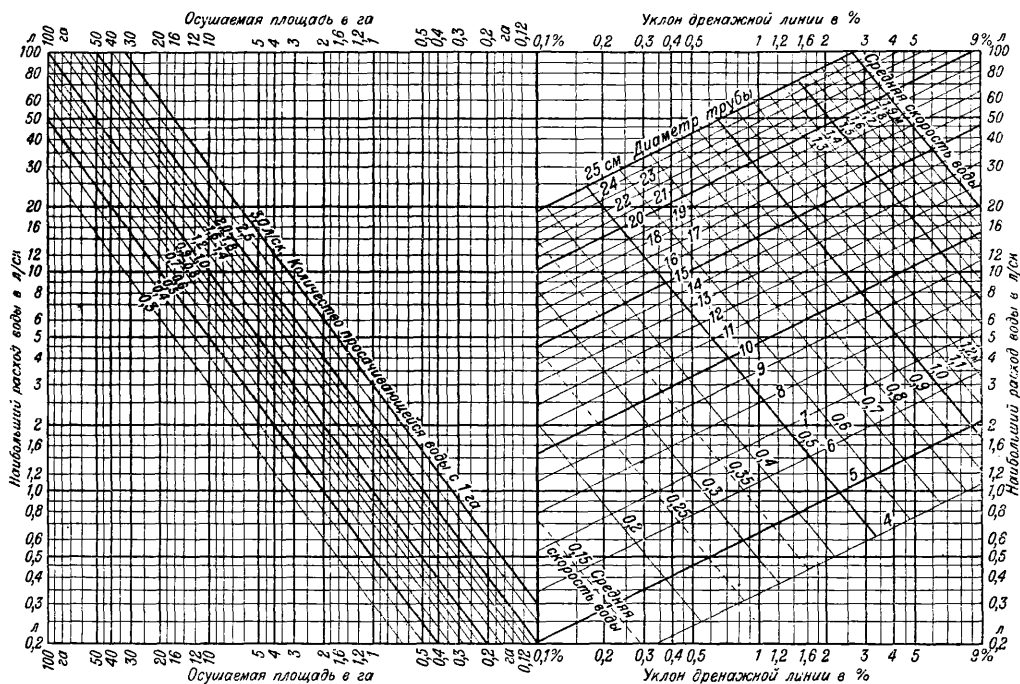
Табл. 6.—Предельные уклоны дренажных труб.

d в см	J_{max}	J_{min}
4	0,080	0,0032
5	0,056	0,0023
6,5	0,040	0,0019
8	0,035	0,0013
10	0,024	0,0009
13	0,017	0,0007
16	0,013	0,0005

Как общее правило, дрены укладываются с наибольшим уклоном. На моховых боло-

тах дренам можно давать уклон 0,001—0,002, но не меньше. В американской практике принимают следующие минимальные

по территории дренируемого участка. Для составления почвенно-геологич. разрезов делают буровые скважины или роют шурфы.



Фиг. 17.

уклоны дрена для 100-мм труб: при глинистых почвах—0,002, при песчаных—0,003; для коллекторов диаметром до 300 мм—0,0015, а свыше—0,005.

Наибольшая длина осушительных (регулирующих) дрена определяется рельефом местности, системой Д. и диаметром дрена. Аналитич. зависимость между отдельными элементами, влияющими на длину дрена, выражается ф-лой:

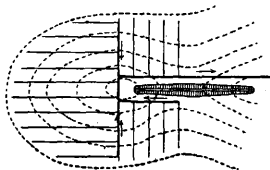
$$l = \frac{\pi d^2 v}{4bq},$$

где l —длина регулирующей дрены в м, b —расстояние между дренами, v —скорость течения воды, d —диаметр, q —модуль внутреннего (дренажного) стока. Обычно для поперечного Д. длина дрены берется от 80 до 150 м, а для продольного Д. 150 ÷ 250 м. При необходимости придать дренам искусственный уклон верхний конец дрены должен возвышаться над нижним не более чем на 0,3 м. Длина коллекторных линий может достигать 1000 м.

Проектирование и устройство дренажа. Для составления проекта Д. требуется план топографической и нивелир- съемки в масштабе 1/2000—1/2500 с горизонталями через 0,1—0,2 м, а при более крутых склонах—через 0,25—0,50 м. Кроме того, по отдельным характерным участкам или будущим дренажным линиям требуется иметь разрезы почв, по к-рым можно было бы получить представление о водоспускных и водонепроницаемых слоях почвы и подпочвы, их мощности и глубине залегания, а также о площадном распространении их

Число шурфов и скважин определяется геологич. строением дренируемой территории. По данным галицийских работ, берут один шурф на 5 га. При изыскании под опытные участки и застройки берут по одному шурфу на га. На плане или в пояснительной записке указывают: расположение водоприемника и всех сооружений на нем, отметки горизонта воды, соответствующего меженному и высокому уровням воды, и, по опросам жителей или гидрометрич. наблюдениям, продолжительность стояния в водоприемниках высоких вод. Кроме технич. и естественно-историч. данных, необходимо также выявить данные экономич. и с.-х. порядка, чтобы была возможность точно выяснить интенсивность будущего Д. и нормы понижения грунтовых вод. Когда т. о. будут выяснены все необходимые данные, приступают к составлению проекта. Определяют положение коллекторов, главных и второстепенных, и осушителей, группируя их в отдельные системы. Устанавливают величину площади, обслуживаемой отдельным коллектором, и впадающих в него осушителей, расстояние между осушителями и глубину закладки осушителей и коллекторов. При выборе направления коллекторов следует руководствоваться тем, чтобы число их было минимальным. Устье дренажных коллекторов или непосредственно примыкает к водоприемнику или соединяется с ним при помощи канав. Диаметр дренажных труб д. б. так подобран, чтобы от вершины к устью скорость увеличивалась. Сдвоенные дрена располагают не рядом, а на расстоянии,

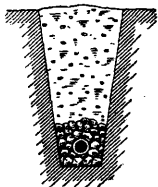
принятом для осушителей. При проектировании необходимо соблюдать скорости в пределах $0,20 \div 1,0$ м/сек, беря в крайнем случае как минимум: для обычных почв $0,15$ м/сек и для сыпучего песка $0,35$ м/сек.



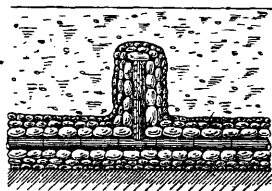
Фиг. 18.

Диаметр всасывающих линий следует брать не меньше 5 см, длины осушителей не больше 200 м. При дренировании однородных и равномерно заболоченных почв дренажные осушители прокладывают параллельно друг другу.

Для осушения неравномерно увлажненных почв прокладку дренажа ведут зонально, перехватывая ключи (фиг. 9) или способствуя отводу воды из западни (фиг. 18), при чем наиболее успешный отвод ключевых

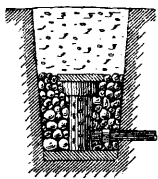


Фиг. 19.

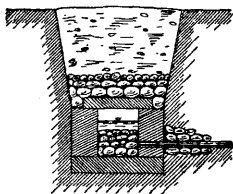


Фиг. 20.

вод достигается перекрытием дрен щебнем или гравием (фиг. 19—22) или прокладкой дрен с отверстиями в верхней половине трубы. Прокладку дренажных линий нельзя производить по дну, под дном или же вблизи водоотводных канав. Недопустимо также

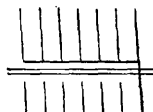


Фиг. 21.



Фиг. 22.

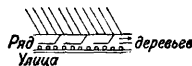
пересечение собирательных канав. Если это представляется неизбежным, то располагают выше канав коллектор и пересекают канаву в одном каком-либо месте (фиг. 23), укладывая здесь канализационные трубы или надевая муфты на стыки гончарных труб, с заделкой стыков в обоих случаях. От древесных насаждений коллектор д. б. расположен на расстоянии не менее как в 15—20 м, во избежание прорастания корней деревьев в коллектор. В случае надобности произвести осушку полосы, обсаженной



Фиг. 23.

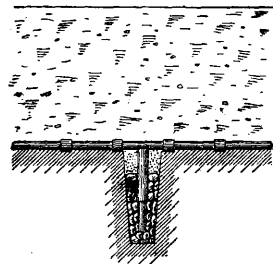
деревьями, осушительные дрены делают короткими и располагают на расстоянии 6—10 м от деревьев (фиг. 24). При дренировании больших площадей парков и садов иногда применяют дренаж Реролля (фиг. 25), устанавливая через каждые 5 м по длине осушителя вертикальные отводы, идущие в ямы, заполненные камнем. Собирающаяся

в этих ямах вода поднимается по вертикальным трубам в осушители и отводится ими в коллектор; трубы осушителя соединяются надвижными муфтами. При пересечении осушителями дорог отвод воды производится таким же способом, как и при пересечении канав.



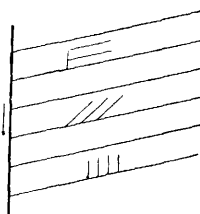
Фиг. 24.

В целях предохранения труб от неизбежного запыления при прокладке их в пльвучих грунтах, стыки перекрывают толем шириною в 10—15 см, обертывая им трубы 1,5—2 раза и прикрепляя туго натянутой проволокой. Дренирование почвы, содержащей ключи, производят при помощи коротких дрен (фиг. 26), если ключи при открытии рва постепенно уменьшают свой дебит; если же в прокопанный ров вода из ключей поступает равномерно, не уменьшая дебита, то дренирование ключей производят посредством расходящихся коротких осушителей (фиг. 27) или собирают ключевую воду при помощи дренажных колодцев (фиг. 21 и 22). При оплывах и сдвигах земляных сооружений вследствие присутствия в них водопроводящих слоев, последние перехватывают дренажем (фиг. 28—31). При осушении полотна обыкновенных дорог применяют вертикальный Д., состоящий из заполненных щебнем, песком или фашиной ям диам. 0,3—0,7 м и глубиною 0,6—2,0 м, открытых через каждые 10—20 м по оси дорог. В торфяном грунте укладку труб делают по предварительной наброске вереса на дно рва и уплотнению его круглой деревянной трамбовкой; сверху трубы также забрасывают вереском. Наилучший уклон для таких дрен 0,0010—0,0025.

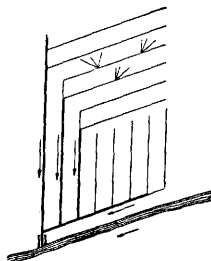


Фиг. 25.

Для надзора за правильным действием дренажной сети необходимо в местах соединения нескольких коллекторов устраивать



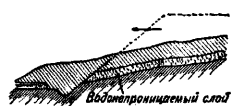
Фиг. 26.



Фиг. 27.

дренажные колодцы из бетонных или глазурированных труб (фиг. 32) или настоящие каменные и бетонные колодцы (фиг. 33). В местах перепадов устраивают перепадные колодцы из глазурированных труб (фиг. 34) или бетонные (фиг. 35). Д. успешно применяется для устранения сырости в зданиях. Причиной сырости в зданиях часто яв-

ляется, кроме недоброкачества материалов, близость почвенной воды и недостаточный отвод дождевой воды с крыш. Д. для осушения зданий закладывается ниже фундамента на расстоянии 1 м от стен здания;



Фиг. 28.

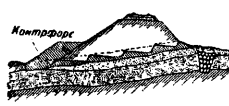


Фиг. 29.

материалом служат обыкновенные дренажные гончарные или цементные трубы. Для более успешного действия Д. снабжают вертикальными дренами или колодцами. Поступление в осушительные дрены дождевых



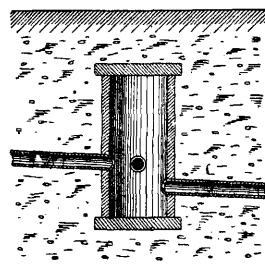
Фиг. 30.



Фиг. 31.

вод нежелательно, и для последних лучше делать в сырых зданиях самостоятельные отводы.

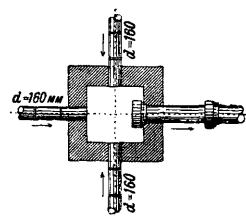
Разбивка и производство работ. Разбивку Д. ведут след. образом: через 10 м намечают кольями направление канав; на расстоянии 1,5 м от этих колеев забивают другой ряд колеев, намечая на них принятую проектом глубину закладки дрен или дна рва.



Фиг. 32.

Место устья коллектора отмечают забивкой кола в уровень с поверхностью земли; уровень этот отвечает дну устья коллектора.

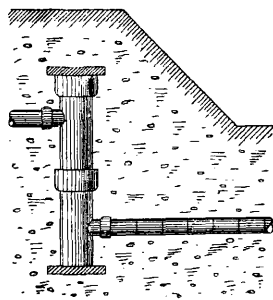
Отрывку начинают от устья коллектора. Ров роют шириною по верху 0,7 м и по низу 0,25 м. Дно выравнивают под рейку. Землю из рвов при отрывке сбрасывают по обе стороны дренажного рва. Дерновой слой откладывают в сторону, чтобы в случае надобности можно было воспользоваться им для перекрытия стыков дрен. При укладке



Фиг. 33.

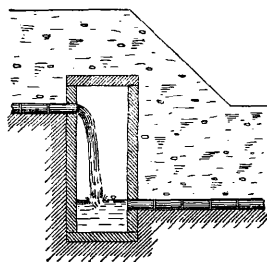
дрен необходимо следить, чтобы обвалы земли со стен были минимальными. Трубы укладывают вручную, стоя на дне рва, или при помощи шеста, опираясь на бровки рва. Укладка труб ведется по возможности по прямой линии, при чем одна труба прикладывается к другой так плотно, чтобы ни одна дрена из готовой дренажной линии не могла быть приподнята без соседних дрен. Если

трубы несколько искривлены, то они предполагаются искривлениями в противоположные стороны. Если дно рва под давлением почвы дает осадку, и притом неравномерную по длине, то целесообразно заложить ростверк из двух продольных досок толщиной 25 мм и шириной 9 см; скрепленных через 0,7 м длины стеллажей поперечными планками такой же ширины и толщины. Между продольн. досками оставляется просвет шириною от 5 до 7 см, куда и укладывают дренажные трубы. В грунтах, подверженных переменной сухости и влаге, дощатые настилы целесообразно заменять слоем тщательно утрамбованного щебня или песка. Если по линии дрен встретятся валуны или камни значительного объема и веса, то их обгибают обходной дренай (фиг. 36); если же нижняя поверхность камня находится на одном уровне с дном рва или выше его, то дрена прокладывают под камнем



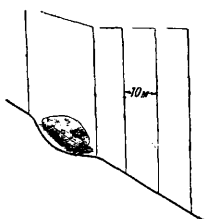
Фиг. 34.

(фиг. 37). Засыпку рвов ведут слоями в 20—30 см, избегая, особенно в первом слое, сбрасывания камней на трубы. Перекрытия стыков труб каким-либо материалом (соломой, хворостом), выполняющим роль фильтра, следует по возможности избегать,



Фиг. 35.

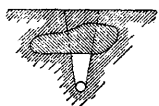
т. к. сгнивший материал может повлечь закупоривание дрен. Устья осушительных дрен оставляют временно незасыпанными для их последующего соединения с коллекторными дренами. Для соединения дрен в них пробивают отверстия. Конец осушителя при соединении с коллектором закрывается кирпичом или плоским камнем (фиг. 38). Более тщательное соединение труб производится при помощи фасонных частей. Из соединений такого типа можно указать: сопряжение Водички (фиг. 39) и сопряжение Блаута (фиг. 40, 41). Переход от большего диаметра дрен к меньшему делается при помощи переходных труб разных диам. (фиг. 42).



Фиг. 36.

Обделка устьев нетрубных Д. должна быть выполнена особенно тщательно. Простейшим типом устья (фиг. 43) является деревянная труба квадратного сечения, длиною ок. 1,5 м, и внутреннего размера, соответствующего внутреннему диаметру дренажной трубы. Так как дренажные деревянные трубы, соприкасаясь с воздухом, быстро гниют, то их

пропитывают (см. *Дерево, пропитка*) или просто тщательно промазывают смолой. Лучше же всего деревянные трубы в устьях



Фиг. 37.

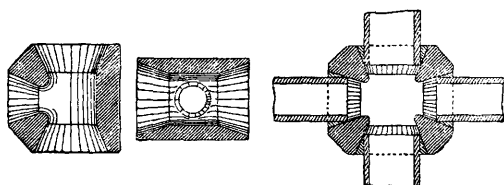


Фиг. 38.

заменять железными (фиг. 44) или бетонными трубами; на фиг. 45 показано устье в виде бетонного ящика. Наиболее совершенные и долговечные устья выполняются из камня и бетона (фиг. 46, размеры в м, и фиг. 47).

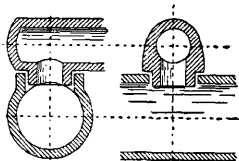
Дренажные рвы для укладки в них дрена целесобразно отрывать с помощью машин, например дренажных плугов.

Стоимость Д. Стоимость 1 га Д. колеблется в широких пределах в зависимости от глубины Д., густоты сети, длины коллекто-

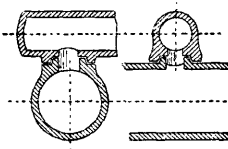


Фиг. 39.

ра, расстояния до водоприемника, стоимости труб и их подвозки. Стоимость Д., выполняемого с санитарными целями в черте городских построек, зависит, кроме того, от сложности и возможности присоединения его к стокам и от стоимости вспомогательных работ. До 1914 г. стоимость дренирования 1 га составляла 60—150 р., при чем меньшая цифра относится к районам наибольшего распространения, а большая — к районам малого распространения Д. Стоимость дренирования минеральных почв в западных губерниях составляла ок. 100 р. на га.



Фиг. 40.

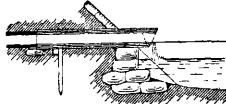


Фиг. 41.

По отдельным работам эта стоимость приблизительно распределяется след. обр.: 20 р. на съемку, нивелировку, проектирование и технич. надзор; 9 р. 60 к. на отрывку канав;



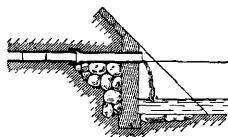
Фиг. 42.



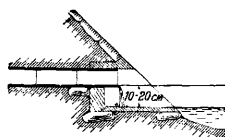
Фиг. 43.

2 р. на укладку труб; 2 р. 40 к. на засыпку дрена; 43 р. на приобретение дренажных труб; 16 р. на оплату поденной работы по планировке, отводу воды и пр. Ремонт дренажной сети, по сравнению с открытыми канавами, прост и дешев. При Д. не требуется ежегодного ремонта, и единственной работой яв-

ляется уход за состоянием водоотводных канав и устьев дренажн. коллекторов, особенно если они сделаны из дерева. Капитальная смена деревянных устьев требуется через 5—6 лет. Правильно уложенный и спроектированный Д. действует десятки лет. Проникновение корней деревьев в трубы и закупоривание их—явление редкое и присущее только садам и паркам. Хорошо и высоко устроенное устье вполне гарантирует дренажные трубы от попадания в них рыб, лягушек и т. п. В случае закупорки дрена



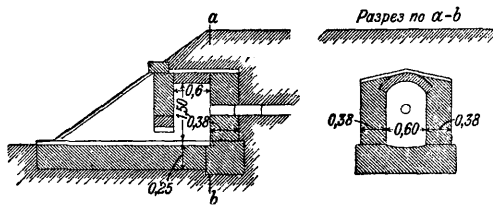
Фиг. 44.



Фиг. 45.

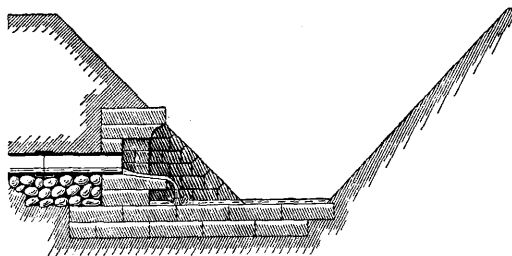
делают разборку Д. Возможность отложения в дренах водорослей, окиси железа и извести д. б. предусмотрена. При эксплуатации Д., особенно в первые годы после его устройства, через дренажные рвы, еще окончательно не осевшие, могут легко проникать дождевые воды и образовать воронкообразные ходы. Это—явление весьма нежелательное, и мерой борьбы с ним является подсыпка земли и легкое трамбование.

Рентабельность Д. Рентабельность дренажных мелиораций выражается в повышении валовой производительности дренированных угодий и уменьшении затрат по



Фиг. 46.

обработке, а в случае Д. санитарно-технич. назначения—в улучшении санитарно-гигиенич. условий. В Австрии, напр., среднее повышение урожайности от дренирования выражается следующими числами: для пшеницы—40%; ржи—41%; ячменя—64%; овса—45%; картофеля—93%; сахарной свеклы—78%; красного клевера—23%; трав—25%. У нас следует считать повышение уро-



Фиг. 47.

жайности в отдельных хозяйствах в среднем в 15—20%. При опытах 1923 г. в Московской губ. повышение урожайности выразилось при расстоянии между дренами в

20, 15 и 10 м соответственно для клевера 6, 7, 9 и 19,2%; вико-овсяной смеси—16,2, 22,2 и 27,7%; овса—14,3, 15,8 и 23,9% и пшеницы—12, 14,9 и 29,7%. По данным Лифляндской практики, где еще в 1880—94 гг. был заложен Д. на 36% всей частновладельческой площади, валовой доход от Д. увеличился в первые четыре года после устройства Д. на 58%, а в последующие годы—на 72%, что соответствует приблизительно 12% чистого дохода на затраченный капитал и земельную ренту. Изменение урожайности ячменя, в зависимости от глубины заложения дрен и расстояния между ними, на тяжелых почвах, по данным германск. опытных станций, показано в % в табл. 7.

Табл. 7. — Зависимость урожайности ячменя от глубины заложения дрен и расстояния между ними.

Урожай	Расстояние между дренами в м	Глубина заложения в м		
		1,5	1,2	0,9
Зерна . . .	16	30,1	25,0	24,9
Соломы . . .	16	36,3	27,6	28,8
Зерна . . .	12	32,8	26,7	29,6
Соломы . . .	12	37,6	29,0	31,8
Зерна . . .	8	34,7	29,3	29,6
Соломы . . .	8	36,4	30,2	32,3

Абсолютные цифры урожайности в кг на га для травяной смеси, по данным Болотной опытной станции Тома (Лифляндия), указаны в табл. 8.

Табл. 8. — Зависимость урожайности травяной смеси от матернала дрен, глубины заложения их и расстояния между ними.

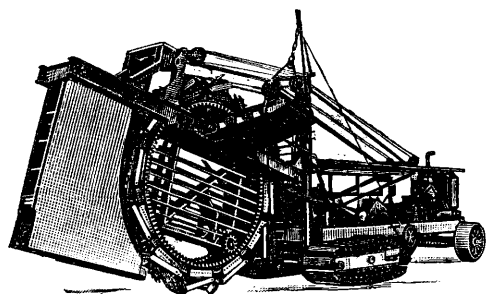
Глубина осушки	130 см		90 см	
	трубы	жерди	трубы	жерди
Расстояние между дренами в м	кг/га	кг/га	кг/га	кг/га
40	5 252	3 510	2 850	3 205
30	5 163	3 343	2 756	3 543
20	4 719	2 862	3 487	3 700
15	4 141	2 861	3 499	4 006

Заболоченные и минеральные полевые угодья при неизбежной системе открытых каналов для сброса излишних вод, естественно, теряют часть своей площади. По точным подсчетам, открытые каналы на заболоченных угодьях занимают 8,33—11,6% всей площади. Помимо вынужденности в площади, положительные результаты от дренирования с.-х. угодий объясняются следующими причинами: 1) В виду быстрого отвода излишков воды с поверхности почв уменьшается испарение, понижающее темп-ру, вследствие чего дренируемая площадь оттаивает раньше и допускает более раннюю обработку. 2) В поры почвы, освобожденной от воды, легче и в большем количестве проникает воздух, что благотворно влияет на питание растений. 3) Д., способствуя разрыхлению почвы, дает возможность корням растений глубже проникать в почву и использовать для

питания более глубокие слои. 4) На дренированной площади труднее развиваются сорные травы, т. к. отсутствие влаги отзывается неблагоприятно на их развитии. 5) В засушливые годы растения на дренированных почвах менее страдают от недостатка влаги, т. к. теплый воздух, проходя через дрена в нижние, более холодные слои, отдает им свою влагу, к-рая затем воспринимается корнями растений. 6) В силу того, что при Д. почва лишена избытка влаги, вносимый в почву навоз скорее разлагается и усваивается растениями. Учитывая положительные результаты дренирования, америк. практика установила в настоящее время за правило устраивать Д. на таких почвах, для к-рых годовое количество осадков превышает 500 мм.

Лит.: Костяков А. Н., Основы мелiorации, М., 1927; Шпётле, Осушение почвы подземным дренажем, пер. с нем., М., 1926; V l a u t h J., Дренажи рациональное применение его на разных почвах, пер. с англ., СПб, 1910; Фаузер О., Мелиорация, пер. с нем., Берлин—Рига, 1922; Руководство для составления и выполнения проектов дренажа, пер. с нем., СПб, 1911; Калабугин А. И., Дренаж с.-х. угодий, М., 1924; Бершвиц, Руководство по культуре болот, СПб, 1914; Гергардт П., Дренаж, пер. с нем., М., 1907; Schewior G., Die Drainage, Lpz., 1912; Friedrich A., Kulturtechn. Wasserbau, B. 1, B., 1923; Krüger E., Kulturtechn. Wasserbau, «Handbibliothek für Bauingenieure», hrsg. v. R. Otzen, T. 3, B. 7, Berlin, 1921; Risler et Wery, Drainage et assainissement des terres, 4 éd., P., 1922; Elliott C., Engineering f. Land Drainage, N. Y., 1912.

ДРЕНАЖНЫЕ МАШИНЫ, машины для рытья дренажных рвов. В америк. осушительной практике рытье траншей производится по преимуществу машинами; ручную способу отдают предпочтение лишь при отрывке небольших и неглубоких траншей и при работе в грунтах, не допускающих применения машин. Д. м. работают с паровыми или тепловыми двигателями-тракторами. Каждая машина состоит: а) из механизма для перемещения ее вдоль траншеи и б) из особого механизма для рытья траншеи, работающего независимо от движения машины. Механизм, служащий для рытья траншеи, состоит из бесконечной цепи (фиг. 1) или

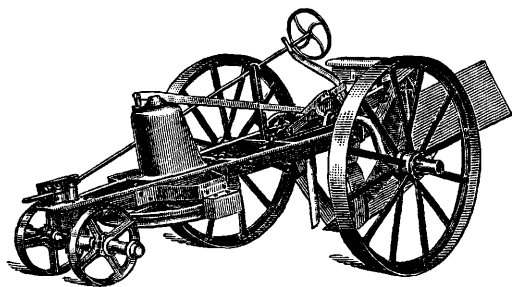


Фиг. 1.

из вращающегося колеса, снабженных особыми черпаками с режущими козырьками. Д. м. разрезают и размельчают грунт, а затем выбрасывают его на особый транспортер, которым земля откидывается в сторону от траншеи. При работе в мягких, насыщенных водой грунтах необходимо вслед за работающими Д. м. направлять особую партию рабочих для крепления стенок открытого дренажного рва, чтобы избежать обвала откосов. Открытые дренажн. машинами ры

окончательно отделяют вручную. В зависимости от свойств грунта и мощности Д. м. последними можно в одну минуту отрыть ров длиной от 0,5 до 3,0 м.

Помимо Д. м.-тракторов, для рытья дренажных канав применяются также дренажные плуги, несущие на особой стойке резак и специальное приспособление для удаления грунта в виде трапецевидной формы лопаты с отвалом. Таким плугом



Фиг. 2.

можно проложить ход (кротовину) диаметром ок. 75 мм на глубину 70—90 см. Делая на незначительной глубине кротовину как для отвода излишков воды, так и для притока в почву воздуха, плуги создают все условия, присущие тому или иному виду дренажа, но только недолговечного. На фиг. 2 изображен один из типов дренажных плугов, изготовляемых в Германии.

В настоящее время в Англии, Голландии, Германии и С. Ш. А. получают широкое применение дренажные плуги особой конструкции, дающие возможность выполнить подземный ход требуемого диаметра, при чем стенки этого хода остаются ничем не укрепленными, а лишь уплотненными. Эти ходы называют кротовые ходы, отчего и плуги называются «кротовыми». В основе конструкция кротового плуга следующая: на раме плуга в вертикальной плоскости расположен широкий нож, к-рый при движении плуга разрезает почву на всю глубину дренирования; на нижнем конце ножа укреплен цилиндрический стальной с за-

остренным передним концом патрон (крот), к-рый выдавливает в почве дренажный ход с диаметром, равным диаметру патрона; к заднему концу патрона на короткой цепи (2—3 звена) в нек-рых плугах прикрепляется особый конической формы патрубок, служащий для лучшего уплотнения стенок дренажного хода.

Лит.: Костяков А. Н., Механич. дренирование почвы, «Опытно-мелиоративный вестник», М., 1928, т. 1, вып. 1, стр. 22—34; Auges Q. a. Scoates D., Land Drainage a. Reclamation, N. Y., 1928; Schewior G., Die Drainage, Lpz., 1912; Jarnell D. L., Excavating Machinery used in Land Drainage, 2 ed., Wsh., 1915; Jarnell D. L., Tile-Trenching Machinery, Wsh., 1920. С. Брилинг.

ДРЕНАЖНЫЕ ТРУБЫ, короткие прямые трубы без муфтовых расширений, преимущественно круглого сечения, применяемые для дренажа (см.). Специфич. условия работы Д. т. заставляют предъявлять к ним повышенные требования относительно правильности формы, одномерности их и прямогольного среза концов. Америк. нормы предусматривают три типа Д. т.: 1) усадьбы й, для укладки на небольшой глубине и на коротких расстояниях, диам. 10—58 см; 2) образцов ы й, для укладки на средней глубине и на более обширном пространстве, диам. 10—107 см, и 3) «экстра», для дренажа почвы на значительной глубине и на больших расстояниях; размер труб одинаков с предыдущим типом. Пригодность Д. т., по америк. нормам, определяется внешним осмотром их (для установления достаточной правильности формы, одномерности и отсутствия заметных наружных и внутренних пороков—трещин, значительных неровностей и т. д.), а также физич. и химич. испытаниями. Физич. испытания состоят в определении механической (на излом) прочности, проверке степени пористости горячим водопоглощением и в испытании (не всегда обязательном) морозостойкости. Химич. испытание производится в тех случаях, когда почва или дренажные воды имеют определенно кислый или щелочной характер или ненормально высокую t° . Важнейшие требования, предъявляемые к трубам всех трех типов, в зависимости от их диаметра приведены в следующей таблице.

Характеристика дренажных труб.

Внутр. \varnothing , см *1	Усадьбы й тип				Образцов ы й тип				«Экстра»-тип			
	Миним. времен. сопротивление сжатию, кг/см ²	Макс. горячее водопоглощение, %		Морозостойкость *3	Миним. времен. сопротивление сжатию, кг/см ²	Макс. средн. горячее водопоглощение, %		Морозостойкость *3	Миним. времен. сопротивление сжатию, кг/см ²	Макс. средн. горячее водопоглощение, %		Морозостойкость *3
		Гончарные трубы *2	Бетонные трубы			Гончарные трубы *2	Бетонные трубы			Гончарные трубы *2	Бетонные трубы	
10	12,1	11—14	12	24	18,1	9—13	10	36	24,2	7—11	9	48
58	15,1	11—14	12	24	19,6	9—13	10	36	24,2	7—11	9	48
107	Размеры больше 58 см \varnothing не изготовляются				39,3	9—13	10	36	63,5	7—11	9	48

*1 Усадьбы й тип готовится 7 различных \varnothing , остальные типы—16 различных \varnothing .

*2 Первое число относится к трубам, изготовляемым из огнеупорной глины, второе—к трубам из обыкновенных поверхностных, более тощих глин.

*3 Допустимое наименьшее число замораживаний и оттаиваний без разрушения.

Изготовление гончарных Д. т. Наиболее пригодным сырьем являются обычные поверхностные, достаточно отощенные глины с умеренным содержанием известки и без каких-либо грубых включений. Такие глины образуют рабочую массу, легко выходящую из ленточного пресса, быстро и без деформаций высыхающую, обеспечивают сформованным изделиям ровную и гладкую поверхность и после обжига приобретают отличную механич. прочностью и сопротивляемость всяким разрушающим воздействиям. Добытая глина, достаточно тщательно для полноты смещения обработанная механически на вальцах или бегунах, поступает на горизонтальный ленточный пресс, где подвергается прессованию. В зависимости от диам. труб и величины пресса последний может одновременно выпускать от 1 до 5 труб. Трубы диам. в 15 см и выше формируются не на горизонтальных, а на вертикальных прессах, применяемых для изготовления канализационных труб. Выходящие из пресса трубы разрезаются вручную или автоматически, строго под прямым углом, на куски необходимой длины и направляются дальше для просушки. Наиболее крупных диаметров трубы сушатся стоймя. Когда изделия, теряя часть заделочной воды, получают т. н. кож. т. в. состояние, то трубы более крупных размеров подвергают небольшой отделке с целью придать их поверхности и концам большую гладкость. Последняя необходима для плотности стыков отдельных звеньев будущего трубопровода. В больших производствах обжиг осуществляется в кольцевых печах, при чем Д. т. более мелких диаметров размещаются в более крупных. Изделия больших размеров обжигаются стоймя. Обжиг происходит при t° ок. 1000° в среднем. Для приготовления Д. т. могут быть использованы передвижные монтированные на платформе вальцевые прессы с автоматич. резкой, приводимые в действие электромотором.

Лит.: Pinkl V., Die Herstellung d. Drainröhren u. ihre Anwendung, B., 1926; «Tonindustrie-Ztg», B.; «Brick a. Clay Record», Chicago. В. Юрганов.

ДРОБИЛКИ, приборы для дробления (см.) различных материалов. В зависимости от конструкции и характера применяемых при дроблении усилий дробильные приборы носят различные названия: собственно дробилки (в которых раздавливание происходит путем прерывного нажатия), валки (непрерывное раздавливание), толчеи (удар), истратели (преимущественно истирание), мельницы (раздавливание, истирание и удар), дезинтеграторы (удар и «свободный удар»), пульверизаторы (свободный удар). Последние два вида дробильных приборов, а также игловые Д., действующие по принципу раскалывания, применяются при дроблении хрупких и мягких пород; остальные виды Д.—при дроблении твердых пород.

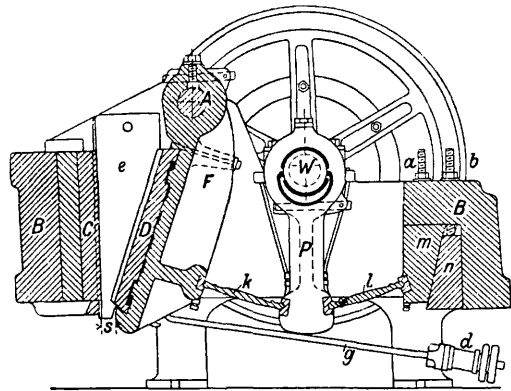
Д. должны удовлетворять ряду условий, из к-рых главнейшие таковы: в отношении работы Д.—получение равномерного готового продукта; немедленное удаление раздробленных кусков из рабочего пространства; наименьшее пылеобразование; неболь-

шой расход энергии на единицу продукции; в отношении конструкции—непрерывная и автоматич. разгрузка Д.; легко осуществимое изменение степени измельчения; возможность удобной смены изнашивающихся частей; наличие среди работающих частей Д. предохранительных частей—особо простых и дешевых, легко ломающихся при возрастании усилий сверх нормальных. Общее свойство всех дробильных приборов—уменьшение производительности с увеличением степени измельчения.

1) Собственно дробилки делятся на: а) щековые Д. и б) конические Д.

а) Щековые Д. К этому классу относятся Д., сконструированные для дробления твердых и средней твердости пород и действующие раздавливанием путем прерывного нажатия; в новейших конструкциях, приспособленных для мягких пород, к раздавливанию присоединяется и истирание. Типичными представителями этого класса являются Д. сист. Блека, Доджа и Самсона.

Дробление кусков породы в Д. сист. Блека (фиг. 1) происходит в рабочем пространстве между неподвижной *C* и подвижной *D*



Фиг. 1.

щеками, снабженными съемными ребристыми плитами из специальной стали. Боковые стенки рабочего пространства также защищены съемными плитами *e*. Подвижная щека подвешена на оси *A* и приводится в качательное движение от эксцентрика, укрепленного на валу *W*, с помощью шатуна *P*, шарнирно связанного деталями *k* и *l* с этой щекой. Тяги *g* и пружины *d* создают в движущейся системе натяжение и обуславливают обратное движение щеки *D*. Пара клиньев *m* и *n*, положение которых м. б. изменено болтами *a* и *b*, регулируют ширину выпускной щели *s* и степень измельчения; *B*—рама дробилки, *F*—нажимной болт, удерживающий съемную плиту качающейся щеки в определенном положении. Д. сист. Блека строятся как для крупного, так и для мелкого дробления. Данные о размерах, производительности, расходовании энергии этой Д. приведены в табл. 1.

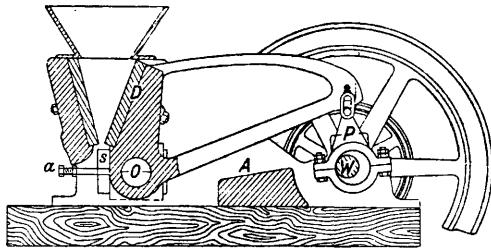
Д. сист. Доджа изображена на фиг. 2. В этой конструкции качающаяся щека *D* укреплена на коротком плече массивного рычага *A*, качающегося около оси *O*. Длинное плечо с помощью шатуна *P* соединено с эксцентриком вала *W*. Регулировка ширины

выпускной щели s производится парными болтами a , к-рые передвигают подшипники оси O в особых направляющих в раме D . Данные об этой D . приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Характеристика дробилок.

Размер пасти в мм	Ширина щели в мм	Степень измель- чения	Прои- зводит. в т/ч	Число об/м.	Мощн. двигат. в HP
Дробилки Блека					
120 × 305 ..	33,1	3,3	2,0	300	4—5
698 × 1 067 ..	101,6	6,9	115	210—225	85—100
1 676 × 2 134 ..	304,0	5,5	520	85—90	250—300
Дробилки Доджа					
152 × 228 ..	25	6,0	3—5	250—300	4
178 × 280 ..	33	4,65	6—8	250—300	7
280 × 382 ..	51	5,6	10—20	250—300	15
Дробилки Самсона					
102 × 152 ..	—	—	1—1,5	300	2
204 × 408 ..	—	—	10—15	250	7
Дробилки Гетса					
127 × 508 ..	22	5,8	4,5	600	4—6
456 × 1 174 ..	70	6,5	110	375	65—100
1 070 × 3 460 ..	228	4,7	1 300	300	225—280

В противоположность дробилкам Блека и Доджа, подвижная щека k -рых имеет простое качательное движение, в D . сист. Самсона подвижная щека D (фиг. 3) имеет сложное движение. Эта щека подвешена непосредственно к эксцентрику приводного вала;

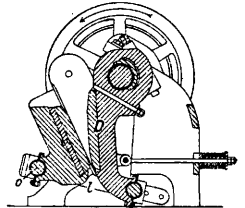


Фиг. 2.

нижняя часть щеки шарнирно соединяется с парной тягой l , к-рая качается около оси o . Благодаря такой конструкции верхний конец щеки имеет круговое движение со значительным поперечным размахом. По мере удаления от эксцентрика вниз движение различных точек щеки переходит все более и более в эллиптическое с длинной осью, направленной по длине щеки. Данные D . сист. Самсона приведены в табл. 1. D . сист. Доджа и Самсона строятся небольшого размера—для среднего и мелкого дробления, при чем D . сист. Самсона пригодны как для твердых, так и для вязких пород.

Расчет щековых дробилок. В D . сист. Блека имеет место чистое раздавливание, ибо все точки поверхности щеки движутся по дугам окружностей, центр которых O лежит в рабочей плоскости щеки (фиг. 4). Иное положение представлено на фиг. 5 и 6. На фиг. 5 ось качания лежит впереди рабочей плоскости, в силу чего является составляющая V_s скорости V , направленная вниз; на фиг. 6, наоборот, ось качания находится

за рабочей плоскостью, и появляется слагающая V_s , направленная вверх. Наличие обеих слагающих вызывает относительное перемещение дробимой породы и щеки и, следовательно, появление истирающего усилия и вследствие этого пылеобразование. В конструктивном отношении условия фиг. 6 выгоднее, т. к. здесь шейка качающейся щеки не закрывает загрузочного отверстия; однако, вынос центра качания за рабочую поверхность имеет предел, определяемый величиной образующегося выталкивающего усилия. Найдем максимальную величину угла α между щеками, при котором возможен процесс дробления, т. е. при котором куски руды еще не выталкиваются из пасти дробилки. На фиг. 7 неподвижная щека A



Фиг. 3.

изображена вертикальной и составляет с подвижной щекой B угол α . Замечая, что давление P щеки на руду всегда направлено по нормали к плоскости касания в точке соприкосновения и что сила трения всегда направлена в сторону, обратную скорости рассматриваемого тела, можно отметить, что на тело будут действовать: равнодействующая давлений тела на подвижную и неподвижную щеки R , при чем

$$R = 2P \sin \frac{\alpha}{2},$$

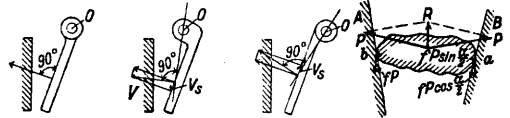
и две силы трения в точках a и b , направленные в сторону противоположную R и равные fP . Разлагая их на горизонтальную и вертикальную составляющие

$$fP \sin \frac{\alpha}{2} \text{ и } fP \cos \frac{\alpha}{2},$$

из к-рых первые две взаимно уравновешиваются, получаем, что для возможности дробления необходимо, чтобы равнодействующая сил трения была больше силы R , т. е.

$$2fP \cos \frac{\alpha}{2} \geq 2P \sin \frac{\alpha}{2} \text{ или } f = \operatorname{tg} \varrho \geq \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

а т. к. оба угла лежат в первом квадранте, это равносильно $\alpha \leq 2\varrho$. При $f = \operatorname{tg} \varrho = 0,3$ угол $\varrho = 17^\circ$ и угол α д. б. меньше 34° . На



Фиг. 4.

Фиг. 5.

Фиг. 6.

Фиг. 7.

практике угол α берут в пределах от 15° до 25° . На основании вышеизложенного становится ясным, что при данном угле α расположение щек по фиг. 5 затрудняет, а по фиг. 6 облегчает выталкивание дробимой породы. Число двойных качаний в минуту, равное числу оборотов вала дробилки, определяется по формуле:

$$k = 665 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{s}} = \frac{400}{\sqrt{s}},$$

где s —ход щеки (в см) у выпускного отвер-

ствия, а угол между щеками $\alpha=20^\circ$. Производительность щековой дробилки в m^3

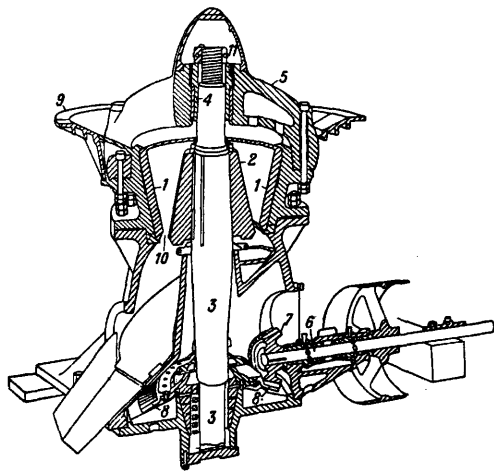
$$Q = 0,15 \mu \cdot \gamma \cdot k \cdot b \cdot d \cdot s,$$

где μ —коэфф. разрыхления (равный 0,5—0,7), γ —вес одного cm^3 породы в кг, b —длина выпускного отверстия в см, d —поперечник кусков готового продукта в см; k , s —значения прежние.

По Трескотту, производительность щековой дробилки можно принять в среднем ок. 0,015 m^3 на 1 cm^2 площади впускного отверстия. Расход мощности в щековой Д.

$$E = \frac{k \cdot \sigma^2 \cdot b \cdot (D^2 - d^2)}{1720000 E},$$

где D и d —диаметры поступающих и выходящих из Д. кусков в см, σ —разрушающее усилие для дробимого материала в kg/cm^2 и E —модуль упругости в kg/cm^2 ; b , k —значения прежние. Расход мощности на 1 m^3 руды можно принять для больших Д.—0,5, средних—1,0 и малых—2 HP . Производительность камнедробилок на 1 HP равна 0,4—0,8 m^3 при камнях средней твердости и 0,3—0,5 m^3



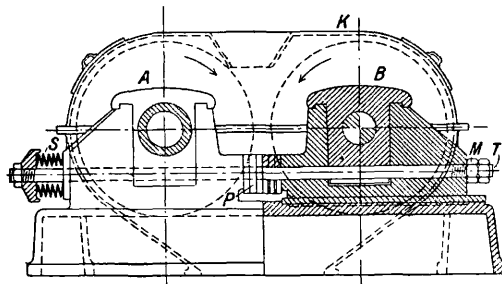
Фиг. 8.

при камнях большой твердости. Стоимость дробления (по данным американской практики) для малых дробилок равна 16÷20 к. за m , для больших—4÷6 к. за m .

б) Конические Д. Типичными представителями Д. этого класса являются Д. сист. Гетса (Gates). Принцип действия их—раздавливание путем прерывного нажатия. Конструкция Д. в главных чертах такова (фиг. 8): рабочее пространство образовано двумя усеченными конусами—наружным 1, укрепленным в теле Д., и внутренним 2, насаженным на главный вал 3, и представляет постепенно суживающееся кольцевое пространство. Способ подвеса вала—помощью кольцевой цапфы 4, помещающейся в крестовине 5. Вращение вертикального вала производится от горизонтального вала 6 при помощи двух конич. шестерен 7 и 8. Загрузка породы производится в загрузочную воронку 9, разгрузка—через кольцевое пространство 10, ширина к-рого, а следовательно, и степень измельчения регулируются подъемом или опусканием вертикального вала при помощи разъемной гайки 11. Внеш-

ний конус облицован съемными плитами, приготавливаемыми, как и внутренний конус, из специальных сортов стали. Данные Д. сист. Гетса приведены в табл. 1.

2) Дробильные валки. Приборы этого класса действуют по принципу раздавливания путем постепенного и непрерывного нажатия. По конструкции своей (фиг. 9)



Фиг. 9.

они представляют пару валков А и В одинакового диаметра, к-рые вращаются на параллельных осях, расположенных в горизонтальной плоскости, навстречу друг другу. Порода поступает сверху из засышной воронки, ущемляется валками и силою трения увлекается в щель между валками, постепенно раздробляясь на все меньшие и меньшие зерна. Цапфы одного из валков А укреплены в неподвижных подшипниках, цапфы другого В—в подвижных, могущих скользить по направляющим в фундаментной раме. Для координирования перемещений подвижные подшипники соединяются иногда подковоидной отливкой. Нажатие подвижного валка на неподвижный достигается натяжными болтами Т с сильными пружинами S. Регулировка ширины щели между валками производится при помощи шайб Р, вставляемых между подшипниками неподвижного и подвижного валков, или при помощи гаек М, действующих на натяжные болты Т. Валки заключены в кожух К. Обычно валки снабжаются съемной рабочей частью—бандажами, к-рые делаются из специальных сортов стали. Валки приводятся в движение обычно ременной передачей при помощи шкивов, насаженных на концы валков. Ведущим является валок, покоящийся в неподвижных подшипниках, второй валок вращается во время дробления трением; тем не менее его привод в движение самостоятельной передачей необходим, чтобы не получался удар при начале дробления; по этой же причине крайне важно непрерывное питание валков рудой. Валки работают раздавливанием; но когда желательно получить истирающее действие, напр. при глинистом материале, валкам сообщают разную скорость вращения. Отношение скоростей не должно быть меньше 0,98, иначе неизбежно быстрое изнашивание валков. В табл. 2 приведены главнейшие данные о валках.

Валки применяются для среднего дробления и обычно при степени измельчения, равной 4, иногда для мелкого, почти тонкого дробления (вплотную поставленные валки) и редко—для крупного, так как в этом случае валки очень быстро получают слишком

Табл. 2.—Данные о валках.

Производственные данные	Размеры валков (диам. × шпр.) в м		
	0,610 × 0,358	1,068 × 0,408	1,380 × 0,458
Размеры наиб. зерен в мм . . .	28,7	51,0	64,0
Ширина щели при степени измельч. = 4 . . .	7,2	12,7	16,0
Число об/м.	90	41	28
Мощность двигателя в лр	11	20	25
Часовая произв. в т	15,4	24,0	30,6
Вес в т	5,6	18,5	50

большие размеры. Стоимость дробления в валках колеблется, по Ригардау, от 7 до 15 к. на 1 т руды.

Расчет валков. Для возможности дробления угол захвата α (фиг. 10) д. б. меньше угла трения; при значении коэфф-та трения $f=0,3$ угол $\alpha=18^\circ$. Наибольший диаметр $2r$ зерен (предполагаются шарообразные), которые могут быть захвачены валками диаметром $2R$, раздвинутыми на расстояние $2l$, определяется (по Л. Б. Левенсону) следующим выражением:

$$2r = \frac{2R(1 - \cos \alpha) + 2l}{\cos \alpha}.$$

При сдвинутых валках $2l=0$. Размер конечного продукта в этом случае теоретически равен нулю, в действительности же он зависит от жесткости пружин, нажимающих на подвижной валок. Расход работы при дроблении в валках складывается из: 1) работы раздавливания, 2) работы трения руды на валках и 3) работы трения цапф валков в подшипниках, и выражается формулой:

$$N = \frac{B \cdot R \cdot n}{13000} \left(r + \frac{R^2}{6000} \right),$$

где все размеры даны в см, n —число об/м., B —длина валков. Максимальная производительность валков в т/ч определяется по ф-ле:

$$Q_{max} = 0,2 \varphi \cdot \gamma \cdot B \cdot R \cdot n (2l + p),$$

где φ —коэфф. разрыхления загружаемой породы (для валков $\varphi=0,3 \div 0,5$), γ —вес 1 см³ породы в кг, p —величина раздвигания валков, зависящая от жесткости пружины; B , R , l и p —в см. Необходимая сила нажатия пружин м. б. вычислена по ф-ле:

$$P = 0,021 \frac{B \cdot R^2}{p},$$

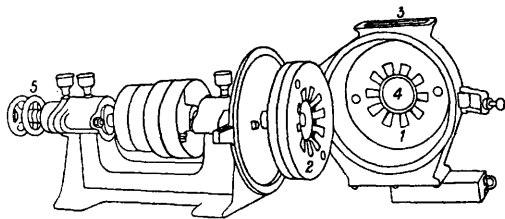
а число об/м. валков по ф-ле:

$$n_{max} = 308 \sqrt{\frac{f}{\gamma \cdot r \cdot R}}$$

(значение буквенных обозначений прежние).

3) Толчеи являются приборами, действующими путем удара, и применяются для мелкого и отчасти тонкого дробления твердых руд в кусках не свыше 50 мм до величины в 5—1,0 мм. Об их конструкции и характере работы см. Толчеи.

4) Истиратели. Типичным представителем этого класса дробильных приборов, работающих преимущественно истиранием, являются дисковые истиратели. Они применяются для тонкого измельчения материала в зернах не свыше 2—1 мм до состояния шламов при степени измельчения от 2 до 60. Применение истирателей для измельчения твердых пород очень ограничено по причине большого расхода энергии, т. к. в этих приборах кроме работы измельчения выполняется еще значительная работа трения. Для измельчения мягких пород, и особенно зерновых продуктов в сельском хозяйстве, истиратели, т. н. жернова, нашли широкое применение (см. *Мукомольное дело*). При обработке твердых пород и руд применяются истиратели как с вертикальными дисками, так и с горизонтальными. Первые употребляются чаще. В основном они состоят (фиг. 11)



Фиг. 11.

изнеподвижного стального диска 1, укрепленного в передней стенке рабочего пространства, и подвижного 2, насаженного на горизонтальный валу, приводимом в движение от ременной передачи. Загружаемый материал через засыпную воронку 3 поступает в центральную полость дисков 4 и оттуда центробежной силой отбрасывается к периферии. Расстояние между дисками, а следовательно степень измельчения, регулируется установочным винтом 5. Истиратели с горизонтальными дисками нашли себе применение для обработки золотых, и особенно серебряных, руд, где они применяются для тонкого измельчения с одновременным выполнением амальгамации.

5) Мельницы являются приборами, действующими раздавливанием, соединенным с истиранием. Они отличаются большим разнообразием конструкций. Дробление происходит между катящимися одна по другой поверхностями рабочих частей, из к-рых по крайней мере одна представляет поверхность тела вращения (каток), при чем качение ее по другой поверхности (основанию) не может происходить без одновременного скольжения. Качение производит раздавливание непрерывным нажатием, а скольжение—истирающее действие. Мельницы применяются для мелкого и тонкого дробления и пригодны как для твердого, так и мягкого материала; по форме основания их можно разбить на дисковые и кольцевые; и те и другие конструируются с неподвижным и подвижным основанием (диск или кольцо), при чем последнее делается горизонтальным или вертикальным. Наиболее распространенным типом дисковых мельниц являются *бегуны* (см.).

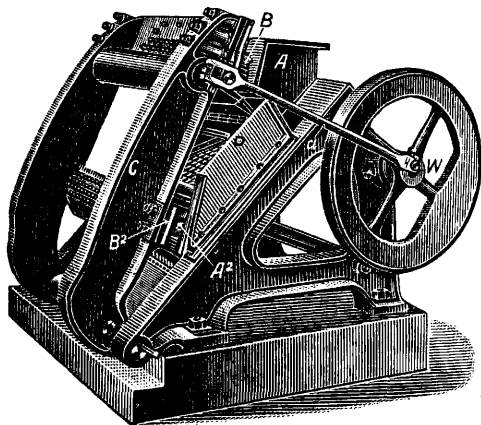
Типом кольцевой валковой мельницы является мельница фирмы Стюртевант с вер-

тикальным кольцом, вращаемым от привода горизонтальным валом и тремя шарообразными валками; последние вращаются трением о кольцо или породу. Размол их отличается большой степенью измельчения; эти мельницы применяются в цементном, кирпичном и других производствах, где требуется сухое дробление, а также при измельчении тонко вкрапленных руд. В мельнице Кента вращение сообщается одному из валков, к-рый и приводит в движение кольцо и остальные валки.

Шаровые и трубные мельницы—Д., действующие раздавливанием, соединенным с ударом и истиранием. Эти Д. применяются для мелкого и тонкого дробления наиболее твердых пород и пригодны как для сухого, так и для мокрого дробления. О конструкции их и характере работы см. *Шаровые мельницы*.

б) Для измельчения хрупких и мягких и по род применяются дробильные приборы, разделяющиеся на 3 класса: а) Д., действующие раскалыванием, б) разрывом и в) свободным ударом.

а) Представителем первого класса является игловая Д. сист. Гумбольта, приспособленная для крупного дробления, гл. обр.,

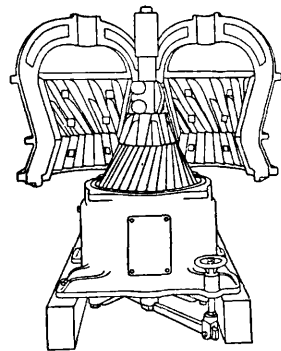


Фиг. 12.

хрупких пород, например углей. Д. состоит (фиг. 12) из двух рабочих камер A и A^2 , куда периодически входят иглы B, B^2 , укрепленные в качающейся челюсти C , получающей движение от эксцентров посредством шатуна a вала W . Т. о., дробление выполняется в два приема при степени измельчения не больше 2 за каждый прием. Между рабочими камерами помещается качающийся грохот, отделяющий готовый продукт после первого приема дробления. Производительность 15—30 m^3 , расход мощности 5 л.с.

б) Д. второго класса применяются как для крупного, так и среднего дробления. К аппаратам этого класса относятся дробильные валки с зубчатой (для более крупного дробления) или рифленой (для мелкого дробления) поверхностью и конич. мельницы. Зубчатая поверхность валков либо образована накладными плитами с отлитыми зубцами либо составляется из литых кольцевых зубчатых валков. Величина и форма зубцов зависят от качества и крупности измельчаемо-

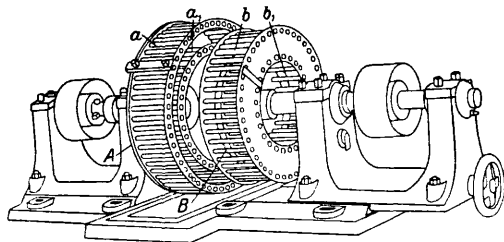
го материала. Конич. мельница Стюртеванта (фиг. 13) применяется для измельчения мягких пород (шамот, фосфаты, кокс и т. д.) с значительной степенью измельчения. Она состоит из след. частей: верхней, представляющей опрокинутую усеченную коническую поверхность, нижней — прямую усеченную коническую поверхность, и внутреннего конуса, также состоящего соответственно из двух конических рабочих поверхностей. В верхней части поверхности снабжены более грубым нарифлением, чем в нижней, где острые ребра производят режущее действие. В верхней части производится предварительное разрыхление материала, а в нижней — мелкое дробление.



Фиг. 13.

к последнему классу дробильных приборов относятся приборы, действующие ударом по кускам породы, находящимся в момент удара в движении. В результате такого свободного удара получается более равномерный продукт и минимальное пылеобразование. Эти Д. особенно пригодны для хрупких пород. К этому классу надо отнести дезинтеграторы (см.) и пульверизаторы.

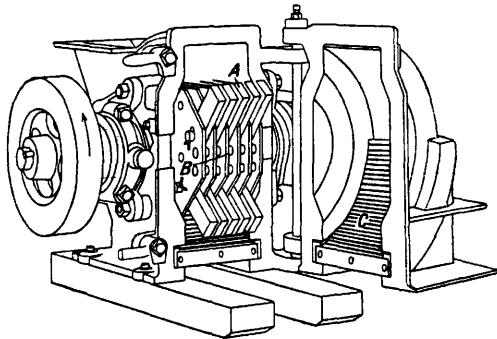
в) К последнему классу дробильных приборов относятся приборы, действующие ударом по кускам породы, находящимся в момент удара в движении. В результате такого свободного удара получается более равномерный продукт и минимальное пылеобразование. Эти Д. особенно пригодны для хрупких пород. К этому классу надо отнести дезинтеграторы (см.) и пульверизаторы. В рабочем пространстве дезинтегратора Карра (фиг. 14) движутся четыре системы горизонтальных брусков, прикрепленных к вращающимся дискам A и B так, что две системы a, a_1 движутся в одну сторону, а две b, b_1 — в обратную. Диски окружены кожухом. Материал поступает в центральную полость диска B . В процессе падения между быстро вращающимися в противоположных направлениях брусками материал получает ряд сильных ударов. Производительность дезинтеграторов от 2 до 45 m^3 ; расход мощности 1 л.с. на m^3 . На фиг. 15 изображен пульверизатор Стюртеванта; в рабочей камере быстро вращается система ударных



Фиг. 14.

штанг A , укрепленных на оси между несколькими параллельными дисками B ; последние укреплены на горизонтальном валу. Внутри рабочей камеры вставляются решетки C , расстояния между к-рыми определяют степень измельчения. Пульверизаторы пригодны для измельчения пород мягких, средней твердости и вязких. Производительность

пульверизаторов при дроблении известняка, поступающего в кусках около 50 мм и измельчаемого до размеров в 3 мм, достигает 20—25 т/ч при затрате мощности в



Фиг. 15.

20—25 НР, а для несортированного мягкого угля, измельчаемого до размеров в 6 мм, она достигает 250 т/ч при затрате мощности в 225—250 НР. Пульверизаторы получили большое распространение в Америке.

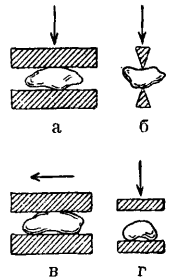
Лит.: Чечотт Г. О., Обработка полезных ископаемых, вып. 1, Л., 1924; Левенсон Л. Б., Машины для обогащения полезных ископаемых, вып. 3—Шековые дробилки, Л., 1926; его же, Дробильные валки, их теория, расчет и проектирование, «Труды Ин-та механик. обработки полезных ископаемых», М., 1927, вып. 4; Richards R. H. a. Locke C. E., Textbook of Ore Dressing, N. Y., 1925; Taggart A. F., Handbook of Ore Dressing, N. Y., 1927; Peele R., Mining Engineers' Handbook, 6 ed., N. Y., 1927. **Е. Прокопьев.**

ДРОБЛЕНИЕ, и з м е л ь ч е н и е, процесс уменьшения размеров кусков горных пород, руд, строительных материалов, с.-х. продуктов, сырья и полуфабрикатов в различных производствах. Термин Д. обозначает уменьшение размеров более крупных кусков, производимое гл. обр. раздавливанием, а термин измельчение—более мелких кусков преимущественно ударом и истиранием. Предел Д. определяется требованиями рынка, строительства, производства и величиной зерен полезного ископаемого, заключенного в горной породе. Степенью измельчения называется отношение поперечников наиболее крупных кусков (зерен) до Д. и после Д. в данном дробильном приборе; общая степень измельчения характеризует суммарный результат Д., исполненного в несколько приемов. За один прием Д. степень измельчения не превосходит для крупных и твердых кусков 2—6, для средних 5—10, для мелких—10 и более, а для самых мелких, превращаемых истиранием в шлам, степень измельчения достигает 50 и более. Принято называть Д. крупным, если оно производится в пределах от 1 000 до 100—150 мм, средним—от 120 до 25—10 мм, мелким—от 50 до 10—2 мм, тонким—от 2—1 до 0,1 мм и меньше.

Д р о б я щ и е у с и л и я. Д. осуществляется (см. фиг.) раздавливанием (а), раскалыванием (б), истиранием (в) и ударом (г); чаще эти дробящие усилия встречаются в комбинации одно с другим, напр., раздавливание и истирание; удар, раздавливание и истирание. Иногда к этим главным факторам присоединяются изгибающие и разрывающие усилия. Характер при-

меняемого усилия, так же как и степень измельчения, определяется свойствами дробимых пород и величиной отдельных кусков. Для пород, отличающихся большой твердостью, более эффективными являются удар и раздавливание, для пород вязких—предпочтительнее истирание, для хрупких—раскалывание. Крупные куски обычно измельчаются раздавливанием, куски средней величины, а также мелкие—ударом или раздавливанием; тонкие—истиранием, соединенным с ударом и раздавливанием. При Д. надо соблюдать принцип—не дробить ничего лишнего. Для этого необходимо: 1) сопровождать Д. предварительным грохочением (см.) и 2) при большой степени измельчения выполнять Д. в несколько приемов. Соблюдение этого принципа в результате дает: 1) экономиию в расходе энергии, 2) уменьшение износа дробильных приборов, 3) увеличение производительности дробильной установки и 4) при обработке ценных руд—уменьшение потерь на пылеобразование, а также потерь в процессе последующего обогащения, т. к. в последнем случае переизмельчен. материал дает значительно больший % потерь при удалении хвостов от обработки. В тех случаях, когда измельчению подвергается руда, после каждого приема Д. может быть произведено обогащение, для чего удаляют шугфные куски руды и куски пустой породы. Д. бывает с у х о е, когда направляемый в Д. материал поступает в сухом виде, и мокрое, когда этот материал сопровождается некоторым количеством воды. Мокрое Д. наиболее употребительно при мелком и тонком измельчении материала. Кроме того, в практике последнее времени вошло т. н. селективное, избирательное Д.; при последнем процессе Д. ведется так, что раздроблению подвергается лишь один из компонентов руды, обычно менее ценный (пустая порода), являющийся более хрупким и менее устойчивым в отношении примененного дробящего усилия. Д. производится или ручным способом—молотом и балдами, или механически—в дробильных приборах, называемых дробилками, валками, толчеями, мельницами, истирателями и пр.

Р у ч н о е Д. применяется как самостоятельная операция (напр. при подготовке щебня) и как вспомогательный процесс (напр. Д. крупных кусков, не помещающихся в пасть дробилки). Производительность одного рабочего при ручном Д. (по Риттингеру) 0,1—0,25 т/ч породы средней твердости до величины кусков в 65 мм; при Д. до величины кусков в 150 мм производительность достигает 0,58 т/ч. Ручное Д. производится на установках небольшой производительности; при увеличении производительности становится выгодным выполнять процесс Д. машинным способом, устанавливая специальные дробильные приборы (см. Дробилки, Бегуны, Толчеи, Шаровые мельницы). Дробильные з-ды в некоторых случаях достигают колоссальной производительности; так, дро-



билная установка золотопромышленного предприятия Alaska-Juneau Mining Co в Аляске спроектирована на суточную производительность в 12 000 т.

Лит.: см. Дробилки.

Е. Прокопьев.

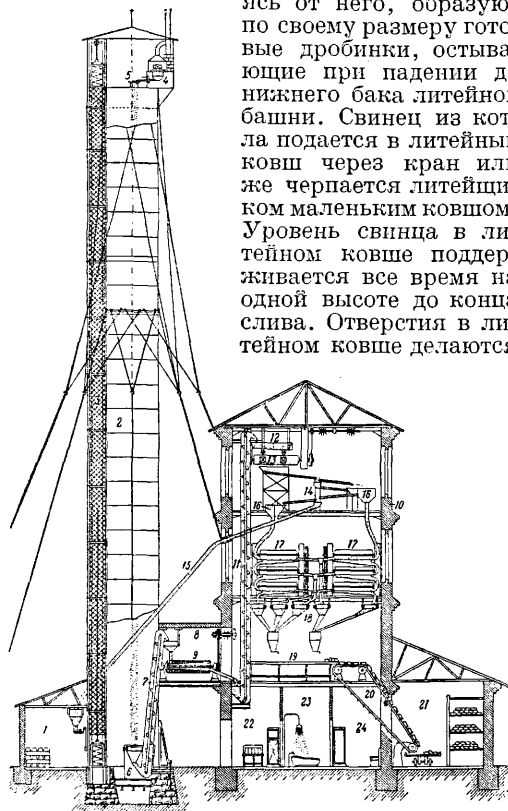
ДРОБЬ, свинцовые шарики, употребляемые при стрельбе из охотничьих ружей. Д. разных размеров по диаметру изготавливается из лучших сортов свинца. Эти размеры и нумерация Д. в разных странах различны, но наиболее употребительная нумерация—немецкая, принятая и в СССР, определяет самый мелкий № (12) дробь в 1,25 мм, и самый крупный (6/0) в 5,5 мм. Разница между двумя соседними № дробь — 0,25 мм. Д. крупнее 6/0 носит название картечи. Размеры картечи, имеющей также несколько номеров, определяются размером внутреннего диаметра гильзы того или иного калибра с таким расчетом, чтобы в один ряд плотно укладывалось известное количество картечи. Для предупреждения освинцовывания стволов ружья при стрельбе и для облегчения отливки в свинец присаживается незначительное количество мышьяка, главным образом в виде мышьяковистого ангидрида As_2O_3 . Эта присадка вводится в литейные котлы перед самой отливкой Д.

Заводский способ изготовления Д. заключается преимущественно в отливке ее т. н. башенным способом, от к-рого и самая Д. получила торговое название башенной Д. Башня для литья Д., обыкновенно металлическая конструкция, строится высотой от 35 до 45 м и снабжается подъемником для подачи свинца. В верхней части башни расположено литейное помещение, в к-ром установлены плавильные котлы емкостью около $\frac{1}{2}$ т. В центре пола литейного помещения имеется отверстие, над которым ставится литейный ковш. В нижней части башни находится бак с водой, куда падает отливаемая Д. В непосредственной близости от башни располагается отдельное помещение, где отлитая Д. подвергается отсеву, сортировке и окончательной отделке. Расположение отдельных частей дробилитейного з-да видно из прилагаемого разреза.

На фиг. показаны: 1—склад свинца; 2—дробилитейная башня; 3—товаро-пассажирский подъемник; 4—котел с обмуровкой для плавки свинца; 5—литейный ковш; 6—приемник; 7—элеватор от приемника к сушильному барабану; 8—соединительный коридор; 9—сушильный барабан; 10—4-этажный каменный корпус; 11—элеватор от сушильного барабана на 4-й этаж; 12—бункер полнорочного барабана; 13—полнорочный барабан; 14—прокатки; 15—отвод брака; 16—бункеры; 17—просевные барабаны; 18—бункеры готовой Д. по номерам; 19—развеска и упаковка; 20—конвейер; 21—склад готовой Д.; 22—комната для хранения своей одежды; 23—душ и ванная; 24—комната для хранения спецодежды.

Процесс отливки Д. происходит следующим образом. Поданный на башню свинец расплавляется в котлах и доводится до нужной литейной t° : обычно 350—380° для мелких и средних номеров и 340—360° для крупных. Затем в котел присаживается сплав свинца с мышьяком, и свинец тщательно перемешивается. Во время плавки свинец и последующего перемешивания на поверхности котла всплывает окись свинца (PbO) в виде губчатой массы, к-рую собирают и закладывают в литейный ковш с таким расчетом, чтобы заполнить примерно $\frac{1}{3}$ его

глубины, и в горячем виде припрессовывают слегка ко дну и стенкам ковша, чтобы предупредить всплывания при литье. Эта губчатая масса, или, как называют ее в работе, «пенка», и является тем фильтром, через к-рый производится отливка и к-рый не позволяет свинцу течь из ковша струей, а способствует медленному образованию отдельных капель снизу ковша; капли, отрываясь от него, образуют по своему размеру готовые дробинки, остывающие при падении до нижнего бака литейной башни. Свинец из котла подается в литейный ковш через кран или же черпается литейщиком маленьким ковшом. Уровень свинца в литейном ковше поддерживается все время на одной высоте до конца слива. Отверстия в литейном ковше делаются



меньше, чем отливаемая из него дробь. Так, например, при диаметре дробь № 3 в 3,5 мм отверстие в ковше должно быть 1,5 мм, для дробь № 2 в 1,65 мм—0,15 мм и т. д. Отлитая дробь подается из бака в сушильный барабан, а затем в верхний этаж отделочного помещения, где она, непрерывно перемещаясь, проходит все стадии отделки: полировку, прокатку, отсеив, и уже в упакованном виде подается на склад. Полировка Д. производится в барабане с графитом. Готовая Д. должна быть одинаковой по своему размеру, иметь правильную шарообразную форму и быть достаточно полновесной. Уд. вес Д. обычно не ниже 11,2—11,3. Особый сорт Д., т. н. каленая дробь, изготавливается тем же порядком, но только вместе с мышьяком примешивают небольшое количество сурьмы, сообщающей Д. значительную твердость. Картечь изготавливается путем вырубki на машинах из свинцовой проволоки. Вырубленные кусочки обкатываются на кругах с желобками нужного размера до получения шарообразной картечины. Последующие операции отделки те же, что и при производстве Д. Упаковка Д.—обычно 5 и 10 кг.

Примерное назначение Д. по ее размерам при охотничьем промысле, при правильной заряде и нормальной дистанции (35÷40 м), следующее: 6/0÷5/0 — коза; 4/0÷3/0 — журавль, дрофа, гусь на большие дистанции, глухарь; 2/0÷0 — гусь, лисица, глухарь; 1÷2 — тетерев на току, мелкий гусь, заяц, крупная утка; 3÷4 — кряквовая утка, тетерев зимой, крупный нырок, заяц; 5÷6 — тетерев осенью, чирок, фазан, кряквовая утка; 7÷8 — куропатки всех пород, фазан, рябчик зимой, голубь; 9÷10 — дупель, бекас, перепел, дрозд; 11÷12 — жаворонок, гаршнеп, дрозд. При стрельбе на большие расстояния (до 55 м) употребляется дробь на один или два номера крупнее.

Необходимое количество Д. и картечи для удовлетворения охотничьего хозяйства СССР в настоящее время определяется примерно в 6 000 т в год. Изготовление Д. в СССР сосредоточено на 3 з-дах. Незначительное количество Д. изготавливается кустарным способом преимущественно на дальних северных окраинах.

Техника безопасности. При производстве Д. свинец может легко проникнуть в организм в парообразном и пылеобразном состоянии; кроме того, приготовление состава, который придает свинцу твердость, и рафинировка свинца — связаны с применением мышьяковистого ангидрида (As_2O_3) — белого мышьяка (токсич. доза по Кравкову, — 0,01 г, смертельная — 0,06 г). Содержание свинца в осевшей пыли рабочих помещений достигает 42—44% (в помещении варки состава, дробосеялке). Просев Д. на обыкновенных открытых ситах, приводимых в движение кулачными передачами, сопровождается распылением свиновой пыли (15—20 мг в 1 м³ воздуха); при сушке Д. на плите, перелопачивании ее, ссыпке вручную и транспортировке на носилках с места на место свинец попадает в воздух, при чем содержание его достигает 6,4 мг в 1 м³.

Для передачи полуфабрикатов и их обработки д. б. оборудованы механич. транспортеры, сушилки, сепараторы. Варку состава из свинца с мышьяком необходимо производить в герметич. закрытых котлах. Основные меры оздоровления путем механизации д. б. дополнены устройством приточно-вытяжной вентиляции с местными вытяжками для паров и газов. Помимо этого, должны строго соблюдаться меры личной гигиены, применяемые при других работах со свинцом.

ДРОВА, дерево всех пород, употребляемое как топливо. По своей массе Д. составляют свыше половины всего заготавливаемого на лесосеках древесного материала. За исключением южных малолесистых областей, Д. в СССР учитываются по объему, для чего их выкладывают в поленицы. При таком способе измерения полноценность (полнодревесность) поленицы зависит от выкладки, при чем нормальной считается такая выкладка, при которой древесная масса составляет 64% объема (см. табл.).

Д. различаются по породам деревьев, по длине и толщине поленьев и по способу доставки с лесосек. Т. к. теплопроизводительность Д. зависит от массы древесины, то наи-

Вес (в кг) 1 м³ нормально выложенных 0,5-м дров.

П о р о д а	Сухие (25% влажности)	Сырые (50% влажности)
Дубовые	540	675
Березовые	470	590
Ольховые	390	490
Сосновые	390	505
Липовые	380	470
Осиновые	360	455
Еловые	355	465

лучшими считаются Д. с высоким уд. в., как то: грабовые, буковые, дубовые и кленовые. В лесистых (средней и северной) частях РСФСР таких пород весьма мало, и здесь наилучшие Д. дают береза, лиственница и черная ольха; наиболее же низко расцениваются осиновые, тополевые, липовые, еловые и пихтовые. Типичный состав смешанных Д. в Ленинградском, Московском и Поволжском районах — 50% хвойных пород, 25% березовых и 25% осины или липы.

По длине наиболее часто заготавливают Д.: для промышленности в 1 м, а для домашнего отопления — 0,7, 0,5, и 0,35 м; Д. длиной в 0,5 и 0,35 м называются швырком. По толщине различают: 1-й сорт — толще 15 см и обязательно расколотые (плашник); 2-й сорт — толщиной от 7 до 15 см, к-рые обычно оставляются в круглом виде (кругляк), и 3-й сорт — топорник, образуемый более тонкими частями, не требующими пилы для разделки.

Выкладка Д. в поленицы, кроме уменьшения желаний кладчика, зависит от длины поленьев, их толщины, формы, очистки от сучьев. Чем поленья короче и толще, тем больше полнодревесность поленицы. Поэтому при распиловке метровых Д. на швырок получается «упил» в 3—5%, а при расколоте толстых Д. получается «прикол» в 4—6%. Наиболее плотная кладка получается у еловых, пихтовых и буковых Д. (70%), а наименьшую полнодревесность (60%) дают грабовые поленицы. При недостаточной очистке от сучьев полнодревесность кладки может уменьшаться на 10% и более.

По способу доставки Д. с лесосек различаются г о р н ы е (не бывшие в воде) и с п л а в н ы е. Последние более сыры и расцениваются дешевле, т. к. влажность имеет большое значение как при хранении, так и при употреблении Д. Хранение Д. вообще, а сырых в особенности, требует известных предосторожностей, во избежание их гниения. С этой целью деревянные склады устраивают на открытых, обвеваемых ветром местах с низким уровнем грунтовых вод и по возможности на песчаной почве. Поленицы метровых Д. должны быть выложены на расстоянии 1 м одна от другой; при более коротких Д. допускается для большей устойчивости кладка двух полениц впритык, с тем чтобы одна пара полениц стояла от другой на 1 м.

При сжигании в печах сырые Д. дают значительно меньшую теплопроизводительность не только вследствие затраты тепла на испарение воды, но и потому, что для поддержания горения приходится увеличивать тягу и вводить в топку повышенное количество воздуха, понижая тем самым пирометрич. эф-

фект. Даже в специальных шахтных печах с наклонными колосниками и горячим дутьем сырые Д. (с 50% влажности) дают теплопроизводительность на 10% меньше, чем воздушносухие (с 20% влажности). Насколько уменьшается тепловой эффект Д. в обычных печах под влиянием влажности, показывают следующие цифры:

% влажности древесины	15	20	25	30	40	50	60
1 кг дров дает Cal	3 700	3 400	3 150	2 900	2 400	1 900	1 400

Древесина всех наших пород имеет весьма сходный химич. состав и содержит ок. 50% углерода. Поэтому их теплопроизводительная способность в абсолютно сухом состоянии при равном весе одинакова: ок. 4 500 Cal (по Киршу 4 440 Cal) с отклонениями не более 3—5%. Удельная же теплопроизводительная способность различна для пород с разным уд. в. и в среднем составляет для абсолютно сухой древесины: дуба 3 000 Cal, березы 2 600 Cal, черной ольхи 2 000 Cal, сосны 1 800 Cal, ели и осины 1 700 Cal. Если принять за 100 теплопроизводительную способность 1 м³ еловых Д., то для 1 м³ сосны получим 110, для черной ольхи—120, для березы—140 и для дуба—160.

Помимо теплопроизводительной способности, большое значение для оценки качества Д. имеет энергия их сгорания, и в этом отношении древесные породы располагаются уже в обратном порядке. Поэтому для паровых котлов особенно эффективными оказываются породы, занимающие среднее место, т. е. обладающие при достаточной теплопроизводительности хорошей энергией сгорания, а именно сосна и черная ольха. Одна весовая часть воздушносухих Д. испаряет 4 весовых части воды в стационарных паровых котлах, тогда как береза и дуб испаряют только 3,75 ч. Осинные и еловые Д. с весьма большой энергией сгорания («горят, как порох») являются особо пригодными для газогенераторных топок стекловых и других 3-дов. Ценность Д. с высоким уд. в. для комнатных и кухонных топок с коротким пролетом горячих газов в дымовых ходах еще более повышается в силу медленности сгорания таких Д., благодаря чему тепло отходящих газов более совершенно используется на нагрев печи. Пирометрич. эффект топлива при 20% влаги составляет ок. 1 300°, фактически же достигаемая в топках t° не превышает обычно 1 100°, а в комнатных печах падает до 700—800°. Для сравнения Д. с другими видами топлива нужно иметь в виду, что 100 кг Д. соответствуют по теплопроизводительной способности

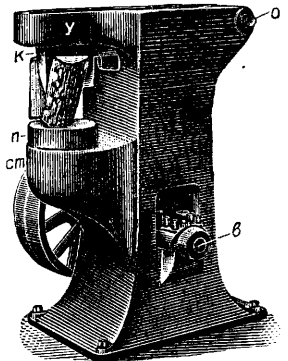
Нефтян. остатков 31 кг	Торфа сухого . . . 50 кг
Камен. угля 43 »	Торфа полусу- хого 120 »
Бокса 50 »	

Заготовки Д. производятся обычно вручную с гужевой вывозкой. Попытки применения механизации дровозаготовок встречают главное препятствие в разбросанности древесины на больших площадях. Наиболее благоприятные условия машины находят для разделки Д., заготовленных в лесу долготем и доставленных сплавом на промежуточные склады у линии ж. д. или у судоходных рек. В этих случаях применяется механич. вы-

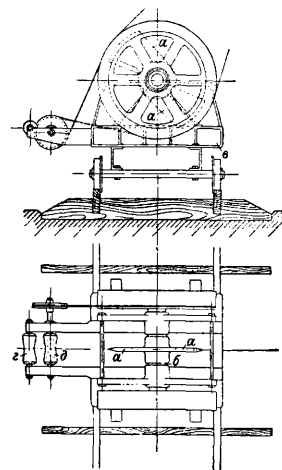
грузка из реки дровоподемниками, распилка поленьев на окончательную длину круглой пилой и расколка дровоколкой (см. *Деревообделочные станки и Дровокольный станок*).

Лит.: Филлипсов Н. А., Лесная технология, стр. 60—76, СПб, 1910; Арнольд Ф. К., Русский лес, т. 2, ч. 2, стр. 32—38 и 159—165, СПб, 1899; Кирш К. В., Дрова как топливо, стр. 1—48, Москва, 1919; «Товароведение», под ред. П. Петрова и Ф. Череватова, т. 2, стр. 59—162, М.—Л., 1926; Надежин А. А., Основные виды топлив России и их характеристика, стр. 10—21, М., 1925; Зувев М. Д., Топливо и топливосжигание, стр. 268—283, Киев, 1927; Федорович И. И., Предпосылки к генеральному топливному плану, «ПХ», 1927, 8, стр. 129—154; Майер В. И., Лесное хозяйство СССР, там же, 9, стр. 174—187. В. Петровский.

ДРОВОКОЛЬНЫЙ СТАНОК, машина для механич. раскола дров. Д. с. строится двух типов: 1) с прямолинейным или качающимся возвратным движением колуна и 2) с вращающимся колуном. Д. с. первого типа изображен на фиг. 1. Колун *к*, качающийся на оси *о*, приводится в движение шатуном от коленчатого вала *в*. Дрова ставятся вручную под колун на стол *ст*; подкладка *п* применяется для раскола более коротких поленьев. Упорка *у* скидывает с колуна при его подъеме заклинившиеся на нем поленья. Колун делает 100—120 ударов в мин.; потребляемая станком мощность 1—3 HP; производительность 600—1 000 кругляков в час, т. е. 9 ÷ 15 м³ 36-см дров, 13 ÷ 23 м³ 54-см и 18 ÷ 31 м³ 71-см дров. Дровокольные станки этого типа непригодны для колки более длинных дров, и, кроме того, их производительность зависит в сильной степени от ловкости обслуживающ. персонала.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

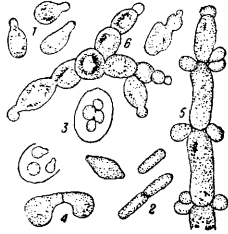
Д. с. с вращающимся колунами (систем И. П. Володихина, М. А. Дешевого и других) являются русским изобретением. Д. с. состоят из колуна *а—а* (фиг. 2), сидящего на валу *б* и вращающегося со скоростью 150—200 об/м. Нижняя часть станины *в* снабжена V-образным вырезом, служащим опорой, и направляющими для раскалываемых поленьев. Валцы *г* и *д* служат для механич. подачи раскалываемых дров к колуно. Вследствие того, что в Д. с. этой системы колун ударяет в боковую поверхность полена, на

нем м. б. раскалываемы дрова значительной длины, при чем длина поленьев мало отражается на числе расколотых кругляков.

Производительность этих Д. с. равна 29—39 м³ 1—2-м дров, около 24 м³ 71-см дров и 19 м³ 54-см дров. Расход мощности 8—10 НР. Недостатком этих станков является значительное количество получающейся при расколе щепы.

Лит.: Песоцкий Н., Лесопильное дело, 2 изд., кн. 13—15, Л., 1925; см. также Дрова.

ДРОЖЖИ, одноклеточные организмы, имеющие шаровидную или овальную форму и принадлежащие к простейшим сумчатым грибам (кл. Ascomycetes, сем. Saccharomycetes). В отличие от других грибов, лишь немногие Д. склонны развивать грибницу (мицелий). Размножение Д. (фиг. 1) происходит почкованием (1) и только в редких случаях делением (род Schizosaccharomycetes, 2). Характерным для Д. и одним из важных диагностических признаков является образование аскоспор, при чем протопласт клетки (превращающейся т. о. в сумку) распадается на различное число (1—10) участков, одевающихся



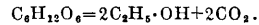
Фиг. 1.

своей, в нек-рых случаях двойной оболочкой (3). В одних случаях (напр. Nadsonia, Zygosaccharomycetes) образованию аскоспор предшествует копуляция (4), иногда (Schwanomycetes, Torulasporea) лишь иногда сливающаяся, но не доходящая до слияния протопластов. Наоборот, у других Д. (у большинства технических важных) образование спор происходит без следов полового процесса. Известно, однако, большое число организмов, относимых различными авторами к семейству Saccharomycetes, во всех отношениях сходных с настоящими Д., но не образующими спор. К ним принадлежат виды Torula, часть которых принимает активное участие в образовании кефира, кумыса, айрана и т. п. напитков, затем, Mucoderma и патогенные Д.—Cryptococcus. Все они в настоящее время объединяются в семейство ложных дрожжей (Non-Saccharomycetes).

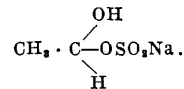
Дрожжи широко распространены в природе, встречаясь на самых разнообразн. субстратах, содержащих органич. вещества, гл. обр. углеводы. Наприм., большие скопления различных Д., наряду с др. микроорганизмами, можно видеть весной на сочащихся пнях березы и других растений в виде розового слизистого налета. Число известных в настоящее время видов и рас Д. необычайно велико, но только немногие культурные расы нашли применение в производствах. Большинство же—дикие дрожжи—являются вредителями производств или в лучшем случае безразличным для них фактором. Известно также значительное число патогенных дрож-

жей, вызывающих кожные болезни (так называемые бластомикозы).

Роль Д. в производствах определяется гл. обр. их способностью сбраживать углеводы, расщепляя их в процессе брожения на спирт и углекислоту по общей ф-ле, установленной еще в 1815 г. Гей-Люссаком:



При этом в одних случаях (виноделие, винокурение, пивоварение) ценными являются спирт и побочные продукты жизнедеятельности Д., обуславливающие так называемый «букет», в других—углекислота (разрыхление теста при хлебопечении). Во время войны 1914—18 гг., при недостатке жиров, дрожжи применяли в Германии для получения глицерина путем проведения процесса брожения в присутствии кислых сульфитов, связывающих один из промежуточных продуктов брожения—ацетальдегид—в виде трудно растворимого соединения:



Брожение в этом случае идет не до конца, и в субстрате накапливается глицерина до 30% от взятого количества сахара. П. Линднер нашел близкий к Д. гриб (Endomyces vernalis), который при культуре на сахарном растворе накапливает в клетках масло и потому известен под именем, питательных, или жировых, Д.

Способность к сбраживанию присуща различным Д. не в одинаковой степени; многие совершенно лишены ее (напр. пленочные). Столь же различно и отношение Д. к углеводам (что служит важным признаком для распознавания Д.). В этом отношении может быть установлено 5 групп, сопоставленных в приведенной таблице.

Группировка дрожжей по отношению к углеводам.*1

Группы	Декстроза	Левулоза	Сахароза	Мальтоза	Лактоза	Декстрин	Примеры
I	+	+	-	-	-	-	Saccharomyces apiculatus
II	+	+	+	-	-	-	S. fragrans S. cerevisiae S. ellipsoideus
IV	+	+	+	-	+	-	Кефирные дрожжи
V	+	+	+	+	-	+	S. pastorianus Rees

*1 + расщепляют; - не расщепляют.

Наиболее важные в технике дрожжи относятся к III группе.

Д. подвержены значительным вариациям, гл. обр. в их физиологич. свойствах. Среди них насчитывается большое количество разновидностей или культурных рас, обладающих специфич. особенностями, важными в том или ином отношении, что создает весьма различную ценность различных рас в производствах. Однако, отдельные расы, являясь часто лишь культурными разновидностями одного и того же вида, в весьма малой степени отличаются своими морфологич. признаками. Чтобы несколько ориентироваться в этом отношении, в микробиологии

технической (см.) приходится опираться на ряд сравнительно мелких признаков, связанных с физиологическими и культурными особенностями отдельных рас. По характеру развития на жидких субстратах отличаются пленочные Д., растущие лишь на поверхности в виде пленки. В большинстве случаев они являются вредителями производств. Исключение составляют представители рода *Willia*, которые, как и другие пленочные Д., не образуют спирта, но принимают участие в создании «букета», т. к. обуславливают возможность образования сложных эфиров. В отличие от пленочных, большинство настоящих Д., к к-рым принадлежат и культурные, развиваются в жидкости в виде взвеси или осадка. Во время главного брожения они выносятся током углекислоты на поверхность, образуя более или менее мощную пену. Лишь спустя довольно долгое время после окончания главного брожения обозначается рост на поверхности с образованием б. или м. мощно развитого кольца на стенке сосуда с культурой Д. Время появления такого кольца при определенной t° имеет значение диагностическ. признака, ибо продолжительность развития колонии различных Д. до стадии образования кольца неодинакова. В таких старых культурах клетки часто остаются связанными, образуя своеобразный б. или м. ясно сформированный мицелий (фиг. 1, 5). Далее, по характеру развития в период главного брожения, различают Д. низового и верхового брожения. Первые образуют хлопья, опускающиеся на дно; они лучше развиваются при низкой t° (10—12°) и содержат энзим мелибиазу, вследствие чего рафинозу потребляют до конца (важный признак при контроле прессованных Д.); кроме того, они оказывают влияние на клейковину зерен злаков, вследствие чего неприменимы в хлебопечении. Д. верхового брожения распределяются в жидкости в виде тонкой взвеси, постоянно поднимаясь с током углекислоты, дают обильную пену и при расщеплении рафинозы оставляют нетронутой мелибиозу. В некоторых случаях для распознавания Д. можно пользоваться характером их роста в висячей капле. Большинство культурных Д. в этих условиях развивается, сохраняя связь между клетками (мицелий, фиг. 1, 6); при этом пивные Д. верхового брожения дают симметричные фигуры, тогда как пивные Д. низового брожения и винные—асимметричные. Большинство диких Д. не дает подобных фигур, т. к. клетки их обособляются одна от другой, не образуя мицелия. Далее, Д. принято делить на два типа: с и л ь н о б р о д я щ и е, называемые по месту первого нахождения—*Frohberg*, и с л а б о б р о д я щ и е—*Saatz*. Наконец, существенным признаком для распознавания Д. являются т. н. г и г а н т с к и е к о л о н и и, получаемые посевом большого количества молодых клеток в одно место поверхности питательной среды, напр. сушевой желатины.

Производство Д. раньше связывалось с производством спирта. Тот или иной затор подвергался нормальному спиртовому брожению (см. *Винокурение*). При нормальном ходе процесса через 14—19 ч. размноже-

ния Д. и развития главного брожения на поверхности образуется обильная з р е л а я п е н а, которая снимается, промывается через сито холодной водой для отделения от частичек зерен и отстаивается. Момент созревания пены узнается по начинающемуся опусканию ее у стенок чана и в центре. Затор после снятия пены дображивает и идет на получение спирта. В последнее время производство изменено в том смысле, что разведение Д. не связывается с производством спирта и ведется в сильно разведенном сусле или мелассе.

Применение Д. Для выпечки хлеба пригодны различные расы Д., но наиболее удобными для разведения на мелассе оказываются винные Д., сбраживающие различные имеющиеся в мелассе разновидности сахара. Непригодными, как указано, являются пивные Д. низового брожения. Во всяком случае, культивируемые в производстве Д. должны постоянно контролироваться на их подъемную способность пробной выпечки хлеба. Для этого строго определенное количество Д. размешивается с известным количеством теста, приготовленного в определенных пропорциях из одного сорта муки, и подвергается брожению в формах при определенной t° . По подъему теста через определенный срок судят о качестве Д.

Для винокурения применяются Д. верхового брожения, лишь в слабой степени сбраживающие рафинозу. Они д. б. способны образовывать большие количества спирта в возможно короткое время; кроме того, они д. б. кислотоустойчивы, т. к. брожение всегда ведется в кислой среде. Из многочисленных рас Д. наибольшее значение в винокурении получили «раса II», изолированная П. Линдером (1889 г.), и особенно «раса XII», выделенная Метьюзом (1904 г.). Последняя с успехом применяется как в винокурении, так и в производстве хлебных Д. Раса XII характеризуется яйцевидной формой клеток и мало отчетливыми вакуолями; при культуре на твердых средах легко дает вытянутые клетки, так же как и в кольце старых культур; при культуре в висячей капле дает хорошие симметричные сцепления клеток; при культуре в жидкой среде клетки в большинстве случаев соединены по 3—6, легко распадаясь при центрифугировании и прессовании. На перебродивших жидкостях уже через 6 дней при 28° образуется толстоватая влажная белая пленка, распадающаяся при сотрясении на б. или м. крупные погружающиеся в жидкость хлопья. Обычный размер клеток $7 \times 6,8 \mu$, но он подвержен колебаниям в разных условиях. Гигантские колонии имеют углубление в середине и радиально расходящиеся складки и бороздки, покрытые тонкой концентрич. слоистостью. Края колонии—фестончатые. Раса II имеет клетки также яйцевидные, но несколько удлиненные (в среднем $7 \times 5,6 \mu$), обычно с очень отчетливыми крупными вакуолями. В висячей капле клетки не дают прочных соединений, при чем характерно присутствие клеток разной величины. Пленка образуется лишь на 13-й день и не обнаруживает соединения клеток, вследствие чего при сотрясении распределяется в жидкости в виде

тонкой взвеси. Гигантские колонии—плоские, цельнокрайние, обнаруживающие лишь слабую концентрич. исчерченность. Геннеберг рекомендует в винокурении пользоваться не одной расой, а смесью, в к-рую входят и пивные Д. низового брожения, особенно для сбраживания богатого рафинозой материала (меласса).

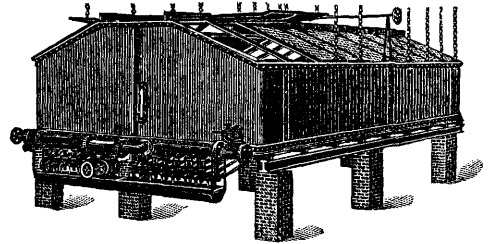
Пивные Д. подразделяются на Д. низового и верхового брожения. Первые представляют собой культурные дрожжи, приспособившиеся к низким t° . Благодаря клейким свойствам оболочки они дают только слабую мувь в жидкости и образуют прочно лежащий на дне осадок, при встряхивании поднимающийся в виде хлопьев. Клетки имеют яйцевидную форму; при культуре в висячей капле образуют несимметричные, легко распадающиеся, клеточные соединения. Низовые Д. относятся, вообще говоря, к слабым Д., образующим лишь незначительные количества алкоголя. Наиболее характерным их свойством является способность нацело сбраживать рафинозу. Гигантские колонии на сушловый желатине имеют форму низкого конуса с незначительной радиальной исчерченностью. Д. верхового брожения, наоборот, образуют лишь рыхлый, легко взмучивающийся в виде тонкой взвеси осадок. Во время брожения они увлекаются током углекислоты, вследствие чего жидкость делается значительно более мутной. При размешивании в воде Д. верхового брожения дают молочно-мутную жидкость, тогда как Д. низовые распределяются хлопьями, быстро оседающими на дно. При культуре в висячей капле образуют симметричные прочные соединения клеток, располагающиеся б. ч. в плоскости. Споры образуются скорее и в большем количестве, чем у Д. низового брожения (при 25° —уже через 20 час., тогда как низовые лишь через 30—40 час.). Рафинозу расщепляют лишь до меллибозы, к-рая дальше не сбраживается. Гигантские колонии более плоски, имеют в середине широкое углубление, отграниченное валиком и круговой бороздкой от плоского, постепенно снижающегося края. У некоторых рас имеются концентрически и радиально расположенные углубления на краевой зоне.

Лит.: Henneberg W., Handbuch d. Gärungs-bakteriologie, 2 Aufl., B. 1, B., 1926; Guilielm o n d A., The Yeasts, N. Y., 1920; Janke A., Allgemeine technische Mikrobiologie, T. 1, Dresden—Leipzig, 1924. В. Шапошников.

Производство прессованных пенарских Д. подразделяется на следующие стадии: 1) изготовление питательной среды для размножения Д., 2) засев в эту среду семенных Д., 3) выращивание и размножение Д., 4) сбор жатвы, 5) примешивание к Д. картофельного крахмала, 6) формование Д. в виде брусков и, наконец, 7) упаковка.

Наиболее употребительными исходными материалами для заторов служат: ячмень, превращенный в зеленый солод 9—10-дневного взращивания, наклонувшаяся или же соложенная рожь, кукуруза, ячменно-солодовые ростки и (в последнее время) отброс свеклосахарного производства — меласса. Фабрикация прессованных Д. происходит в СССР: 1) по так наз. воздушному (вернее, воздуходувному) дрожжево-винокурению,

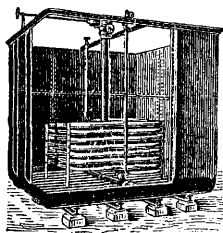
2) по хлебно-приточному и 3) по мелассово-приточному способам. По воздушному способу, ростки и измельченные на солододробилке ячменный зеленый солод и рожь засыпают в заторный чан (см. *Винокурение*) в холодную воду, слегка подкисленную серною кислотой, и после тщательного размешивания выдувают в чан отваренную в гуще кукурузу, не допуская повышения t° выше 52° . Эта t° благоприятствует действию энзима—пептазы, находящейся в солоде и частично переводящей высокомолекулярные белки хлебных припасов в продукты их расщепления. Заторная масса размешивается при этой t° в течение $\frac{1}{2}$ —1 ч. и затем разогревается до 63 — 64° . При этом разогревании энзим—диастаз превращает до 80% наличного крахмала в мальтозу (осахаривание) и ок. 20% в декстрины. По окончании осахаривания, определяемого при помощи иодной реакции, заторной массе дают постоять при 64° еще 2—3 часа с целью подавления жизнедеятельности населяющих ее микроорганизмов, после чего, пропуская через медный змеевик заторного чана холодную воду, понижают t° до 58° и заквашивают затор разводкой молочнокислых бактерий В. Delbrücki, к-рым дают развиваться



Фиг. 2.

в течение 15 ч. и более, не допуская снижения t° ниже 55° . При таких условиях образуется молочная к-та; кислотность доходит обыкновенно до 1,2° по Дельбрюку. Вместе с тем, благодаря действию пептазы молочнокислых бактерий, возрастает содержание растворимого азота в заторной массе. По достижении желательной кислотности, затор нагревают до 70° , и эту t° поддерживают 20 мин. с целью умерщвления молочнокислых бактерий, к-рые, в противном случае, могли бы вредить Д. при брожении. При 70° погибает, однако, и диастаз солода, и если тем не менее в квасильном чане и сбраживается некоторое количество декстринов, то лишь благодаря дрожжевым энзимам—мальтазе и инвертазе. По прошествии указанных 20 мин. сусло спускают в фильтрационный чан (фиг. 2). Последний изготовляется из железа в 6 мм толщины и имеет обыкновенно четырехугольную форму. В нем на расстоянии 20—25 мм от дна расположены бронзовые фильтрационные днища с шелеобразными или круглыми отверстиями. Днища—составные, обычно из квадратных плит в 1 м^2 , плотно прилаженных одна к другой. В дне чана, под каждой плитой, сделано отверстие для спуска отцеживаемого сусла; два отверстия соединены обыкновенно в одну трубку, снабженную спускным краном. Краны находятся на одной прямой линии, и под ними

помещается жолоб, в к-рый втекает отфильтровываемое сусло. Кроме того, чан снабжен люком для спуска остающейся после фильтрации дробины (гущи), подхватываемой шнеком и выгружаемой на двор завода. Эта дробина служит прекрасным кормом для коров. Фильтрация имеет целью отделение жидкой части заторной массы от гущи. На 100 кг заторного сырья необходима фильтрационная площадь в 1 м², что делает возможным окончание процесса фильтрации в 4—4½ ч. Первоначально стекающая прозрачная жидкость носит название основного сусла и показывает концентрацию ок. 11° Баллинга. Гуща выщелачивается горячей (70°) водой до полного извлечения всего экстракта. Стекающее из фильтрационного чана прозрачное сусло направляется через трубчатый



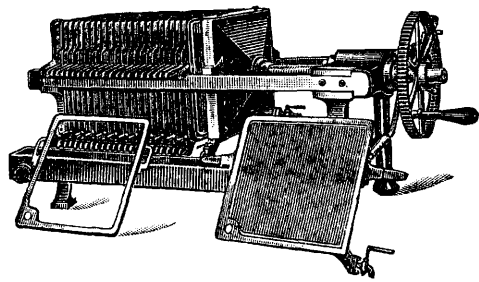
Фиг. 3.

противоструйный холодильник Бома в железный квасильный чан (фиг. 3), снабженный медным змеевиком, через к-рый пропускают холодную воду для регулирования t° брожения, и медными перфорированными трубками, через которые посредством воздуходувки продувают во время брожения воздух в количестве 7—8 м³ на 100 л сусла в 1 час.

Брожение в квасильных чанах возбуждается т. н. задаточными, или семенными, Д. Последними служат либо прессованные Д., разведенные в небольшом количестве воды и применяемые в количестве 6% по отношению к весу засыпанных в затор припасов, либо тоже прессованные Д., но подвергшиеся подготовительному брожению (подмолаживанию). В последнем случае отбирают при фильтрации в особый чан некоторое количество основного сусла, исходя из расчета 50 л на 100 кг заторных припасов, засевают в него прессованные Д. в количестве 4% веса заторных припасов и подвергают брожению, без продувания воздуха, в течение 12—24 ч. при t° 17,5—22,5°. Особенно пригодными для воздушного способа оказались расы XII и М Берлинского ин-та бродильных производств. В квасильном чане засев Д. производят, как только фильтруемое сусло прикроет воздухораспределительные трубки, и тотчас же начинают слабо продувать воздух. Количество воздуха постепенно увеличивают по мере усиления поступления прозрачного сусла. Засев дрожжей происходит при 25°, и к концу фильтрации t° достигает 26°. По окончании фильтрации на 1 кг заторных припасов в квасильном чане получается 15—18 л прозрачного сусла с плотностью 3—4° Баллинга и кислотностью 0,4—0,42° по Дельбрюку. Указанную кислотность увеличивают прибавлением серной к-ты до 0,46—0,50°, чтобы гарантировать сусло от заражения плесочными дрожжами (микодермой), сильно понижающими качество прессованных дрожжей, т. к. они не в состоянии поднимать хлебного теста. Во время брожения выделяется теплота, и t° сусла возрастает.

Осторожным пропусканием холодной воды через змеевик квасильного чана регулируют t° сусла с таким расчетом, чтобы она повышалась в течение 1 ч. на 0,6°. По достижении 30° эту t° поддерживают еще 1 ч.; затем уменьшают приток воздуха на три четверти и по возможности быстро понижают t° до 25°, давая дрожжам дозревать при этой t° в продолжение 2 ч. Брожение длится при указанных t° около 11 ч., а при более низких—до 16 ч. Во время дозревания Д. можно проследить под микроскопом постепенное исчезновение почкующихся дрожжевых клеток и все возрастающее количество одиночных зрелых клеток, заметно увеличивающихся в объеме.

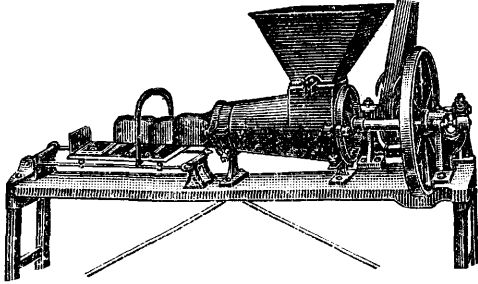
По окончании брожения в квасильных чанах содержимое их направляется на дрожжевые сепараторы. Последние представляют собою центрифуги. Дрожжи, как более тяжелые, отбрасываются от центра к периферии сепаратора и удаляются из последнего в виде густой жидкости консистенции сливок. Новейшие сепараторы шведской фирмы Альфа-Лаваль делают до 5 000 об/м. и обладают пропускной способностью около 8 000 л бражки в час. Освобожденная от Д. бражка стекает из верхней трубы сепаратора в особый жолоб, ведущий к сборнику для бражки у брагоперегонного аппарата (см. *Вилкопурение*). Из нижней трубы сепаратора вытекают сепарированные Д. в жолоб, направляющий их на стечный или круглый оросительный холодильник. Дрожжи стекают по поверхности холодильника, к-рый изнутри орошается холодной водой. При этом Д. охлаждаются до 15°, после чего их окончательно освобождают от бражки путем прессования на фильтр-прессах (фиг. 4),



Фиг. 4.

представляющих собою ряд металлич. рам и плит, обтянутых фильтр-прессной тканью (бельтинг). Рамы плотно сдвинуты и сжаты особым винтом. В пространство между рамами накачивают насосом сепарированные Д., постепенно увеличивая давление до 7—10 atm. Прессование длится 2—3 ч. Сухо прессованные Д. содержат обыкновенно ок. 75% влаги и лишь 25% сухого вещества и имеют следующий состав (раса XII): 8,13% золы, 50,28% азотистых веществ, 41,59% безазотистых веществ. Зола содержит 52,72% фосфорной к-ты, 0,6% калия и 4,79% магнезии. К прессованным Д. примешивается в особой тестомесильной машине картофельный (иногда и мансовый) крахмал самого высшего сорта с целью придать им большую стойкость при хранении.

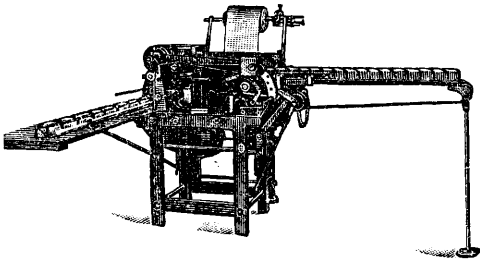
Прессованные Д. продаются в виде брусков, весом в 500 и 100 г, с содержанием не более 10% крахмала. Брусочки вырабатываются особой формовочной машиной (фиг. 5), представляющей собою металлич. конус, из к-рого шнек вытесняет дрожжевую массу в бронзовый мундштук, придающий ей требуемую форму. Д. завертываются в парафинированную бумагу, поверх которой накладываются плотный бумажный этикет и установленная акционная бандероль. За последнее



Фиг. 5.

время входят в употребление автоматы для упаковки Д., с производительностью в 50—60 пакетов в 1 мин. (фиг. 6). Упакованные Д. складываются в деревянные ящики вместимостью 4 кг Д. и хранятся в сухих кладовых, в к-рых искусственным охлаждением поддерживается t° ок. $2,5^{\circ}$. Зимой ящики с Д. для предохранения от замерзания во время транспорта укутывают в войлок и, кроме того, зашивают в рогожу.

По описанному воздуходувному способу получается выход ок. 35—40% бескрахмальных Д. и 10—12% алкоголя. За последние годы указанный способ фабрикации Д. постепенно вытесняется значительно более выгодным в экономич. отношении способом,



Фиг. 6.

возникшим в Германии во время войны. Этот способ применим как при хлебно-фуражном, так и при мелассовом сырье и носит название приточного метода. По хлебно-приточному способу основное сусло и первая промывная вода собираются в особом (приточном) чане, тщательно смешиваются, и получившаяся питательная среда медленно (8—10 час.) и постепенно спускается непрерывным потоком в квасильный чан, доставляя развивающимся Д. свежую и легко усвояемую пищу. Брожение ведется в более разбавленном водой сусле, чем при воздушном способе, при чем на 1 кг исходного сырья приходится в квасильном чане 20—22 л жидкости, смешанной с большим количеством воздуха (до 11 м^3 в 1 ч. на 100 л жид-

кости). При этом следят, чтобы пронизываемый воздухом столб жидкости в квасильном чане имел высоту в 3,2 м. Эта предосторожность основана на том наблюдении, что при очень сильном разбавлении питательной среды водой и обильном притоке воздуха замаза не в состоянии полностью выполнять своей основной функции—разложения сахара, к-рый в этом случае при чрезмерной интенсивности окислительного процесса, повидимому, сгорает в углекислоту.

Рост и размножение Д. сопряжены с процессом дыхания, в результате к-рого высокомолекулярные белковые вещества расщепляются на углеводную и азотистую группы. Азота, однако, недостаточно для получения больших выходов Д., пригодных для хлебопечения. Поэтому органич. азот сусла приходится пополнять еще неорганич. азотом, усвояемость к-рого Д. установлена еще Пастером. Азот вводится в форме аммонийных солей или аммиака. Помимо азота, приходится пополнять состав затора также еще и фосфором. Для засева приточных заторов применяют прессованные дрожжи в количестве ок. 15% веса исходного сырья, чтобы сразу обеспечить им доминирующее положение среди всех микробов сусла. Последнее разбавляют водой до начальной концентрации $1,7^{\circ}$ Баллинга, и после прибавки Д. во время притока эта концентрация колеблется между 1 и $1,2^{\circ}$ Баллинга, повышаясь по мере накопления Д. до $1,6$ — $1,7^{\circ}$. Брожение длится около 11 ч.; t° ок. 26 — 27° , и лишь к концу ей дают повышаться до 30° , не уменьшая количества вводимого воздуха. Затем содержимое квасильного чана охлаждается до 25° и дозревает еще в течение 1—2 ч. при этой же t° и уменьшенном в 4 раза количестве воздуха. Отбродившая бражка содержит лишь 0,3—0,5% алкоголя. Для дозировки питательных солей исходят из соображения, что Д. с хорошей подъемной силой и достаточной сохранныостью должны содержать ок. 1,8% азота и ок. 1,0—1,2% фосфора. Если, напр., затрачивается для затора 1 000 кг хлебно-фуражного сырья и ожидается выход Д. в 50%, то получающиеся 500 кг Д. должны содержать 9 кг азота и ок. 5 кг фосфора. Химич. анализом установлено, однако, что в 1 000 кг указанных припасов содержится в среднем лишь 4,95 кг усвояемого азота и 4,85 кг фосфора. Недостающие 4,05 кг азота д. б., следовательно, пополнены. Для пополнения азота служит частично молочнокислый аммоний, который добывается в заторе путем нейтрализации аммиаком молочной к-ты, накопленной во время молочнокислого закисания, продолжительность которого в таком случае удлинняется до 36—48 ч. Недостающее после этого количество азота добавляется либо в виде раствора сернокислого аммония либо в форме аммиака. Что же касается фосфорной кислоты, то источником ее получения служит суперфосфат, с содержанием около 14—16% воднорастворимой фосфорной к-ты. Фосфорной к-ты прибавляют в $1/4$ — $1/2$ раза больше, чем приходится по расчету, т. к. нек-рый избыток ее в сусле благоприятно влияет на способность Д. к размножению, и, кроме того, при сложных биохимич. процессах, со-

проводящих брожение, часть фосфорной кислоты выпадает в форме нерастворимых трифосфатов.

Приточный способ фабрикации Д. из мелассы принципиально тождественен с хлебно-приточным способом, но, учитывая химию состав мелассы, приходится прибегать к иной дозировке питательных солей. Мелассовый способ упрощает работу в том отношении, что при нем совершенно упрощаются фильтрационные чаны и нет необходимости пользоваться молочнокислым закисанием затора. Меласса подвергается процессу осветления под действием серной кислоты и суперфосфата, в результате чего выделяется хлопьевидный осадок, увлекающий на дно чана взвешенные в мелассе коллоидальные и красящие вещества. Очищенная таким путем меласса декаптируется в особый приточный чан и служит питательной средой для размножения Д. В среднем в 1 000 кг мелассы содержится 5 кг усвояемого азота и 0,5 кг фосфора. Если ожидается, например, выход Д. в 70%, т. е. 700 кг Д., то они должны содержать 12,6 кг азота (1,8%) и 7,7 кг фосфора (1,1%). Следовательно, надлежит ввести в питательную среду еще 7,6 кг азота и 7,2 кг фосфора. Нек-рая часть потребного азота м. б. введена в затор употреблением (3—10% по весу мелассы) ячменно-солодовых ростков, содержащих в среднем ок. 1,1% усвояемого Д. азота; остальной азот может поступать либо в форме одного лишь сернокислого аммония либо частично также в форме аммиака. За границей для указанной цели применяется также фосфорнокислый диаммоний $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, содержащий 21% азота и 53,4% фосфора, к-рым заменяется фосфор из суперфосфата. Усвоение Д. азота должно контролироваться формальной реакцией Зеренсена, и новые порции азота не должны поступать в квасильный чан, пока не будет использован весь наличный азот. Спирта при этом способе получается настолько ничтожное количество, что сгонять его представляется экономически невыгодным. Семенными Д. для мелассовых заторов служат разводки чистых культур специальных рас, способных обрабатывать содержащуюся в мелассе рафинозу; эти Д. приспособляются к условиям практики путем повторного размножения в сусле с постепенно понижаемой экстрактивностью по Баллингу. Оценка качества прессованных Д. производится путем пробных выпечек хлеба по герм. стандартному способу.

Лит.: Гивартовский Р. В., Винокурение и дрожже-винокурение производство, М., 1925; K i b y W., Handb. d. Presshefenfabrikation, Brschw., 1912; Brauer J. E., Hefenfabrikation, 4 Aufl., Lpz., 1922; Pollak W. u. Berman V., Sammlung neuerer Arbeiten auf d. Gebiete d. Presshefenfabrikation, Leipzig—Prag, 1927. Р. Гивартовский.

ДРОК КРАСИЛЬНЫЙ, *Genista tinctoria* L., низкорослый приземистый кустарник, из сем. Papilionaceae. Он произрастает почти по всей европ. части СССР, за исключением северной области, в Западной Европе, а также в Сибири. Д. к. произрастает в лесных зарослях, по опушкам, на сухих выгонах, на самой разнообразной почве, предпочитая богатую перегноем лесную почву. Извлекаемое из срезанных во время цвете-

ния и подсушенных побегов красящее вещество находит применение в красильном деле для окраски льняных и бумажных тканей в желтый цвет. Из него же готовят сухую краску. Из цветов готовят желтый лак, а вымоченный в воде стебель дает волокно, к-рое годно для пряжи. В ю.-з. части СССР произрастает *G. germanica* L.; в ю.-в. части Европы—*G. pilosa* L.; в Крыму, на Северном Кавказе и в Закавказьи—*G. alba* Willd. Последняя разновидность имеет сильно развитую корневую систему, делающую ее пригодной для укрепления сыпучих песков. Н. Кобранов.

ДРОССЕЛЬНАЯ КАТУШКА (реактивная катушка), устройство, применяемое в цепях переменного тока для получения добавочного падения напряжения. Д. к. представляет собою катушку самоиндукции с железным магнитопроводом или без него, в зависимости от назначения. На фиг. 1 схематически представлено устройство Д. к. Железный магнитопровод *M* делается набранным из листового железа толщиной в 0,5 мм, для уменьшения потерь в железе. Приблизительно 0,1 ч. объема железа уходит на бумажную изоляцию между листами. *K, K*—две катушки из изолированной медной проволоки, соединенные последовательно. Сечение Q (см²) железного сердечника определяется из выражения:

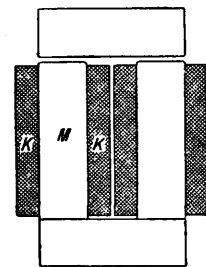
$$E_2 = 4,44 f \cdot w \cdot B \cdot Q \cdot 10^{-8} \text{ V,}$$

или

$$L = 4\pi \cdot \frac{Q w^2}{\delta} \cdot 10^{-9} \text{ H,}$$

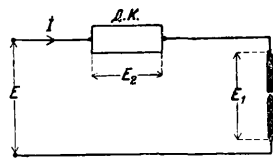
где E_2 —напряжение на зажимах Д. к., f —число периодов переменного тока, w —выбранное число витков, B —магнитная индукция, к-рая берется, в зависимости от сорта железа и назначения Д. к., в пределах от 5 000 до 10 000 инд. линий, L —коэфф. самоиндукции Д. к., δ —приведенная длина воздушного зазора, равная $2\delta + \frac{l}{\mu}$ (l —длина пути силовых линий в железе, μ —коэфф-т магнитной проницаемости). Сечение q витков катушек определяется плотностью тока, которая обычно берется $= 1,5 \div 2,5 \text{ A/мм}^2$. Чтобы при изменении силы тока или напряжения на зажимах Д. к. коэффициент самоиндукции ее оставался практически постоянным, воздушный зазор 2δ выбирают равным 2, 3 и даже 5 мм.

Д. к. имеет самое разнообразное применение в электротехнике. Пусть, напр., требуется понизить напряжение на электродах дугового фонаря, присоединенного к сети переменного тока. Это можно осуществить при помощи Д. к., включенной по схеме фиг. 2. Одновременно с этим уменьшается колебание силы тока, вызывающее беспокойное горение дуги. Понижение напряжения происходит без большой потери энергии, в противоположность тому случаю, когда для той же цели применяется омич. сопротивление (реостат). На фиг. 3 представлена



Фиг. 1.

векторная диаграмма включения Д. к. по схеме фиг. 2. Вектор силы тока I совпадает по фазе с напряжением E_1 , действующим на зажимах лампы, и отстает на угол φ_2 от E_2 — падения напряжения в Д. к. Угол φ_2 был бы точно равен 90° , если бы не было потерь в железе и меди Д. к., к-рые в сумме составляют обыкновенно около 10% от произведенной $E_2 \cdot I$. Эти суммарные потери в Д. к. получаются наименьшими тогда,

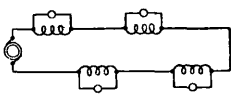


Фиг. 2.

да, когда у нее выбрано такое число витков и их сечение, что, при тех же силе тока и падении напряжения E_2 в Д. к., потери в железе получаются равными потерям в меди. В настоящее время, однако, избегают применять Д. к. для дуговых фонарей, а ставят вместо них трансформаторы или делители напряжения, т. к. в последнем случае понижается сила тока, идущего из сети, благодаря меньшему сдвигу фаз. При освещении длинных каналов и шоссе выгоднее применять последовательное соединение источников света, т. к. сечение проводов получается меньше, чем при параллельном соединении. В этом случае параллельно к каждой лампе присоединяют Д. к. (фиг. 4). Этим можно достигнуть того, что при перегорании 40% общего числа ламп в остальных сила тока уменьшится всего на 10%.

Д. к. употребляются также для регулирования напряжения одноякорных преобразователей со стороны постоянного тока. В том случае, когда два трансформатора имеют не совсем одинаковые коэффициенты трансформации или неравные падения напряжения, при нагрузке включают ок. этих трансформаторов Д. к., чем достигается удовлетворительность их параллельной работы.

Очень важное применение Д. к. относится к области защиты мощных электротехнич.



Фиг. 4.

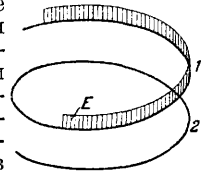
установок от действия чрезмерных токов и перенапряжений. Употребляемые в первом случае Д. к. носят название реакторов и служат для ограничения тока при коротком замыкании, случившемся в каком-нибудь пункте сети. Реакторами защищают обычно слабые ответвления, которые рассчитаны на сравнительно небольшую рабочую силу тока и поэтому не могут выдерживать громадных токов короткого замыкания, достигающих 200-кратного и больших значений. Наиболее распространенная величина падения напряжения в реакторах при прохождении рабочей силы тока — 5% от рабочего напряжения. Таким значением удается ограничить силу ударного тока короткого замыкания до 30-кратного рабочего тока, что для многих случаев яв-

ляется достаточным. Выше итти не следует, т. к. возрастающее падение напряжения при нагрузке невыгодно отражается на приемниках энергии. Поэтому реакторы обыкновенно делают без железного сердечника; расчет их ведется на основании следующих выражений:

$$L = \frac{E_d}{2\pi \cdot f \cdot I} \text{ и } L \approx \lambda \cdot D \cdot w^2 \cdot 10^{-9} \text{ Н,}$$

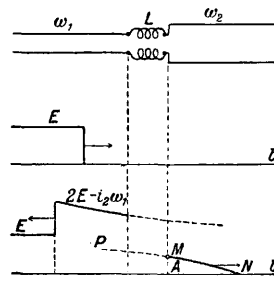
где λ колеблется от 4 до 6 в зависимости от отношения высоты реактора к его внешнему диаметру D .

При защите от перенапряжений Д. к. служат для сглаживания крутого фронта набегающей волны напряжения, который очень вредно действует на изоляцию обмоток трансформаторов, машин и аппаратов, находящихся на пути этой волны. Действительно, если, напр., трансформатор имеет 3 000 витков и находится под рабочим напряжением, амплитудное значение которого 30 000 В, то понятно, что напряжение между двумя соседними витками не превзойдет значения 10 В. Последнее и имеют в виду при устройстве изоляции между витками. Однако такое положение резко меняется в случае набегающей волны напряжения. Как видно из фиг. 5, в то время как первый виток находится уже под напряжением, до второго волна еще не дошла. Т. о., между этими первыми витками в момент вхождения волны может образоваться полное напряжение (в нашем случае — 30 000 В). В действительности влияют емкости между витками и между витками и корпусом, вследствие чего указанное выше напряжение понижается, однако не настолько, чтобы быть безопасным.



Фиг. 5.

Д. к., находящаяся на пути волны напряжения, сглаживает ее фронт. Это объясняется тем, что подходящая волна с напряжением E и с силой тока $i_0 = \frac{E}{w_1}$ (w_1 — волновое сопротивление линии передачи, равное $\sqrt{\frac{L}{C}}$, где L и C — коэфф. самоиндукции и емкость 1 км линии) разбивается у входа в Д. к. на две части: на отра-



Фиг. 6.

женную с силой тока i'_0 и на проходящую с силой тока $i_2 = i_0 - i'_0$ (фиг. 6). Одновременно с этим у входа в Д. к. образуется напряжение $E + E' = (i_0 + i'_0)w_1 = (2i_0 - i_2)w_1 = 2E - i_2w_1$. Это напряжение д. б. равно напряжению самоиндукции, развивающемуся в Д. к. при прохождении по ней тока. Т. о.,

$$2E - i_2w_1 = L \cdot \frac{di_2}{dt},$$

откуда

$$i_2 = \frac{2E}{w_1} \left[1 - e^{-\frac{w_1}{L} t} \right],$$

т. е. нарастание тока i_2 , проходящего за Д. к., происходит постепенно, по закону экс-

понижительной кривой. Если учесть волновое сопротивление обмотки трансформатора, то у-ие представится в следующем виде:

$$i_2 = \frac{2E}{w_1 + w_2} \left[1 - e^{-\frac{w_2 + w_1}{L} t} \right].$$

Подробнее об отражении волн от Д. к. см. *Перенапряжения*.

Ниже приводится таблица коэфф-тов самоиндукции Д. к. в мН, в зависимости от мощности и напряжения.

Коэффициенты самоиндукции дроссельных (реактивных) катушек в мН.

Напряже-ние в V	Мощность в kVA				
	10	50	100	500	1 000
3 000	5,1	1,5	0,9	0,27	0,16
6 000	20,3	6	3,6	1,1	0,64
10 000	56,5	16,8	10	3,0	1,8
20 000	226	67	40	12	7,2
35 000	705	210	125	37	22,1

Наиболее употребительные типы Д. к.— соленоидальный и дисковой. Расчет подобных катушек м. б. произведен по следующей формуле Эмде:

$$L = 2\pi y D w^2 10^{-9} \text{ Н},$$

где w —число витков, D —внешний диаметр Д. к., y —коэфф., зависящий от отношения диаметра Д. к. к ее длине.

Лит.: Круг К. А., Основы электротехники, М., 1926; Угримов Б. И., Техника высоких напряжений, вып. 3, М.—Л., 1924; Эпштейн Г. Л., Перенапряжения на электротехнических установках, Киев, 1927. **Е. Нитусов.**

ДУБ (*Quercus*), дерево или редко кустарник с опадающими или вечнозелеными листьями. Большинство представителей этого рода (к-рых насчитывается до 300) произрастает в С. Америке, на долю Европы приходится разновидностей всего ок. 17, а в пределах СССР в естественных условиях произрастает 10—12. Вечнозеленые Д. произрастают в Европе (Средиземноморская область) и в Азии (Япония). Существенное лесохозяйств. значение для нашей страны имеет *Q. Robur* L., подразделяемый на три вида: *Q. pedunculata* Erh. — летний Д., *Q. sessiliflora* Salisb. — зимний Д. и *Q. pubescens* Willd. — пушистый Д. Наряду с этими основными видами в настоящее время устанавливается много мелких форм, различаемых по характеру строения листовой пластинки, по форме плодов, времени распускания и другим признакам. Поздно распускающаяся форма Д. *Q. pedunculata* (v. *tardiflora* Czer.) в меньшей степени повреждается поздними весенними заморозками и обладает более стройным стволом, а кроме того, характеризуется и более твердой древесиной, чем рано распускающаяся форма (v. *praesox*). В южной части УССР обе эти формы встречаются в естественных лесах, занимая иногда большие площади. Селекция этой разновидности Д. имеет серьезное значение для лесного хозяйства в дубовых лесах.

В пределах европ. части СССР наиболее распространенным является *Q. pedunculata* Erh. и менее—остальные два вида. Северная граница распространения летнего Д. проходит через Шотландию, Норвегию и Швецию, поднимаясь до 63°, и затем идет через юж.

Финляндию до Гельсингфорса, переходит в Эстонию и тянется по юж. побережью Финского залива, проходя почти по прямой линии через Ярославль на Каму до реки Урала; не доходя до Уральского хребта, граница распространения летнего дуба резко спускается к югу.

Южная граница сплошного распространения Д. совпадает с началом степей. В степной зоне Д. встречается в виде островных насаждений, а затем снова его можно встретить на горах Крыма и Кавказа. В прежние время ареал распространения Д. был значительно больше, о чем свидетельствуют находки т. н. черного Д. (мореного Д.) на дне многих северных рек за границами его настоящего естествен. распространения. *Q. sessiliflora* Salisb. распространен в СССР (ю.-з. области, Крым, Кавказ) и в Зап. Европе. *Q. pubescens* Willd. встречается в южной Европе и в пределах СССР (западная часть УССР, Крым, Кавказ).

По своим биологическим особенностям Д. принадлежит к древесным породам, весьма требовательным к плодородию почвы, ее глубине и свежести; наилучшие дубовые насаждения произрастают на деградированных черноземах, на свежих плодородных суглинках и супесях. Д. является породой теплолюбивой; для ее произрастания, по Майру, необходима средняя годовая температура воздуха 7—12°, при средней температуре вегетационного периода 16—18°. К весенним депрессиям Д. весьма чувствителен. Зимние морозы нередко вызывают образование морозобойных трещин в стволе Д., естественно понижающих его качество, а также служащих источником для заражения грибными заболеваниями. Д., относясь к светлюбивым породам, особенно страдает при верхушечном отенении, тогда как отенение с боков действует благотворно в смысле формирования более стройного ствола, т. к. ограничивает разрастание Д. в сучья, что для него является весьма характерным.

В начале своего развития Д. растет медленно (Д. «сидит»), развивая преимущественно свойственную ему мощную корневую систему с резко выраженным стержневым корнем. После периода укоренения Д. начинает быстро расти в высоту до 60 лет, после чего разрастается крона и весьма долго продолжается равномерный рост по диаметру. В целях ускорения роста Д. в молодости в искусственных насаждениях к нему примешивают быстрорастущие породы, к-рые носят название подгона; к ним относятся клен остролистный, граб, береза и др. Д. достигает большой высоты, 35—40 м, при диам. 55—70 см, обладая поразительной долговечностью в 400—500 лет и более. Ствол Д. составляет в среднем 55% массы всего дерева, крона—20% и сильно развитая корневая система—около 25%. Кора на молодых деревьях зеленая с красноватым оттенком, гладкая, зеркальная, содержит большое количество дубильных веществ (см. *Стр. ТЭ*), к старости становится черноватой, пенельносерой и истрескавшейся в силу образования корки. Процесс естественного изреживания в дубовых насаждениях выражен весьма резко, и в них, к возрасту спелости, остается

250—300 Д. на га. В силу этого почва в спелых дубовых насаждениях зарастает травой, борьба с к-рой ведется путем создания под пологом дубовых насаждений почвозащитного подлеска. Д. размножается преимущественно семенным путем. Цветет он обычно одновременно с распусканием. Жолуди созревают осенью в год цветения и по созревании опадают на почву, где их и собирают. В насаждениях Д. семенного происхождения начинает приносить жолуди с 55-летнего возраста, на свободе—с 25 лет. Порослевого происхождения Д. дает жолуди в насаждениях с 30 лет. Семенные годы у Д. наступают через 5—7 лет, и в зависимости от климата и почвенно-грунтовых условий этот срок меняется, сокращаясь для местностей с теплым климатом и влажной богатой почвой. В урожайные годы количество собираемых жолудей в насаждениях Д. может достигать 1 000 кг с га. В 1 кг жолудей насчитывается в среднем 300 шт., с нек-рыми колебаниями, в зависимости от их величины, в ту или другую сторону. Хорошо отсортированные, только-что собранные жолуди имеют первоначальную всхожесть 90%, но уже после хранения в течение зимы всхожесть падает до 50%. Однако, как показали исследования проф. А. Н. Соболева, жолуди, переслоенные влажными опилками, зимой в погребах, а летом в ледниках при низкой t° и постоянной влажности можно сохранять до 4—5 лет. Обычно жолуди хранят в ямах, вырываемых в земле, в кучах, в снегу или в проточной воде.

Д. возобновляется также и порослью от пня; для получения наибольшего количества поросли необходимо производить рубку дубовых насаждений ранней весной, делая гладкий срез по возможности у самой поверхности почвы. Порослеобразовательная способность у Д. наивысшая в возрасте 60 лет, а затем она сильно ослабевает. Наилучшими дубовыми насаждениями являются насаждения семенного происхождения, вследствие того, что порослевым обладают меньшей долговечностью, а потому считается более целесообразным при возобновлении дубовых насаждений создавать их из Д. семенного происхождения. Разведение Д. производится чаще всего посевом желудей, но нередко и посадкой саженцев и семян; в последнем случае посадочный материал воспитывается в питомниках. При возобновлении Д. на сплошных лесосеках предпочтительнее производить посадку Д. крупными сеянцами или саженцами (до 0,7 м высотой); на лесосеках, уже заросших порослью лиственных пород, прорубают коридоры на расстоянии 4 м один от другого и производят на них посадку Д. по 1 200—2 400 шт. на га или же закладывают на 1 га такой заросшей лесосеки по 200—250 площадок, размером 1 × 2 м, и почву на них обрабатывают путем перекопки лопатой или мотыгой на глубину 13—17 см. Иногда производят посадку Д. после предварительного с.-х. пользования или соединяют посадку Д. с промежуточной культурой с.-х. растений. В этих случаях обычно Д. высаживают в смешанных насаждениях с присоединением к нему подгоночных и кустарниковых пород.

Дубовые насаждения имеют не мало вредителей из мира животных, насекомых и растительных паразитов. К ним относятся: грибок *Rosellinia quercina*, желудевый долгоносик (*Balaninus glandium* March.), желудевая плодожорка (*Carpocarpa juliana* Crt.), майский хрущ, сойки, мыши, зайцы и др. В результате этих повреждений Д. приобретает своеобразную кустистую форму, а поранения часто служат местом проникновения в древесину инфекционных грибных заболеваний. Листва Д. поражается особым мучнистым грибом *Oidium dubium* Jasz., она объедается гусеницами бабочек непарного и походного шелкопрядов и дубовой листовертки и златогюзки. В лубяной части молодых стволов встречается *Scolytu sintricus* Koch., в древесине *Xyloterus signatus* Fabr. и *Serambyx sergo* L. Целый ряд грибных паразитов нападает на дубовые деревья, обуславливая загнивание древесины (см. *Гниение древесины*).

Кроме уже описанного здесь Д. *Q. pedunculata*, в пределах СССР встречаются: *Q. mongolica* Fischb. в Приамурьи и на Кавказе, *Q. armeniaca* Kotschy, *Q. macranthera* Fisch. et Meg., *Q. castanaefolia* C. A. Mey., *Q. infectoria* Oliv., *Q. pontica* C. Koch., *Q. sessiliflora* Salisb., *Q. pubescens* Willd. В садах и парках, особенно на Черноморском побережье Крыма и Кавказа, встречается большое количество америк. и субтропич. Д.; из них чрезвычайно ценным для нашего народн. хозяйства является пробковый Д.: *Q. suber* L. и *Q. occidentalis* Gay.

Лит.: Арнольд Ф. К., Русский лес, т. 2, стр. 166—227, СПб, 1891; Пеньковский В. М., Деревья и кустарники как разводимые, так и дико-растущие в Европ. России, на Кавказе и в Сибири, ч. 2, стр. 144—168, Херсон, 1901; Молчанов А. П., Краткий очерк историч. культурных мероприятий с 1843 по 1894 г. по 1-му Одоевскому лесничеству Тульской губ., Тула, 1895; Соболев А. Н., Искусств. разведение дуба, «Сельское хозяйство и лесоводство», СПб, 1899, 6; Кобранов Н. П., Селекция дуба, М., 1925; Кирсхнер О., Лоуе Е. u. Schräger C., *Lebensgeschichte d. Blütenpflanzen Mitteleuropas*, В. 2, Abt. 1, p. 69—129, Stuttgart, 1913; Seitz W., *Edelrassen d. Waldes*, В., 1927; Lange M., *Deutsche Eichen*, В., 1926; Matthäi, *Die waldbauliche Bedeutung d. Samenprovenienz bei d. Eiche*, «Forstwissenschaftliches Ztbl.», 1922, Н. 11, 12; Cieslar A., *Untersuchungen über wirtschaftl. Bedeutung d. Herkunft d. Saatgutes d. Stieleiche*, «Ztbl. f. d. gesamte Forstwesen», W., 1923, Н. 4—6, p. 47—149; Geyer E., *Die Erziehung d. Eiche*, В., 1870; Schütz A., *Die Pflege d. Eiche*, В., 1870. Н. Кобранов.

Техническое применение. Д. — весьма ценная и имеющая широкое техническое применение древесная порода. При эксплуатации леса и употреблении дубовой древесины большого различия между сортами Д. не делают, но летний Д. предпочтителен для строительных целей, благодаря более твердой и крепкой древесине, а зимний Д. — для поделочных материалов, благодаря прямослойности и мягкости. Остальные виды Д. (за исключением Д. Дальнего Востока) большого технич. значения не имеют. Присутствие широких сердцевинных лучей делает текстуру у дубовой древесины очень красивой и разнообразной, в зависимости от направления разреза. В тангенциальном разрезе сердцевинные лучи имеют вид нешироких штрихов, а сосуды — вид длинных, полых трубок. Различия в строении весенней и летней зоны кольца создают разнообраз-

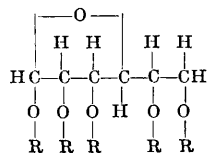
ные рисунки древесины и цветные оттенки; в радиальном направлении сердцевинные лучи представляются в виде широких лент, то блестящих, то матовых, смотря по освещению. Цвет ядровой древесины светлокочерный, а заболонной—темнобелый. Благодаря красивой текстуре волокон древесины Д. весьма ценится в столярном деле. Непосредственный уд. в. волокон Д. 1,305; объемный уд. в. в свежесрубленном состоянии 0,98, в полусухом—0,85, в сухом—0,68. Древесина Д. отличается высокими механическими качествами; она репка, упруга, гибка, необыкновенно стойка на воздухе, в земле и в особенности в воде. Временное сопротивление сжатию в сухом состоянии по длине волокон около 600 кг/см^2 , поперек волокон около 250 кг/см^2 ; временное сопротивление растяжению вдоль волокон—около 100 кг/см^2 , поперек волокон—ок. 60 кг/см^2 , при чем в радиальном направлении сопротивление несколько меньше (на 6%), чем в тангенциальном. Временное сопротивление излому $600—1\,000 \text{ кг/см}^2$, модуль упругости $100\,000 \text{ кг/см}^2$. Временное сопротивление скальванию вдоль волокон 75 кг/см^2 . Допускаемые напряжения на растяжение $100—120 \text{ кг/см}^2$, на сжатие вдоль волокон $80—100 \text{ кг/см}^2$, на изгиб $100—120 \text{ кг/см}^2$, на сдвиг параллельно волокнам $15—20 \text{ кг/см}^2$, перпендикулярно волокнам $80—90 \text{ кг/см}^2$. Сравнительно с другими древесными породами Д. отличается здоровьем. Из наиболее часто встречающихся пороков на Д. отмечаются морозобоины и загнивание древесины (см. *Гниение древесины*). К большому недостатку дубовой древесины относится растрескивание по сердцевинным лучам при сушке. Усушка Д. (*Q. pedunculata*) в продольном направлении $0,02—0,90\%$, по радиальному направлению $3,2—8,0\%$, по тангенциальному направлению $6,6—14,3\%$; объемная усушка $8—10\%$. Д. заключает в себе (в коре и древесине) большое количество дубильных веществ (см. *Спр. ТЭ*).

Благодаря хорошим технич. качествам древесина Д. имеет чрезвычайно широкое и разнообразное применение и высокую ценность. Д. применяется в качестве столярно-строительного материала для производства окон, дверей, паркета, внутренней отделки помещений, витрин, для производства облицовочной фанеры, в судостроении, для изготовления вагонов, мостов, брусьев и шпал, ободьев колес, ступиц, спиц, картинных рам, мебели, бочек, чанов, деревянной посуды, машинных частей, шкивов и т. д. Древесина Д. хорошо обрабатывается и хорошо лакируется, но требует для заливки пор большого расхода лака. В качестве токарного материала Д. употребляется редко, так как изделия, вследствие крупных сосудов, получаются некрасивые. Для производства гнутых изделий Д. употребляется довольно часто, главным образом для ободьев. Гнутая мебель из Д. не получила большого распространения, так как изгибание, несмотря на термическую обработку, требует больших предосторожностей и сравнительно больших усилий. При высокой стоимости дубовой древесины многие древесные породы имитируют под Д.

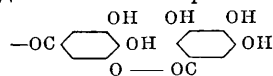
Е. Кротов.

ДУБИЛЬНО-СУРЬМЯНАЯ СОЛЬ, нерастворимый в воде осадок, образующийся при обработке таннированных тканей какой-либо солью окиси сурьмы и служащий протравой для основных красителей. См. *Крашения*.

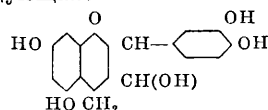
ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, вещества растительного происхождения, сложного строения, применяемые в технике для целей дубления кожи, для протравы и т. д. Термин Д. в. начали применять исключительно к растительным Д. в. (таннидам) лишь в последнее время, в противоположность термину «дубильные материалы», обнимающему собой также и другие органич. и минеральные дубители. Д. в.—танниды (в литературе часто обозначаются символом Т)—представляют собой растительные слабо кислые, вязкие вещества, водные растворы которых образуют коллоидные полидисперсные системы (см. *Коллоиды*). Танниды являются сложными производными фенолов, поэтому показывают цветные (темносиние или зеленые) реакции с железными солями и образуют трудно растворимые соединения с алкалоидами и с белками, в частности с желатиной и с гольем, на чем основано вяжущее свойство таннидов и превращение шкуры в кожу. Новейшие исследования Эмиля Фишера и Карла Фрейденберга дают возможность проникнуть в довольно сложный химизм таннидов. Они установили, что в чистейшем препарате китайского таннина из черных орешков т а н н и н представляет собой эфиробразное химическое соединение одной молекулы глюкозы с 10 молекулами галловой кислоты. Установив это путем анализа, Э. Фишер подтвердил такое строение таннина путем синтеза его из глюкозы и галловой кислоты, получив пента-мдигаллоил-β-глюкозу, к-рая обнаруживает необыкновенное сходство с китайским таннином. Ф-ла этого соединения следующая:



где R—радикал такого строения:



Затем Фрейденберг выяснил структуру катехина, находящегося в гамбире и представляющего главную составную часть 2-го класса таннидов. Основная структура катехина следующая:



На основании своих исследований Фрейденберг делит танниды на 2 класса.

1) Гидролизисимые танниды (пирогаллол-танниды). В них бензольные ядра соединяются с большим комплексом посредством атомов кислорода. Сюда относятся полученные Фишером синтетич.

депсиды, представляющие эфиры фенол-карбоновых к-т друг с другом; затем эфиры ароматич. к-т с многоатомными спиртами, сахарами и глюкозидами (танины, таниды сумаха и чая) и эллаготаниды, содержащие эллаговую к-ту в невыясненном соединении с сахаром, м. б. также с фенол-карбоновыми к-тами (таниды миробалана, диви-диви, альгаробила, валонеи и др.). Эти таниды, под влиянием легкодействующих гидrolитических средств, а также ферментов, распадаются на сахарообразные и ароматические составные части.

2) Конденсированные таниды (по общепринятой терминологии Проктера, пирокатехин-таниды). В основании их лежит большой скелет углеродных атомов, бензольные ядра которого соединены друг с другом посредством связей углерода; они распадаются на одноядерные составные части только при сплавлении со щелочами; под действием же энзимов не распадаются; осаждаются бромом. При обработке окисляющими средствами или крепкими кислотами эти таниды полимеризуются в высокомолекулярные аморфные таниды, называемые флорафенами (красные вещества). Сюда относятся катехин-таниды (гамбир), таниды квебрахо, мимозы, мангрове, еловой и дубовой коры и др., при чем дубовая кора содержит также частично гидролизуемые таниды.

Для кожевника важны следующие свойства танидов: 1) концентрация, 2) их вяжущие свойства, 3) скорость диффузии в голле и 4) коэффициент продуба, т. е. число, показывающее, сколько танида связывается со 100 ч. голлевого вещества. Первое свойство легко определяется путем международно принятого метода взбалтывания с голлевым порошком, а остальные свойства тесно связаны с коллоидной природой водных растворов танидов, к-рая зависит от способа приготовления, от t° , от P_n (см. *Водородные ионы, Концентрация водородных ионов*) и от многих посторонних веществ, сопутствующих танидам и называемых одним словом нетаниды (символ НТ). Вяжущие свойства, как показывает название, определяются вкусовыми ощущениями, т. к. практик-кожевник издавна определяет вяжущее качество дубильных соков пробую на язык. В 1925 году Е. Stiasny предложил легко выполнимый способ определения вяжущих свойств путем фракционирования высаливания поваренной солью. Сначала высаливаются самые крупные частицы, затем, по мере увеличения концентрации соли, — все более и более мелкие. Чем больше в данном дубителе крупных частиц, тем сильнее его вяжущие свойства и тем меньше скорость диффузии. Наоборот, чем скорость диффузии больше, тем частицы мельче и тем меньшими оказываются вяжущие свойства. Затем, для характеристики общей суммы высаливаемых танидов, можно определять после дубления количество танидов, необратимо связываемых с голлевым веществом (невываемых водой). Чем больше в данном дубителе высаливаемых танидов, тем большее количество танидов свяжет необратимо голлевой порошок или голле. В

отношении убывающего коэфф-та продуба существует следующий порядок (при естественном P_n): танин, квебрахо натуральный, каштан, мимоза, миробалан, валонея, сумах, квебрахо сульфитированный, мангрове, гамбир, синтаны. По уменьшающейся степени дисперсности и по уменьшающейся скорости диффузии порядок следующий (при естественном P_n): сумах, миробалан, валонея, каштан (древесина), мимоза, дуб (древесина), кора дуба, квебрахо натуральный, мангрове.

Значения P_n для различных Д. в., соответствующие их минимальным вяжущим свойствам при указанных концентрациях (по Павловичу).

Дубитель	P_n	$^\circ\text{В}^\circ$
Квебрахо натуральный	7—8	12—14
Дуб натуральный	6	10—14
» сульфитированный (3% по весу) NaHSO_3	5	10—14
Мимоза	4—5 и 8	12—14
Мангрове	7	8
Валекс	4	10—16
Каштан	3—4	10—14
Бадан 65%-ной доброкачественности	3—5	8

В приведенной таблице указаны значения P_n при высших концентрациях различных Д. в., соответствующие минимальным вяжущим свойствам, обуславливающим оптimum прокраса и нажора голья.

Lit.: Fischer E., Untersuchungen über Depside u. Gerbstoffe (1908—19), B., 1919; Freudenberg K., Nachweis, Isolierung, Abbau- u. Aufbau-studien auf d. Gebiete d. Gerbstoffe, B.—Wien, 1921; «Collegium», Ober-Ramstadt, 1923, p. 2, 1924, p. 413, 1925, p. 258, 260, 315, 321, 417, 1926, p. 124, 1927, p. 73, 147, 418, 1928, p. 2. П. Павлович.

ДУБИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ делятся на растительные, минеральные и искусственные. О минеральных дубителях, жирах, альдегидах см. *Дубление*.

Растительными Д. м. являются части растений (кора, древесина, корни, листья, плоды, галлы), содержащие в себе таниды (Т)—*дубильные вещества* (см.). Таниды частью растворимы, частью нерастворимы в холодной воде; %-ное отношение растворимых в холодной воде танидов к сумме всех экстрактивных веществ называется добротностью Д. м. Различают концентрированные Д. м. (содержание танидов при 13% влаги—выше 25%), средней концентрации (содержание Т 12—24%) и слабые Д. м. (Т меньше 12%). Импортные Д. м. в СССР—концентрированные; местные материалы содержат меньше 20% танидов. Большое значение имеют в производстве дисперсность и устойчивость танидов, зависящие также от присутствия нетанидов с различными химич. и физич. свойствами. Некоторое значение имеет в Д. м. также цвет, придаваемый ими коже, зависящий частью от цвета флорафенов, частью от наличия в числе нетанидов различных красителей. Из натуральных Д. м. экстракцией и выпариванием получают *дубильные экстракты* (см.).

Классификацию растительных Д. м. можно производить: 1) по виду растений, 2) по органам растений, 3) по танидности, 4) по

доброкачественности, 5) по классу таннидов, 6) по содержанию сахаров. О наиболее важных дубильных материалах и их характеристике см. *Спр. ТЭ*.

Анализ Д. м. производится исключительно условным официальным методом, контролируемым ежегодно Международной комиссией и основанным на поглощении таннидов стандартным гольевым порошком. Потребление таннидов в СССР ок. 60 000 т ежегодно, при чем $\frac{2}{3}$ этого количества ввозится из-за границы (в виде экстрактов и коры).

Искусственные Д. м. по своему характеру имеют сходство с растительными. Их производство идет по двум направлениям: 1) использование отходов других производств, содержащих танниды, близкие по свойствам к растительным, и 2) синтез веществ, сходных с растительными таннидами. К первой группе относится сульфоза (см. *Дубильные экстракты*).

Синтез Д. м. идет в двух направлениях: по пути получения аналогов растительных дубителей (дигалловая к-та, депсиды) и по пути создания новых дубителей с особыми свойствами (использование отходов других производств). Первый путь дал пока много интересных фактов для химии; второй дал вещества технического значения, но мало похожие на растительные дубители. О первых нельзя еще говорить как о товарах; ко вторым приложима общая характеристика: это — коллоидные растворы сульфокислот разных замещенных арилов, мол. вес которых повышается в результате реакции с формалином. В этом направлении испробован ряд фенолов, нафтолов, производных антрацена и т. п. Таким обр., дубители этого типа — сульфоновые (или дисульфоновые) к-ты сложных фенолов, чаще — монооксисоединений; сюда относятся нерадоли (производные фенолов и нафтолов), ордовали (производные ретена и антрацена). Так как при действии формалина на фенол получаются высокомолекулярные соединения, то коллоидность их обеспечена; наличие группы SO_3H — необходимый фактор их растворимости; с другой стороны, все эти дубители вследствие сульфирования представляют собой сильные к-ты, почему, содействуя распадению циклов гольевого вещества, они не могут прочно соединяться с последними. Работы с ордовалими в СССР показывают возможность комбинации их с хромовым дублением.

Лит.: Поварнин Г., Дубильные материалы и производство экстрактов, Томск, 1917; его же, Дубильное корье и его сбор, Москва, 1923; его же, Русские натуральные дубильные материалы, М., 1923; Якимов П. Я., Техническое растение бадан, Новосибирск, 1927; Гнамм Г., Дубильные вещества и дубильные материалы, Л., 1927; Descker J., Die Gerbstoffe, Botanisch-chemische Monographien d. Tannide, Berlin, 1913; Grasser T., Synthetische Gerbstoffe, В., 1920.

Г. Поварнин.

ДУБИЛЬНЫЕ ЭКСТРАКТЫ, концентрированные вытяжки из растительных дубильных материалов. По степени концентрации раз-

личают экстракты жидкие, плотностью 25—30° Вé (уд. вес 1,210—1,263), затем — гестообразные и, наконец, твердые, уд. в. 1,4—1,5. Кожевенное производство быстро переходит от старых сыпных способов дубления натуральным дубильным материалом к новым, химич. способом дубления Д. э. По отчетным данным С. Ш. А., с 1905 по 1919 г. потребление натуральных дубильных материалов уменьшилось в 2,65 раза, тогда как потребление Д. э. увеличилось в 7,5 раза.

Старейшими представителями Д. э. являются экстракты гамбир и катеху, далее — экстракт коры мангрове и мимозы. Значительно позже вошли в употребление экстракты гемлока, каштана, дуба, квебрахо, а в последнее время — сумаха, валонеи и миробалана. Анализы важнейших употребляемых теперь экстрактов приведены в следующей табл.:

Анализы важнейших дубильных экстрактов (по методу взбалтывания).

Название	Месторождение	Средн. содержание Т *1	Средн. содержание НТ *2	Количество сахаров
		в %		
Каштановый жидкий	Италия, Франция, С. Ш. А.	30	10	2,8
Каштановый твердый	» » »	60	20	5,8
Дубовый жидкий . . .	Славония, СССР	24	12	3,8
Дубовый твердый . . .	» » »	55	25	8,0
Еловый жидкий . . .	Швеция, Германия	20	18,5	7,6
Еловый твердый . . .	» » »	50	30	15
Квебраховый жидкий	Аргентина, Парагвай	42	8	0,7
Квебраховый твердый	» » »	66	12	1,0
Мимозовый жидкий .	Австралия, ю. Африка	28	9	3,5
Мимозовый твердый	» » »	63	20	8,0
Валонейный (Валекс)	Смирна, Греция	63	29	3,0

*1 Т — танниды. *2 НТ — нстаниды.

СССР не богат древесной каштаном для получения Д. э. Хорошие каштановые леса имеются только по Черноморскому побережью Кавказа на широте несколько выше Туапсе. Поэтому более важным источником Д. э. является древесина дуба. В то время как каштан в воздушносухом состоянии содержит около 8% Т и имеет 25-летний оборот рубки, воздушносухая древесина дуба, при обороте рубки в 80—100 лет, содержит 5—6% Т. Но площадь дубовых насаждений в РСФСР и УССР составляет около 3,5 млн. га, которые при рациональном ведении лесного хозяйства могут дать за удовлетворением прочих нужд ок. 800 тыс. т древесины в год для производства Д. э. Для экстрактов идет древесина дуба с содержанием Т не менее 5%, при 15% влажности, что при максимальной влажности в 40% в свежесрубленном состоянии соответствует 3,5% таннидов. Это составит ежегодно ок. 27 тыс. т таннидов, т. е. в 4 раза более против нынешней производительности СССР (1928 г.). Своеобразие химизма Т дуба, большой мол. вес, сильная кислотность, содержание сахаристых веществ (9% на 64% Т, между тем как в квебрахо только 1%), незначительная вязкость дубового экстракта по сравнению с квебраховым (7,67° Э. при 23° Вé и 1° 20', а квебраховый — триумф 129,79°, корона 41,93° Э., по Поллаку), способность легко проникать в кожу

и т. д.—все это обуславливает очень ценные дубильные свойства дубового экстракта, благодаря к-рым Т дубового экстракта расценивается на мировом рынке на 45% дороже Т квебрахового.

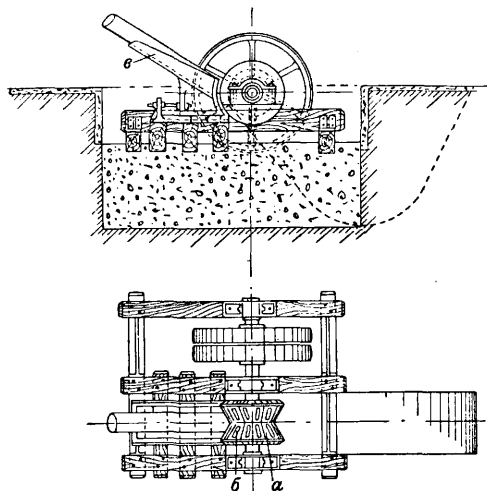
Богатым источником Т в СССР является также кора ели и ивы. Еловая кора содержит ок. 10—11% Т. Общая площадь еловых насаждений на севере европ. части СССР равна приблизительно 36 млн. га. Если, по примеру Германии, использовать $\frac{1}{5}$ возможного сбора, то это составит 677 000 т еловой коры, что, при содержании 10% Т и коэфф-те использования 80%, даст 50 000 т таннидов, т. е. почти столько, сколько вся Россия потребляла до 1914 г. Нужно иметь в виду, что имеющиеся в продаже экстракты из еловой древесины представляют собою переработанные щелока от целлюлозного производства—т. н. сульфит-целлюлозные экстракты содержат не танниды, а вещества, состоящие, гл. обр., из сульфокислот лигнина и их солей. Отдельно они пока не применяются для дубления кожи, но в смеси с 25—50% настоящих таннидов дают хорошие результаты. Щелока целлюлозного производства, в виду своей ядовитости, представляют серьезное бремя для целлюлозн. промышленности, и поэтому переработка их на целлюлозные экстракты, путем освобождения их от кальция и сернистой к-ты и концентрирования их до 30—35% В_е, очень желательна. Работы Вашингтонского стандартного бюро в 1927 г. доказывают, что сульфит-целлюлозный экстракт может служить дубителем. Если использовать все сульфит-целлюлозные щелока бумажных и целлюлозных ф-к, то они могут заменить в год ок. 10 тыс. т привозных Т, и полученный дубитель будет дешевле всех проч. растительных дубителей.

Ивовая кора содержит также ок. 10% Т и является наиболее распространенным в СССР видом дубителей. Площадь ивовых насаждений на севере СССР составляет 1 млн. га. Хотя, т. о., площадь ивовых лесов в 35 раз меньше еловых, но зато оборот, примерно, во столько же раз короче.

Из других источников Д. э. в СССР могут иметь значение следующие. Кора лиственницы, запасы которой в Сибири огромны, но не обследованы, представляет собою дубитель весьма интересный как по высокому содержанию Т (ок. 13% при 13% влажности), так и по хорошей доброкачественности (ок. 60%). Корневище и листья *бадана* (см.), также изобилующего в Сибири, содержат ок. 8% Т при 65% влажности. Два вида акаций—*Acacia dealbata* и *A. melanoxylon*, весьма распространенные в диком состоянии в районах Батума и Сухума, содержат много Т: первый—ок. 20%, а второй—ок. 13%.

Технологический процесс выработки экстрактов состоит в следующем. Дубильный материал, предназначенный для экстрагирования, измельчается, при чем измельчение коры производится б. ч. в разбивающих аппаратах, а измельчение дерева—в режущих аппаратах. При очень значительном измельчении материал слеживается в комья, что вызывает неправильное экстрагирование; очень мелкая стружка (меньше

2 мм) после выпечивания содержит больше влажности и хуже горит в топках котлов; при крупном измельчении (больше 5 мм) происходит неполное извлечение Т. Измельчать древесину надо не вдоль, а поперек, т. к. при измельчении поперек открываются поры для входа воды; продольная стружка толщиной в $\frac{1}{2}$ —2 мм экстрагируется хуже, чем поперечная в 15 мм. Но т. к. поперечная резка требует очень много силы, то наиболее выгодной является резка под углом в 45° к направлению волокон. Практически установлено, что наиболее выгодная толщина стружки по длине волокон равняется 3—5 мм. Для предварительного измельчения длиноволокнистой коры в пучках употребляются машины типа соломорезок. Для более тонкого измельчения коры поступает дополнительно на специальные коромолки (дисковые, колокольные и др.). Наиболее совершенными и производительными коромолками являются *дезинтеграторы* (см.), основанные на действии центробежной силы.



Фиг. 1.

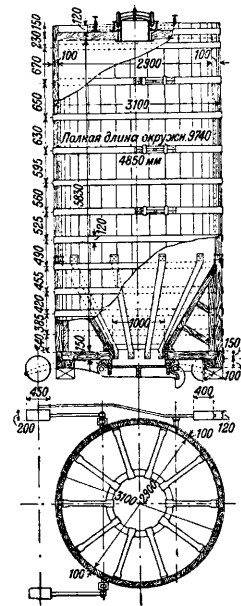
Дезинтеграторы не требуют предварительного измельчения коры и отличаются большой производительностью, но зато требуют большого расхода энергии. Измельчающие приборы для коры, широко применяемые в Америке для коры гемлока, основаны на принципе резания и потому дают равномерное измельчение на частицы определенной величины, без пыли, с небольшой затратой энергии. В Англии для измельчения миробаланов и валонен применяют машины, подобные коромолкам, снабженные цилиндрами с зубьями или рифлями, действующие путем раздавливания. Для измельчения дубовой древесины наиболее распространены барабанные рубилки (фиг. 1), снабженные стальным барабаном *а* из двух усеченных конусов, внутри к-рых выступают наружу ножи *б*. Барабаны вращаются на валу со скоростью 200—300 об/м. и режут дрова, поступающие по наклонному желобу *в*.

Экстрагирование производят по принципу противотока. В заводском производстве для этого служат открытые или закрытые цилиндрич. сосуды из дерева, бетона или

меди, называемые диффузорами (см. *Батарея экстракционная*). Экстрагирование дуба в открытых диффузорах продолжается 16—24 ч., при t° до 95° , в закрытых—ок. 8 ч., при $100—120^\circ$. При экстрагировании надо иметь в виду, что устойчивость Т по отношению к t° не одинакова; поэтому нужно избирать оптимальные t° , при к-рых извлекается наибольшее количество Т при наименьшем их разложении. Оптимальные температуры экстрагирования, на основании исследований Проктера, Песслера и Павловича, следующие:

Ель (кора)	80—100°
Ива (кора)	50—80°
Дуб { (кора)	80—100°
(древесина)	100—120°
Каштан (древесина)	100—120°
Квебрахо (древесина)	100—120°
Бадан (корневища)	70—100°
Сумах (листья)	50—70°
Миробалан (плоды)	60—100°
Валония (плоды)	60—100°
Мангрове (кора)	80—90°
Мимоза (кора)	100—120°

Опыты Гейли (С. Ш. А.) показывают, что если при экстрагировании в закрытой батарее при повышенной t° регулировать кроме t° также и время, то можно получить столь же доброкачественные соки, как и в открытой батарее, а в смысле выходов Т достигается лучший эффект. Кроме того, очень



Фиг. 2.

важно комбинировать t° в батарее, постепенно повышая t° от головного диффузора со свежей стружкой до хвостового промойного. Если высокая t° м. б. опасна для головного диффузора с крепким соком, то, конечно, она не опасна, а даже полезна для диффузора с промойной водой. Правильный принцип противотока можно получить в обыкновенных батареях из 6—8 диффузоров, если устроить непрерывный медленный поток соков в диффузорах, т. е. создать непрерывный противоток. Такая система диффузии имеет преимущество не только в отношении выщелачивания, но также и в эксплуатационном отношении: она создает экономию на работе моторов, насосов и облегчает обслуживание.

Экстрагирование каштана как в Америке, так и в Европе производится при $110—127^\circ$; продолжительность каждой варки 20—30 м. в Америке и 15—20 м. во Франции; число съемок сока—7. В СССР наиболее распространены деревянные диффузоры большого типа диаметром 3 000 мм, высотой 6 000 мм и загрузочной емкостью 30 м^3 (фиг. 2); они имеют ложное дно в виде усеченного конуса, который закачивается в настоящем дне разгрузочным люком. Под ложным дном

расположен паровой змеевик. В настоящем дне имеются патрубки для спуска сока и для трубы, подающей сок в следующий диффузор или через насос или посредством гидравлического давления. Если каждый диффузор снабжен насосом, то насос служит не только для перекачки сока из одного диффузора в другой, но и для циркуляции сока в самом диффузоре сверху вниз. Для более равномерного подогревания сока выше насоса располагается трубчатый нагреватель, к-рый состоит из медных трубок, завальцованных в бронзовые днища железного корпуса, снизу и сверху к-рого прикрепляются на фланцах бронзовые коробки со штуцерами. Сок циркулирует внутри трубок снизу вверх, а в обратном направлении между трубками проходит пар. Опыты Проктера-Паркера и Якимова показали, что при низких t° получаются менее доброкачественные, а при высших, до известного оптимума,—более доброкачественные соки. Для получения более доброкачественных соков процесс экстрагирования ведется (по Якимову) в две фазы: сначала снимается холодная фракция, а затем горячая. Холодная фракция уносит значительное количество таннидов и некоторое количество таннидов. Горячая фракция выводит большую часть Т и остатки НТ, имеющих более высокий молекулярный вес, близкий к таннидам.

Современные методы дубления требуют крепких соков, доходящих даже до 24°Вé , между тем как сок из диффузоров очень слаб: при экстрагировании таких бедных материалов, как древесина дуба,—не более $2—3^\circ \text{Вé}$. Поэтому сока приходится выпаривать, при чем во избежание большой потери Т выпаривание ведется не на открытом воздухе, а в вакуум-аппаратах. Чаще всего применяется т. н. 3-корпусная система выпарных аппаратов. Выпарные аппараты д. б. медные (за исключением цилиндрич. части паровой камеры в 1-м корпусе, к-рая м. б. железной), т. к. соковый пар содержит кислые пары, к-рые быстро разъедают железо. Трубопровод к конденсатору тоже лучше делать из меди, а конденсатор—из чугуна. Жидкий экстракт разливают в деревянные бочки по 250—400 кг и перевозят в обыкновенных вагонах; в Америке для перевозки жидкого экстракта служат специальные медные или деревянные цистерны, в которые его разливают.

Дубовый жидкий экстракт 25°Вé содержит сухих веществ 41% и воды 59%, твердый же экстракт содержит сухих веществ 85% и воды 15%. Поэтому как в отношении посуды, так и в отношении транспорта получается большая экономия при переходе с жидкого экстракта на твердый. Выпаривание экстракта до сухого состояния—очень деликатная операция, т. к. продолжительное нагревание ведет к разложению. Для высушивания Д. э. существует много систем. Самая простая—вакуум-аппараты с паровой рубашкой и с вращающимися змеевиками, обогреваемыми паром. Экстракт стучают здесь до 45°Вé и затем или выливают непосредственно в мешки, где он и затвердевает, или предварительно выпускают в формы—ящички, выложенные бумагой. Другая

система (Кестнера), очень распространенная в Италии и Франции, состоит в том, что сгущенный до 24° Вé экстракт подается насосом в длинные узкие трубки А (фиг. 3), в к-рых на стенках образуются пленки экстракта, поднимаемые вверх пузырями пара; по трубкам В экстракт спускается вниз, в сепаратор В, из которого густой горячий экстракт с 22—25% влажности выливается в мешки, а пар выделяется наружу.

Кроме описанных основных операций, сока в процессе производства, или сейчас же после диффузоров или после предварительной подварки до 8° Вé, могут быть подвергнуты очистке с целью удаления из них нерастворимых веществ. Дубовые соки для очистки лучше всего сконцентрировать до 7—9° Вé, охладить до 15—25°, прибавить какого-нибудь коагулянта для более скорого осаждения, после отстаивания прозрачный сок декантировать, а осадок профильтровать через рамочный фильтр-пресс. Коагулянт



Фиг. 3.

на 1 000 частей сока 6—8° Вé), алюминиевые квасцы с бисульфитом и др. Хорошим коагулянтом является гидроцеллюлоза (1 ч. на 15 000 частей сока 6—8° Вé), при чем гидроцеллюлозу предварительно разваривают паром с незначительным прибавлением минеральной к-ты (лучше всего HCl: 1 ч. к-ты на 30 ч. целлюлозы); полученную бумажную массу (т е с т о) добавляют к горячему соку, к-рый затем быстро охлаждают, дают отстояться и фильтруют через фильтр-пресс. Все эти способы очистки связаны с нек-рой потерей Т. Кроме того, для очистки и осветления соков и экстрактов применяют сульфитирование, т. е. обработку экстрактов сульфитом (Na_2SO_3) и бисульфитом (NaHSO_3) при нагревании и иногда под повышенным давлением. Процесс сульфитирования имеет большое значение при обработке экстрактов с пирокатехин-таннидами для растворения флорафенов и для осветления Д. э. Сульфитированный экстракт легко растворяется в холодной воде, и его дубящее вещество легко проникает в кожу. Сульфитирование надо производить минимальными количествами сульфита и бисульфита, т. к. при излишке последних экстракты делают кожу дряблой и ломкой. Напр., для сульфитирования сырого неочищенного квебрахового экстракта, известного под маркой о р д и н е р и, достаточно 2—4% кристаллич. сульфита и до 3% бисульфита по весу сухого экстракта.

После экстрагирования измельченной дресвины получают о д у б и н у с содержанием

воды до 60%; после экстрагирования коры содержание воды достигает 70—90%. В первом случае удалить влажность прессованием невозможно; во втором—можно уменьшить влажность посредством особых вальцовых прессов. В последнее время предложены винтовые прессы (системы Нейбекер), к-рые отжимают одубину, понижая содержание H_2O до 40%. Дальнейшее уменьшение влажности возможно посредством сушки, но выгоднее получаемую одубину (с содержанием влажности 60% в дресвине и 50—55% в коре) непосредственно сжигать в специальных топках паровых котлов.

Заводы Д. э., перерабатывающие древесину квебрахо, дуба или каштана, д. б. рассчитаны так, чтобы отбросы производства давали всю необходимую для производства энергию. Из 31 завода, работавшего в 1914 г. во Франции, большинство перерабатывало по 50—60 т каштановой дресвины в сутки; эта производительность и является минимальной нормой для заводов, вырабатывающих экстракт из дуба, каштана или квебрахо; максимальный расход энергии при переработке 50 и 100 т дубовой дресвины в сутки на хорошо устроенном заводе определяется примерно в 200 и 300 П. Наиболее экономичный двигатель для экстрактового производства — паровая машина или паротурбина с противодавлением до 3 атм, пропускающая через себя весь нужный для производства пар. Общий расход пара, давлением 3 атм, на 1 000 кг стружки выражается следующими цифрами (при закрытой диффузии и при 3-корпусной выпарке):

Диффузия	848 кг	А за вычетом конденсационных	
Выпарка	720 »	вод для диффузии	
Очистка	340 »		
Энергия	120 »		360 кг

Всего . . . 2 028 кг Итого . . . 1 663 кг

Испарительная способность одубины практически равна: без экономайзера 1,3; с экономайзером 1,43. Расход воды для переработки 1 000 кг стружки при полной утилизации конденсатов и воды от холодильников составляет 20 000 л (для холодильников 4 000 л, для конденсатора при 3-корпусной выпарке—16 000 л). Под хорошо спроектированный завод для переработки 100 т дубовой дресвины в сутки (т. е. ок. 16 т жидкого экстракта 24° Вé) потребуются площадь ок. 1 200 м² и кубатура ок. 9 000 м³ (без подсобных зданий). Площадь дровяного склада для полугодового запаса—ок. 30 000 м², при укладке штабелей высотой 2 м, шириной 2 м, длиной 10 м с двухстрельными пролетами.

Лит.: П а в л о в и ч П., Дубильные экстракты, Ростов н/Д., 1928; «Вестник кожевенной промышленности и торговли», М., 1928, стр. 24, 92, 93, 153, 201, 207, 208, 227, 287, 298, 369, 426, 435, 462, 513, 515 и 516; J e t t m a r J., Pflanzliche Gerbmittel u. deren Extrakte, W.-Lpz., 1922; G n a m m H., Die Gerbstoffe u. Gerbmittel, Stg., 1925; H a r v e y A., Tanning Materials, L., 1924; D u m e s n y P. et M o u e r J., L'industrie chimique des bois, leurs dérivés et extraits industriels, P., 1925. П. Павлович.

ДУБЛЕНИЕ, адсорбционный процесс, сопровождающийся химич. реакциями между кожей и дубильными веществами. Д. группируют: 1) по физико-химическому характеру, 2) по технич. форме и 3) по назначению.

1. Физико-химический характер Д.

Дубленой кожей называется шкура без волоса, потерявшая способность к гидролизу и сохранившая характер ткани как таковой. Потеря способности к гидролизу сопровождается потерей склонности к загниванию и молекулярному набуханию (н а ж о р у). В виду того что большинство дубителей применяется в форме коллоидных растворов и фибриллы шкуры также являются коллоидными образованиями, то процессы Д. обычно не захватывают всего объема вещества шкуры, почему фибриллы и даже целые волокна далеко не всегда продублены насквозь, и процесс Д. не обнаруживает стехиометрических соотношений. Поэтому дуб-

бленая кожа почти всегда представляет собою высокогетерогенную систему, очень трудную для изучения, а искусству Д. заключается в умении ввести дубитель в кожу снаружи и внутрь фибрилл. Числовыми отличиями дубленой кожи от недубленой служат следующие константы: 1) водоустойчивость (коэфф. Фарiona); 2) t° сваривания (Поварнин); 3) % усадки при кипячении (Вильсон). Дубленая кожа по сравнению с недубленой показывает высокий % нерастворимых при кипячении азотистых веществ, высокую t° сваривания, малый % усадки, высокую прочность при большой и малую—при низкой влажности. Для установки продуба по слоям служат реакции с уксусной к-той и индиго-тином. Продуб отдельных фибрилл устанавливается поляризационным микроскопом. В процессе Д. со стороны шкуры принимают участие дикетопиперазинные циклы и их аналоги, а также, возможно, и свободные карбоксилы и амино-группы.

Д. производится различно в зависимости от материала, применяемого для Д. (см. *Дубильные материалы*).

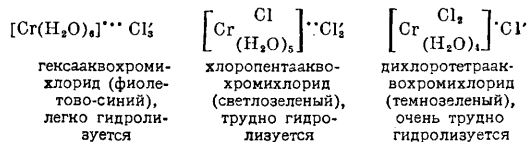
Карбонильное Д. Простейшими дубителями являются альдегиды и хиноны. Альдегиды дубят тем прочнее, чем короче в них углеродная цепь; наличие гидроксидов способствует Д. (фурфурол); *n*-хинон дает самую прочную из известн. нам по водоустойчивости кожу. Кетоны дубят слабо. Технически применимо пока лишь формальдегидное Д., хотя имеются патенты и на Д. другими альдегидами. Формальдегидное Д., как и другие, зависит от *концентрации водородных ионов* (см.). Оптимум R_n для Д. лежит при $R_n = 7 \div 9$; ниже и выше формальдегид дубит слабее; практически предпочитают дубить при R_n , близком к 7. Д. производится в барабане в течение срока до 24 час. (в зависимости от толщины) эмульсией 1/4%-ного раствора формальдегида с 20% масла (для прочности и тягучести) и 5% талька с прибавкой 10 капель конц. раствора соды на 1 л эмульсии. Для устойчивости эмульсии прибавляется ализариновое масло. Голье подготавливается, как на мягкий товар. При Д. в чанах длительность процесса доходит до 3 недель. Применение: ортопедия, ремни и пояса, поднаряд, перчатки, фортепианное, шорноседельное и обувн. дело. Сама по себе формальдегидная кожа (без жира) мало прочна.

Жировое Д. (за м ш е в а н и е) обусловлено химическ. строением жиров—наличием в них двойных связей. Одно время среди кожевников господствовала гипотеза Фарiona, предполагавшая, что дубящим началом являются пероксиды жирных к-т; теперь принимаются гипотезы и других исследователей. Липолиз жира (расщепление жира на жирные к-ты и глицерин) необходим: жирные к-ты дубят лучше, чем жиры. Для жирового Д. применяется обычно ворвань, а иногда идут и другие жиры (напр. сурепное масло). Вообще дубящими свойствами обладают в большей или меньшей степени все жиры, содержащие непредельные жирные к-ты, включительно до олеиновой к-ты. Лицевой слой затрудняет проникновение жиров, поэтому перед Д. его удаляют. Практически замшевание ведут таким образом: обработанное на

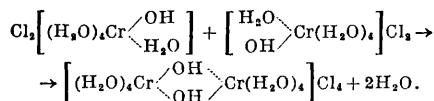
легкий товар голье со снятым лицом отжимают на прессе для удаления воды, размятают на разбивальной машине, спрыскивают ворвань; через каждые 2—3 ч. процесс повторяют, пока кожа не примет по толщине равномерной горчично-желтой окраски. Затем подвергают кожу окислению на воздухе при t° не выше 45° , при чем следят, чтобы кожа не перегрелась. По окончании окисления замшу прессуют или моют с мылом (см. *Дегра*). Готовую замшу, после удаления следов жира промывают с мылом, отбеливают на прямом солнечном свету или в растворе марганцевокалиевой соли (цвет в пробирке глубоко пурпуровый) при промывании при 40° в течение 20 м.; на барана идет 2,5 г марганцевокалиевой или -натриевой соли; обработка этой солью требует второй ванны—3%-ного раствора бисульфита натрия (на 1 барана 7,5 г бисульфита и 2,5 г соляной к-ты) в течение 15 минут. Затем идет нейтрализация в мыльном (касторовое мыло) растворе, промывка, сушка и пемзование. Замша очень тягуча, мягка и легко моется.

Минеральное Д. А) Хромовое Д. Дубильными материалами здесь являются различные соли хрома; наиболее употребительны хлориды и сульфаты. По Вернеру, хлориды трехвалентного хрома $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ имеют комплексное строение и все условия, оказывающие влияние на характер комплексобразования (см. *Комплексные соединения*), чрезвычайно важны для течения процессов хромового дубления.

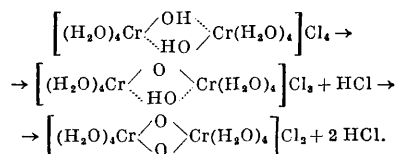
Нормальный ряд:



От этого нормального ряда производятся основные соли гидроксо- и дигидроксо-рядов с одним и двумя гидроксильными (соответственно при одном или двух атомах хлора). При нагревании гидроксо-соединения переходят в о л ь-с о е д и н е н и я, получающиеся путем соединения комплексов друг с другом посредством добавочных валентностей гидроксила и хрома согласно следующим ф-лам:

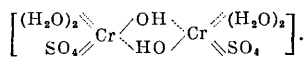


В связи с олизацией уменьшается и степень дисперсности раствора. Кроме чистых оль-соединений образуются и промежуточные гидроксо-оль-соединения. Сами оль-соединения склонны к дальнейшему уплотнению, образуя оксо-соединения по ф-лам:



Фиолетовая и зеленая модификации находятся в растворах в подвижном равновесии

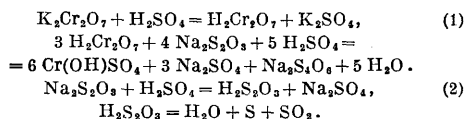
между собой, а нормальный ряд в равновесии с другими—гидроксо-, диоль- и оксо-рядами, при чем обратимость гидроксо-рядов велика, а вступление ОН между частями хрома делает соединения все более необратимыми. Условия, влияющие на равновесие, таковы: а) Стояние раствора ведет к гидролизу соли с образованием гидроксо-соединений и оль-соединений все более и более сложных, почему степень дисперсности раствора уменьшается и кислотность повышается. б) Разбавление сильно повышает гидролиз в фиолетовых растворах и слабо— в зеленых. В концентрированных растворах гидролиз слаб, а дисперсность довольно велика. в) Нагрев усиливает гидролиз и олизацию, понижает дисперсность и увеличивает кислотность раствора. г) Нейтральные соли (хлориды) повышают кислотность комплексных хлоридов хрома; сульфаты понижают кислотность комплексных сульфатов хрома и вводят группу SO_4 во внутреннюю сферу, по формуле:



Благодаря этому превращение оль-соединений в оксо-соединения, как у хлоридов хрома,—невозможно. д) Кислоты (неорганические) повышают концентрацию H^+ и дисперсность, уменьшают гидролиз и олизацию. е) Основания понижают дисперсность и концентрацию H^+ , увеличивают гидролиз и олизацию.

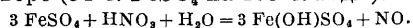
Дубят основные соли средней дисперсности и достаточной обратимости,—особенно оль-соединения. Характеристика дубильного раствора определяется концентрацией хрома и H^+ , основностью (% ОН в соли по отношению к 100% в гидроксиде), маскировкой (% аниона, вошедшего во внутреннюю сферу), устойчивостью и коэффициентом помутнения: количеством $\text{см}^3 \frac{1}{10} \text{N NaOH}$ на 100 см^3 раствора, вызывающего муть в тиндалемре (см. Коллоиды), дисперсностью (степенью олизации). На волокне кожи, образуя комплекс с коллагеном, осаждается основная соль окиси хрома различной основности. Различают 2 процесса: однованный и двухванный. При однованном процессе пользуются основными растворами солей окиси хрома—по преимуществу сульфатов; образование основ. солей достигается прибавлением соды. Распространенными препаратами являются хромовые (калиевые и натриевые) квасцы. Применяют также хромовые экстракты—растворы, полученные при восстановлении хромовой к-ты (хромпик+серная к-та) разными восстановителями—сахарами, глицерином, целлюлозой. Эти растворы обладают разным характером по устойчивости, основности и дисперсности, благодаря наличию органич. радикалов; кроме того, в них присутствуют альдегиды, дубящие кожу. Прибавлением солей, глицерина, соды и кислоты достигают нужных дубящих эффектов. Прежде пользовались растворами, сильно дисперсными благодаря разведению; ныне дубят в сильно концентрированных растворах с меньшей дисперсностью, но со слабым гидролизом—с ухое Д. Двухванный процесс основан на пропитывании голя кислым рас-

твором хромпика и восстановлении последнего на волокне до соответствующего оль-соединения. Можно применять всевозможные восстановители. Практически пользуются тиосульфатом (гипосульфитом). Процесс состоит из двух основных (1) и (2) и двух побочных реакций:



Побочные реакции ведут к излишнему расходованию гипосульфита. После хромового Д. в коже остается нек-рое количество свободной к-ты; ее удаляют нейтрализацией кожи, обычно при помощи буры или бикарбоната. Хорошо выдубленная хромовая кожа обладает высокой водоустойчивостью; наоборот, при сухом нагреве до 60—70° она сильно ослабевает. Вообще хромовое Д. ослабляет кожу; волокна ее сокращаются во всех направлениях, и площадь хромовой кожи на 15% меньше соответствующего голя. Хромовая кожа содержит от 5 до 7% окиси хрома (при 18% влаги), и промежутки между волокнами мало заполнены, поэтому она мягка и гибка и мало пригодна для подошвы. Назначение ее—мягкий товар. При производстве хромовой подошвы применяют наполнение. Хромовая подошва крепче на износ, чем всякая иная, благодаря мягкости. Хромовая кожа после сушки имеет сильно склеенные волокна лица, почему получается очень грубой. Необходимо механически устранять склейку, разъединяя волокна. Посаживается она лишь в свежедубленном влажном состоянии. Цвет кожи—светлозеленый. Перед Д. нередко применяют *пикель* (см.).

Б) Железное Д. Основные железные соли окиси железа обладают нек-рой способностью дубить кожу. Среди ряда предложенных для этой цели растворов наиболее интересен раствор, полученный при действии азотной к-ты на железный купорос в слабом растворе (34 ч. FeSO_4 на 100 ч. воды):



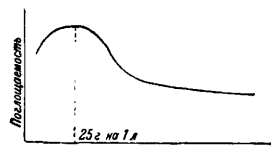
Пиклеванный опоек, обработанный раствором к-ты с NaCl , продубляется этим раствором в барабане в течение 6 ч.; к раствору 10° Вё прибавляют $\frac{1}{10}$ ч. NaCl по весу FeSO_4 при 18°; затем следуют прессование и холодная промывка (без нейтрализации). Кожа получается канареечного цвета и связывает 6,75% Fe_2O_3 (при 18% воды). Соединение непрочно—при кипячении оказывается водоустойчивым (по Фариону) всего 3,71%. Прочность немногим меньше голя. Упругие свойства ближе к свойствам жесткого, чем мягкого товара. Тем не менее, нек-рые з-ды за границей делают опоек железного дубления, а подошву—в комбинации с сульфозой (см. Дубильные экстракты). Пока опыты эти нельзя признать удачными.

В) Квасцовое Д. В этой наиболее древней форме минерального Д. применяют как квасцы, так и сернистый алюминий, прибавляя NaCl во избежание нажора от гидролиза. Иногда делают раствор слегка основным при помощи соды. Ни пикеля ни нейтрализации здесь не применяется. Главное

применение квасцового Д.—в производстве квасцовой (венгерской) сыромяти, а также лайки и кож комбинированного Д. Квасцовая кожа мало водостойчива, но прочность на разрыв имеет высокую; водою раздубливается. Сыромять квасцовую делают, напр., так: на 25 кож тяжелых—7 кг квасцов и 15 кг соли в чану, с тем чтобы кожи были покрыты раствором 1 сутки; раствор выливают, кожи лежат еще 2 суток, затем их погружают на двое суток в раствор 12 кг квасцов и 25 кг соли (возможно, конечно, вести процесс и в барабане). После того следуют: сушка—3 дня; жирование и мятье; пролежка для фиксации Al_2O_3 ; промывка от соли. При производстве лайки сильно раззолненное и мягчеющее мало обрабатывают тестом из 5 кг муки, 3 кг сульфата алюминия, 5 кг соли, 4 кг жира (яичный желток или оливковое масло) в 40 л воды в барабане в течение 3 ч. Применение: перчатки, укупорка бутылок (см. Датская кожа). Квасцовое Д. применяется также и в меховом деле.

Г) Другие виды минерального Д. Известна возможность Д. солями четырехвалентных церия и молибдена (при чем цериевая кожа в высокой степени водостойчива), уксуснокислой медью (сагре—восточный шагрень), закисью серебра и солями вольфрама. Полагают также, что дубит коллоидная сера. Интересно Д. кремнекислотой—в однованной форме в растворе, полученном при приливании раствора стекла к 30%-ной соляной к-те до слабо кислой реакции, или в двухванной форме—пропитывание голья Na_2SiO_3 и обработка затем пикелем для нейтрализации Na_2SiO_3 и осаждения SiO_2 : кожа получается мягкая, но от времени теряет в прочности.

Красное (растительное) Д. Красное Д. осуществляется растворами таниндов (см. Дубильные вещества) различной дисперсности и устойчивости. Поскольку шкура сама является коллоидной системой, проникновение таниндов в нее затруднено как гистологич., так и физическ. факторами. С уменьшением дисперсности раствора и увеличением поверхности поглощения в коллагене



увеличивается поглощаемость таниндов. По Томасу-Келли, вначале поглощаемость растет по мере концентрации (ускорение реакции по закону действующих масс), затем, достигнув 15—30 г сухого вещества на 1 л, поглощаемость падает (см. фиг.). Кривая нажора голья от R_n и поглощаемость таниндов показывают известный параллелизм: дубность изменяется с нажором. Нажор увеличивает ультрамикроструктуру коллоидных мицеллярных стенок фибрилл, куда и проникают ультрамикрочастицы танинда: около изоэлектрич. точки наблюдается минимум, около $R_n = 2-3$ максимум. При дальнейшем повышении концентрации водородных ионов начинается гидролиз коллагена. Прибавление соли понижает нажор, дисперсность таниндов и поглощение их коллагеном. Наличие нетаниндов (сахар), а также поднятие t° ускоряют процесс Д. Наряду с этим имеются побочные

процессы: а) действие плесеней и микроорганизмов, сбраживающих сахар, понижающих R_n и дисперсность; б) действие t° на танинды (ангидризация); в) растворимость флорафенов в растворе таниндов. При Д. пользуются «золотым правилом кожевника»—начинать Д. слабыми соками, во избежание задуба кожи. Процесс красного Д. состоит из адсорбционного и химического процессов. Красное дубление универсально; особенное же значение оно имеет для жесткого и мягкого товара (см. Кожевенное производство, Подошва).

2. Технические формы Д.

Способы Д. делятся: по скорости процесса—на медленный, ускоренный и скорый; по характеру аппаратуры—на чановый, гашпелный, барабанный, электрический, вакуумный и друг.; по специальным приемам—на сыпной, соковой и намазной. Сверх того имеются комбинации способов. Скорость дубления зависит от толщины обрабатываемых кож, степени их рыхлости и условий дубления.

Наиболее медленным из общеупотребительных процессов является сыпной чановый способ Д. неконцентрированными дубителями, наиболее скорым—барабанный способ Д. концентрированными экстрактами. Чем толще и малоразрыхленное голье, чем слабее и неподвижнее растворы и коллоидные частицы их, тем Д. медленнее. Сыпной чановый способ легко ускорить, раззаливая или нажирая голье, точно так же, как барабанный—можно замедлить, устраняя нажор и раззол. Электрич. Д. основано на катафорезе (см. Коллоиды) и до сего времени не м. б. применено там, где сока вследствие низкой величины R_n легко проводят ток (Д. подошвы); зато этот способ удобен для сладких слабых соков, позволяя осуществлять скорое Д. на неконцентрированных дубителях. Сыпной способ основан на том, что диффузия таниндов из корья и поглощение их кожей, подняв в первые 6 час. несколько концентрацию сока, затем создают равновесную систему в соке с очень небольшой концентрацией, близкой к сокам высокой дисперсности, при чем поглощение таниндов фибриллами идет очень равномерно, но сильно затягивается время поглощения. Именно так построена сыпная сушка: кожи пересыпают корьем и заливают водой. Другая форма сыпной плавы: пересыпанные корьем кожи постепенно погружаются в сок своим весом. Применяя высокие концентрации соков на заливку и высокую концентрацию таниндов в дубильных материалах, можно значительно ускорить процесс.

При соковом способе пользуются соками, б. или м. концентрированными, при чем кожи в них кладут при одновременной прибавке к сокам дубильных материалов (подсыпка) или без них (флоты); или же кожи навешивают на палках в дубном соку (ход). Д. в бурдюках (шкуру сшивают в мешок и наполняют соком) есть вариант сокового Д. Первая фаза Д. обычно ведется в соках в гашпелях или чанах и называется заличкой (для мягкого товара) или

ходом (для жесткого товара). Окончательная фаза Д., если она ведется в барабане, называется додубкой.

Намазной способ состоит в многократном намазывании кожи соком; этот способ применяется в производстве овчин с бахтармы.

3. Деление Д. по назначению.

Группировку Д. по назначению—см. *Косвенное производство*.

Лит.: Поварнин Г., Введение в теорию дублирования, М., 1914; Вильсон, Химия кож. производства, 1927; Арбузов Г., Вестн. кож. пром. и торг., М., 1927, стр. 337; Поварнин Г., Основы хромового дублирования, М., 1910—11; Арбузов Г., Вестн. кож. пром. и торг., Москва, 1928; Поварнин Г., Практич. этюды о хром. дублировании, М., 1911; Парамонов Г., О выделке хром. подошвы, 1918; Локшин И. А. и Казаков А. М., Производство мелких хромовых кож, М., 1925; Шапиро А., Производство, крашение и отделка хромовых кож, Москва, 1927; Котельников Н. и Басс И., Пути улучшения кожевенной продукции, «Вестник Всерос. кож. синд.», М., 1926, 10—11; Их же, В защиту рабочей гипотезы, «Вестн. кож. пром. и торг.», М., 1927, 12; Поварнин Г., Пути улучшения качества продукции, там же, 1927, 1—2; Завадский А. Л., Кожев. производство, Н.-Новгород, 1923—24; Томас А. А. Келли М., «Journ. of the Amer. Leather Chem. Association», New York, 1926, v. 21, p. 57; Mathur, ibidem, 1927, v. 22, p. 2; Stiasny, «Collegium», Ober-Ramstadt, 1927—28; Stiasny, Balany, ibidem, 1928, p. 694—696; Jettmar J., Die Eisengerbung, Lpz., 1920; Jettmar J., Praxis u. Theorie d. Ledererzeugung, Berlin, 1901; Rogers A., The Practical Tanning, p. 156, L., 1922; Fahrion W., Die neueren Gerbethoden u. Gerbethorien, Berlin, 1915; Niddercorn F. D., The Molybdenum Tannage, «Ind. Eng. Chem.», 1928, v. 20, p. 257; Gustavson, «Journ. of the Amer. Leather Chemistry Association», N. Y., 1924, p. 446, 1927, p. 60. **Г. Поварнин.**

ДУБЛИРОВАНИЕ, сдваивание ленты или ровницы в прядении,—процесс, применяемый для получения более равномерного по тонине продукта и лучшей параллелизации отдельных волокон в ленте или ровнице. См. *Прядение*.

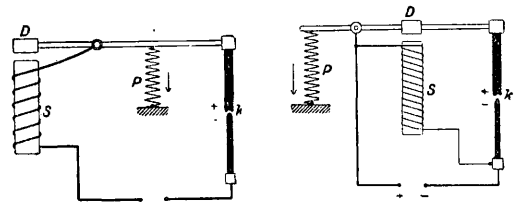
ДУБОВЫЙ МОХ, исходное сырье при производстве специальных душистых веществ, продукт первостепенной важности в современной парфюмерной промышленности. Под названием Д. м. обычно подразумевается сушеный липайник (*Evernia prunastri*), собранный со стволов дуба, но не меньшее применение имеют сорта Д. м., находимые на других деревьях этого же семейства. Приятным запахом отличаются и некоторые другие виды: *E. purpuracea*, *E. divaricata*, *Ramalina farinacea*, *Sticta pulmonacea*. Качество Д. м. сильно зависит от места произрастания, и наибольшим спросом пользуются сорта, собираемые на юге Европы (Франция, Чехо-Словакия, Герцоговина). Применяется Д. м. в производстве духов и других парфюмерных изделий как в виде спиртовых настоев, получаемых из сушеного Д. м. на парфюмерных ф-ках, так и в виде продуктов экстракции (различными растворителями), вырабатываемых на 3-дах душистых веществ. Хим. состав Д. м. недостаточно точно установлен, но, повидимому, главной составной частью является этиловый эфир эверниевой к-ты. В СССР пока не найдено районов, дающих Д. м. качества, соответствующего zahraniчному, но, как показали научно-исследовательские работы в этом направлении, такой продукт несомненно может быть найден. Потребность советской

мыловаренно-парфюмерной промышленности исчисляется приблизительно в 3 000 кг.

Лит.: Krug E., Die Gewinnung natürlicher Duftstoffe, «Deutsche Parfümerie-Ztg», B., 1928, 14, p. 332—336; Cerebelaud R., «Parfümerie moderne», Lyon, 1921, p. 98; Parry E., «Cyclopaedia of Perfumery», London, 1925; «Les parfums de France», Paris, 1928, v. 6, 60, p. 34. **Б. Рутковский.**

ДУГОВАЯ ЛАМПА, первый по времени электрич. источник света, в к-ром для целей освещения использовано явление *вольтовой дуги* (см.), открытое в 1802 г. проф. В. В. Петровым и позднее, в 1808 г., англ. физиком Деви. Для образования дуги концы электродов (угли) Д. л. должны быть приведены в соприкосновение и затем раздвинуты. При сгорании уголь дуга начинает удлиняться, свет ее становится неровным, мигающим, слышно своеобразное шипение, и, когда расстояние между электродами превзойдет известную величину, дуга разрывается. Для восстановления дуги необходимо снова сблизить электроды до соприкосновения и затем раздвинуть.

В фонарях, снабженных Д. л., регулирующий горение дуги механизм должен для сохранения непрерывного света, исполнять следующие функции: 1) сблизять автоматически положительный и отрицательный угли



Фиг. 1.

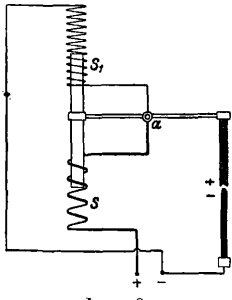
Фиг. 2.

по мере их сгорания так, чтобы длина дуги оставалась постоянной; 2) сблизять их при зажигании дуги и при случайном ее задухании; 3) когда дуга загорится, раздвигать угли на расстояние, строго определенное для данного дугового фонаря. Современные автоматические регуляторы основаны на электромагнитных действиях рабочего тока на сердечник соленоида или электромагнита. В зависимости от способа включения обмоток электромагнитов относительно дуги, регуляторы разделяются на последовательные, шунтовые и дифференциальные.

Схема последовательного регулятора изображена на фиг. 1, где S—обмотка электромагнита включена последовательно с дугой. Пружина P, прижимая верхний положительный уголь k к нижнему отрицательному уголю, дает возможность лампе при включении загореться. Когда дуга загорится, ток намагничивает сердечник электромагнита, к-рый притягивает пластинку D. Последовательная Д. л. регулирует на постоянную силу тока, т. к. электромагнит S должен питаться током постоянной силы, чтобы уравновешивать постоянную силу натяжения пружины P. Д. л. с последовательным регулированием можно включать только в одиночку, т. к. при соединении нескольких ламп сила тока устанавливалась бы соответственно сопротивлению всех включен. ламп, а не сопротивлению одной в отдельности.

В шунтовых регуляторах электромагнит для образования и регулирования дуги включают параллельно с дугой (фиг. 2). При таком способе включения лампа регулирует на постоянное напряжение. Д. л. с шунтовым регулятором употребляются гл. образом при небольшом числе последовательно включаемых в каждую группу ламп.

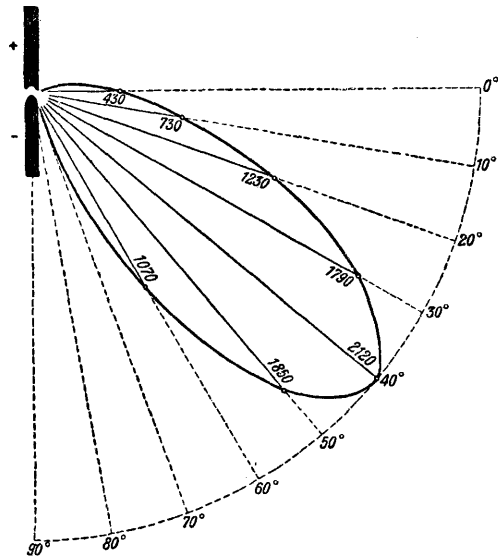
Д. л. с дифференциальным регулятором (фиг. 3) представляет собою комбинацию лампы последовательной с шунтовой.



Фиг. 3.

Соленоид S регулирует на силу тока, а S_1 — на напряжение. Дифференциальная лампа регулирует на постоянство отношения напряжения к силе тока, т. е. на постоянство сопротивления; применяется при любом числе включаемых ламп для последовательного и параллельного соединения. Д. л. с регуляторами, основанными на свойстве втягивания железного сердечника в соленоид, пригодны как для постоянного, так и для переменного тока. Сердечники таких ламп д. б. собраны из тонких изолированных друг от друга листов железа, во избежание больших потерь на токи Фуко и гистерезис.

Д. л., предназначенные исключительно для переменного тока, бывают с регуляторами, основанными: 1) на электромагнитном отгаливании, 2) на электромагнитном вращении.

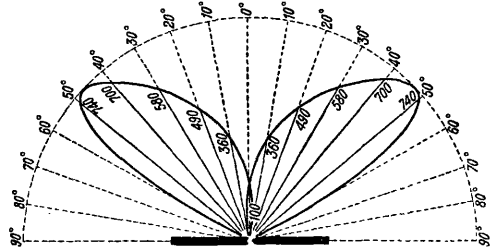


Фиг. 4.

В Д. л. применяются угольные электроды; подробнее см. *Угли электрические*.

Для получения спокойной работы Д. л. и поглощения излишнего напряжения последовательно с ней включают т. н. добавочные, или успокоительные, сопротивления. При наличии добавочного сопротивления сила тока в цепи Д. л. будет зависеть не только

от переменного кажущегося сопротивления дуги (изменения длины), но и от некого постоянного сопротивления, которое выполняется в виде обычного омического сопротивления или индукционного сопротивления (дресселя). Проволока в добавочном сопротивлении наматывается на фарфоровый цилиндр с продольными выемками для охлаждения циркулирующим воздухом; подвижное кольцо позволяет изменять величину



Фиг. 5.

добавочного сопротивления; цилиндр закрывается металлич. кожухом. Индукционное добавочное сопротивление для Д. л. переменного тока обычно выполняется в виде двух катушек с обмотками из изолированной медной проволоки и подвижным железным сердечником, перемещением к-рого внутрь катушек изменяется величина кажущегося сопротивления их, вследствие изменения коэффициента самоиндукции. Дрессель прикрывается железным футляром. Сопротивления для включения цепей с Д. л. постоянного и переменного тока выполняются в виде реостатов с контактными досками.

Распределение света дуги при постоянном токе и при переменном токе происходит различно. В дуге постоянного тока сгорание положительного уголя ($3750-4200^\circ\text{K}$) происходит почти вдвое быстрее отрицательного, и ок. 85% из получаемого ею светового потока приходится на кратер, ок. 10% — на отрицательный уголь и ок. 5% — на дугу. Кривая распределения силы света вокруг дуги при постоянном токе изображена на фиг. 4. При переменном токе оба конца электродов излучают приблизительно по 47,5% светового потока, при 5% доставляемых самой дугой; кривая распределения силы света изображена на фиг. 5. Чтобы использовать часть светового потока, направленного вверх, обычно на практике применяют отражатели, отражающие вниз верхние лучи кривой. Для Д. л. на практике редко применяются прозрачные стеклянные колпаки; обычно берутся б. или м. прозрачные матовые, опаловые или молочные колпаки. Световая отдача Д. л. различна; у ламп продолжительного горения она меньше, чем у открытых; к концу горения световая отдача уменьшается вследствие загрязнения продуктами сгорания углей внутренней поверхности колпаков.

Д. л. разделяются на лампы: 1) с открытой вольтовой дугой, образующейся и горящей при свободном доступе воздуха и требующей при большом сгорании углей частой их смены; 2) с закрытой дугой, продолжительн. горения, у к-рых концы углей и дуга заключены в матовый замкнутый

колпачок; 3) пламенные, с ограничен- ным доступом воздуха, при применении уг- лей, пропитанных металлическими солями— для постоянного тока и переменного тока. Яркость кратера положительного угля Д. л. постоянн. тока достигала 16 200 свечей на см² при T° ок. 4 200°. О. Люммер, путем повы- шения давления среды, в к-рой горит дуга, до- водил яркость до 255 000 свечей на см², при чем T° кратера доходила до 7 600°. Работы Бека (Beck) и Гельгофа (Gehlhoff), а также

Д. л. с электродами не из угля: магнетитовая лампа—разработана фирмой Г. Е. С. по идее Штейнмеда для напряжения 75—80 V, для 4,5 и 6,6 А, с мощностью 510 W, с максимальной силой света в 1 525 свечей и со световой отдачей 15,9 lm/W; поло- жительный электрод—медный, отрицатель- ный—тонкостенная железная трубка, наби- тая смесью окисей титана, хрома и магнит- ного железняка (Fe₃O₄). Данные о Д. л. при- ведены в следующей таблице.

Данные о дуговых лампах.

Название ламп	Род тока	Сила тока в А	Напряжение дуги в V	Мощность в ду- ге в W	Нижняя полу- сферич. сила све- та в свечах	Уд. потребление в W на нижн. полушф. в свечах	Нижняя полушф. сила света в све- чках на 1 W	Диаметр углей верхних и ниж- них в мм	Марка углей верх- них и нижних
Открытая	Пост.	10	42	420	770	1,83	2,22	18 22	Чистый фитильный Чистый
То же	Перем.	10	29	276	270	1,01	1,00	12 12	
С ограниченным доступом воздуха	Пост.	10	80	800	1 000	0,80	1,25	13 13	Чистый
Пламенная открытая с на- клонными углями	»	10	46	460	2 730	0,169	6,00	10 9	Желтый
То же	Перем.	10	44	388	1 910	0,200	5,00	8 8	»
Пламенная открытая с вер- тикальными углями . . .	Пост.	10	40	400	2 300	0,17	5,75	15 16	T. B. Siemens
То же	Пост. троян. включ. *1	10	31	310	1 450	0,21	4,67	15 16	»
То же	Перем.	10	40	346	1 270	0,27	3,70	13 14	»
То же	Перем. троян. включ. *2	10	27	246	710	0,35	2,90	11 13	»
AEG, пламенная с огранич. доступом воздуха	Пост.	8	45	360	1 100	0,32	3,06	—	—

*1 Отрегулирована на пониженное напряжение (31 V) для включения по 3 лампы последовательно в 110 V.
*2 То же для переменного тока на 27 V.

фирмы Sperry Gyroscop Co, дали возможность установить, что при особом составе пламен- ных электродов, в к-рых увеличена плот- ность тока (300 А при диам. положительного угля 18,5 мм и диам. отрицательного угля 16 мм), яркость кратера достигает 114 000 свечей на см². Яркость пламени Д. л. с угля- ми интенсивного горения в 6 раз более ярк- сти дуги с обыкновенными углями.

Д. л. включается в сеть последовательно или параллельно. При последовательно включении, для предупреждения перерыва тока, применяются специальные автоматы, к-рые при погасании одной из ламп или замыкают ее накоротко или вводят вместо нее вспомогательное сопротивление, компенси- рующее выбывшую лампу. Д. л. с последо- вательным регулятором непригодны для после- довательного соединения. При параллельном включении, в зависимости от напряжения сети (110—120, 220—240 V), Д. л. (40—45 V) соединяются последовательными группами по 2, 3 и более, при чем в каждое ответвле- ние включается добавочное сопротивление. В практике установлены напряжения для Д. л. в 65, 100—110, 200—220 V и т. д., при чем излишки напряжения поглощаются в успо- койтельном сопротивлении.

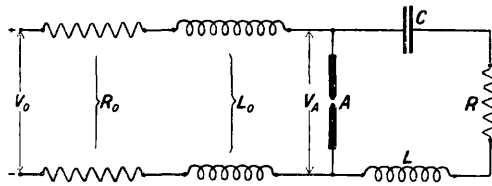
О дуговых вольфрамовых лампах (точеч- ных)—см. Лампы электрические.

Лит.: Зеленцов М. Е., Световая техника, Л., 1925; Сиротинский Л. И., Электрич. освещение, М., 1926; Кузнецов А. А., Электрич. источники света, СПб., 1904; «СЭТ»—Справ. книга для электротехни- ков под ред. М. Пателена, В. Миткевича и В. Тол- винского, т. 3, Ленинград, 1928; Bloch L., Licht- technik, В., 1921; P e s c h e u t H., Lampes, tubes et valves électriques, Paris, 1925; A y r t o n H., The Electric Arc, London, s. a.; M o n a s c h B., Der elek- trische Lichtbogen, В., 1904. С. Сиянцын.

ДУГОВОЙ ГЕНЕРАТОР, генератор электр. токов высокой частоты, основной час- тью которого является *вольтова дуга* (см.), питаемая источником постоянного тока. По своему существу Д. г. является преобразо- вателем постоянного электрич. тока в пере- менный высокочастотный ток.

Общая схема соединений дугового гене- ратора представлена на фиг. 1. Здесь: V₀—на- пряжение источника постоянного тока, L₀— самоиндукция больших реактивных (дрос- сельных) катушек и R₀—сопротивление в цепи постоянного тока (первичная цепь); C и L—емкость и самоиндукция в цепи коле- бательного контура (вторичная цепь); R—сопротивление этой же цепи—эквивалент фак- торов, поглощающих энергию колебатель- ного контура; A—вольтова дуга, являющая-

ся одновременно частью цепи как постоянного тока, так и колебательного контура. Назначение самоиндукции L_0 — не допускать



Фиг. 1.

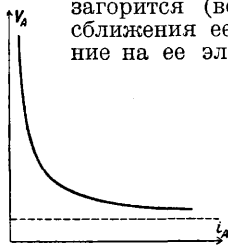
проникания электрич. колебаний в цепь постоянного тока. Сопротивление R_0 служит для регулирования силы питающего тока.

Теория Д. г. Действие Д. г. основано на свойстве вольтовой дуги изменять свое сопротивление в зависимости от силы проходящего тока: при возрастании силы тока сопротивление дуги падает, а при уменьшении — ее сопротивление растет. Эта особенность вольтовой дуги подчиняется закону т. н. п а д а ю щ е й характеристики. Фиг. 2, изображающая графически этот закон для случая медленных изменений силы тока, дает статическую характеристику дуги. Кривая представляет напряжение на электродах дуги V_A в виде функции силы тока дуги i_A . Закон изменения V_A выражается уравнением равнобочной гиперболы:

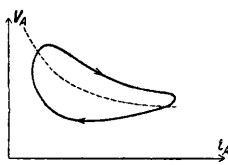
$$V_A = a + \frac{b}{i_A},$$

где a и b — константы дуги.

Работа Д. г. может быть представлена следующим образом. После приключения генератора к зажимам источника постоянного тока и до зажигания дуги напряжение на ее зажимах равно напряжению источника постоянного тока V_0 . Но как только дуга загорится (вследствие надлежащего сближения ее электродов), напряжение на ее электродах начнет падать,



Фиг. 2.



Фиг. 3.

и поэтому конденсатор C начнет разряжаться через дугу: в цепи $C-A-L-R$ (фиг. 1) начинается генерирование высокочастотного переменного тока. Вследствие наличия электрич. колебаний в этой цепи ток дуги будет постоянно складываться из двух слагающих: из тока, посылаемого через дугу непосредственно самим источником постоянного тока, и из тока колебательного контура. Сила тока дуги д. б. поэтому некой периодически меняющейся величиной, а следовательно, и сопротивление дуги, в силу ее падающей характеристики, будет также периодически меняющейся величиной.

Если обозначим через V_0 напряжение на зажимах источника постоянного тока, через I_0 — силу тока питания, через V_A — напряжение на электродах дуги, через i_A — силу тока

дуги, через i_H — силу тока колебательного контура, то электродинамика Д. г. определится системой следующих ур-ий:

$$V_A = f(i_A); \quad (1)$$

$$V_0 = L_0 \frac{di_0}{dt} + I_0 \cdot R_0 + V_A; \quad (2)$$

$$i_A = I_0 + i_H; \quad (3)$$

$$-\frac{1}{C} \int i_H dt - L \frac{di_H}{dt} = i_H \cdot R + V_A. \quad (4)$$

Ур-ие (1) выражает напряжение на электродах дуги как функцию тока дуги. Т. к. здесь ток дуги i_A — величина периодическая и быстро меняющаяся, то ур-ие (1) является ур-ием динамической характеристики дуги (фиг. 3). Для сравнения на фиг. нанесена пунктиром статич. характеристика той же дуги.

Ур-ие (2) выражает напряжение на зажимах источника постоянного тока как сумму падений напряжения в цепи тока. Т. к. сила тока I_0 , при наличии достаточно большой самоиндукции L_0 , остается величиной практически постоянной, то ур-ие (2) может быть представлено в виде:

$$V_0 = I_0 \cdot R_0 + V_A. \quad (2a)$$

Ур-ие (3) выражает ток дуги в виде суммы двух слагающих: постоянной части I_0 и переменной части i_H .

Ур-ие (4) есть ур-ие эдс и падений напряжения в цепи колебательного контура. Из ур-ий (1), (2), (3), (4), путем дифференцирования и ряда других преобразований, получим следующее характеристич. ур-ие Д. г.:

$$\frac{d^2 i_H}{dt^2} + \frac{R + e_A}{L} \cdot \frac{di_H}{dt} + \frac{1}{CL} i_H = 0, \quad (5)$$

где e_A — сопротивление дуги. Это сопротивление — величина комплексная:

$$e_A = \frac{dV_A}{di_A} + j\omega l. \quad (6)$$

Здесь $\frac{dV_A}{di_A}$ — активная составляющая сопротивления дуги — та переменная часть сопротивления дуги, к-рая вызывает периодически повторяющуюся посылку энергии в колебательный контур; $j\omega l$ — реактивная составляющая сопротивления дуги — вызывает кажущееся увеличение реактивного сопротивления колебательного контура (ω — угловая частота).

Ур-ие (5) имеет решение:

$$i_H = i_{Hmax} \cdot e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega t - \varphi), \quad (7)$$

где i_{Hmax} — амплитуда тока колебательного контура и δ — декремент затуханий колебательного контура, при чем

$$\delta = \frac{R + \frac{dV_A}{di_A}}{2L}, \quad (8)$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{(L + l)C}}. \quad (9)$$

На основании ур-ия (8) имеем следующее условие, необходимое и достаточное для получения незатухающих колебаний:

$$\frac{dV_A}{di_A} = -R, \quad (10)$$

т. е. среднее (за период i_A) значение активной

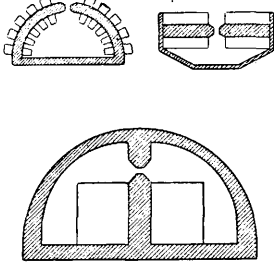
составляющей сопротивления дуги должно быть достаточным для уничтожения затухающего влияния сопротивления колебательного контура.

Период колебательного контура

$$T = 2\pi\sqrt{(L + l)C}. \quad (11)$$

В зависимости от формы динамич. характеристики дуги и от соотношения величин I_0 и $i_{H_{max}}$ получаются разные частные случаи электродинамики Д. г. О трех родах колебаний, создаваемых Д. г., см. *Колебания электрические.*

Практические осуществления Д. г. Задача получения незатухающих электрич. колебаний высокой частоты (от $4 \cdot 10^4$ до 10^6 пер/сек.) при большой мощности их с помощью вольтовой дуги была впервые разрешена для целей радиотелеграфирования в 1902 году датчанином Вальдемаром Паульсеном. В его Д. г., работающем колебаниями второго рода, вместо дуги с двумя угольными электродами для анода применен медный электрод с водяным охлаждением, а угольный катод придано медленное вращательное движение, в результате чего получается ровное горение дуги; дуга помещается в охлаждаемой водой камере и горит в атмосфере газов, богатых водородом, а потому очень теплопроводных (светильный газ, пары алкоголя, пары керосина и т. п.). С помощью указанных способов интенсивного охлаждения тепловая инерция дуги, а следовательно, и дуговые гистерезис сильно уменьшены, вследствие чего свободно получается устойчивая высокая частота. Кроме того, дуга помещается в сильном поперечном магнитном поле (магнитное дутье); в определенный



Фиг. 4.

момент периода, когда сила тока дуги приближается к нулю, магнитное поле разрывает и гасит дугу и след затем энергично деионизирует междуэлектродное пространство; благодаря этому ветви динамич. характеристики дуги получаются более отвесными, и напряжение, необходимое для зажигания дуги, более высоким, а от этого мощность Д. г. увеличивается. Охлаждение медного анода придало паульсеновскому дуговому генератору особую устойчивость.

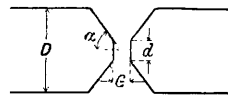
Главнейшие части паульсеновского генератора: магнитная цепь, катушки возбуждения, огневая камера и электроды. Фиг. 4 представляет разные формы магнитных цепей, фиг. 5—наиболее распространенную и наилучшую форму магнитных полюсов. Длина G воздушного промежутка—от 25 до 175 мм; α —от 55 до 60°; отношение $\frac{d}{G} = \operatorname{tg} \alpha$.

Сила магнитного поля в воздушном промежутке—от 10 до 20 и даже до 25 килогаусс. Наилучнейшая сила магнитного поля определяется, по Фуллеру, так:

$$H = k \cdot \frac{\sqrt{V_0 \cdot I_0}}{\lambda} \text{ килогаусс}$$

(где V_0 —в kV, I_0 —в А, λ —в км), при чем для этилового спирта $k = 8,5$, для керосина $k = 4,25$ V. Вес и размеры магнитной цепи—в зависимости от мощности генератора.

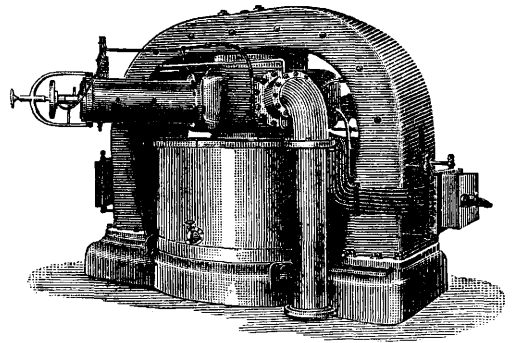
Получение магнитного дутья в Д. г. производится чаще всего посредством тока, питающего дугу (самовозбуждение): катушки электромагнитов, создающих магнитное дутье, вводятся в цепь постоянного тока, и тогда они выполняют роль реактивных катушек. В этом случае требуется применение чрезвычайно тщательной изоляции, которая



Фиг. 5.

была бы в состоянии противостоять ударам и разрушительному влиянию токов высокой частоты. Реже имеет место питание катушек электромагнитов от постороннего источника тока (независимое возбуждение). Применяется также и смешанная форма возбуждения: часть витков вводится в цепь постоянного тока последовательно с дугой, а часть их питается током от независимого источника.

Огневая камера Д. г. представляет собою герметически закрывающуюся коробку, имеющую два отверстия для ввода магнитных полюсов, два других отверстия для ввода электродов и отверстие, через которое вводится струя водорода или светильного газа или впрыскивается по каплям алкоголь, бензин или керосин. Крышка камеры д. б. отвинчиваемой, для чистки ее. Наружный воздух не должен иметь доступа в камеру. В виду опасности взрывов камера должна иметь один или несколько предохранительных клапанов. Размеры камеры определяются в зависимости от величины необходимой охлаждающей поверхности. При малых мощностях камера имеет воздушное охлаждение (помощью вентилятора), при больших мощностях она имеет водяное охлаждение (водяная рубашка).

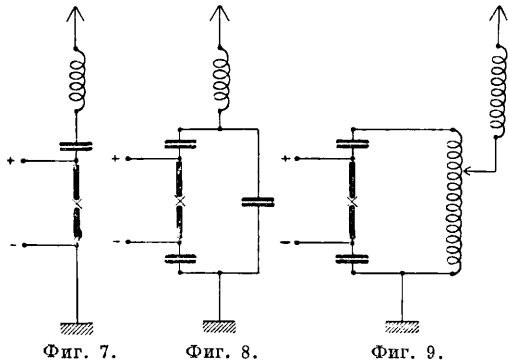


Фиг. 6.

Анод делается б. ч. из меди высшего качества. По своей форме—это трубка с двойными стенками. Наружный диаметр—от 9 до 32 мм. Внутри анода—водяное охлаждение. Т. к. анод обыкновенно приключается к антенне и находится поэтому под высоким напряжением по отношению к земле, то он д. б. тщательно изолирован от камеры. Катод делается обыкновенно из угля или графита. Диаметр его—от 9 (в малых генераторах) до 50 мм (в самых больших). Гильза, в которой вращается держатель катода, в мощных ге-

нераторах имеет иногда водяное охлаждение. Употребительное напряжение тока питания—от 500 до 1 500 В.

На фиг. 6—представлен 500-kW паульсеновский генератор американ. конструкции. Коэфф. отдачи паульсеновских генераторов

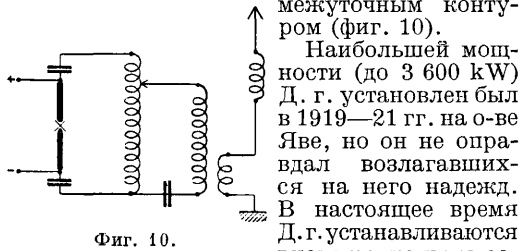


Фиг. 7.

Фиг. 8.

Фиг. 9.

зависит от способа присоединения их к антенне. Так, при прямом соединении Д. г. с антенной (фиг. 7) коэфф. отдачи достигает 50%, при непрямом соединении (фиг. 8 и 9) можно получить коэфф. отдачи в 60%. Для освобождения антенны от высших гармоник Д. г. применяется более сложная схема, с промежуточным контуром (фиг. 10).



Фиг. 10.

Наибольшей мощности (до 3 600 kW) Д. г. установлен был в 1919—21 гг. на о-ве Яве, но он не оправдал возлагавшихся на него надежд. В настоящее время Д. г. устанавливаются вновь редко и вытесняются ламповыми генераторами, представляющими большие удобства при работе длинными волнами на малые и средние расстояния и короткими—на большие.

Лит.: D u d d e l W., On Rapid Variations in the Currents through the Direct Current Arc, «Journ. of the Inst. of Electr. Eng.», L., 1901, v. 30, p. 232—261; S i m o n H. Th., Über d. Dynamik d. Lichtbogenvorgänge u. über Lichtbogenhysterese, «Physikal. Ztschr.», Leipzig, 1905, B. 6, p. 297—319; P o u l s e n V., Ein Verfahren zur Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen, «ETZ», 1906, B. 27, p. 1040—1044, 1075; S i m o n H. Th., Über ungedämpfte elektrische Schwingungen, «Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph.», B., 1907, B. 1, p. 16—68; S i m o n H. Th., Wirkung d. magnetischen Feldes b. d. Poulsen-Lichtbogen, «ETZ», 1907, B. 28, p. 1232; S i m o n H. Th., Über d. Wirkung d. Magnetfeldes bei d. Erzeugung ungedämpfter Schwingungen mit Hilfe d. Lichtbogens, «ETZ», 1907, B. 28, p. 1232; B a r k h a u s e n H., Die Erzeugung dauernder Schwingungen durch d. Lichtbogen, «Jahrbuch d. drahtl. Telegr. u. Teleph.», B., 1907, B. 1, p. 242—262; B a r k h a u s e n H., Das Problem d. Schwingungserzeugung, Lpz., 1907; U p s o n W. L., Observations on the Poulsen Arc, «Electrician», L., 1907, v. 60, p. 58—60, 90—92; W a g n e r K. W., Über d. Erzeugung v. Wechselstrom d. einen Gleichstromlichtbogen, «ETZ», 1909, B. 30, p. 30. 603, 627; W a g n e r K. W., Der Lichtbogen als Wechselstromerzeugung, Lpz., 1910; S i m o n H. Th., Der elektrische Lichtbogen, Lpz., 1911; S o m m e r f e l d A., Zur Theorie der Lichtbogenschwingungen b. Wechselstrombetrieb, «Jahrbuch d. drahtl. Telegr. u. Teleph.», B., 1916, B. 10, p. 201—215; P e d e r s e n P. O., On the Poulsen Arc a. its Theory, «Proc. of the Inst. of Radio Eng.», N. Y., 1917, 5, p. 255—319; ibid., 1919, 7, 293—297; Austin L. W., The Production of High-Frequency Oscillations from the Electric Arc, «Bureau of Standards, Bull.», Wash., 1917, v. 3, p. 325—340; F u l l e r L. F., The Design of

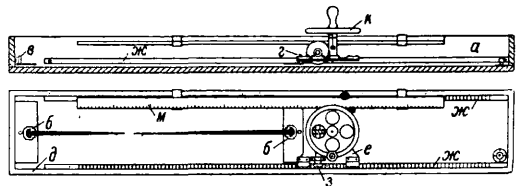
Poulsen Arc Converters for Radio Telegraphy, «Proc. of the Inst. of Radio Eng.», N. Y., 1919, v. 7, p. 449—497; M a y e r E., Zur Theorie d. Lichtbogenschwingungen, Diss., «Ztschr. f. techn. Physik», Lpz., 1921, Jg. 2, p. 18, 40, 73, 94; E l w e l l C. F., The Poulsen Arc Generator, L., 1923; E l w e l l C. F., Der Poulsen-Lichtbogengenerator, B., 1926; Z e n n e c k J. u. R u k o p H., Lehrbuch d. drahtl. Telegr. u. Teleph., p. 260—293, Stg., 1925; O l l e n d o r f f F., Die Grundlagen d. Hochfrequenztechnik, p. 184—189, 223—232, B., 1926; B a n n e i t z F., Taschenbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie, p. 220—225, 736—767, Berlin, 1927.

Д. Викиер.

ДУКТИЛОМЕТР, прибор для определения тягучести полутвердых материалов, например асфальта, пеков. См. *Дуктилометрия*.

ДУКТИЛОМЕТРИЯ, отдел прикладной измерительной физики, занимающийся измерением тягучести полутвердых тел. Под тягучестью разумеется способность тел быть вытягиваемыми, при чем вытяжка в направлении растягивающего усилия сопровождается утонением в перпендикулярном к нему направлении, без излома или трещин. Тягучесть как физическая характеристика, поставленная в связь с другими механическими свойствами полутвердых тел, еще не достаточно изучена. Поэтому в настоящее время м. б. указана не мера тягучести в точном смысле, а лишь нек-рая шкала чисел тягучести, представляющих предельную длину (в см) вытяжки нормированного брикета из испытуемого вещества, подвергнутого растяжению при определенной t° и с определенной скоростью. Отступление от указанных условий испытания на тягучесть дает иное число тягучести. Тягучесть асфальтов и других аналогичных битуменов показывает степень пригодности их для цементирования асфальтовых дорог; поэтому, в связи с развитием этого рода сооружений, в Америке и в последнее время в Англии Д. особенно изучалась, и дуктилометрич. испытание этих материалов при постройке дорог стало обязательным. Для оценки составов, идущих на заливку кабельных муфт, а также исходных битуминозных материалов для этих составов, дуктилометрич. исследование в последнее время тоже признано необходимым, в виду тех растяжений, к-рым подвергается изоляция муфты при смещениях грунта.

Измерение тягучести ведется помощью специальных приборов, называемых дуктилометрами. Наиболее распространены



Фиг. 1.

дуктилометр Дау (Dow), и его видоизмененные—Дау-Смита (фиг. 1). Последний состоит из металлич. ванны *a*, устройство которой позволяет поддерживать нормальную t° наливаемой в нее воды с точностью до $0,1^{\circ}$ (американ. технич. условия требуют 25° , а английские 15°). Технически сравнимые результаты м. б. получены лишь испытанием при t° , соответствующей нормальной мягкости материала, устанавливаемой пенетрометром (см. *Малакометрия*). В ванне *a* помещается

разъемная латунная форма б; последняя изображена в большем масштабе на фиг. 2, А, а главные размеры испытуемого брикета в мм даны на фиг. 2, Б. Применяются также и другие формы, и тогда числа тягучести приводятся к единообразию умножением на соответственные переводные коэфф-ты. В собранном виде форму ставят на слегка протертую жиром гладкую пластину (например матовое стекло), при чем боковые стенки тоже протираются жиром (лучше пользоваться амальгамированной пластиной и амальгамировать боковые стенки формы). Затем в форму наливают испытуемый материал, нагретый до вполне жидкого состояния, и процеженный через сито в 50 меш. По прошествии не менее 30 минут с формы срезают горячим шпателем избыток материала и помещают ее в ванну а, при чем кольца формы надевают на крючки б и г. Первый укреплен на раме д (фиг. 1), а второй—на подвижной поперечине е, могущей двигаться по направляющим и получающей равномерное поступательное движение по кремальере *жс* вручную, путем вращения маховичка к, приводящего в движение шестерни з через червячную передачу. Обычно технич. условия требуют сохранения постоянной поступательной скорости 5 см в минуту; отступления от указанной скорости не должны превышать $\pm 5\%$. Равномерность вращения вручную контролируется звоном колокольчика при каждом повороте колеса. Вращение продолжается до разрыва вытянутого асфальтового брикета. Длина вытяжки прочитывается на шкале м. Каждое испытание д. б. повторено не менее двух раз. Дуктилометр Дау позволяет испытывать одновременно три образца, а Дау-Смита—только один.

Дуктилометрич. исследование показывает, что тягучесть битуминозных веществ повышается с t° (фиг. 3*), но быстрота этого повышения значительно убывает после прогрева их. Уменьшение тягучести F_d в см при прогреве образца в течение τ часов при t° выражается формулой:

$$F_d = k \cdot \frac{s \cdot t \cdot \tau}{p}$$

где s —площадь прогреваемого образца в см²,

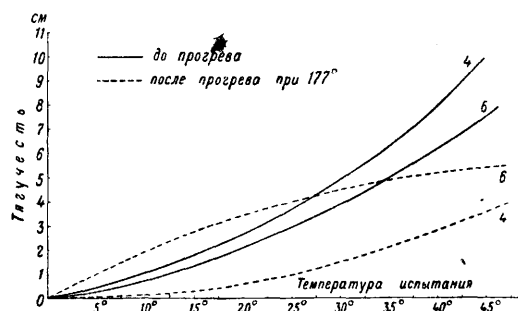
* Номера кривых на этой диаграмме, а также номера и литеры на диаграмме фиг. 4 и в табл. 1 и 3 обозначают марки тринидадского асфальта, перечисленные в исследовании Р. Ed. Spielman, Bituminous Substances, London, 1925.

p —вес образца в г, а k —постоянная вещества, значения k -рой указаны в табл. 1.

Табл. 1.—Значения коэфф-та k для некоторых битуменов.

Битумен	Значения k	t° прогрева
Тринидадский асфальт С.	0,039	177
» D.	0,096	204
» E.	0,120	194

Тягучесть битуминозных веществ резко понижается от присутствия твердых пара-



Фиг. 3.

финов, тогда как от присутствия растворителей, например масел, тягучесть иногда значительно повышается. Табл. 2 дает числа

Табл. 2.—Тягучесть битуминозных материалов (по И. Лагерквисту и Г. Шпанне).

Род битуминозного материала	t° размягч. по Сарнову-Кремеру	Тягучесть при t°				
		20°	25°	30°	35°	40°
Каменноугольный пек	29	1 000	—	—	—	—
	44	565	1 000	—	—	—
	57	0	0	0	1 000	—
	61	0	0	0	0	30
	72	0	0	0	0	0
Древесный пек	57	0	0	5	1 000	—
	63	0	0	0	5	100
	79	0	0	0	0	—
Нефтяной пек	44	325	1 000	—	—	—
	47	183	370	1 000	—	—
	48	148	246	—	—	—
	50	78	120	—	—	—
	64	33	52	55	58	68
	66	32	34	36	—	—
Мексиканский битумен	100	19	25	27	28	30
	44	1 000	—	—	—	—
	63	40	52	67	85	—
Бермудский асфальт	45	1 000	—	—	—	—
	46	55	1 000	—	—	—
Кабельная масса А	48	334	460	1 000	—	—
	45	1 000	—	—	—	—
	51	109	305	1 000	—	—
» Б	51	109	305	1 000	—	—
	52	70	115	170	480	1 000

тягучести некоторых битуминозных материалов с различными температурами размягчения по Сарнову-Кремеру при различных температурах испытания.

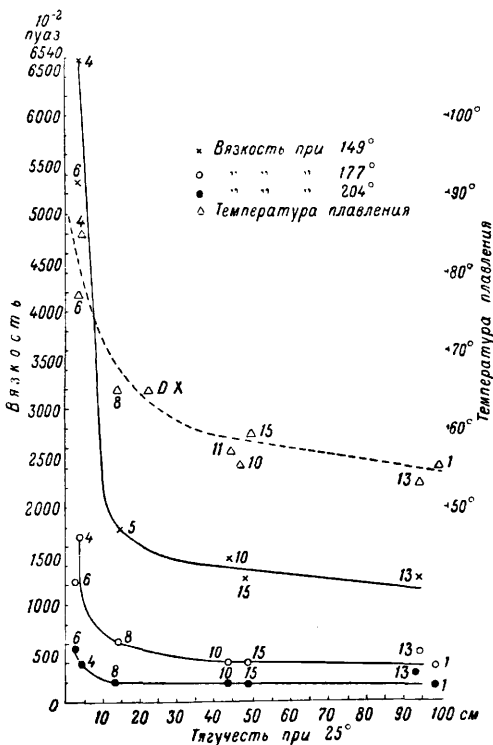
Тягучесть полутвердых тел есть свойство, не однозначнее с мягкостью (оцениваемой пенетрометром) и не связанное с нею. Испытание различных естественных асфальтов и нефтяных пеков привело к выводам, помещенным в табл. 2.

Весьма большая тягучесть м. б. свойственна также телам умеренной мягкости. Это можно пояснить, например, данными табл. 3.

Табл. 3.—Пример взаимного несоответствия тягучести и мягкости.

Подготовка испытуемого вещества	Тягучесть в см	Пенетрация
Непрогретый материал . . .	63,0	45
Остаток того же материала после 5-часового прогревания при 200°.	3,0	50
Тот же остаток, смешанный с дистиллатом	3,5	100

Из веществ разного происхождения и разных свойств, нетягучих и обладающих одинаковой степенью мягкости, иногда удается получить, при одном и том же разбавлении третьим веществом в одной и той же пропорции, смеси одинаковой мягкости и приблизительно одинаковой тягучести; таковы, например, нефтяной пек и естественный асфальт при разбавлении тройным количеством масла. Но другой нефтяной пек, имевший первоначально такую же мягкость, как и асфальт, от небольших добавок масла делался



Фиг. 4.

мягче и тягучее, чем асфальт от больших добавок масла. Т. о., тягучесть и мягкость у разных веществ изменяются в одних случаях одинаково, а в других — разно. Технич. качества асфальтов и пеков, как строительных материалов, наглядно выступают при смешении этих веществ с возможно более подвижными маслами; для этого испытания оказалось пригодным тяжелое германское

парафиновое масло (удельный вес 0,920 при 15°) из бурогоугольного дегтя.

Из различных свойств асфальтов наибольшую связь с тягучестью показывают вязкость и затем $t_{пл}$ (фиг. 4, точки относятся к асфальтам разного рода и происхождения).

Лит.: Добрянский А. Ф., Анализ нефтяных продуктов, М.—Л., 1925; Маркуссон И., Асфальт, М.—Л., 1926; Spielman P., Bituminous Substances, L., 1925; Abraham H., Asphalts a. Allied Substances, N. Y., 1920; Tentative Standards, Standard ND 113—26T, «American Society for Testing Materials (ASTM), Proceedings», Philadelphia, 1928, p. 471—510; Cross R., Handbook of Petroleum, Asphalt, a. Natural Gas, Kansas, 1919, p. 341—342, 1924, p. 480, 612; Lunge G. u. Berl E., Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, B. 3, p. 295, 420—421, 7 Aufl., B., 1923; Köhler H. u. Graefe E., Die Chemie und Technologie d. natürl. u. künstl. Asphalte, p. 399, 2 Auflage, Braunschweig, 1913; Klappel E., «Asphalt-u. Teerindustrie-Ztg», Berlin, 1927, 9, p. 217; Gary M., «Mitteilungen aus d. Materialprüfungsamt zu Berlin-Dahlem», Berlin, 1915, B. 33, p. 210; Lagerquist J. u. Spanne H., Über d. Anwendbarkeit verschiedener Asphaltarten als vergießbare elektrische Isoliermasse. «ETZ», 1928, H. 38, p. 1395—1400.

П. Флоренский.

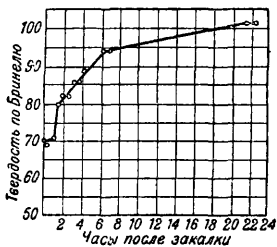
ДУПИОН, коконодвойник, кокон, завитый двумя или несколькими шелкович. червями. Д. не годится для обычной размотки и является браком. Различают два основных вида Д.: 1) коконы, завитые двумя червями, имеющие сравнительно правильную форму, у которых поперечный диам. не более $\frac{3}{4}$ длины кокона (по итал. классификации Dorri I), и 2) коконы неправильной, уродливой формы, завитые более чем двумя червями с очень большим попереч. диам. (Dorri II). Первый вид Д. разматывается в специальных кокономотальных, перерабатывающих только дупион, при чем Д. разматывается на шелк-сырец (в ровных денье: 60/80, 80/100, 100/120), находящийся сбыт на ближневосточных и африканских рынках. Второй вид Д. не разматывается и находит применение в шелкопрядильном производстве (см. Шелкопрядение). Обычно процент Д. не превышает 8—10. Причинами Д. являются: 1) специфические особенности отдельных пород (китайские породы обычно дают больший %) и 2) неудовлетворительные условия выкормки, отсутствие хороших коконников. См. Кокономотание.

В. Линде.

ДУРАЛЮМИН (дуралюмин, дуралюминий, дуралюминий, дураль), сплав с высокими механич. качествами и низким уд. в. Состав Д.: 3,5—5,5% Cu, 0,5% Mg, 0,5—0,8% Mn, остальное — алюминий [1]. Высокие механические качества Д. приобретает после термической обработки, состоящей в закалке и облагораживании сплава.

Способность алюминиевых сплавов принимать закалку была обнаружена в результате работ Герм. центр. станции для научно-технич. исследований в Нейбабельсберге. Сотрудник станции, инж. Альфред Вильм, в 1909 г. взял патент на способ облагораживания магнийсодержащих сплавов алюминия; по этому патенту, сплавы нагревают до t° выше 420°, закаливают и оставляют вылеживаться при обычной темп-ре. Во время этого вылеживания твердость и крепость сплава увеличиваются с течением времени до определенного предела (фиг. 1). В странах, не взявших патента на Д., под различными названиями запатентованы сплавы, по существу являющиеся Д. или близкие к

нему по химич. составу, механич. качествам и обработке: альфериум—во Франции; асие-раль—во Франции и Америке, «17S»—в Америке; близкий к нему «У-сплав»—в Англии. Сплав, аналогичный Д., в СССР получил название «кольчугалюминий». Состав при-веденных сплавов см. *Спр. ТЭ*, т. II.



Фиг. 1.

с повышенной теплопроводностью, альдрей, телекталь—с повышенной электропроводно-стью, авиональ, конструкталь, сталюмин, ультралюмин—конструкционные, алюфон-литый и т. д.

Производство Д. Плавка Д. производится в железных и чаще в графитовых тиглях, а также в электрич. печах [2,3].

Плавка Д. в графитовых тиглях производится так. Тигли просушивают при 100—150° в течение около 2-х недель, прокаливают до 300—375°, ставят в разогретый горн и производят засыпку кокса. По разогреве тигля и расплавлении первой порции Al присаживают некрупными кусками тройную лигатуру (50—55% Cu, 8—10% Mn и 40—37% Al) и остальную часть Al. Конец пла-вки происходит при 680—700°. Перед самой отливкой для удаления окиси алюминия присаживают флюс (0,02—0,25% ZnCl₂). По прекращении выделения дыма тигель вы-нимают из горна и после снятия шлака присаживают необходимое по составу Д. количество магния. Литье при 700° или не-много выше производится широкой струей в наклонную форму, со скоростью 0,2—0,5 м/сек в зависимости от размеров отли-ваемой плиты (10—50 кг).

Нагрев перед прокаткой в методических или муфельных печах производится в тече-ние 5—12 ч. при 450—480°. Станы горячей прокатки имеют диаметр валцов 600 мм, число оборотов 15—20 в мин. Плита разме-ром 50 × 450 × 550 мм в 9 проходов прока-тывается до толщины 16,5 мм. Поверхност-ные недостатки полос удаляются шавров-кой. После вторичного нагрева следует горя-чая прокатка в 8 проходов до толщины 3 мм. Станы холодной прокатки имеют стальные валцы с водяным охлаждением; диаметр валцов 425—500 мм, число обо-ротов 20—30 в минуту. Прокатка после от-жига ведется на подготовительном стане в 8—12 проходов до толщины 0,4 мм и на отделочном—в 20—30 проходов, со смазкой керосином и воском. Ход операции при про-катке на листы в 0,3 мм такой: разрезка 3-мм заготовки на ножницах, шавровка, про-травка в 10%-ном растворе едкой щелочи и в смеси 1 ч. H₂SO₄ + 4ч. HNO₃ + 15 ч. H₂O до матовой поверхности листа, тщательная промывка в воде и протирка сухими опилка-

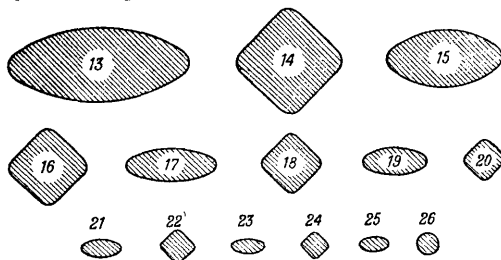
ми, прокатка до 1,5 мм, отжиг при 390—420°, браковка, шавровка, разрезка на но-жницах, прокатка до 0,8 мм, отжиг при 380—400°, прокатка парами листов до 0,4—0,45 мм, отжиг при 360—380°, протравка до глянцевої поверхности листа, чистка кар-довыми щетками, прокатка парами листов до 0,3—0,33 мм. Отжиг производят часто не в пламенных печах, а в соляных ваннах-печах (50% калиевой + 50% натриевой се-литры). Продолжительность отжига листо-вого дуралюмина (20—30 кг металла в 1 000 кг селитры) в зависимости от толщи-ны листов приведена в табл. 1.

Табл. 1.—Продолжительность отжига листового Д. в зависимости от тол-щины листов.

При толщине ли-стов в мм	Количество листов	Продолжи-тельность отжига в мин.
5	2—4	60
1,5—2,0	4—6	20—30
0,8—1,0	6—8	18
0,5	8—10	12
0,3	8—12	8

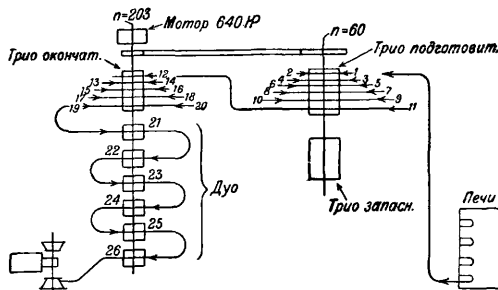
Дальнейшая термическая обработка зависит от требований поставки.

Производство проволоки из Д. на Дюро-новских в-дах в Германии выполняется сле-дующим образом. Круглая болванка \varnothing 80 мм,



Фиг. 2.

длиною 1 000 мм нагревается до 480°. После 26 проходов проволока имеет \varnothing 6 мм. Сече-ния после 13—26 проходов представлены на фиг. 2. Схема горячей прокатки изобра-жена на фиг. 3. Для протяжки до \varnothing 1 мм



Фиг. 3.

требуется с отжигами 12 протяжек. Отжиги производятся: I—после горячей прокатки на \varnothing 6 мм, II—между 1-й и 2-й протяжкой, III—между 2-й и 3-й протяжкой, IV—между 5-й и 6-й протяжкой, V—между 8-й и 9-й протяжкой. После 12-й протяжки сле-дует термическая обработка.

Производство труб (например 30/28 мм в диам.) из Д. происходит путем горячей выпрессовки на прессе Дика (под давлением 2 000 т) трубы-заготовки \varnothing 50/41 мм из болванки Д. \varnothing 180 мм и длиной 900 мм, предварительно нагретой до 480°. Данные дальнейших операций приведены в табл. 2.

Табл. 2. — Данные протяжки труб.

Протяжка	Диаметр трубы в мм		Термич. обработка	Протяжка	Диаметр трубы в мм		Термич. обработка
	на-ружн.	внутр.			на-ружн.	внутр.	
1	48,5	40	отжиг	10	39	35	—
2	47	39	отжиг	11	38	34,5	—
3	46	38,5	отжиг	12	37	34	отжиг
4	45	38	—	13	36	33	—
5	44	37,5	отжиг	14	35	32,5	отжиг
6	43	37	—	15	34	32	отжиг
7	42	36,5	отжиг	16	33	31	—
8	41	36	—	17	31	29	закалка
9	40	35,5	отжиг	18	30	28	—

Производство профилированного Д. происходит или путем прокатки, или выдавливанием на прессе Дика из болванок \varnothing 178—200 мм в горячем состоянии, или протяжкой из прокатанных лент. В СССР главным образом имеет применение последний способ. Протяжка производится, например, на двустороннем клещевом цепном стане с мотором 75 НР. Две цепи по 9 м длиной имеют скорость 15 м/сек.

Механические качества дуралюмина, в зависимости от его химического состава и обработки, характеризуются в среднем такими величинами:

- Предел текучести (0,2% остаточ. удлинен.) Z_s 24 ÷ 33 кг/мм²
- Кoeff. крепости на разрыв Z_{max} 36 ÷ 44 »
- Удлинение ϵ (на длине $l = 11,3\sqrt{F}$) 22 ÷ 10%
- Сужение поперечного сечения q 30 ÷ 10%
- Испытание на удар (20 × 20 мм) 3 ÷ 5 кгм/см²
- Твердость по Бринелю H_{Br} 70 ÷ 130 кг/мм²
- Кoeff. крепости на срез S 20 ÷ 27 »
- Модуль упругости при растяжении 6 500 ÷ 7 400 кг/мм²
- Модуль упругости при срезе до 2 800 кг/мм²

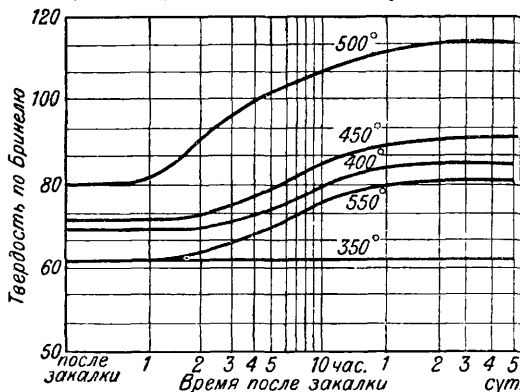
Механические качества Д. при различных t° и технических условия 1928 г. Стандартной комиссии Главметалла ВСНХ СССР на приемку сплавов типа Д. для авиастроения см. *Спр. ТЭ*, т. II.

Нагартованием коэфф-т крепости может быть поднят до 59 кг/мм², предел текучести—до 56 кг/мм², H_{Br} —до 164 кг/мм². Удлинение при этом падает до 3—4%. Госуд. завод в Кольчугине (Ярославск. губ.) еще в 1924 году получал сплав типа Д. в листах с коэфф-том крепости 42,2 кг/мм² при удлинении 22,2%, но тогда подобные качества были исключением. В настоящее время изготавливается листовая Д. с коэфф-том крепости в 40—42 кг/мм² при удлинении 20—22%. В практике, с целью быстрого определения по твердости коэфф-тов крепости на разрыв и на срез, считают:

$$Z_{max} \approx 0,35 H_{Br} \text{ кг/мм}^2;$$

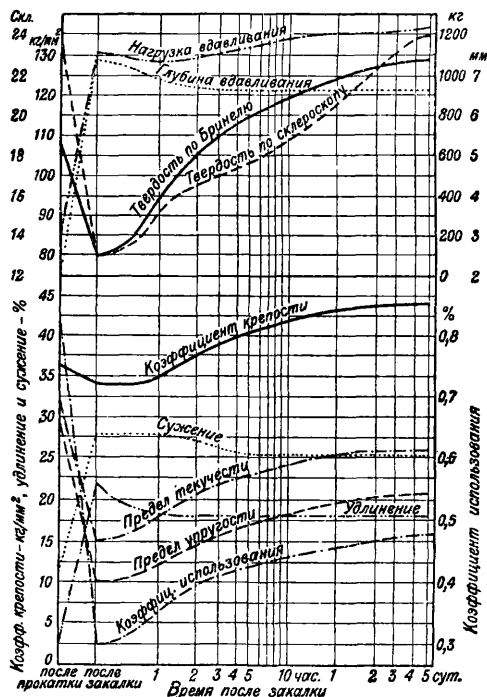
$$S = 0,235 H_{Br} \text{ кг/мм}^2 \approx 0,666 Z_{max} \text{ кг/мм}^2.$$

Термическая обработка. Нагрев Д. в обычном состоянии (отожженном или через несколько дней после закалки) до 170—180° не ведет к заметному изменению механич. качеств. Нагрев до больших t° ведет к понижению коэфф-та крепости. Наименьший коэфф-цент крепости сплав получает после



Фиг. 4.

нагрева до 350—380°. При этом условия охлаждения после нагрева не имеют существенного значения. Подобная обработка м. б. названа отжигом. При нагреве до более высоких t° большое влияние на механические качества Д. оказывает скорость охлаждения.



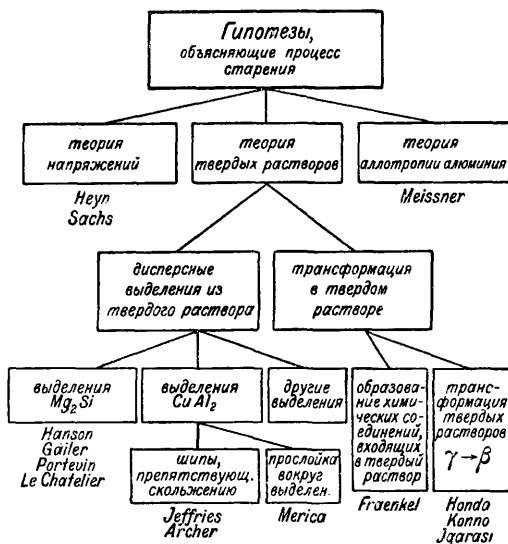
Фиг. 5.

Быстрое охлаждение в воде при $t^\circ 0 \div 20^\circ$ является основным видом закалки. В отличие от углеродистых сталей, резкая закалка Д. не приводит его непосредственно после охлаждения в твердое состояние. Чем ниже t° закалочной среды, чем быстрее скорость охлаждения после нагрева и чем выше была

t° нагрева (не переходя $510-525^\circ$), тем относительно мягче сплав непосредственно после закалки (фиг. 4). Но с течением времени, при лежании Д. после закалки в комнатной t° , механич. качества его изменяются. Числовые значения большинства обычно определяемых механич. качеств увеличиваются. Мало изменяются лишь удлинение и сужение поперечного сечения. Наибольшие изменения механич. качеств Д. с течением времени происходят после закалки при $500-520^\circ$. Ход подобных изменений (по Андерсону) представлен на фиг. 5 (отрезки времени по оси абсцисс отложены по величине в виде логарифма числа минут, прошедших с момента закалки. В дальнейшем у всех диаграмм, где по оси абсцисс отложено время, принят такой же метод изображения).

Явление изменения с течением времени механич. качеств после закалки называется старением, облагораживанием, улучшением, твердением или укреплением; однако, ни одно из этих названий не характеризует явления достаточно точно. Старение сплава при комнатной t° продолжается в течение 5—9 суток. В результате Д. приобретает наиболее высокие механич. качества. В таком состоянии сплав м. б. назван «застаревшим». После этого при обычных условиях механич. качества заметно не изменяются. Зависимость

фиг. 6. Лучшая t° нагрева для закалки 510° . Подобное старение наблюдается и у других сплавов (см. *Алюминиевые сплавы, Магние-вые сплавы, Старение сплавов*).

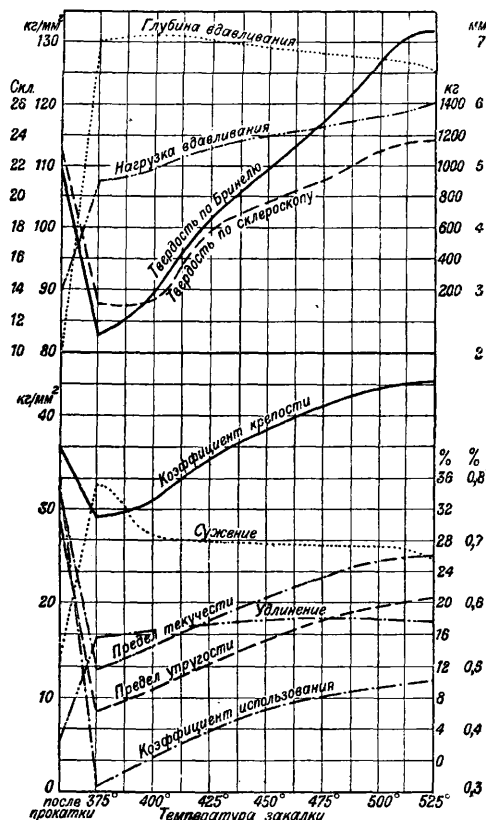


Фиг. 7.

Охлаждение Д. на воздухе после нагрева до высоких температур ($400-525^\circ$) также вызывает старение сплава; однако, изменение механических качеств происходит при этом в меньшей степени, а при охлаждении его вместе с печью в течение 15 и более часов Д. приобретает наиболее низкие механич. качества. Чем медленнее сплав при охлаждении достиг t° в 300° , тем меньше сказывается на его механич. качествах величина t° нагрева (если она не превосходила 525°). Нагрев выше 525° ведет к понижению механич. качеств; особенно резко падает удлинение. Такой сплав называется пережженным. Пережог характеризуется тем, что сплав покрывается пузырями или сразу сильно портится. При t° ок. 650° происходит плавление Д.

Старение сплавов типа Д. после закалки происходит не только при комнатной t° , — «нормальное», или «самостоятельное», старение, но и при повышенной ($100-150^\circ$) — старение «искусственное», или вынужденное. В последнем случае, в зависимости от t° , старение происходит быстрее, чем при комнатной t° (см. *Старение сплавов*).

Теория закалки Д. Отожженного Д., как следует заключить из диаграмм плавкости (Al-Cu, диаграмма Дикса, — см. *Алюминиевые сплавы*; Al-Mg — см. *Магниеые сплавы*), представляет собою гетерогенную смесь твердого раствора Al с малыми количествами Cu, Mg и других составляющих. Нагрев до темп-р, при охлаждении с к-рых происходит закалка, переводит большее количество составляющих в твердый раствор с Al, в связи с увеличивающейся растворимостью составляющих при повышении темп-ры. Состояние же Д. непосредственно после закалки, в процессе старения и по завершении этого процесса, различными исследователями толкуется по-разному. Оживленная дискуссия по этому вопросу, сопровождавшаяся рядом

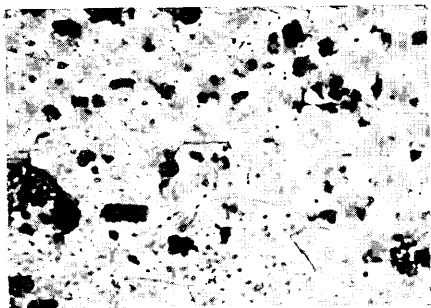


Фиг. 6.

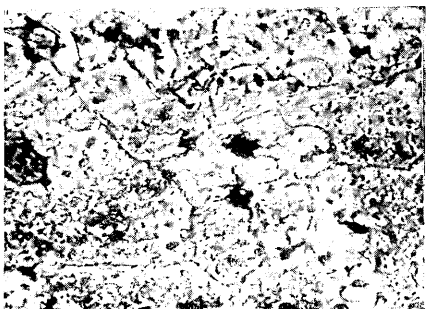
после закалки и старения Фигири механич. качеств Д. от t° , до к-рой сплав был нагрет перед закалкой, представлена (по Андерсону) на



1



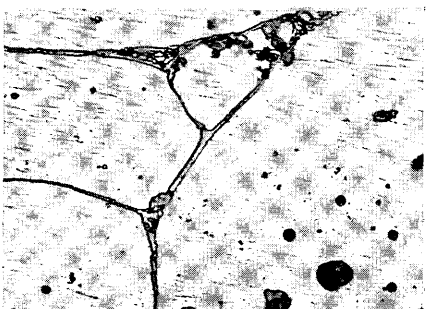
2



3



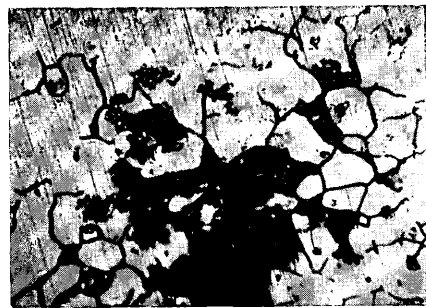
4



5



6



7



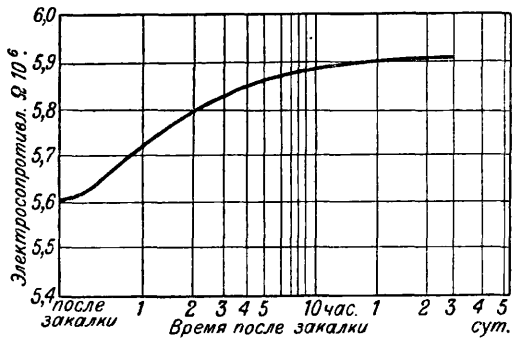
8

Микроструктура прокатного дуралюмина: 1 — после прокатки, $\times 600$; 2 — закаленный с 500°C , $\times 600$; 3 — отожженный при 500°C , $\times 600$; 4 — отожженный при 300°C , $\times 600$; 5 — закаленный с 600°C , $\times 400$ (сетка вокруг кристаллитов); 6 — деформированный растяжением, $\times 300$ (место около шейки); 7 — интеркристаллитная коррозия, $\times 160$ (нетравленный); 8 — точечная коррозия, $\times 280$ (поперечный разрез).

экспериментальных работ, привела к созданию нескольких гипотез по теории закалки Д. (фиг. 7). Теория внутренних напряжений (Гейн, Закс и др.) основывается на том, что литой Д. при старении крайне незначительно изменяет свои механические качества; сплав д. б. хорошо механически обработан (проковкой, прокаткой и т. п.), чтобы затем после закалки имело место отчетливо выраженное явление старения; но, согласно Арчеру, в Д., составленном из Al высокой степени чистоты, наблюдается явление старения и в литом состоянии.

Теория аллотропии алюминия, по Мейснеру, основывается на том, что Al при 560° превращается из одной аллотропии. модификации в другую; но dilatометрич. изучение Al высокой степени чистоты, по Гаасу, показало, что от 0 до 610° в чистом Al нет никакого превращения.

Теории твердых растворов имеют два направления. Одно считает, что при закалке Д. представляет собой твердый раствор. В процессе старения из твердого раствора выпадают дисперсные выделения составляющих, увеличивающие твердость сплава по мере своего выпадения, совпадающего с процессом старения. По Генсону, Гейлер, Портевену, ле-Шателье, выделяется Mg_2Si , а Джефрис, Арчер и Мерика считают, что выделяется $CuAl_2$, потому что безмагнитные сплавы Al-Cu также стареют. При этом Джефрис и Арчер объясняют повышение механич. качеств при старении тем, что дисперсные выделения являются своего рода шипами в теле кристаллитов, препятствующими образованию плоскостей скольжения. Мерика же считает, что алюминий адсорбируется на дисперсных выделениях в виде пленки [4]. Эта теория опровергается тем, что



Фиг. 8.

при распадении твердого раствора следовало бы ожидать уменьшения электропроводности; опыты, однако, показывают увеличение электропроводности в процессе старения Д. (фиг. 8), так же как и при переходе отожженного материала в закаленное состояние (фиг. 9).

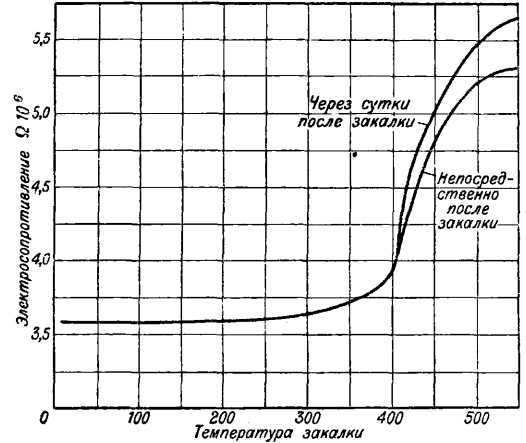
По теории трансформаций в твердом растворе, В. Френкель полагает, что темп-ное равновесие в фазе твердого раствора при t° в 500° нарушается закалкой; получается химич. соединение, к-рое в процессе старения Д. вступает в твердый раствор. Согласно теории К. Гонда, при медленном охлаждении из твердого раствора ($\gamma_{тв. р-ств.}$) выде-

ляется Mg_2Si (или другая составляющая, например, $CuAl_2$); процесс идет так:

$\gamma_{тв. р-ств.} \rightarrow$ Тв. р-ств. + Mg_2Si ,
проще:

$\gamma_{тв. р-ств.} \rightarrow \alpha$

Выделение Mg_2Si из твердого раствора при отжиге предполагает менее стабильную (метастабильную) форму атомов Mg и Si в твердом растворе, более благоприятную для выделения их в форме Mg_2Si . При закалке



Фиг. 9.

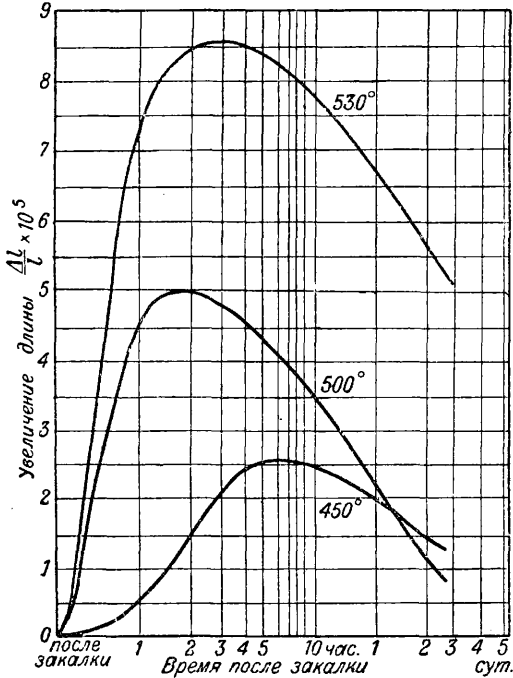
образование метастабильной структуры атомов в твердом растворе обозначается символом β . Состояние β — более твердое, чем γ или α . Закалка дает γ смешанный с β . Старение — медленный переход γ в β .

По данным опытов Гейна и Ветцеля [3], Игараси [6], Эндрю и Гея и Е. Бахметева [7], изменение длины и объема Д. в процессе старения при комнатной t° идет сначала в сторону увеличения, затем уменьшения — кривая дает максимум (фиг. 10). Это заставляет предполагать существование двух процессов в явлении старения или двух твердых растворов β' и β'' . По объему $V_{\gamma'} < V_{\beta'} > V_{\beta''}$; по твердости $H_{\gamma'} < H_{\beta'} < H_{\beta''} > H_{\alpha}$, и трансформация закалки, старения и отжига протекает так:

$\gamma_{тв. р-ств.} \rightarrow \beta'_{тв. р-ств.} \rightarrow \beta''_{тв. р-ств.} \rightarrow \alpha$.

По структуре листового Д. после холодной прокатки представляется состоящим из кристаллитов, вытянутых по направлению прокатки. При большом увеличении видны составляющие: белесые — $CuAl_2$ и черные — $FeAl_3$ (вкл. лист, 1). Закаленный Д. как непосредственно после закалки, так и после старения имеет одинаковую структуру. Вытянутость кристаллитов по прокатке после закалки исчезла (вкл. лист, 2). Медленное охлаждение при нагреве до 500° дает структуру отожженного Д.; по граням кристаллитов видна сетка составляющих (вкл. лист, 3). Если же холоднопрокатанный сплав отжечь при 300°, то кристаллиты частично сохраняют вытянутость по направлению прокатки (вкл. лист, 4). Структура дуралюмина после закалки при 600°, приводящей к пережогу дуралюмина, представлена на вкладном листе, 5; здесь видна сплошная сетка составляющих по граням кристаллитов.

Деформирование Д. Горячая прокатка, прессовка, ковка Д. производится при 470—480°. При прессовке или ковке в



Фиг. 10.

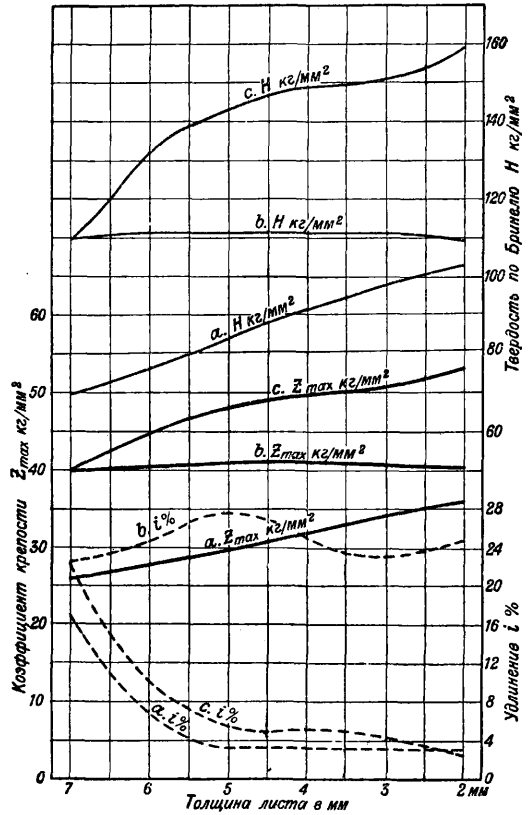
штампах для Д. необходимо большее давление или большая работа удара, чем для железа и стали, т. к. внутреннее сопротивление деформированию у Д. больше. Холодная прокатка отожженного Д. повышает коэфф-т крепости и твердости и понижает удлинение, как это видно из фиг. 11—кривые а; закалка и старение после этого приводят к механич. качествам, изображаемым кривыми б, дальнейшая прокатка—к механич. качествам, изображаемым кривыми с.

Радиусы углов загиба рекомендуется не снижать менее 2—2½ толщин листа. Закаленный Д. после старения деформируется хуже, чем отпущенный. Лучшая t° отпуска или отжига для последующего деформирования 350—375°. Деформирование в различные стадии процесса старения придает застаревшему материалу качества, указанные на фиг. 12. Прокатка непосредственно после закалки в результате старения дает меньшую твердость (фиг. 13, кривая А), чем прокатка после процесса старения (кривая В). Рекомендуют поэтому избегать деформирования Д. в процессе старения, особенно непосредственно после закалки [8, 1]. Однако, иногда термич. обработка после деформирования бывает затруднительна, тогда применяют деформирование и в процессе старения. Так, напр., клепка заклепок из Д. производится часто после закалки, пока металл еще легко деформируется.

Внутренний механизм холодного деформирования Д. при растяжении состоит в незначительн. смещении кристаллитов сплава друг относительно друга и деформировании отдельных кристаллитов. При боль-

ших деформациях отмечаются линии скольжения, различно направленные в зависимости от ориентировки кристаллографических осей кристаллитов. Указанный характер холодного деформирования наблюдается у Д. как при растяжении непосредственно после закалки, так и при растяжении после старения или в отожжен. состоянии (вкл. л., 6).

Сварка и пайка Д. не получили широкого применения, т. к. в обеих этих операциях Д. нагревается до t° отжига, последующая же закалка не приводит к высоким механич. качествам; припой не выдерживают t°, с которых производится закалка, и место спая разваливается; сваренное место имеет структуру литья и крайне незначительно повышает после закалки механич. качества. Однако, сварка Д. все же применяется в деталях, не испытывающих больших нагрузок и не находящихся под действием морской воды и других растворов, вызывающих коррозию. В таких случаях для сварки (по указаниям Петерсена) пламя горелки д. б. концентрированным; при сварке толстых листов применяется ацетилен, при сварке тонких листов—водород. Незначительный избыток кислорода ведет к образованию окисной корки. В качестве флюса употребляется в виде пасты смесь из 32% NaCl, 24% KCl, 24% LiCl и 20% NaF,



Фиг. 11.

смоченная водой. Очистка свариваемого листа производится погружением его в 10%-ную HNO₃ с последующей смывкой теплой водой. После сварки, во избежание уси-

ленной коррозии, остатки флоса смываются 10%-ной H₂SO₄ и затем теплой водой.

Коррозия Д. Явление коррозии Д. в морской воде обнаруживается тем, что сплав покрывается белым налетом, особенно в частях, соприкасающихся попеременно с водой и воздухом. В результате коррозии механич. качества Д. понижаются. По данным Ангстрема, листовой Д. толщиной 1,5 мм в воде с содержанием 2% солей с течением времени изменял свои механич. качества, как указано на фиг. 14. Кривые *a* относятся к Д., совершенно погруженному в воду, кривые *b*—к погруженному в воду наполовину. В кислотных и щелочных растворах Д. также подвергается коррозии. Потери веса Д., вследствие коррозии в течение месяца в различных растворах, по данным Т. Гарада, приведены в табл. 3.

Табл. 3.— Потери веса дуралюмина в течение месяца в разных растворах.

Раствор	Концентрация раствора в %	Потеря веса в %
Na ₂ CO ₃	3	15,65
HCl	0,5	2,49
H ₂ SO ₄	0,5	1,65
HNO ₃	0,5	0,24
NH ₄ (OH)	0,5	0,10
Умезу, Шофу*	—	0,03
Уксусная к-та	30	0,03
»	5	0,02
NaCl	3	0,01
Na ₂ SO ₃	3	0,007

*Органич. к-ты, исслед. японскими авторами.

В отожженном состоянии Д. подвергается коррозии сильнее, чем в закаленном состоянии после процесса старения. В контакте с другими металлами Д. подвергается коррозии сильнее с медью, меньше с латунью, затем с нержавеющей сталью (13% Cr), еще меньше—с железом и, наконец, с алюминием [9]. По своему действию на Д. различают коррозию: интеркристаллитную (вкладной лист, 7) и точечную (вкладной лист, 8), равномерную и местную. Более точной терминологии не установлено.

Для предохранения сплавов типа Д. от коррозии применяют различные покрытия; к ним относится покрытие лаком «дюраль» и по нему—минеральными масляными красками. Более надежное предохранение дает предварительная грунтовка, состоящая из свинцового сурика—от 30 до 80%, цинковых или свинцовых белил—от 30 до 60% и сырого льняного масла с сикативами Pb, Mn, а в последнее время—с кобальтовыми сикативами. Кроме того, предохраняют Д. от коррозии: при помощи электролитич. покрытия его другими металлами (напр. Cr), путем специальной цементации Cu и затем Ni, Cr, Co или Cd.

Применение Д. В литом состоянии Д., за редкими исключениями, применения не имеет. В обработанном состоянии применяются: листы гл. обр. толщ. 0,3—6,0 мм, размерами 700 × 2 000 мм; ленты толщ. 0,04—2 мм, шир. от 5—600 мм в зависимости от толщины; трубы \varnothing 8—100 мм, с толщиной стенки 0,5—4,0 мм; прутки \varnothing 8—60 мм;

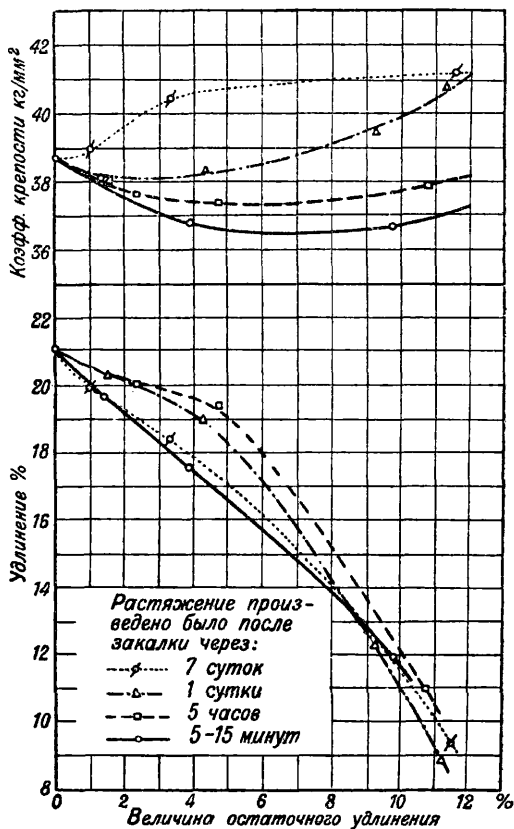
проволока \varnothing 0,5—6,0 мм; профили различных сечений и толщин, вплоть до больших строительных профилей, выпускаемых Дюреновскими з-дами (табл. 4).

Табл. 4.— Строительные профили из дуралюмина, выпускаемые Дюреновскими заводами.

Обозначение	Наименование профиля	№ по герм. сортименту	Вес п. м в кг	Поставляем. длина в м
L	Равнобекий угловой	14	9,800	4,6
I	Двутавровый*	18	8,300	5,4
C	Корытный	18	7,850	5,7
T	Высокий тавровый.	14/14	11,180	4,0

* Толщина стенки для дуралюмина не 6,9 мм, как указано в сортаменте для железа, а 8,0 мм.

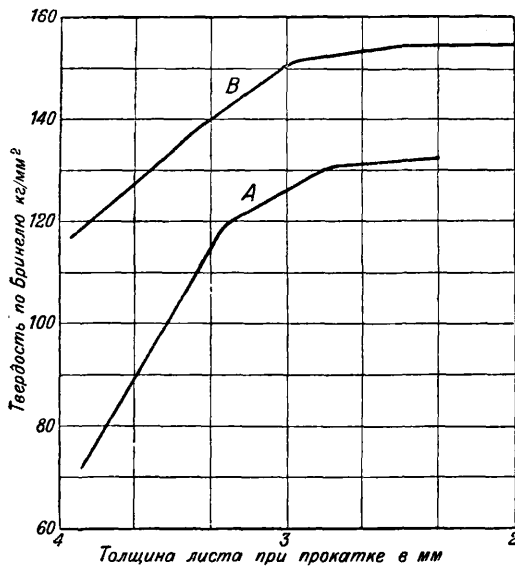
Наибольшее применение имеют заклепки \varnothing 2—8 мм и дл. 4—30 мм. Изготавливаются также различных размеров шурупы для



Фиг. 12.

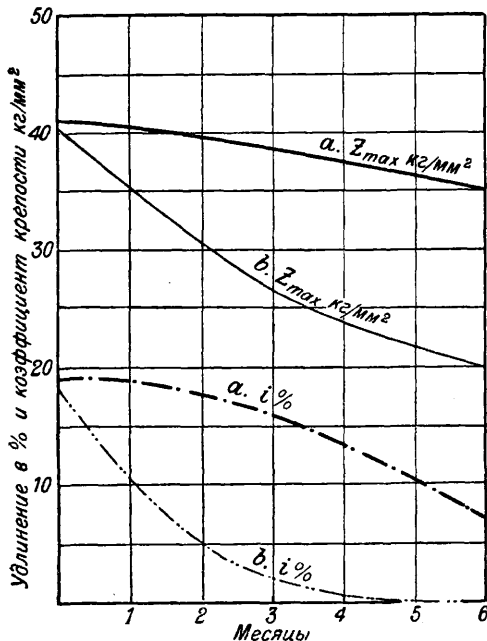
дерева, болты и гайки. Д. применяется гл. образом в тех областях промышленности, где наряду с прочностью требуется легкость: самолетостроение (в СССР—конструкции Ту-полева, Григоровича; за границей—Юнкерс,

Дорнье, Рорбах, Хейнкель, Форд, Бреге и т. д.); дирижаблестроение (гондола «Красного резищика», цеппелины); производство



Фиг. 13.

аэросаней, глиссеров, яхт, кузовов автобусов и автомобилей, частей велосипедов. Д. употребляется также в ортопедии, в производстве пишущих машин, сепараторов, центрифуг, спортивных принадлежностей и в оборудовании пожарных команд. Броневая



Фиг. 14.

плита из закаленного Д. толщиной 7 мм, по указанию Бинни, не пробивается ружейным огнем с расстояния более 300 м.

В последнее время, помимо Д., получают применение для тех же целей сплавы: л а у-

т а л ь, стареющий лишь при повышенных t° (см. *Алюминиевые сплавы*), и электрон, применяемый, кроме того, в виде отливок (см. *Магниево-алюминиевые сплавы*).

Производством Д. заняты: в СССР—Гос. трест по цветным металлам на своих з-дах в Кольчугине и в Ленинграде и Государственный трест авиационной промышленности; в Германии—старейшие з-ды Dürener Metallwerke (Дюрен); во Франции—Société du Duralumine (Кремлен-Бисетр, Куртален, Бурже); в Англии—James Booth & Co (Бирмингем) и лондонская British Aluminium Co; в Америке—Aluminium Co of America и друг. Цена 1 кг листового Д. около 2 р.

Лит.: ¹⁾ Werkstoff-Handbuch. Nichteisenmetalle, В., 1927, Н. 1—5 и. 10; ²⁾ Музалевский Ю. Г., Заводские методы изготовления твердых алю. сплавов для авиационного, «Труды II Всес. совещ. по цветным металлам», М.—Л., 1927, вып. 3—Доклады, т. 2; ³⁾ Воронов С. М., Явления обратной ливидации у алюминия и его сплавов, там же; ⁴⁾ Merica P., «Chem. and Metall. Engineering», N. Y., 1922, p. 881; ⁵⁾ Heyn E. u. Wetzel E., «Mitteilungen aus d. Materialprüfungsamt», В., 1922, В. 40; ⁶⁾ Igarasi, «The Science Reports of the Tohoku Imp. University», Sendai (Japan), 1924, p. 334; ⁷⁾ Бахметев Е. Ф., Механич. качества дуралюмина, в зависимости от деформирования растяжением в процессе старения, «Труды ЦАГИ», М., 1929; ⁸⁾ Willm A., Physik.-metallurg. Untersuchungen über magnesiumbaltige Aluminiumlegierungen, «Metallurgie», Halle, 1911, В. 8, p. 225; ⁹⁾ Акимов Г. В., О состоянии работ по изучению коррозии дуралюмина и меры борьбы с нею. Доклад на конференции по авиа-авто-и моторостроению, М., 1928.—Грард Г., Алюминий и его сплавы, пер. с фр., М., 1926; Деречинский И. Д., Легкие металлы и сплавы, Харьков, 1926 (указана библиография до 1925 г.); Сидорин И. И., Исследование кольчугалюминия, «Труды ЦАГИ», М., 1925, вып. 15 (указана библиография 1903—24 гг.); Шапошников Н. А. и др., Исследования кольчугалюмина, «Труды Ин-та прикл. минерал. и металлургии», М., 1925, вып. 15; Сидорин И. И., Исследование кольчугалюминиевых профилей, «Труды ЦАГИ», М., 1925, вып. 16; Селюков Н. Я., Рентгенографич. анализ в определенных сплавах вообще и алюминия в частности, «Труды II Всес. совещ. по цветн. металлам», М.—Л., 1927, вып. 2—Доклады, т. 1; Шапошников Н. А., Вынужденное старение легких алюмин. сплавов как средство повышения их механич. качеств, там же; Anderson R. J., Metallurgy of Aluminium a. Aluminium Alloys, N. Y., 1925; Sachs G., Grundbegriffe d. mechan. Technologie d. Metalle, Lpz., 1925, p. 273; Corson M., Aluminium, the Metal a. its Alloys, N. Y., 1926; Coehn L. M., Techn. Mitteilungen über Duralumin, «Verhandlungen d. Ver. zur Beförderung d. Gewerbefleisses», В., 1910, В. 89, p. 643; Fraenkel W. u. Seeger R., Studien an vergütbaren Aluminiumlegierungen, «Ztschr. f. Metallkunde», В., p. 225, 1920; Fraenkel W. u. Scheuer E., Vergütbare Aluminiumlegierungen, ibidem, 1920, p. 427, 1921, p. 46; Honda K., «Chem. a. Metall. Engineering», N. Y., 1921, p. 1001; Honda K., «Chimie et Industrie», P., 1926, 3-bis, p. 425; Коноу С., An Investigation of Duralumin, «The Science Reports of the Tohoku Imp. University», Sendai (Japan), 1922, p. 270; Anderson R., Some Mech. Properties of Dural. Scheet as Affected by Heat Treatment, «Proc. Amer. Soc. for Testing Materials», Philadelphia, 1926, 2, p. 349—375; Anderson R., Effect of Heat Treatment on Duralumin, «Forging—Stamping—Heat-Treating», Pittsburgh, 1926, p. 169—172, 208; Anderson R., An Atomic Picture of Duralumin a. its Crystal Structure, «Journ. of the Franklin Inst.», Philadelphia, 1926, p. 465—483; Sachs G., Einige Beobachtungen am Aluminium u. Aluminiumlegierungen, «Ztschr. f. Metallkunde», В., 1926, В. 18, Н. 7, p. 209—212; Meissner K. L., Die Veredelungsvorgänge in vergütbaren Aluminiumlegierungen, «Zeitschrift d. VDI», 1926, В. 70, p. 391—401; Archer R., The Hardening of Metals by Dispersed Constituents Precipitated from Solid Solution, «Trans. Amer. Soc. for Steel Treating», Cleveland, 1926, p. 718—747; Fraenkel W., Zur Kenntnis d. Vorgänge b. d. Entmischung übersättigter Mischkristalle, «Ztschr. f. anorg. u. allg. Chemie», Lpz., 1926, В. 154, p. 386—394; Guertler W., Zur Theorie d. Veredelung v. Construc. u. Montag., «Ztschr. f. Metallkunde», В., 1927, В. 19, Н. 12, p. 488—91; Masin G., Duraluminartige Vergütung b. Eisen-Kohlenstofflegierungen, «Wissenschaftliche Veröffentlich. aus d. Sie-

mens-Konzern», В., 1927, p. 202; Sauerwald F., Die Rolle dispersoidchemischer Faktoren in d. Metallurgie, «Kolloid-Ztschr.», Dresden—Lpz., 1927, В. 42, Н. 3, p. 252, 253. **Е. Бахметов.**

ДУТИКИ, встречающиеся в глинах включения округлой формы и различной величины, состоящие из кристаллическ. углекислого кальция. В огнеупорных глинах они встречаются значительно реже, чем в легкоплавких глинах, обычно залегающих вблизи поверхности земли. Д. являются вредной примесью в глине, т. к. в процессе обжига изделий из такой глины они образуют включения СаО, к-рые гасятся со значительным увеличением объема. В этом случае, при близости Д. к поверхности изделия, возникают местные разрушения, трещины, отскоки материала и т. д. В некрушных производствах, в к-рых стоимость глины как сырья не играет значительной роли, очистка глины осуществляется путем отмучивания или процеживания ее после разведения водой до текучего состояния. В массовых производствах кирпича, черепицы и т. д., глины, содержащие Д., могут применяться лишь в случае полного отсутствия чистых сортов сырья. При необходимости ставить крупное производство на засоренных Д. глинах следует подвергать их особенно тщательной механич. обработке с целью полного измельчения отдельных включений и тесного смешения получаемого тонкого порошка со всей массой глины. Это достигается при помощи гладких или рифленых двух- или трехъярусных вальцевых установок с минимальным просветом в последней паре вальцов или при помощи бегунов. Полученная т. о. рабочая масса оказывается более дорогой по сравнению с подготовленной непосредственно на ленточных прессах.

В. Юрганов.

Лит.: см. Глина.

ДУХИ, см. Парфюмерное производство.

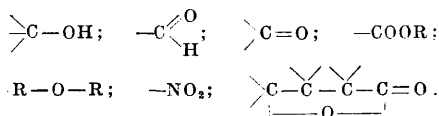
ДУШИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА, индивидуальные органич. соединения, обладающие характерным, б. ч. приятным запахом, применяющиеся при производстве туалетных мыл, парфюмерных и косметич. изделий или пищевых продуктов (напитков, кондитерских товаров и т. п.).

Попытки найти общие характерные признаки в физич. свойствах Д. в. приводили до последних дней к отрицательным результатам, и т. н. одорископический феномен остается необъясненным. Агрессивное состояние не является специфичным признаком, т. к. одинаково часто встречаются Д. в. как в виде твердых при обычной t° тел, так и в виде жидкостей. Общим, хотя и не исключительно свойственным этой группе соединений, признаком является легучесть с водяным паром и растворимость в жидком воздухе, при чем нек-рые исследователи находят соответствие между последним свойством и силой запаха. Весьма характерным свойством является сохранение запаха при растворении в органич. растворителях, связанное, однако, с количественным (силой), а иногда и качественным, изменением этого признака. В воде Д. в. растворяются б. ч. только в минимальных количествах, так что практически они д. б. отнесены к веществам, нерастворимым в воде. Понижение поверхностного натяжения водных растворов Д. в. до нек-рой степени соответствует силе запаха, но прямой зависимости между этими двумя свойствами не наблюдается. Попытки установить зависимость между другими физич. свойствами (способностью адсорбироваться, диамагнитными, электрич. и другими свойствами) и силой и характером запаха не привели к удовлетворительным результатам. Основным и главным признаком Д. в. является их физиологич. действие, выражающееся в специфическом для каждого из них раздражении обонятельного нерва (*Nervus olfactorius*) и воспринимаемое центральной нервной системой как ощущение запаха. Раздражение это имеет

исключительно химич. объяснение, предполагающее наличие в окончатиях обонятельного нерва ряда химич. соединений, о с м о ц е п т о р о в. Между этими соединениями и Д. в. происходят реакции, зависящие от химич. состава осмоцептора и Д. в., и в результате получают соответствующее раздражение и ощущение запаха. Абсолютное количество Д. в., необходимое для получения обонятельного ощущения, достигает исчезающе малых долей г, напр. для искусственного мускуса достаточно концентрация 5-10⁻⁶ на 50 см³ воздуха. (См. Спр. ТЭ, т. I, стр. 469-474.)

Практич. применение Д. в., как и их классификация, в значительной степени опирается на обонятельные ощущения, и поэтому абсолютной объективной классификации Д. в. не существует. Обонятельные ощущения не имеют самостоятельн. терминологии, и поэтому все предложенные системы (Линней, Цваардемакер, Генинг) базируются на ассоциативных ощущениях, что неминуемо влечет за собой субъективность распределений Д. в. по группам. Основывать классификацию на химических признаках не представляется возможным, т. к. качественно однородный запах (напр. лимонный) встречается среди алифатич., гидроароматич. и ароматич. соединений, относимых, кроме того, к разным классам (альдегидам, углеводородам).

Практически Д. в. разделяются на: 1) с и н т е т и ч е с к и е, производство к-рых основано на химич. переработке соединений растительного происхождения или продуктов каменноугольного дегтя, и 2) и з о л и р о в а н н ы е, выделяемые в неизменном виде исключительно из эфирных масел (см.) и продуктов растительного или животного происхождения. Резкой грани между двумя группами провести нельзя, но в огромном большинстве случаев продукты второй из них обладают оптич. активностью и содержат примеси, соответствующие исходному материалу (изомеры, соединения, близкие по t° кип., и т. д.). Отсутствие объективной классификации и трудности физиологич. наблюдений над обонятельными ощущениями, всегда связанными с рядом психологич. моментов (ассоциативных и др.), а также разнообразие химич. структуры различных соединений, обладающих одноименным запахом, затрудняют обоснование зависимости между запахом и строением Д. в. Присутствие в молекуле вещества нек-рых определенных элементов совершенно исключает возможность функционирования его в качестве Д. в., например присутствие металлов. Молекулы Д. в. состоят в большинстве случаев из углерода, водорода и кислорода, значительно реже — из углеводородов, и только в состав очень немногих входят галоиды, азот, сера. Однако, несомненно, что присутствие определенных групп атомов, о с м о ф о р н ы х групп, является характерным для Д. в. К осмофорным группам относятся главн. обр.:



Однако, одним наличием этих групп запах не м. б. объяснен, и необходимо признать, что и характер всей остальной молекулы, о с м о г е н а, играет существенную роль. Как взаимная связь углеродных атомов (циклическая, алифатическая), ненасыщенность

связей, пространственное их расположение, так и количество атомов углерода в основной и в боковых цепях могут иметь решающее значение. Накопление осмофорных групп у одного и того же осмогена может привести к исчезновению запаха—напр. при переходе от одноатомных спиртов к гликолям и многоатомным спиртам. В отдельных случаях взаимное расположение боковых цепей обуславливает характер запаха (напр., в производных ароматич. ряда одновременное замещение в положениях 1, 3, 4 соответствует наиболее ярко выраженному запаху).

Основные технологич. приемы, применяемые для производства Д. в., распадаются на две группы. Для получения изолированных Д. в., кроме тщательного фракционирования при пониженном давлении (4—10 мм), производящегося в колонных аппаратах, применяются химич. методы, основанные на получении соединений, позволяющих легко отделить нужный продукт от остальных составных частей эфирного масла, а затем также легко регенерировать искомым продукт. Для выделения Д. в. с характером альдегидов (а также нек-рых кетонов) обычно пользуются кристаллическ. соединениями этих веществ с кислот. сернистокислым натрием или сернистокислым натрием. Осадки, получающиеся при обработке этими реактивами эфирного масла, содержащего альдегид, отфильтровывают, промывают органич. растворителем и разлагают действием щелочи или кислоты. Для выделения спиртов пользуются либо растворимостью в воде натриевых солей их кислот. фталевых эфиров, либо трудной летучестью с парами воды бензойных, янтарных и некоторых других эфиров, либо, наконец, нерастворимостью в органич. растворителях двойных соединений с безводным хлористым кальцием. Фенолы выделяют при помощи водной едкой щелочи. В производстве синтетич. Д. в. значительное место занимают процессы образования сложных эфиров (эстерификации), так как эстеры (сложные эфиры) спиртов жирного и ароматическ. рядов имеют очень широкое распространение в качестве Д. в. В получении синтетич. Д. в., относящихся к группе спиртов, значительную роль играют способы, основанные на гидратации ненасыщенных углеводородов. Значительным распространением пользуются: реакция Клайзена, т. е. конденсация альдегидов с кетонами или альдегидами в присутствии щелочи (напр. получение ионана, коричневого альдегида и др.); реакция Каницаро, т. е. получение из 2 молекул альдегида при действии щелочи 1 мол. спирта и 1 мол. к-ты с тем же числом углеродных атомов; реакция Буво и Блана, т. е. восстановление этиловых эстеров натрием для получения спиртов с тем же числом углеродн. атомов, что и взятая кислота; реакция Перкина, т. е. конденсация альдегидов и оксиальдегидов ароматического ряда с искусственным ангидридом (напр. получение кумарина, коричной к-ты и др.); реакция Фриделя и Крафтса, т. е. конденсация углеводородов с флорангидами и хлоридами (напр., получение ароматич. кетонов, дифенилметана, первые стадии производства

мускуса). Наряду с реакциями окисления или восстановления, в производстве Д. в. технологически осуществляется даже реакция Гриньяра, и, т. о., производство Д. в. технологически является отраслью химической промышленности самых тонких органич. синтезов. О технологии производства Д. в. см. *Парфюмерное производство, Цветочные масла, Эфирные масла.*

Число разных обращающихся на рынке Д. в. очень велико, и на первый взгляд это число представляется еще большим, т. к. ряд крупных фирм выпускает Д. в. не под их химич. названиями, а под вымышленными, стараясь скрыть их состав незначительными прибавками различных веществ. Главнейшие обращающиеся на рынке Д. в., их физическ. константы, классификацию и характерные производные см. *Спр. ТЭ*, а также *Терпены и Эфирные масла.*

Методы испытания Д. в. обычно основаны на определении основных физич. констант: $t_{пл.}$, $t_{кип.}$, оптич. активности, коэфф-та преломления и органолептич. определения чистоты запаха. Для того чтобы убедиться в соответствии продукта его наименованию, нужно получить характерное его кристаллич. производное и определить его $t_{пл.}$ или, если имеется налицо сложный эфир, определить коэфф-т омыления, т. е. число мг КОН, потребное для омыления 1 г. Сравнение полученных констант в их совокупности со средними нормальными данными позволяет сделать заключение о качестве Д. в.

Производство Д. в. в России до революции не существовало, и до последнего времени б. ч. потребности покрывается ввозом. По перспективному плану, к концу текущего пятилетия потребность в Д. в. (без эфирных и искусственных цветочных масел) исчисляется в 340 000—350 000 кг на сумму 3,5—4 млн. р.; из них главнейшие: терпинеол—50 000—70 000 кг, изоамилоуксусный эфир—100 000—120 000 кг, изоамилоацетиловый эфир—30 000—35 000 кг, этил- и изоамиломасляные эфиры 30 000—35 000 кг, ионон и метилионон—10 000—12 000 кг, дифенилоксид—10 000—15 000 кг, ванилин—10 000 кг; метилантраниловый эфир, анисовый альдегид, фенилэтиловый спирт, гелиотропин, гидроксицитронеллаль, метиловый и этиловый эфиры β -нафтола,—по 5 000—7 000 кг.

Иностранная статистика также не содержит достаточно точных данных о производстве Д. в., так как учитывает их совместно с эфирными маслами. Главнейшими производителями душистых веществ являются в настоящее время Германия, Франция, Голландия, Соединенные Штаты Америки.

Производство душистых веществ.

Страны	Ввоз в т	Вывоз в т	Число предприятий
Германия (1927 г.) .	67,0	380,0	181
Франция (1925 г.) .	132,3	392,2	—
Голландия (1926 г.) .	188,0	324,0	—
С. Ш. А. (1926 г.) .	Внутренн. произв.	1420,0	32

Лит.: Меншуткин Б. Н., Карбоциклические соединения, Л., 1926; «Труды Научного химико-фармацевтического института», М.; Scramlik E., Handb. d. Physiologie d. niederen Sinne, B. 1—Die Physiologie d. Geruchs, Lpz., 1926; Wagner A., Die Riechstoffe u. ihre Derivate, W., 1929; Knoll R., Synthetische u. isolierte Riechstoffe u. ihre Herstellung, 2. Aufl., Neubearb. v. A. Wagner, Halle a/S., 1924; Sohn G., Die Riechstoffe, 2. Aufl., Brschw., 1924; Zwaardemaker H., Die Physiologie d. Geruchs, Lpz., 1895; Hennig H., Der Geruch, 2. Aufl., Lpz., 1924; Sornet R., La technique industrielle des parfums synthétiques, P., 1923; Gattetossé R. M., Nouveaux parfums synthétiques, 2. éd., P., 1927; Jeancard P., Les parfums, P., 1927; Parry E., Cyclopaedia of Perfumery, v. 1, London, 1925; Poucher W. A., Perfumes, Cosmetics, a. Soaps, v. 1—2, 2. ed., L., 1925; Walter E., Manual for the Essence Industry, N. Y., 1916; «Schimmels Berichte», Miltitz bei Lpz., ab 1873; «Die Riechstoff-industrie», Lpz., ab 1926; «Deutsche Parfumerie-Ztg», B., ab 1924; «Les parfums de France», Grasse, ab 1922; «La parfumerie moderne», Lyon, ab 1907; «Perfumery a. Essential Oil Record», London, ab 1909; «American Perfumer a. Essential Oil Recorder», N. Y., ab 1905; «Aromatics», N. Y., ab 1919; «Profumi italiani», Sanremo, ab 1922; «Rivista italiana delle essenze e profumi», Milano, ab 1918.

Б. Рувоский.

ДУШИЦА (*Origanum vulgare* L.), лекарственное травянистое многолетнее растение из семейства губоцветных (Labiatae). Встречается как дикорастущее (Европа, Азия) по кустарниковым зарослям, лесным опушкам и т. п., предпочитает почвы, богатые известью. Все растение пушисто-шершавое, высотой 30—60 см, с мелкими светлопурпуровыми цветами, собранными небольшим щитком. Цветет с конца июня до октября. Сбор Д. производят в конце июня, при чем используют все части растения, кроме корня и главного стебля. После сушки из Д. отгоняют эфирное масло, содержащее гл. обр. карвакрола. Средние выходы масла 0,15—0,4%. Посев Д. производят весной рядами; всходы проредывают так, чтобы расстояние между растениями было 30×30 см. Кроме обыкновенной Д., известны и другие богатые виды ее: *O. creticum* L. и *O. hirtum* Link. (Зап. Европа, Средиземноморское побережье), дающие более высокие выходы эфирного масла (2—3%); масло из *O. creticum* содержит 20—45% тимола и карвакрола, а также 50—20% линалола (в обратном отношении к содержанию фенолов); масло из *O. hirtum* содержит 50—60% тимола.

Лит.: Клинке А. Г., Лекарств., душистые и технич. растения, П., 1916; Казакевич Л. И. и Соболевская О. Ю., Дикие душистые растения Нижн. Поволжья и их эфирные масла, «Журнал опытной агрономии Юго-Востока», Саратов, 1928, т. 5, вып. 2.

Н. Соколов.

ДЫМНЫЙ ПОРОХ, взрывчатое вещество (В. В.) селитро-серо-угольного состава, обладающее металлическими свойствами, так как при горении превращается в газы с отделением тепла не сразу всей своей массой, а постепенно. Всякое взрывчатое вещество, обладающее такими свойствами и пригодное для стрельбы из огнестрельного оружия, называется порохом.

Составные части Д. п. От чистоты селитры, серы и угля зависят физические и баллистич. свойства Д. п., а также безопасность производственной работы. Селитра стала подвергаться на наших з-дах специальной очистке или литрованию со времен Петра I; на эту операцию обращалось особенное внимание с целью получения наименее гигроскопичного, а следовательно, пригодного для продолжительного хранения по-

роха. Присутствие натриевой селитры и хлористых соединений калия, натрия, кальция и магния значительно увеличивают гигроскопичность калиевой селитры, а значит, и пороха. Современные требования: 1) калиевая селитра должна содержать не менее 99,8% чистого KNO_3 ; 2) содержание $NaNO_3$ не д. б. более 0,03%; 3) соединений хлора при расчете на $NaCl$ допускается не более 0,03%; 4) не д. б. соединений кальция, магния и нерастворимых в воде веществ—песка, железа, дерева и т. п. Сера для Д. п. получается очисткой или рафинированием комовой (природной) серы путем перегонки. Основные требования: 1) при сгорании не должно оставаться более 0,01% остатка, в нем не допускается присутствия песчинок; 2) при кипячении с водой не должно извлекаться веществ кислого характера и не должно содержаться мышьяка более 0,1%. Уголь. Из трех составных частей Д. п. уголь требует наибольшего изучения и соблюдения специальных условий обжига. Если селитру и серу пороховые з-ды могут получать со стороны, подвергая их химич. анализу, то уголь они вынуждены выжигать сами, т. к. анализом нельзя установить пригодность угля и недостатка его скажут лишь в готовом порохе. Уголь, идущий на производство Д. п., должен легко воспламениться, быстро сгорать и по возможности быть мало гигроскопичным. Для всех сортов черного пороха употребляется уголь, выжженный из малоплотных древесных пород, напр., из крушины, ольхи, осины, орешника, ивы и тополя. Смолистые породы деревьев при обжигании дают нагар, затрудняющий воспламенение пороха. Деревья, предназначенные для выжигания порохового угля, д. б. от 2- до 10-летнего возраста, т. к. очень молодые деревья дают много золы, а древесина старого леса неоднородна. Для получения угля дерево следует обжигать без доступа воздуха. Обжигание в ямах или котлах, при к-ром получается пережженный, смолистый и богатый золой уголь, давно уже оставлено; перешли к более совершенному способу выжигания угля в цилиндрах или ретортах, при к-ром возможна регулировка обжига изменением t° и времени. В зависимости от t° обжига получается уголь с различным содержанием углерода, а следовательно, различный по свойствам. Существуют три сорта порохового угля: черный, бурый и шоколадный (табл. 1).

Табл. 1.—Температура обжига и содержание углерода в разных сортах порохового угля.

Сорт угля	t° обжига	Содержание углерода в %
Черный	350—450	80—85
Бурый	280—320	70—75
Шоколадный	160—170	52—54

Шоколадный уголь изготовляется специально для фабрикации шоколадного призматического пороха, назначавшегося для длинных пушек большого калибра. С переходом к бездымным порохам шоколадный

призматич. порох потерял свое значение, и вместе с ним отпала потребность в шоколадном угле. Цвет черного угля в кусках—синева-черный, в порошке—черный. Бурый уголь имеет красновато-бурый цвет, бархатистый вид и жирен наощупь. Бурый уголь легче воспламеняется и обладает большей скоростью горения, вследствие чего порох с бурым углем, изготовленные в одинаковых условиях, горят быстрее, чем порох с черным углем.

Для приготовления порохового угля пользуются различного устройства печами, к-рые должны давать наиболее чистый уголь, незагрязненный посторонними примесями и вполне однообразный по обжигу. Этим условиям в достаточной степени удовлетворяют горизонтальные неподвижные и подвижные чугунные или железные ретортные печи. Дрова, предназначенные для выжигания порохового угля, выдерживают не менее двух лет в поленищах и перед обжигом распиливают и раскалывают на бруски длиной 35—40 см и толщиной 2,5—5 см. Из 100 вес. частей дров с 15% влажности получается 25—30 частей черного угля, или 35—40 частей бурого угля, или же 68—70 частей шоколадного угля. Обжиг угля на черный порох продолжается от 6,5 до 7,5 час., а на бурый—ок. 9 час. После загрузки реторты и выдерживания угля в тушилниках (7—10 дней), для поглощения им необходимой влажности (7½—10%), уголь подвергается ручной переборке на сортировочном столе с проволочной сеткой, с целью отделения недожженного угля с зольным и смолистым налетом. Для получения наиболее однообразного угля необходимо: 1) обжигать в ретортах всегда одно и то же количество дров, 2) поддерживать равномерную t° обжига.

Фабрикация Д. п., являясь процессом чисто механическим, сводится к тщательному измельчению отдельных составных частей, смешению их и приданию зерну формы и размера соответственно сорту пороха. В течение многих веков пороходелы чисто опытным путем устанавливали состав и применяли способы изготовления Д. п. в соответствии с техническими средствами своего времени.

К настоящему времени на пороховых з-дах, на основании опыта, выработан следующий порядок фабрикации Д. п.: 1) измельчение составных частей, 2) изготовление двойных смесей, 3) смешение составных частей, т. е. изготовление тройных смесей, 4) получение пороховой лепешки, 5) дробление пороховой лепешки в зерно, 6) полировка зерна, 7) сушка пороха для удаления влаги, 8) чистка или отвеика пороха, разымка, смешение в партии и укупорка.

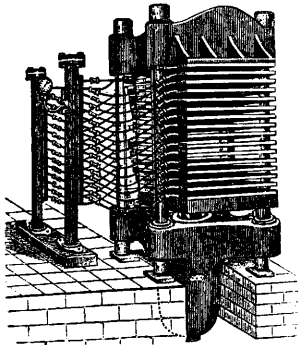
Измельчение составных частей производится обыкновенно в железных цилиндрич. бочках, вращающихся на оси. На внутренней поверхности бочки расположены продольные ребра, увлекающие массу при вращении. Вместе с измельчаемым материалом в бочку помещают двойное по весу количество бронзовых шариков диам. ок. 12 мм. При употреблении бочек диам. 1,1 м и шир. 1,0 м, предельная скорость вращения установлена в 26 об/м. Время измельчения в боч-

ках (от 3 до 7 часов) зависит от устройства аппаратуры, величины закладки и требуемого сорта пороха. Уголь предварительно размалывают на специальной мельнице «Эксцельсиор» и измельчают отдельно или вместе с серой. Измельчение селитры не обязательно, в особенности, если она получается заводом в виде мелких кристаллов. После измельчения составных частей и получения двойных смесей производят расчет и навеску их для составления тройных смесей, к-рые уже представляют собою пороховой состав, чрезвычайно легко взрывающийся; поэтому обработку его производят в кожаных или деревянных бочках, обложенных внутри кожей, с применением деревянных бакаутовых шариков. При диам. бочек в 2 м и шир. 0,75 м загрузку делают из 164 кг состава и 164 кг бакаутовых шариков. Число оборотов барабана—18 в м. и время обработки—от 5 до 10 час. После смешения и замены глухой крышки рамой с сеткой, состав спускают в деревянный ящик и перевозят для просейки на специальных аппаратах с шелковыми ситами.

Большинство пороховых з-дов признает необходимым после бочечного смешения подвергать пороховой состав бегунной обработке с целью уплотнения его и более тщательного смешения составных частей. Лучшими в смысле безопасности и производительности следует считать бегуны системы з-да Крупша-Грузона в Магдебурге. Бегунный лежень и катки изготовлены из лучшего зеркального закаленного чугуна, тщательно отшлифованного и отполированного. Каждый бегун или каток, весом в 5 500 кг, вращается на своей оси, соединенной с главным вертикальным валом, и в своем движении совершенно не зависит от другого катка. Бегуны подвешены на двойных тросах к коромыслу, сидящему на главном вертикальном валу; поэтому не м. б. соприкосновения катков с лежнем, и во время движения работающая поверхность катка всегда остается параллельной поверхности лежня. Привод м. б. вертикальным или нижним; центральная ось удлинена настолько, что вся передача находится вне рабочего помещения, благодаря чему значительно увеличивается безопасность. Бегун может работать на малом (¼ об/м.) и быстром (12 об/м.) ходу. Для измельчения просеянный тройной состав засыпается в количестве 65 кг на бегунную тарелку, равномерно распределяется на ней и сейчас же смачивается из лейки водой (от 2 до 3½% от веса закладки) во избежание распыления. Затем бегун пускается на тихий ход (3—4 полных оборота), пока пороховая мякоть не прессуется в твердую плитку, после чего он переводится на быстрый ход. Состав обрабатывается для высших сортов пороха в течение 4 ч., для охотничьих—2 ч. и для минных—1 ч. Бегунная обработка имеет особое значение для тех сортов пороха, от к-рых требуется наиболее однообразие. К невыгодам этого способа следует отнести его опасность и дороговизну по сравнению с бочечным. Способ бочечно-бегунный, применявшийся на казенных заводах, дешевле чисто бегунного, и при нем получается порох большей плотнос-

сти. По окончании обработки пороховой состав имеет вид плитки, зерен и отчасти пыли. Состав выгребают с тарелки в деревянные лохани и отвозят в протирочное отделение, где его дробят и протирают через сито и в виде смеси зерен и пыли отправляют в пресовочную мастерскую.

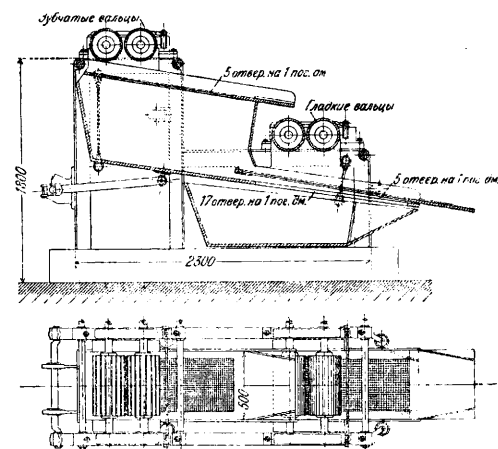
Прессование пороховой смеси производится на вертикальных гидравлич. прессах, состоящих из заделанного под полом мастерской цилиндра с поршнем, оканчивающимся сверху площадкой. С цилиндром соединены 4 стойки с укрепленным сверху упором. Пороховой состав насыпают слоями (до 30 слоев по 8 кг) в парусиновые или шерстяные платки на платформу тележки, перекалдывают



Фиг. 1.

медными листами и по рельсам вкатываются в пресс. При движении поршня площадка его поднимает тележку и спрессовывает состав. Некоторые з-ды производят горячее прессование порохового состава в прессах (фиг. 1), допускающих нагревание состава до t° расплавления серы. Пар подводится по трубкам, присоединенным к полым плитам, между которыми помещаются пакеты с пороховым составом. Благодаря горячему прессованию порох получается менее гигроскопичным.

Дробление пороховой лепешки, с целью получения порохового зерна, производится на зернильных машинах, в к-рых пороховая



Фиг. 2.

лепешка дробится между бронзовыми вальцами с зубьями. Устройство такой машины, системы з-да Круппа-Грузона, с двумя парами бронзовых вальцов показано на фиг. 2 (размеры в мм). Под вальцами на ремнях подвешены сита, получающие колебательные движения от шатуна. Пороховые зерна, проходящие через верхнее сито, собираются

как годные. Крупные зерна, не прошедшие через первое сито, падают на вторую пару вальцов. Зерно, прошедшее через мелкое сито, отделяется как мелочь. Указанные на фиг. 2 размеры сит рассчитаны для получения минного пороха; для зернения порохов других сортов изменяют расстояние между вальцами и ставят другие сита. Производительность такой машины 2—2½ т пороха в 8-часовой рабочий день. Некоторые заводы пользуются зернильными машинами с несколькими парами зернильных вальцов и с элеваторной подачей крупноты для повторного измельчения.

Пороховое зерно, полученное с зернильной машины, имеет неровную поверхность и острые углы, вследствие чего порох легко может перетираться в мякоть при тряске, и малую *гравиметрическую плотность* (см.), а открытые поры способствуют увеличению гигроскопичности зерна. Эти недостатки заставили ввести после зернения операцию полировки. В дубовые барабаны загружают 150—200 кг порохового зерна и приводят их во вращательное движение со скоростью 18—20 об/м. Вследствие трения зерен друг о друга и о стенки барабана сглаживаются неровности и острые углы, и зерна приобретают округлую форму. Время полировки—от 3 до 10 час. в зависимости от сорта пороха. Для придания пороху хорошего внешнего вида и блестящей поверхности, что особенно ценится в охотничьих порохах, полировку ведут с прибавкой некоторого количества графита.

После полировки избыточное количество влажности пороха удаляют сушкой пороха в сушильнях—на столах, через к-рые продувается воздух, нагретый до 20—45°. Количество влажности, остающееся в зернах по окончании сушки—ок. 0,5—1,0%.

Для получения однообразных по размерам сортов пороха производят сортировку или разымку его на специальных разымочных приборах с ситами различных размеров. Разыятый или сортированный порох содержит в себе еще нек-рое количество пороховой пыли и графита, к-рые удаляются при последующей чистке Д. п. в шелковых мешках или в барабанах с парусиновыми стенками. Иногда после чистки производят окончательную сортировку порохового зерна.

Ежедневные выработки пороха, разделенного по сортам, представляют небольшие партии, которые, естественно, должны отличаться по своим физико-химическим и баллистич. качествам. Поэтому для образования большой партии (16—80 т) с однородными свойствами малые партии подвергают тщательному смешению. Смешение производится на специальных приборах, допускающих систематич. перемешивание малых партий.

Лучшие сорта охотничьих порохов, со сферич. формой зерна, т. н. «жемчужные», изготавливаются на особых аппаратах с двумя горизонтально поставленными тарелками, между которыми помещают мешок с 5 кг мелкого порохового зерна и пороховой мякоти. Благодаря вращательным движениям тарелок в горизонтальной плоскости происходит скатывание порохового состава в зерна сферической формы.

Испытание Д. п. Различное назначение Д. п. вызывает и различные нормы технич. требований, предъявляемых к ним. Поэтому различают технич. условия военного ведомства для порохов, назначаемых для военных целей, и технич. условия, установленные применительно к требованиям спортивной и промысловой охоты. Пороха для военных целей при приемке подвергаются: 1) наружному осмотру—для установления

36 г начальная скорость дробы на расстоянии 10 м от дула д. б. в пределах 290 ± 15 м/сек и среднее давление пороховых газов не более 450 atm ; наибольшее давление пороховых газов отдельного выстрела не д. б. более 550 atm . Для перехода к весам пороха и дробы для зарядов дробовиков 16-го и 20-го калибров веса следует брать соответственно с коэфф-тами 0,9 и 0,8. Для жемчужных (сфероидальных) сортов охотничьих

Табл. 2.—Состав и характеристика различных дымных порохов.

Сорт пороха	Состав пороха в %			Норм. размер зерен (точек) в мм		Влажность в %		Плотность пороха			
	се-литра	се-ра	уголь	наиб.	наим.	от	до	гравиметрич.		действит.	
								от	до	от	до
С черным углем:											
Артиллерийский . . .	75	10	15	8	5	0,8	1,0	0,925	0,945	1,55	1,62
Ружейный	75	10	15	5	3	0,8	1,0	0,920	0,940	1,56	1,63
Охотн. крупный . . .	75	10	15	3	1,5	0,8	1,0	—	—	1,57	1,63
» мелкий	75	10	15	1,5	0,5	0,8	1,0	—	—	1,57	1,68
С бурым углем:											
Ружейный новый . . .	77	8	15	3,5	2	0,9	1,1	0,940	0,980	1,72	1,77
Охотн. крупный . . .	77	8	15	5	3	0,9	1,1	0,915	0,990	1,73	1,80
» мелкий	77	8	15	2	0,5	0,9	1,1	0,900	0,970	1,72	1,79

чистоты, отсутствия белого налета, комков и т. п.; 2) исследованию физич. свойств—с целью определения: а) достоинства размычки, б) степени влажности, в) гигроскопичности, г) количества пыли, д) гравиметрической и е) действительной плотностей; 3) химическому анализу—для определения составных частей.

Состав и характеристика различных дымных порохов приведены в табл. 2.

Состав миных порохов: 70—71% калиевой селитры, от 9 до 15% серы и от 10 до 17% угля.

Баллистич. испытания охотничьих дымных порохов состоят в определении начальных скоростей дробин и наибольшего давления пороховых газов в патроннике оружия. При стрельбе из ружья 12-го калибра (диам. ствола 18,8 мм) зарядом пороха от 5,5 до 6 г и весе заряда дробы № 6 в 36 г скорость дробы в расстоянии 10 м от дула ружья д. б. в пределах 310 ± 15 м/сек. Среднее давление пороховых газов группы выстрелов не должно превышать 450 atm , при чем давление отдельных выстрелов не должно превышать 550 atm .

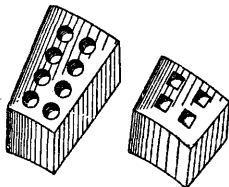
В конце 1925 года, в связи с новыми требованиями, предъявляемыми спортивной и промысловой охотой, были пересмотрены и утверждены следующие физико-химич. и баллистич. нормы качеств дымных охотничьих порохов, применительно к тем сортам, выработку к-рых установили у себя пороховые з-ды: 1) плотность для разных сортов порохов, вследствие особенностей фабрикации на з-дах, установлена в пределах 1,55—1,70; 2) гравиметрич. плотность должна быть не менее 0,870; 3) влажность—в пределах 0,7—1,2%; 4) увлажняемость (при 4 ч.)—не более 3,0%; 5) размеры пороховых зерен в мм мелкого сорта 0,12—0,60, среднего сорта 0,60—1,20 и крупного сорта 1,20—1,70; 6) состав пороха: калиевой селитры 74—78%, серы 8—10%, угля 14—16%; 7) при стрельбе из дробовика 12-го калибра зарядом пороха в $5\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$ г и весе заряда дробы № 6 в 35—

порохов установлены размеры в мм: для мелкого 0,5—0,8, среднего 0,8—1,2, крупного 1,2—1,7. Для миных сортов величина зерен: крупного 5,0—8,5, мелкого 0,7— $2\frac{1}{2}$. Наружный вид приготавливаемых заводами СССР Д. п. в натуральную величину представлен на вкладном листе.

Лит.: Броунс С. А., Технология пороха, Л., 1925; Форт, Черный порох, перевод с немецкого, М., 1925; Escalles R., Die Explosivstoffe, H. 1—Schwarzpulver und Sprengsalpeter, 2 Aufl., Leipzig, 1914; Chalon P., Les explosifs modernes, 3 éd., P., 1911; Vennin L. et Chesneau G., Les poudres et explosifs, P., 1914; Daniel J., Poudres et explosifs. Dictionnaire des matières explosives, P., 1902; Marshall A., Explosives, 2 ed., v. 1—2, L., 1917; Marshall A., Dictionary of Explosives, L., 1920. Н. Довгалевиц.

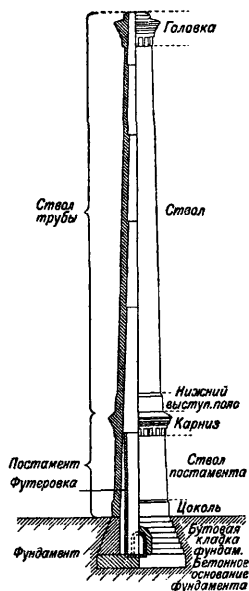
ДЫМОВАЯ ТРУБА, устройство для отведения газов, развивающихся при горении в топках, или ядовитых газов химич., металлургич. и других з-дов в относительно высокие слои атмосферы, а также для возбуждения тяги, вызывающей приток воздуха, необходимого для сгорания топлива. Образование тяги объясняется разностью между удельным весом горячих газов внутри трубы и удельным весом наружного воздуха. По конструкции Д. т. разделяют на кирпичные, железные и железобетонные.

Кирпичные Д. т. выполняются круглого, квадратного, шестиугольного и восьмиугольного поперечного сечения. В настоящее время кирпичные Д. т. делают исключительно круглого сечения, т. к. при этой форме влияние давления ветра, величина поверхности, отдающей тепло, и объем кирпичной кладки получаются наименьшими. Для кирпичных Д. т. применяют специальный лекальный пустотелый кирпич (фиг. 1), имеющий форму части сегмента с несколькими вертикальными сквозными отверстиями. Лекальный кирпич приготавливают из чистой глины.



Фиг. 1.

В Д. т. (фиг. 2) различают следующие главные части: 1) фундамент, подразделяющийся на бетонное основание и бутовую кладку; 2) постамент, подразделяющийся на: цоколь, ствол постамента и карниз; 3) ствол трубы, подразделяющийся на: нижний выступающий пояс, собственно ствол и головку. Фундамент Д. т. обыкновенно книзу расширяется уступами, при чем ширина уступа не должна превышать $\frac{2}{3}$ его высоты. Если по состоянию грунта ширина уступа д. б. более $\frac{2}{3}$ его высоты, то такие фундаменты рекомендуется выполнять железобетонными. Бетонное основание Д. т. делается высотой не менее 600 мм. Бутовый камень фундамента и грунт необходимо хорошо изолировать от действия горяч. газов, которые могут ослабить прочность бутовой кладки. Изоляция же достигается кирпичной кладкой толщиной приблизительно в $2\frac{1}{2}$ кирпича. Постамент и ствол также д. б. изолированы от вредного действия горячих газов; для этого при t° газов $>250^\circ$ применяют свободно стоящую футеровку из огнеупорного кирпича на шамотном растворе. Ствол трубы возводится звеньями (барабанами), высота которых по возможности



Фиг. 2.

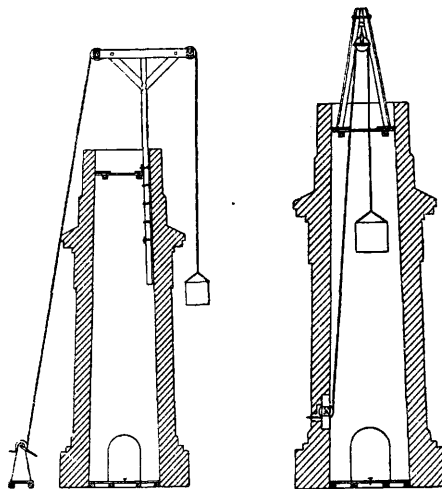
делается одинаковой в пределах $3-10$ м. Толщина стенок трубы должна позвенно увеличиваться по направлению книзу, что соответствует общему уклону, который для внешней стороны равен $0,015-0,04$, а для внутренней— $0,002-0,02$.

Для защиты Д. т. от повреждения молнией на ней устанавливают громоотвод, состоящий из приемника, наружного провода и заземленного отвода в виде тонкой медной луженой пластины. Наружный провод громоотвода крепится в особых железных держателях, которые при возведении Д. т. заделываются в кладке на расстоянии приблизительно 2 м друг от друга. Возведение Д. т. производится без лесов; лесами пользуются обыкновенно только вначале, когда кладется нижняя часть Д. т., а далее уже весь строительный материал подается с помощью несложных подъемн. механизмов (фиг. 3 и 4). При возведении Д. т. необходимо наблюдать за тем, чтобы оси отдельных звеньев трубы в точности совпадали с осью трубы; последнее проверяется с помощью веса.

Из повреждений Д. т. наиболее важным является уклонение Д. т. от первоначального ее вертикального положения. Последнее обстоятельство чаще всего объясняется неравномерной осадкой фундамента. Выпрямление трубы производится след. образом: в нижней части Д. т. со стороны, противопо-

ложной той, куда труба наклонилась, пробивают во всю толщину стенки ряд отверстий на протяжении более половины периметра трубы, к-рые заполняют более тонким слоем кладки, после чего оставшиеся промежуточные части кладки осторожно удаляют, и Д. т., оседая от собственного веса, постепенно выпрямляется, приближаясь к вертикальному положению. Исправление появившихся трещин, повреждения облицовки или швов, производится во время действия трубы, при чем рабочие взбираются до места работ по железным скобам, расположенным с наружной ее стороны.

При проектировании Д. т. прежде всего определяют ее главные размеры, т. е. диам. верхнего сечения и высоту, и затем производят статич. расчет. Величина диаметра трубы зависит от допускаемой скорости выхода газов, которую во избежание нарушений в работе трубы не рекомендуется делать менее 2 м/сек. При меньшей скорости газов могут получиться обратные потоки и задувание ветром. Максимальной выходной скоростью газов считают 8 м/сек; превышение этой скорости влечет значительные потери на трение и поддержание скорости газов в трубе. Т. о., при определении площади верхнего сечения Д. т. желательно задаваться скоростью в 3—4 м/сек, чтобы, при всех возможных колебаниях нагрузки проектируемой



Фиг. 3.

Фиг. 4.

установки, скорость газов при выходе из трубы оставалась в пределах $2-8$ м/сек. Для определения площади верхнего сечения и высоты Д. т. предварительно вычисляют следующие величины.

а) Полный объем дымовых газов V определяется по составу дымовых газов и расходу топлива, сгорающего в час (см. Газ топочный и дымовой). Для определения объема сухих газов, приходящегося на 1 кг топлива при 0° и 760 мм рт. ст., с достаточной точностью можно воспользоваться приближенной ф-лой Даша:

$$V_{с.г.} = \frac{1,1Q}{1000} \alpha \text{ м}^3/\text{кг}, \quad (1)$$

где Q — рабочая теплопроизводительность топлива в $\text{Cal}/\text{кг}$; α — коэффициент избытка

воздуха, величина к-рого зависит от размеров обмуровки котла и экономайзера, ее плотности, длины борава, степени разрежения в газоходах и от многих других причин; в общем случае можно принять $\alpha = 1,6 \div 2,0$. Объем водяных паров при 0° и 760 мм рт. ст. определяется по ф-ле:

$$V_{в.п.} = \frac{(9H + W) \cdot 0,01 + W_{ф.}}{0,804} \text{ м}^3/\text{кг}, \quad (2)$$

где H —содержание водорода в рабочем топливе в % по весу; W —содержание влаги в рабочем топливе в % по весу; $W_{ф.}$ —количество пара (в кг), введенное в топку для сжигания 1 кг топлива, при наличии парового дутья или паровой форсунки. Т. о., приближенный полный объем продуктов сгорания при 0° и 760 мм рт. ст., получающихся при сгорании 1 кг топлива, определяется по следующей ф-ле:

$$V = V_{с.г.} + V_{в.п.} = \frac{1,1Q}{1000} \alpha + \frac{(9H + W) \cdot 0,01 + W_{ф.}}{0,804} \text{ м}^3/\text{кг}. \quad (3)$$

б) Средняя теплоемкость 1 м³ сухих газов в Cal определяется из ур-ия:

$$c_{с.г.} = 0,314 + 0,00003 t'. \quad (4)$$

в) Средняя теплоемкость 1 кг водяных паров в Cal определяется из ур-ия:

$$c_{в.п.} = 0,45 + 0,00005 t', \quad (5)$$

при чем вес вод. паров, образующихся при сгорании 1 кг топлива, определяется по ф-ле:

$$G_{в.п.} = (9H + W) \cdot 0,01 + W_{ф.} \text{ кг}; \quad (2')$$

в уравнениях (4) и (5) t' —температура газов при входе в Д. т.

Расчет площади верхнего сечения Д. т. в свету производится по ф-ле:

$$F = \frac{V_{ск.}}{w} \text{ м}^2, \quad (6)$$

где w —скорость газов в м/сек при выходе (желательно 3—4 м/сек), а $V_{ск.}$ —секундный объем газов, определяемый по ф-ле:

$$V_{ск.} = \frac{V \cdot B (273 + t') \cdot 760}{3600 \cdot 273 \cdot P_{б.}}, \quad (7)$$

где B —часовой расход топлива в кг, V —полный объем газов, определяемый из ф-лы (3), $P_{б.}$ —барометрич. давление в мм рт. ст., t' —температура газов при выходе из трубы, к-рая определяется по ф-ле:

$$(t' - t'')(G_{н.с.} \cdot c_{н.с.}) B = \kappa \left(\frac{t'' + t'}{2} - t_{в.} \right) \pi \cdot d_{ср.} \cdot H, \quad (8)$$

где $(G_{н.с.} \cdot c_{н.с.})$ —тепло, отдаваемое газам при охлаждении на 1° и отнесенное к 1 кг сожженного топлива, определяемое из ур-ия:

$$G_{н.с.} \cdot c_{н.с.} = V_{с.г.} \cdot c_{с.г.} + G_{в.п.} \cdot c_{в.п.};$$

B —часовой расход топлива в кг, $d_{ср.}$ —средний диам. Д. т. в свету в м; H —высота Д. т. в м; $t_{в.}$ —температура воздуха; κ —коэфф. теплопередачи Д. т. (в Cal/м² · час · °C), принимаемый с достаточной точностью равным: 1—для кирпичной трубы, 2—для бетонной трубы (толщиной 100 мм) и 4—для железной нефутерованной. Для определения высоты Д. т., измеряемой от уровня колосниковой решетки, служит ф-ла:

$$S' = 273 \left(\frac{\gamma_{в.}}{273 + t_{в.}} - \frac{\gamma_{г.}}{273 + t_{ср.}} \right) \frac{P_{б.}}{760} \cdot H, \quad (9)$$

где S' —теоретич. тяга в мм вод. ст., развиваемая трубой, $\gamma_{в.}$ —уд. в. воздуха при 0° и

760 мм рт. ст., $\gamma_{г.}$ —уд. в. газов при тех же условиях, $t_{ср.}$ —средняя темп-ра газов. Так как $\gamma_{в.} \approx \gamma_{г.} \approx 1,293$, то ф-ла (9) примет вид:

$$S' = 0,465 \cdot P_{б.} \cdot H \left(\frac{1}{273 + t_{в.}} - \frac{1}{273 + t_{ср.}} \right). \quad (10)$$

Чтобы знать действительную тягу проектируемой трубы, надо, кроме учитываемых потерь от охлаждения газов, определить также потери тяги на трение и создание скорости газов в трубе, а именно:

$$S_r = \psi \frac{\gamma_{ср.} \cdot w_{ср.}^2}{d_{ср.}} \cdot H, \quad (11)$$

и

$$S_{ио} = \frac{\gamma_{ср.} \cdot w_{ср.}^2}{2g}. \quad (12)$$

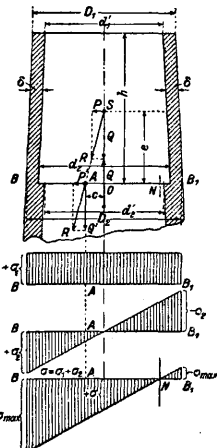
где $\gamma_{ср.}$ —уд. в. газов (вычисляется по состоянию газов в среднем поперечном сечении трубы); $w_{ср.}$ —средняя скорость газов в том же сечении; $g = 9,81$ м/сек²; ψ —коэфф., который в среднем можно принять 0,0007, при диаметре менее 0,5 м, и 0,0006—для труб большего диаметра. Т. о. действительная тяга у основания трубы

$$S = S' - S_{ио} - S_r. \quad (13)$$

Действительная тяга проектируемой Д. т. (ф-ла 13) не д. б. менее всех сопротивлений установки. При расчете площади верхнего сечения Д. т. и ее высоты иногда пользуются и более простыми, довольно многочисленными эмпирич. ф-лами. Все эти ф-лы составлены на основании опытных данных и содержат целый ряд числовых коэфф-тов, от правильного применения к-рых и зависит точность определения размеров Д. т.; однако, пользование эмпирич. ф-лами при расчете Д. т. не рекомендуется.

После определения площади верхнего сечения Д. т. приступают к статич. расчету, исследуя устойчивость

трубы и крайевые напряжения от действия ветра и веса кладки. Для определения основных величин рассматривают часть Д. т. (фиг. 5), лежащую выше сечения BB_1 и имеющую одинаковую толщину стенок δ . В ц. т. этого элемента S прикладывают силу давления ветра P и силу Q , вызываемую весом кладки, лежащей выше рассматриваемого сечения. Равнодействующую силу R перемещают по ее направлению до пересечения с плоскостью сечения BB_1 в точке A , где ее снова разлагают на составляющие P' и Q' . Силою P' обыкновенно пренебрегают, как силою, вызывающей незначительное срезающее усилие, а по оси трубы прикладывают две взаимно уравновешивающиеся силы Q , из которых одна, направленная вниз, вызывает напряжение сжатия, а другая дает с составляющей Q'



Фиг. 5.

пару сил с плечом e . Напряжение сжатия от силы Q выражается уравнением:

$$\sigma_1 = + \frac{Q}{F} = \frac{3600}{D_1^2 - d_1^2} h \cdot \delta (D_2 + d_1) \text{ кг/м}^2, \quad (14)$$

где:

$$Q = 1800 \pi \frac{D_2 + d_1}{2} h \cdot \delta \text{ кг и } F = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - d_2^2) \text{ м}^2;$$

1800 — вес в кг 1 м³ кладки. Напряжения изгиба:

$$\sigma_2 = \pm \frac{M}{W},$$

где: $M = Q \cdot e = P \cdot e$ и W — момент сопротивления площади сечения

$$e = \frac{h}{3} \cdot \frac{D_2 + 2D_1}{D_2 + D_1};$$

площадь, на к-рую действует ветер, в м²:

$$F_1 = h \left(\frac{D_1 + D_2}{2} \right);$$

давление ветра

$$P = 0,67 \cdot k \cdot F_1 = \frac{1}{3} kh(D_1 + D_2)$$

и

$$P \cdot e = \frac{1}{9} k \cdot h^2 (2D_1 + D_2),$$

где k — давление ветра, принимаемое равным 150 кг/м² и 0,67 — коэфф., принимаемый при определении силы давления ветра для круглых труб. Момент сопротивления W для кольцеобразного сечения:

$$W = \frac{\pi(D_2^3 - d_2^3)}{32D_2}.$$

Таким образом,

$$\sigma_2 = \frac{P \cdot e}{W} = \pm \frac{32}{9\pi} \cdot \frac{kh^2(2D_1 + D_2) D_2}{D_2^3 - d_2^3} \text{ кг/м}^2; \quad (15)$$

двойной знак означает здесь, что максимальные напряжения являются сжимающими (+) с подветренной стороны и растягивающими (-) с наветренной стороны D . т. Искомое сложное краевое напряжение (в кг/м²):

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{3600}{D_1^2 - d_1^2} h \cdot \delta (D_2 + d_1) \pm \frac{32}{9\pi} kh^2 D_2 \cdot \frac{2D_1 + D_2}{D_2^3 - d_2^3}. \quad (16)$$

Ур-ие (16) показывает, что в различных местах горизонтального сечения трубы, в зависимости от того, будет ли абсолютная величина σ_1 больше, меньше или равна σ_2 , возникают напряжения на сжатие, на растяжение или же напряжения будут равны нулю. Прямая, проходящая через точки нулевых напряжений, называется нейтральной осью N ; эта ось находится в сопряжении с точкой приложения A эксцентричной силы Q . Кривая, описываемая точкой A , когда нейтральная ось принимает все положения, касательные к данному сечению, образует ядро сечения. Для круглых труб ядро сечения представляет собой круг, радиус которого $C = 0,125 \frac{D_2^3 + d_2^3}{D_2}$. Ядро сечения есть площадь, внутри которой должна лежать точка приложения эксцентричной силы Q , если напряжения в рассматриваемом сечении д.б. только одного знака. Как только точка A выйдет за пределы ядра сечения, нейтральная ось пройдет через рассматриваемое сечение, разделив его на две части, напряженные противоположно. Для определения напряжений, возникающих в поперечном сечении любого звена D . т., ниже приводятся ф-лы, с помощью к-рых производится упро-

щенный расчет круглой D . т. Принимая $k = 150 \text{ кг/м}^2$ и пользуясь ф-лой (16), краевое напряжение в основании верхнего звена D . т. можно выразить след. образом:

$$S_1 = \frac{0,36}{D_1^2 - d_1^2} \left[h_1 \delta_1 (D_1 + d_0) \pm \pm 0,0472 D_1 H_1^2 \frac{2D_0 + D_1}{D_1^2 + d_1^2} \right] \text{ кг/см}^2; \quad (17)$$

для 2-го звена

$$S_2 = \frac{0,36}{D_2^2 - d_2^2} \left[h_1 \delta_1 (D_1 + d_0) + h_2 \delta_2 (D_2 + d_1) \pm \pm 0,0472 D_2 H_2^2 \frac{2D_0 + D_2}{D_2^2 + d_2^2} \right] \text{ кг/см}^2; \quad (18)$$

для n -го звена

$$S_n = \frac{0,36}{D_n^2 - d_n^2} \left[h_1 \delta_1 (D_1 + d_0) + h_2 \delta_2 (D_2 + d_1) + \dots + h_n \delta_n (D_n + d'_{n-1}) \pm \pm 0,0472 D_n H_n^2 \frac{2D_0 + D_n}{D_n^2 + d_n^2} \right] \text{ кг/см}^2, \quad (19)$$

где D_1, D_2, D_3, \dots — наружные диам. у основания звеньев D . т. в m , d_1, d_2, d_3, \dots — внутренние диам. у основания звеньев, d'_1, d'_2, d'_3, \dots — внутренние диам. у вершин звеньев, d_0 — диам. верхнего отверстия D . т., D_0 — верхний наружный диаметр трубы, $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots$ — толщины стенок по высоте звеньев, h_1, h_2, h_3, \dots — высоты отдельных звеньев и H_1, H_2, H_3, \dots — высоты от вершины D . т. до рассматриваемого сечения. Введя обозначения

$$\mathfrak{A}_n = h_1 \delta_1 (D_1 + d_0) + h_2 \delta_2 (D_2 + d'_1) + + h_3 \delta_3 (D_3 + d'_2) + \dots + h_n \delta_n (D_n + d'_{n-1})$$

и

$$\mathfrak{B}_n = 0,0472 D_n H_n^2 \frac{2D_0 + D_n}{D_n^2 + d_n^2},$$

получим:

$$S_n = \frac{0,36}{D_n^2 - d_n^2} (\mathfrak{A}_n \pm \mathfrak{B}_n) \text{ кг/см}^2. \quad (20)$$

Объем кирпичной кладки звеньев, лежащих выше рассматриваемого сечения, определяется по ф-ле:

$$V_n = 1,57 \mathfrak{A}_n \text{ м}^3. \quad (21)$$

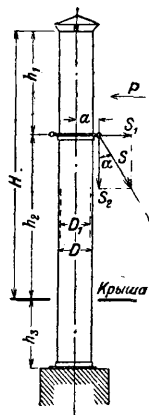
Что касается фундамента D . т., то его глубина заложения h' определяется в каждом случае отдельно. Глубина фундамента не д.б. менее глубины промерзания грунта. Давление на грунт, вызываемое всем сооружением D . т., при фундаменте круглого сечения определяется по следующей ф-ле:

$$S = \frac{0,36}{D^2} \left\{ h_1 \delta_1 (D_1 + d_0) + h_2 \delta_2 (D_2 + d'_1) + \dots + + h_n \delta_n (D_n + d'_{n-1}) + 0,8U \pm 0,0472 [H_n (2D_0 + D_n) + + 3 h' (D_0 + D_n)] \frac{H_n}{D} \right\} \text{ кг/см}^2, \quad (22)$$

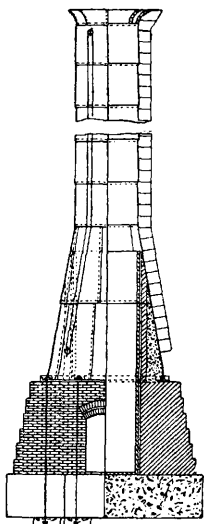
где, кроме вышепринятых обозначений, D — диаметр нижнего основания фундамента в m (внутренний диам. $d = 0$), U — объем бутовой кладки фундамента и бетонного основания. Вес 1 м³ кладки фундамента принимается равным 2260 кг. При расчете кирпичной D . т. высотой до 30 м допускается напряжение на сжатие до 12 кг/см², а на растяжение — до 1,2 кг/см². Для D . т. большей высоты это напряжение уменьшается на каждый m высоты на 0,05 кг/см²; т. о., для D . т. высотой более 54 м напряжение на растяжение не допускается. При расчете же фундамента D . т. в плоскости соприкосновения его с грунтом напряжение на растяжение

вовсе не допускается. Во многих западных странах имеются специальные утвержденные требования, предъявляемые к кирпичным Д. т.

Железные Д. т. применяют в большинстве случаев в дымоосных установках, в установках, имеющих временное значение, а также при слабом грунте. Конструктивно железные Д. т. выполняются из конич. железных барабанов, высотой каждый ок. 1 м, склепанных между собой таким образом, что каждый верхний барабан охватывает снаружи нижерасположенный. Такая конструкция Д. т. создает меньшее сопротивление проходу газов и, кроме того, устраняет возможность попадания в швы дождевой воды. Толщина железа, употребляемого для Д. т., 3–8 мм. Основанием железных Д. т. служит чугунная фундаментная плита, к-рая крепится обыкновенно на кирпичном цоколе. Необходимая высота железных Д. т. и их диам. определяются, как и для кирпичных Д. т.; при этом диам. рекомендуется брать на 30% больше, чем для кирпичных труб, вследствие более сильного охлаждения газов. При статическ. расчете железных Д. т. г. о. приходится учитывать изгибающие усилия, вызываемые давлением ветра. Эти усилия воспринимаются обычно растяжками, которые прикрепляются к кольцам, охватывающим Д. т. (фиг. 6). Растяжки делают из цепей, из стальных тросов или круглого железа. При расчете железных Д. т., как и кирпичных, принимают: а) k —давление



Фиг. 6.



Фиг. 7.

ветра—равным 150 кг/м^2 ; б) коэффициент, принимаемый при определении силы давления ветра для круглых труб $= \frac{2}{3} (\cong 0,67)$. Далее, примем следующие обозначения: H —высота над крышей в см; h_1 —высота в см части Д. т., расположенной выше кольца; h_2 —высота в см части, расположенной ниже кольца; h_3 —высота части, находящейся под крышей; D —внешний диаметр Д. т. в см; D_1 —внутренний диаметр в см; δ —толщина

стенки Д. т. в см; P —давление ветра на всю трубу в кг; S —натяжение растяжки в кг; α — \angle наклона растяжек; $W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - D_1^4}{D} \text{ кг/см}^2$ —момент сопротивления поперечного сечения кругового кольца; σ —напряжение материала железной Д. т. в кг/см^2 .

В зависимости от высоты железной Д. т. могут быть три случая крепления: 1) труба растяжками не укрепляется вовсе, 2) труба укрепляется только в одном месте и 3) труба укрепляется по высоте растяжками в двух и более местах.

Случай 1. $P = 0,015 \cdot \frac{2}{3} \cdot DH = 0,01DH$ кг. Изгибающий момент от силы давления ветра

$$M = P \left(\frac{H}{2} + h_3 \right) = 0,01DH \left(\frac{H}{2} + h_3 \right);$$

напряжение изгиба

$$\sigma = \frac{M}{W} \cong \frac{0,05 D^2 H (H + 2h_3)}{D^4 - D_1^4} \text{ кг/см}^2. \quad (23)$$

Железные Д. т. без растяжек строятся в последнее время весьма значительных размеров (высотой до 60 м); на фиг. 7 изображена такая Д. т. высотой 45 м.

Случай 2. Давление ветра на трубу (фиг. 6) $P = 0,01DH$ кг. Натяжение наветренной растяжки

$$S = \frac{0,005DH(H + 2h_3)}{\sin \alpha (h_2 + h_3)} \text{ кг}. \quad (24)$$

Ствол Д. т. испытывает следующие напряжения: 1) от продольного изгиба, вызываемого собственным весом Д. т. и вертикальной составляющей S_2 натяжения растяжек, и 2) от изгиба моментом M' вследствие давления ветра P и момента M'' вертикальной составляющей натяжения растяжек S . Влияние первого рода нагрузки незначительно и его учитывают пренебрегая заделкой нижнего конца Д. т. Максимальные значения изгибающий момент приобретает в двух сечениях: у кольца, к которому крепятся растяжки, — M_1 , и в сечении, лежащем на высоте

$$x = (h_2^2 - h_1^2) : 2(h_2 + h_3)$$

от уровня крыши, — M_2 .

$$M_1 = 0,005DH_1^2 \text{ кгм},$$

$$M_2 = M_2' + M_2'',$$

где

$$M_2' = \frac{0,01D}{8} \cdot \frac{h_2^2 - h_1^2}{(h_2 + h_3)^2} \cdot [(h_2 + 2h_3)^2 - h_1^2], \quad (25)$$

$$M_2'' = 0,005DH \cdot \frac{H + 2h_3}{h_2 + h_3} \cdot a \cdot \text{ctg} \alpha. \quad (26)$$

Для расчета отдельн. частей железных Д. т., растяжек, колец и пр., пользуются обычными формулами сопротивления материалов; коэф-ты прочности на растяжение для растяжек $k_2 \leq 1000 \text{ кг/см}^2$, на изгиб для труб $k_b \leq 800 \text{ кг/см}^2$.

Т. к. давление ветра воспринимается гл. образом растяжками, то подошву основания Д. т. достаточно рассчитать на давление собственного веса

$$G = G_1 + G_2, \quad (27)$$

где G_1 —вес в кг самой трубы, определяемый по ее размерам, с добавлением ок. 25% на заклепки и перекрышку шва, и G_2 —вес в кг цоколя и фундамента; при этом допускаемое давление на грунт колеблется в среднем от 0,75 до 1,5 кг/см^2 .

Железобетонные Д. т. применяются реже, чем кирпичные и железные, что объясняется гл. обр. особенностями свойств железобетона. Бетон при продолжительном действии на него высокой t° теряет прочность вследствие химич. разложения некоторых составных частей; резкая разница t° между внутренней и внешней сторонами стенки Д. т. вызывает глубокие трещины и разрушения бетонной Д. т. В последнее время за границей (особенно в Америке) тщательно изучают на опытах действие теплоты на всю конструкцию железобетонных Д. т. Как оказывается, главные напряжения материала в этих трубах вызываются высокими t° , вследствие чего при проектировании на эту сторону расчета приходится обращать особое внимание. Согласно установленным правилам, железобетонная Д. т. по всей высоте, от основания до устья, должна снабжаться надежной футеровкой, рассчитанной таким обр., чтобы перепад t° между внутренней и внешней сторонами стенки не превышал 80° ($\Delta t > 80^\circ$). Указанная величина Δt для дымовой трубы с футеровкой определяется следующей формулой:

$$\Delta t = \frac{t_i - t_a}{\left(\frac{1}{a_i} + \frac{d_f}{\lambda_f} + \frac{d'}{\lambda'} + \frac{1}{a_a}\right) \frac{\lambda}{d}} = \frac{t_i - t_a}{\left[\left(\frac{1}{a_i} + \frac{1}{a_a}\right) + \left(\frac{d_f}{\lambda_f} + \frac{d'}{\lambda'}\right)\right] \frac{\lambda}{d} + 1}, \quad (28)$$

где t_i —тем-ра газов у поверхности стенки футеровки, t_a —тем-ра окружающего воздуха, a_i —коэфф. теплопередачи от газов к стенке в $\text{Cal}/\text{m}^2 \cdot \text{час} \cdot ^\circ\text{C}$, a_a —коэфф. теплопередачи от стенки к окружающему воздуху в $\text{Cal}/\text{m}^2 \cdot \text{час} \cdot ^\circ\text{C}$, d_f —толщина футеровки в м; λ_f —средний коэфф. теплопроводности футеровки в $\text{Cal} \cdot \text{м}/\text{m}^2 \cdot \text{час} \cdot ^\circ\text{C}$, λ' —эквивалентный коэфф. теплопередачи через воздушную прослойку, d' —толщина воздушной прослойки в м, λ —средний коэфф.-т теплопроводности железобетонной стенки в $\text{Cal} \cdot \text{м}/\text{m}^2 \cdot \text{час} \cdot ^\circ\text{C}$, d —толщина железобетонной стенки в м. Для Д. т. без футеровки величина Δt определяется по более простой ф-ле:

$$\Delta t = \frac{t_i - t_a}{\left(\frac{1}{a_i} + \frac{1}{a_a}\right) \frac{\lambda}{d} + 1}. \quad (29)$$

Относительно числовых величин коэфф.-тов, входящих в ф-лы (28) и (29), необходимо отметить, что для уточнения их в Америке производятся обширные опыты. Коэфф. теплопроводности железобетонной стенки λ не следует брать слишком большим, и при расчете Д. т. его рекомендуется принимать в пределах $1,2 \div 0,8$. Коэффициент теплопередачи от газов к стенке a_i определяется по следующей формуле:

$$a_i = 2 + 10 \sqrt{w},$$

где w —максимальная скорость газов в различных сечениях трубы; что касается коэфф. теплопередачи a_a , то в отношении его пока нет достаточно обоснованных данных. Если окружающий воздух находится в состоянии покоя, что на практике бывает очень редко, то $a_a \approx 6$. При более неблагоприятных условиях a_a может доходить до 20. Средний

коэффициент теплопроводности футеровки λ_f можно принимать ок. 0,7; λ' берут по ф-ле:

$$\lambda' = 0,023 + \frac{(t_i + 273)^4 - (t_a + 273)^4}{10^8 (t_i - t_a)} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C}\right) d',$$

где $C_1 \approx C_2 \approx 1,5$, а $C = 4,5$.

Давление ветра, к-рое кладется в основу статич. расчета железобетонных Д. т. определяется в каждом случае следующей ф-лой:

$$k = 120 + 0,06H \text{ кг}/\text{м}^2,$$

где H —высота Д. т. от основания до устья в м. Сила давления ветра на всю трубу определяется, как и для кирпичных дымовых труб, по формуле

$$P = \kappa \cdot k \cdot F \text{ кг},$$

где κ для круглых труб = 0,67. Установленные за границей для железобетонных Д. т. требования являются более жесткими и детальными, чем для кирпичных. Применение железобетона позволяет сооружать Д. т. весьма большой высоты, что является очень ценным для современных тепловых установок. Одна из самых высоких железобетонных Д. т. построена в Америке в 1927 г. для Hone Sorger C° (Канада). Эта труба предназначена для отведения газов от ряда печей с $t^\circ 150 \div 230^\circ$ в высокие слои атмосферы. Высота Д. т. 129 м, диам. верхнего сечения 3,96 м; ее фундамент расположен на скале, на высоте 270 м над уровнем моря. Разрежение, создаваемое этой трубой, колеблется в пределах $20 \div 35 \text{ мм вод. ст.}$, при t° наружного воздуха от -20 до $+32^\circ$. С внутренней стороны труба изолирована футеровкой с воздушной прослойкой в 50 мм. Футеровка выполнена из материалов, не поддающихся действию кислот. Фундамент представляет собой железобетонное кольцо с диаметрами 10 670 и 7 010 мм.

Лит.: Надежин А. А., Тепловой расчет котельной установки, 5 изд., М.—Л., 1927; Гавриленко А. П., Паровые котлы, 2 изд., М.—Л., 1924; Руссвурт И. К., Круглые фабричные дымовые трубы, СПб, 1910; Тецнер Ф. и Гейрих О., Паровые котлы, М., 1927; Кирш К. В., Котельные установки, М., 1926; Делл Г. Ф., Паровые котлы, СПб, 1908; Riepert P. H., Eisenbeton-Schornsteine, Charlottenburg, 1924; J a h r H., Anleitung z. Entwerfen u. Berechnung d. Standfestigkeit v. Fabrik-schornsteinen, Hagen, 1920; «В. у. Е.», 1924, Н. 14/15, 21, 23/24, 1925, Н. 13, 1928, Н. 2. К. Конюхов.

ДЫМОХОДЫ, каналы, по которым проводятся дымовые газы, т. е. газообразные продукты горения топлива, в целях использования тепла этих газов на нагревание того или иного предмета. Д. устраиваются так, чтобы обеспечить длительное и возможно лучшее соприкосновение горячих дымовых газов с нагреваемым предметом. Размеры поперечного сечения Д. обуславливаются в каждом частном случае объемом проходящих через сечение газов и максимальной допустимой скоростью их. В Д. комнатных печей скорость газов берется не более $2 \text{ м}/\text{сек}$, в Д. паровых котлов при естественной тяге скорость газов не должна превышать $6\text{—}8 \text{ м}/\text{сек}$ (обычно не более $3\text{—}4 \text{ м}/\text{сек}$). При искусственной тяге, при помощи дымососов, может быть допущена значительно большая скорость, однако при этом надо иметь в виду, что для получения большой скорости газов необходимо иметь в дымоходах большое разрежение, что вызывает большой приток наружного холодного воздуха через стенки

Д., если последние сделаны из пористого материала (напр. кирпича). Воздух этот, разжижая газы, будет понижать их t° и, следовательно, ухудшать условия отдачи тепла от газов нагреваемому телу; поэтому большие скорости газов допускаются лишь там, где можно не опасаться засоса воздуха (напр. в трубчатых паровых котлах). В паровых котлах, отапливаемых каменным углем, при напряжении решетки от 70 до 120 кг в час с $1 м^2$, сечение дымохода в последнем обороте его, обычно делается равным: $f = \frac{1}{4}$ площади решетки; второй оборот будет тогда иметь площадь попереч. сечения $1,25 \div 1,5f$, а первый $1,5 \div 1,75f$. В Д. часто бывает полезно делать сужения для лучшего перемешивания газов; с этой целью делается так называемый порог при входе газов из топочной камеры в дымоход. Наоборот, в местах, где меняется направление движения газов, следует площадь поперечного сечения дымохода увеличивать.

Если обозначить через f площадь поперечного сечения Д., через B —часовой расход топлива в кг и через V —объем газов, получающихся при сжигании 1 кг данного топлива в $м^3$, то скорость газов c в данном сечении Д. в $м/сек$ определится из ур-ия:

$$c \cdot f \cdot 3600 = B \cdot V,$$

где

$$V = \left[\frac{1,865 C}{CO_2 + CO} + \frac{9H + W}{100 \cdot 0,804} \right] \frac{273 + t}{273},$$

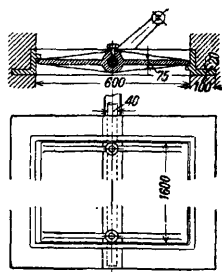
C, H, W —содержание углерода, водорода и воды в топливе в % веса, а CO_2 и CO —содержание в продуктах горения углекислого газа и окиси углерода (продукт неполного горения топлива) в % объема, t —температура газов в расчетном сечении. Если положить $f = a$, следовательно $f = a \cdot K$, где K —площадь колосниковой решетки в топке в $м^2$, то будем иметь:

$$c = \frac{B}{K} \cdot \frac{V}{a \cdot 3600}.$$

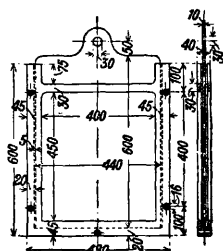
Если горячими газами омывается металлич. сосуд, наполненный до нек-рого уровня водой, то Д. должны быть устроены так, чтобы горячие газы обогревали только ту часть стенок сосуда, к-рая с другой стороны омыта водой. Т. к. в Д. садится зола, увлекаемая из топки газами, то Д. должны устраиваться так, чтобы их можно было чистить. В местах наибольшего скопления золы (там, где газы резко меняют направление своего движения) в Д. устраиваются расширения (золуловительные карманы), снабженные обычно отверстиями для чистки. Чистка карманов значительно облегчается, если золу можно спускать из них через отверстие, находящееся в самой низкой части кармана. Это требует, однако, устройства под Д. особого золowego помещения. В современных котельных, работающих на многозольном топливе, как правило, под всеми Д. делается золовой подвал, оборудованный рельсовыми путями для движения золowych вагонеток.

Для регулирования тяги Д. оборудуется в надлежащем месте (обычно в конце последнего оборота) заслонкой или шибером. Заслонки бывают поворотные (фиг. 1) и опускаемые (шиберы, фиг. 2). Поворотные заслонки и опускаемые шиберы управляются обычно с

места стоянки кочегара: первые—при помощи тяг, а вторые—при помощи цепи с противовесом. Для устранения засоса воздуха в Д. через щель опускаемого шибера полезно на раму шибера сверху ставить коробку из листового железа, через отверстие в верхней стенке к-рой пропускают цепь или трос, идущий от шибера к противовесу. Фирма Gentrup & Petri в Галле приготавливает заслонки в виде жалюзи. Такая заслонка (фиг. 3) состоит из ряда узких чугунных пластин, поворачиваемых при помощи тяг. Рама, на которой смонтированы пластины, сделанная из

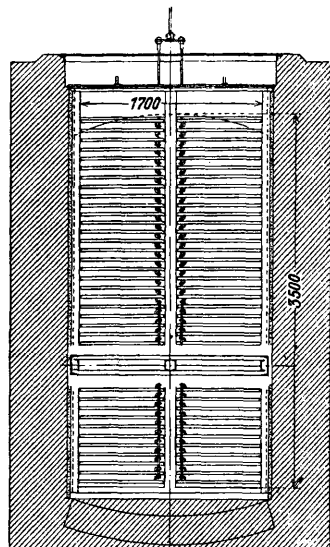
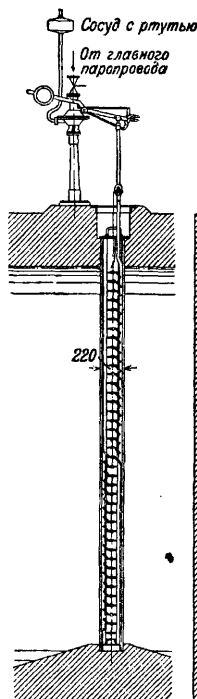


Фиг. 1.



Фиг. 2.

фасонного железа, закладывается в раму, заделанной в стенку Д. Преимущества конструкции заключаются в том, что газы при прохождении сквозь жалюзи всегда распределяются по всему свободному сечению дымохода, благодаря чему избегается завихрение газов. Этим уменьшается сопротивление дымохода



Фиг. 3.

движению по нему газов. Конструкция Gentrup & Petri легко допускает механизацию управления ею при помощи сервомотора или электромотора мощностью в $\frac{1}{2}$ HP.

Д., отводящий охлажденные газы в трубу, называется бором. Боров должен отводить газы по кратчайшему направлению и, по возможности, не должен иметь

резких изменений направления. Боров, воспринимающий газы из нескольких котлов или печей, называется сборным бором. Вход в сборный боров отдельных Д. следует делать по направлению движения газов в нем. Стенки Д. обычно делаются из кирпича. Там, где t° газов выше 500° , стенки Д. облицовывают огнеупорным кирпичом. При необходимости прокладки воздушных боров стенки последних часто делаются для облегчения веса из листового железа, с футеровкой изнутри в $\frac{1}{2}$ кирпича. Спротивлению прямого горизонтального борова движению дымовых газов приблизительно равно 2 мм водян. ст. на каждые 25 м длины. Загрязнение борова может повысить его сопротивление вдвое.

Лит.: Депп Г. Ф., Паровые котлы. Курс, читанный в Михайловской артилл. академии, СПб, 1908; Нубер Ф., Справочная книжка теплотехника. Расчет котельных и топочных установок, пер. с нем., Харьков, 1926; Герберг Г., Рациональная эксплуатация котельных, перевод с 3 нем. изд., М.—Л., 1927; Смухин П., Пособие по проектированию печей большой теплоемкости, Л., 1925; Тецнер Ф. и Гейнрих О., Паровые котлы, пер. с нем., М., 1927; Ditzl L., Lehrbuch d. Lüftungs- u. Heizungs-technik, 2 Auflage, Mch., 1920; Dubbel H., Taschenbuch f. d. Fabrikbetrieb, Berlin, 1923; Trinks M., Industrial Furnaces, v. 1, 2, N. Y., 1923. П. Соловьев.

ДЫМЫ И ТУМАНЫ, дисперсные физич. системы, относящиеся к так наз. аэрозолям (см. Коллоиды). Они состоят из газообразной дисперсионной среды (воздуха или другого газа) и взвешенных в ней твердых частичек (дымы) или мельчайших капелек жидкости (туманы), составляющих дисперсную фазу. Частицы Д. и т. могут иметь поперечник от 10^{-3} до 10^{-7} см ($10 \mu \div 1 \text{ м}\mu$). При размере частиц менее 10^{-5} см Д. и т. являются типичными коллоидальными системами. В смысле размеров частиц дисперсной фазы к границам Д. и т. примыкают, с одной стороны, паробразное состояние вещества (отдельные молекулы с диаметром порядка 10^{-8} см), а с другой—то, что называется пылью (см.), где размер твердых или жидких частичек колеблется между 10^{-3} и 10^{-2} см. В технике, однако, термин «пыль» часто применяется для обозначения всех газодисперсных систем с частицами порядка 10^{-2} — 10^{-5} см, получаемых механическим путем (распыление).

В русской терминологии аэрозоли делятся на дымы, туманы и пыль. При пользовании иностранной литературой следует иметь в виду, что германская номенклатура соответствует русской (Rauch, Nebel, Staub), в английской же принято иное деление аэрозолей (smokes, clouds, dusts, см. ниже), основанное не на агрегатном состоянии, а исключительно на размерах частиц дисперсной фазы. Деление Д. и т. на группу дымов и группу туманов, применяемое в физике и метеорологии, в технике не всегда удобно, так как иногда бывает затруднительно отличить дым от тумана; кроме того, технич. аэрозоли (например фабричные дымы) часто представляют собою смеси дымов с туманами. В этих случаях удобнее классифицировать Д. и т. по степени их относительной устойчивости, определяемой размерами частиц, и различать: а) оседающие Д. и т. (англ. clouds) с частицами 10^{-2} — 10^{-3} см и б) не оседающие (английск. smokes) с

частицами 10^{-5} — 10^{-7} см. К настоящим Д. и т. относятся: всякого рода устойчивая пыль, содержащаяся в атмосфере или образующаяся в производственных процессах при механич. обработке материалов; дымы ф-к, заводов, силовых установок, человеческих жилищ, парового и моторного транспорта и т. п., аэрозоли, получаемые при сжигании топлива; отходящие газы заводских печей и аппаратов, выделяющиеся при термическ. обработке сырья и в большинстве химич. процессов; атмосферные туманы и облака; наконец, различные газодисперсные системы, получаемые с определенной целью искусственным путем, по одному из указанных ниже способов.

Свойства Д. и т. Общая характеристика. Д. и т.—системы, вообще говоря, неустойчивые; термодинамич. и электр. равновесия в них не имеют места. Вследствие этого состояние таких систем подвергается непрерывному, самопроизвольному протекающим внутренним изменениям. Даже при устранении всех внешних влияний Д. и т. способны существовать лишь ограниченное время (от нескольких минут до нескольких дней); этим они отличаются от большинства жидких коллоидных систем (гидрозолей). Лишь Д. и т. очень малых концентраций способны к продолжительному существованию. Степень устойчивости Д. и т. в большой мере зависит от их электр. состояния, т. е. от заряда частиц. Переход всякого вещества в состояние дыма или тумана сопровождается следующими изменениями его свойств: а) распределением малых масс в очень больших объемах, т. е. малой объемной плотностью, б) чрезвычайным развитием удельной поверхности (см. Коллоиды) и усилением поверхностных явлений, в) увеличением химич. и физич. активности. При этом в дымах большую роль играют форма и структура частиц; в туманах же преобладает влияние присутствующих жидкому состоянию свойств (поверхностное натяжение капелек). Индивидуальные свойства веществ резко выступают в частицах дыма, чем в частицах тумана. Физическая структура Д. и т. определяется величиной, числом (т. е. концентрацией) и движением частиц, составляющих дисперсную фазу.

Концентрация дымов и туманов может быть выражена двояким образом: а) как обычная весовая концентрация (C_p), т. е. количество распыленного вещества в мг, содержащееся в 1 л дыма или тумана (или, что то же,—количество г в 1 м³), и б) как число частиц в 1 см³ дыма или тумана (C_N). Величины C_p и C_N независимы одна от другой; обе имеют значение для характеристики поведения Д. и т. и их технических качеств. Выражая концентрацию дыма или тумана в виде C_p , обычно указывают при этом и средний размер частиц, например: $C_{0,05\mu} = 0,1 \text{ мг/л}$ (табл. 1). Вычисленное значение C_p остается постоянным пока не меняется объем дыма или тумана. При образовании дыма или тумана из веществ, обладающих заметной летучестью, C_p представляет фактически сумму двух

Табл. 1.— Концентрации некоторых технич. дымов и туманов.

Аэрозоль	Весовая концентр. в $\frac{г}{м^3}$, C_p	Число частиц в 1 см^3 , C_N	Средний диаметр частиц в μ
Дым окиси цинка	0,1	$2 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^6$	0,05
Дым хлористого аммония	0,1	$5 \cdot 10^6$	$> 0,1$
Табачный дым	0,2	$3 \cdot 10^7$	$< 0,25$
Туман серной кислоты	10	$1,6 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^7$	0,8—5,5
Воздух угольных копей	до 65	до 10^5	10
Отходящие газы цементн. печи	до 125	до $1,2 \cdot 10^5$	10

концентраций: самого распыленного вещества и его паров. В таких случаях истинная весовая концентрация дисперсной фазы в любой момент равна вычисленной концентрации ($C_p \text{ мг/л}$) за вычетом концентрации пара вещества внутри системы. Величина C_N является переменной, и по ряду причин (см. ниже) ее значение постепенно уменьшается. Возможные значения концентраций Д. и т. для каждого вещества ограничены. Например, из NH_4Cl м. б. получен дым с концентрацией от 0,02 до 1,2 мг/л. При увеличении концентрации дыма или тумана далее определенного предела дисперсная фаза быстро выпадает из газовой среды.

Размеры, форма и плотность частиц. Большинство частиц Д. и т.—ультрамикроскопическ. порядка ($< 1\mu$). Размеры частиц не поддаются прямому измерению и определяются косвенным путем—на основании измерения скоростей оседания или по оптическим свойствам (табл. 2).

Табл. 2.— Размеры частиц дымов и туманов.

Аэрозоль	Диаметр частиц	
	в см	в μ
Дым плавильных печей	$1 \cdot 10^{-2}$ (пыль) — $1 \cdot 10^{-3}$	100 — 0,1
Газы цементных печей	$6 \cdot 10^{-3}$ — $0,8 \cdot 10^{-3}$	60 — 8
Атмосферный туман	$5 \cdot 10^{-3}$ — $1 \cdot 10^{-3}$	50 — 10
Туман H_2SO_4 в конденс. камерах	$1,1 \cdot 10^{-3}$ — $1,6 \cdot 10^{-4}$	11 — 1,6
Боевые туманы (маск. и отрав.).	$1 \cdot 10^{-3}$ — $1 \cdot 10^{-5}$	10 — 0,1
Пирофорич. железо	$\sim 5,4 \cdot 10^{-4}$	$\sim 5,4$
Пирофорическая угольная пыль	$\sim 1,25 \cdot 10^{-4}$	$\sim 1,25$
Черный дым печей и котельн. топок	$1 \cdot 10^{-4}$ — $2,5 \cdot 10^{-5}$	1 — 0,25
Дым хлористого аммония	$1 \cdot 10^{-4}$ — $1 \cdot 10^{-5}$	1 — 0,1
Отрав. газы двигателей внутр. сгорания	$1 \cdot 10^{-4}$ — $5 \cdot 10^{-6}$	1 — 0,05
Канифольн. дым	$1 \cdot 10^{-4}$ — $1 \cdot 10^{-6}$	1 — 0,01
Боевые дымы (отравляющие)	$2 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-6}$	0,2 — 0,1
Дым окиси цинка	$\sim 5 \cdot 10^{-6}$	$\sim 0,05$
Табачный дым	$2,5 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-7}$	$0,25\mu - 1m\mu$

ними в Д. и т. почти всегда содержатся еще более мелкие частицы («микроскопически»), порядка 10^{-7} см и менее. Форма частиц в туманах всегда шарообразная (капли); частицы дымов могут иметь различную форму. Дымовые частички, видимые в микроскоп, представляются обычно в виде неправильных хлопьев (рыхлые агрегаты кристалликов). Плотность частиц дымов (и даже нек-рых туманов, напр. ртути), вычисленная из их веса и размера (по скорости оседания), оказывается гораздо меньше (в 4—13 раз), чем нормальная плотность тех же веществ в массе. Примеры (в скобках даны обычные плотности, вне скобок—в состоянии дыма): $HgCl_2$ (5,4)—1,27; Hg (13,6)—1,70; MgO (3,65)—0,35; Ag (10,5)—0,94; CdO (6,5)—0,51. Поэтому, вероятно, частицы многих дымов в действительности крупнее приписываемых им размеров.

Движение частиц дымов и туманов. Частицы Д. и т. совершают движения тройного рода: а) зигзагообразное, т. н. броуновское движение (см.), под влиянием толчков молекул газовой среды; б) прямолинейное, под влиянием непрерывно действующих сил—гравитационных (т. е. собственного веса) или электрических (при наличии электрич. поля); в) совместное с движением самой газовой среды. Броуновское движение частиц тем интенсивнее, чем меньше их размеры, чем выше t° газовой среды и чем меньше ее вязкость. Трение частиц Д. и т. в воздушной среде при обыкновенной t° приблизительно в 50 раз меньше, чем в водной; поэтому поступательное движение частиц в воздухе, например, в 8 раз, а в водороде в 15 раз быстрее, чем в воде. Средняя результирующая величина смещения частиц за данный период времени обратно пропорциональна квадратному корню из их радиуса; для дымов в обычных условиях она—порядка 10^{-4} — 10^{-3} см/сек. Благодаря броуновскому движению частицы Д. и т. при достаточно малых размерах способны к диффузии (см.). Коэфф-т диффузии дыма или тумана обратно пропорционален радиусу частиц; следовательно, рассеивание облаков Д. и т. в спокойном воздухе происходит тем скорее, чем мельче их частицы.

Оседание (седиментация) частиц Д. и т. под действием силы тяжести происходит со скоростью, пропорциональной весу частицы и обратно пропорциональной сопротивлению среды. Скорость оседания v постоянна и м. б. вычислена по ф-ле Стокса:

$$v = \frac{2(\rho - \rho')g}{9\eta} r^2, \quad (1)$$

где r —радиус частицы, ρ —ее плотность, ρ' —плотность среды, $g=980,7 \text{ см/сек}^2$, η —коэфф. вязкости среды в единицах CGS (пуазах). Напр., для капель водяного тумана: $\rho=1$; величиной ρ' для воздуха можно пренебречь; $\eta=1,81 \cdot 10^{-4} \text{ г/см} \cdot \text{сек}$, и, следовательно, $v=12 \cdot 10^5 r^2 \text{ см/сек}$.

Ниже приводятся скорости оседания частиц тумана (вода+воздух) в зависимости от размера капель.

Радиус капель (r)	Скорость оседания (v)
10^{-3} см	1,2 см/сек = 43,2 м/ч
10^{-4} »	1,2 · 10 ⁻² » = 43,2 см/ч
10^{-5} »	1,2 · 10 ⁻⁴ » = 4,32 мм/ч

Т. о., технич. Д. и т. имеют частицы размерами от 10^{-3} до 10^{-6} см. Обычный размер частиц дымов—от 10^{-4} до 10^{-8} см, частиц туманов—от 10^{-3} до 10^{-5} см. Однако, наряду с

Соотношение между скоростями двух разобранных движений иллюстрируется следующими данными (цифры относятся к дыму частиц серебра в воздухе).

Радиус частиц в см (вычислен считая $e=10,5$)	Скорость оседания $v\downarrow$ в см/сек	Результирующ. скорость броуновского движения $v_{бр.}$ в см/сек
$1 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$> 2,0 \cdot 10^{-4}$
$1 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$> 6,3 \cdot 10^{-4}$
$1 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$> 2,0 \cdot 10^{-3}$
$1 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$< 6,3 \cdot 10^{-3}$

Примечание. Знаки $>$ и $<$ указывают, какая из скоростей в каждом случае имеет перевес.

Частицы размером более 10^{-3} см (пыль) оседают с возрастающей скоростью. Частицы с диам. 10^{-3} — 10^{-5} см (англ. clouds) оседают с постоянной скоростью, определяемой формулой Стокса (1), и практически не диффундируют. Частицы с диам. 10^{-5} — 10^{-7} см (англ. smokes) не оседают ($v_{бр.} > v\downarrow$) и диффундируют с заметной скоростью. Их осаждение возможно лишь при действии сил, значительно превышающих вес частиц, а также превышающих молекулярные импульсы, напр. при действии силы электрического притяжения или центробежной силы.

В электрич. поле частицы Д. и т. движутся под влиянием силы $F=Xe$, где X —напряженность поля в В/см и e —заряд частицы (см. ниже). Скорость этого движения

$$v = \frac{Xe}{6\pi\eta r} \quad (2)$$

Ф-лы (1) и (2) применимы только к частицам, поперечник k -рых больше среднего расстояния между молекулами газовой среды. Для частиц с диам. $< 10^{-3}$ см (а также и для более крупных, если они находятся в разреженном газе) наблюдаются значительные отклонения от закона Стокса: истинная скорость v' больше вычисленной v . По Кеннингему и Милликену,—

$$v' = v \left(1 + K \frac{\lambda}{r} \right), \quad (3)$$

где λ —средняя длина свободного пробега газовых молекул, а K —постоянный коэффициент $\cong 0,86$ (для воздуха). Эта ф-ла хорошо согласуется с действительностью.

Вычислено по ф-ле Стокса Истинная скорость

v (см/сек)	v' (см/сек)
$1 \cdot 10^{-4}$	$1,14 \cdot 10^{-4}$
$1 \cdot 10^{-5}$	$2,57 \cdot 10^{-5}$
$1 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$
$1 \cdot 10^{-7}$	$17,0 \cdot 10^{-7}$

Если газообразная дисперсионная среда находится в движении (ток газа по трубам и аппаратам, тепловые конвекционные токи, ветер), то взвешенные частицы Д. и т. перемещаются вместе с нею; тем самым замедляется или вовсе прекращается самостоятельное оседание частиц. При криволинейном, например вихревом, движении среды частицы Д. и т. способны центрифугироваться.

Взаимодействие частиц дымов и туманов. Между отдельными частицами дисперсной фазы могут действо-

вать как притягательные, так и отталкивательные силы. Преобладание последних способствует устойчивости Д. и т., преобладание первых ведет к соединению частиц в более крупные агрегаты и к выпадению их из газовой среды, т. е. к коагуляции и аэрозолю (см. Коллоиды). Для дымов этот процесс носит название флокуляции (от англ. flocks—хлопья). Способность дымов флокулироваться затрудняется при наличии одноименных электрич. зарядов или пленки адсорбированного газа на частицах; отсутствие же заряда, наличие разноименных зарядов, разрежение газовой среды и повышение температуры облегчают флокуляцию дымов.

Испарение частиц. Частицы всех туманов и нек-рых дымов способны испаряться, вследствие чего при достаточно малой концентрации и высокой летучести вещества дым или туман превращается постепенно в однородную газообразную смесь. При этом концентрация пара растет за счет уменьшения концентрации твердой или жидкой фазы; сумма их (C_p) сохраняет постоянное значение. Испарение продолжается до тех пор, пока не исчезнет твердая или жидкая фаза, либо пока пар не насытит данного пространства. Скорость испарения убывает пропорционально разности между упругостями (или объемными концентрациями) пара насыщенного и пара, имеющегося в данный момент. Скорость испарения частиц Д. и т. зависит от их химич. природы и физич. структуры; она возрастает при увеличении степени дисперсности (пропорционально уд. поверхности, т. е. обратно пропорционально диаметру частиц), при повышении t° и при механич. перемешивании газовой среды. Испарение частиц туманов усиливается еще тем, что упругость пара p' на поверхности капелек растет с увеличением кривизны, т. е. с уменьшением их радиуса r , согласно формуле В. Томсона:

$$p' = p + \frac{2\sigma d}{(D-d)r}, \quad (4)$$

где p —нормальная упругость насыщенного пара над плоской поверхностью, D —уд. в. жидкости, d —уд. в. пара, σ —поверхностное натяжение. Превышение p' над p выступает заметно лишь при $r < 10^{-5}$ см ($0,1 \mu$). С другой стороны, испарение частиц тумана задерживается присутствием маслянистых пленок или слоя адсорбированных газов на их поверхности, а также присутствием растворенных веществ и наличием электрического заряда (факторы, понижающие упругость пара).

Адсорбционная способность. Благодаря сильному развитию поверхности, адсорбция (см.) в Д. и т. играет гораздо большую роль, чем в других гетерогенных системах с меньшей степенью дисперсности. Адсорбционная способность частиц Д. и т. пропорциональна их уд. поверхности. Количество газов и паров, адсорбируемых частицами, м. б. весьма значительным. Напр., 1 л осажденной из дыма сажи содержит только 50 см³ угля вместе с 950 см³ адсорбированного воздуха (в норм. условиях занимающего объем 2,5 л), к-рый удерживается

очень прочно. Если дисперсионная среда представляет собою смесь нескольких газов, частицы Д. и т. могут адсорбировать предпочтительно какой-либо один из них, в зависимости от своей природы. При столкновении с поверхностями твердых или жидких тел (напр. со стенками сосудов и труб) частицы Д. и т. сами адсорбируются ими и не возвращаются более в газовую среду.

Термические свойства дымов и туманов. Теплопрозрачность Д. и т. значительно меньше, чем чистого газа дисперсионной среды; она убывает с повышением концентрации частиц (C_N). При неоднородном тепловом состоянии газовой среды частицы Д. и т. ползучают с различных сторон неодинаковые молекулярные толчки и в результате диффундируют из нагретых областей в более холодные. Направление этой тепловой диффузии нормально к изотермич. слоям; скорость ее тем больше, чем резче падение t° от одного слоя к другому, т. е. чем больше $\frac{dt^\circ}{dl}$ (l —толщина слоя). Благодаря этому явлению частицы Д. и т. как бы отталкиваются нагретыми поверхностями и оседают на холодных.

Оптические свойства дымов и туманов. Все Д. и т. характеризуются неполной светопрозрачностью вследствие их оптич. неоднородности. Луч света, вступая в слой дыма или тумана, испытывает в нем отражение, преломление, поглощение и рассеивание (дисперсию) с частичной поляризацией. Характер и интенсивность того или другого из этих явлений зависят от величины, числа и свойств частиц дисперсионной фазы. Если размеры частиц меньше, чем длина волны падающего света ($\lambda = 0,76-0,4 \mu$), то Д. и т. обнаруживают отчетливое «явление Тиндаля», т. е. равномерное светорассеяние по всем направлениям. При более крупных частицах происходит беспорядочное отражение и преломление лучей. Ослабление интенсивности светового потока всегда имеет место и зависит от толщины l проходимою им слоя дыма или тумана данной концентрации, соответственно уравнению

$$J = J_0 \cdot e^{-kl}, \quad (5)$$

где J_0 и J —соответственно интенсивность входящего и выходящего световых пучков, e —основание натуральных логарифмов, k —коэфф. лучепоглощения, зависящий от природы частиц и от λ . Являясь типичными «мутными средами», Д. и т. в высокой степени затрудняют видимость предметов, особенно несветящихся. На этом свойстве основано применение их в качестве завес для целей маскировки. Затемняющая, или кроющая, способность F дыма или тумана, отнесенная к слою определенной толщины (например 1 м), м. б. выражена в % след. образом:

$$F = 100 \left(1 - \frac{J}{J_0}\right). \quad (6)$$

В практике военно-маскировочн. дела кроющую способность или «плотность» Д. и т. часто определяют как $D = 1/L$, где L —толщина слоя, к-рый целиком затемняет нить электрические лампы, служившей эталоном.

Туманы обладают относительно большей затемняющей способностью, чем дымы. Белые аэрозоли обладают большей затемняющей способностью, чем темные, так как последние отражают меньше света. При завесе тумана толщиной $l = 20$ м и при диаметре частиц 10^{-3} см, достаточно концентрации $C_p = 0,02-0,05$ г/м³ для полного сокрытия очертаний предметов. При одинаковых концентрациях C_p , большей кроющей способностью обладают те Д. и т., частицы которых мельче (т. е., где C_N больше). Затемняющая завеса может находиться в любом месте между предметом и глазом наблюдателя. Эффект затемнения (при данной степени дисперсионности) зависит почти всецело от объема частиц дисперсионной фазы, заключенных в телесном угле зрения; при распределении того же числа частиц в более толстом слое затемняющий эффект увеличивается, но очень незначительно.

Электрич. свойства дымов и туманов. Частицы Д. и т. почти всегда несут на себе электрич. заряды. Эти заряды могут возникать: а) вследствие трения между частицами и газовой средой, б) путем захватывания газовых ионов из дисперсионной среды, в) вследствие диссоциации незаряженных частиц в момент образования дыма или тумана (например при высокой t°) и г) в результате прямого действия ионизирующих агентов—электрического разряда, ультрафиолетов., рентгеновских или радиоактивных лучей и т. п. Величина заряда на единицу объема Д. и т., равно как и заряд, приходящийся на 1 частицу, непостоянны: они зависят от условий образования и дальнейшего поведения дыма или тумана. Напр. частички сахара, распыленного в дым, могут присоединять от 1 до 420 электронов. Знак заряда определяется гл. обр. химич. природой частиц (и газовой среды), но отчасти зависит и от способа их образования. Для обычных Д. и т. (в воздухе) имеем:

Положительно заряженные частицы (+): металлоиды; нислитообразующие окислы и к-ты; соли с сильным анионом; уголь (сажа); сера; вода; песок (SiO₂); тонкая атмосферная пыль: NaCl; SiCl₄; KNO₃; крахмал.

Отрицательно заряженные частицы (-): металлы; основные окислы и их гидраты; соли с сильным катионом; Fe; Al; Zn; Mg; Fe₂O₃; Al₂O₃; ZnO; MgO; известь (CaO); цемент; ZnCO₃; Na₂CO₃; сахар; глюкоза; декстрин; мука.

Разноименно заряженные или незаряженные частицы (+ и -); продукты гидратации и гидролиза некоторых веществ (H₂SO₄, P₂O₅, AsCl₃, SnCl₄) влагой воздуха. Незаряженной может быть и часть дымовых и туманных частиц из всех упомянутых ранее веществ.

Облака Д. и т. при своем движении или других механических воздействиях могут наэлектризовываться до весьма высокого потенциала. Этот факт имеет большое значение для объяснения грозовых разрядов, а также взрывов пыли (см.) на заводах, мельницах, в шахтах и т. п.

Химические свойства дымов и туманов. В дисперсном состоянии дыма или тумана, химическ. активность (реакционная способность) веществ значительно больше, чем в массе. Она возрастает с повышением степени дисперсионности: а) благодаря увеличению уд. поверхности, что дает возможность реакциям протекать быстрее, б) бла-

годаря одновременному увеличению поверхностной энергии отдельных частичек и в) вследствие ускорения броуновского движения, облегчающего распространение реакции по всему объему дыма или тумана. Реакция может происходить между частицами и газовой средой (чаще всего) или между частицами различных Д. и т. (при их смешении). Нек-рые вещества, медленно окисляющиеся на воздухе, загораются при распылении на частицы диам. 10^{-3} — 10^{-4} см, даже при обыкновенной t° (широфорич. металлы). Воспламенение распыленных органич. материалов (твердых) наступает при соприкосновении с телом, нагретым до 400 — 800° ; жидкостей—при темп-ре возгорания их паров. Взрывы Д. и т. являются результатом быстрого реагирования горючего вещества дисперсной фазы с кислородом воздуха и протекают так же, как взрывы газовых смесей. Скорость распространения взрыва зависит от интенсивности (т. е. скорости и теплового эффекта) горения частиц, от расстояния между ними (концентрации C_N) и от скорости броуновского движения. Взрыв может наступить в результате местного нагревания или самопроизвольно. В последнем случае причиной воспламенения является либо крайне высокая химич. активность частиц, либо искровой разряд внутри облака дыма или тумана, наэлектризованного неравномерно. Такого рода явления имеют место в нек-рых производствах, где наблюдались самопроизвольные взрывы горючей пыли. Всякая устойчивая техническая пыль принадлежит к категории настоящих дымов или туманов; накопление ее и длительное застояние в помещениях, облегчающее электризацию, может привести к взрыву, если данное вещество горюче (уголь, сера, сахар и т. п.). Сюда же относятся случаи самопроизвольного возгорания нефтяных фонтанов (туман распыленной нефти), взрывы и пожары на смолоперегонных установках и т. д. (см. *Взрыв пыли*).

Образование Д. и т. Дымы и туманы можно получать двумя путями: 1) раздроблением нек-рой массы твердого или жидкого вещества в газовой среде (дисперсионные процессы) и 2) конденсацией паров вещества внутри газовой среды, с которой они смешаны (конденсационные процессы). Те и другие процессы часто имеют место в природе, а также применяются и в технике для искусственного получения Д. и т.

Дисперсионные методы. 1) Механическое измельчение. 2) Распыление вещества помощью взрыва. Взрывной заряд может быть помещен внутри распыляемой массы или перемешан с нею. Этот способ применяется в военной технике для получения отравляющих, сигнальных, а также некоторых маскирующих Д. и т. 3) Пульверизация жидкостей в туман при выбрасывании их под давлением через узкие отверстия или при распылении струей газа. Степень распыления зависит от скорости истечения (т. е. от вязкости жидкости, диаметра отверстий и давления в приборе) и от конструкции распылителя (простой или центробежный). Этот способ применяется для получения туманов в теплотехнике (фор-

сунки, моторы), в химич. производствах, в технике дезинфекции и дезинсекции, в военном деле и т. п. 4) Пульверизация раствора вещества в летучем растворителе применяется в процессах сушения и выпаривания; этот метод пригоден не только для истинных, но и для коллоидных растворов.

Конденсационные методы. 1) Охлаждение смеси пара с газом путем адиабатического расширения (см. *Адиабатический процесс*). Для образования тумана (или дыма) необходимо, чтобы пар был близок к состоянию насыщения; сгущение пара происходит вокруг газовых ионов или пылевых частиц, служащих ядрами конденсации. Размер и концентрация образующихся частиц тумана зависят: а) от степени пересыщения s пара при расширении ($s = \frac{C_1}{C_2}$, т. е. отношению начальной концентрации пара к конечной); б) от наличия ядер конденсации, их числа, размеров, физич. структуры, химич. природы и электрич. заряда; в) от природы газовой среды, ее плотности, t° и

степени расширения ($\frac{v_2}{v_1}$, где v_1 и v_2 —удельные объемы газовой среды). Этот метод применяют в производственной и лабораторной практике (например при сжижении газов). 2) Поверхностное охлаждение пара при соприкосновении его с газом более низкой t° . Благодаря поверхностному охлаждению сгущение пара в туман или дым может происходить даже при концентрациях, далеких от насыщения. Этот процесс часто протекает одновременно с первым, напр., если струя газа насыщенного парами вещества, выбрасывается под давлением в более холодное пространство. Этот способ находит широкое применение в химич. технологии (напр. возгонка) и в военном деле. 3) Химические реакции, протекающие в газообразной среде и приводящие к образованию твердых или жидких продуктов (или паров, насыщающих пространство). Необходимое условие для образования дыма или тумана: упругость пара продукта реакции д. б. ниже упругостей реагирующих паров. Д. и т. получаются простым смешением паробразных веществ, предварительно разбавленных воздухом в достаточном объеме; одним из компонентов реакции может служить водяной пар (атмосферная влага). К реакциям этого типа относятся: взаимодействие кислотных паров с аммиаком, многие процессы *гидролиза* (см.), гидратации и т. п. Этот способ очень удобен для получения завес из Д. и т. и широко практикуется в военной технике. 4) Процессы горения, наиболее известные источники образования Д. и т., представляя собою обычно сочетание химич. реакций с различными конденсационными процессами. От предыдущего способа эти процессы отличаются тем, что дисперсионная среда (кислород) непосредственно участвует в реакции. При горении специальных дымовых смесей, содержащих окислители, явления м. б. еще сложнее. Для того чтобы горящее вещество давало дым или туман, необходимо, чтобы оно при t° горения превращалось в пар (например: нефть, ма-сла, Mg, Zn) или разлагалось с выделением

летучих продуктов (дерево, камен. уголь). Сжигание веществ с целью получения дыма применяется в заводской и военной технике.

Значение Д. и т. в технике. Д. и т. сами по себе находят ограниченное технич. применение. Образование их часто является нежелательным процессом в производстве. Технич. ценность представляет обычно не дым или туман как таковой, но лишь одна из его двух фаз; такие Д. и т. подвергают обработке с целью выделения полезного компонента. В друг. случаях образование Д. и т. вызывают преднамеренно в промежуточных стадиях обработки продукта или при его утилизации.

Освобождение газов от примешанной к ним дисперсной фазы, твердой или жидкой, практикуется в промышленности очень часто. Таким образом очищаются: воздух рабочих помещений, колошниковые газы доменных печей, пиритные и ватер-жакетные газы (SO_2) в производстве серной к-ты, водород в производстве синтетич. аммиака, генераторный, светильный и многие другие технические газы.

Выделение дисперсной фазы из газовой среды применяется для улавливания ценных продуктов, содержащихся в отходящих газах или в воздухе и механически увлекаемых в дымовые и вытяжные трубы. Д. и т. могут являться главными продуктами производства (напр. серная к-та) или побочными (например в металлургии). Так улавливаются дымы окислов ценных металлов (Al, Cu, Zn, Cd, Sn, Pb, As, Sb, Bi) из газов плавильных, электрич. и рудообжигательных печей, туманы кислот (H_2SO_4 , HCl, HNO_3), смол и т. д. Некоторые ценные примеси, находящиеся в состоянии паров, могут быть сгущены в туман охлаждением газа и т. о. выделены (напр. смолы и легкие масла в каменноугольном газе).

Преобразование технич. продукта в дым используется для получения нек-рых веществ в состоянии тончайших порошков или устойчиво-рыхлых, объемистых хлопьев (аэрогели). Так получают, например, окислы сурьмы и олова (Sb_2O_3 , SnO_2) из расплавленных металлов вдуванием кислорода; сажу—сжиганием масел; сублимированный пирогаллол (объем 1 кг—18 л; уд. в. $\approx 0,056$)—возгонкой сырого продукта в дым и последующей флокуляцией последнего. Преобразование жидкостей в туман практикуется в технике выпаривания растворов в распыленном состоянии (напр. в производстве сухого молока). Здесь туман является промежуточной фазой обработки: аэрозоль [жидкость+газ], не теряя своей дисперсности, переходит в аэрозоль [твердое вещество+газ], т. е. совершается прямое превращение тумана в дым с коагуляцией последнего. Иногда, наконец, вещество только в виде дыма или тумана способно проявить нужное действие; например, твердое и жидкое топливо в высокодисперсном состоянии делается равноценным газообразному. Взрывы тумана с использованием полученного давления осуществляются в двигателях внутреннего сгорания, работающих на тяжелых маслах; сжигание угольной пыли в топках представляет собою непре-

рывный ряд взрывов аэрозоля [уголь+воздух], с использованием их теплового эффекта. Некоторые ядовитые дымы и туманы применяются в сельском и лесном хозяйстве для борьбы с вредителями растений—насекомыми и грибами (см. *Дезинсекция*). В последнее время имеются попытки применения Д. и т. для целей оптич. рекламы и воздушной сигнализации.

Д. и т. в военном деле. Военная техника использует Д. и т. для целей маскировки, химич. нападения и сигнализации.

Маскирующие Д. и т. служат для создания «дымовых» завес, горизонтальных и вертикальных. Вещество дисперсной фазы м. б. жидким или твердым; оно д. б. трудно летучим и по возможности гигроскопичным; обычный размер частиц 10^{-4} — 10^{-5} см. Дымы или туманы для маскирующих завес получают из особых веществ—дымообразователей—чаще всего при участии составных частей атмосферы: влаги, кислорода или той и другого вместе; поэтому химич. состав частиц Д. и т. обычно не одинаков с составом исходного вещества. От маскирующей завесы требуется устойчивость, большая замедляющая (кроющая) способность и по возможности отсутствие ядовитого или раздражающего действия. Применяемые дымообразующие вещества должны быть: а) доступны в больших количествах, б) безопасны в обращении, в) не должны разлагаться при хранении, г) техника их применения д. б. несложной и д) из единицы веса материала должен получаться большой объем дыма или тумана с высокой кроющей способностью. По способам применения они делятся на следующие группы: 1) вещества, дающие дым при механич. распылении (взрыве): нек-рые смеси, применяемые в дымовых снарядах артиллерии; 2) вещества, образующие Д. и т. при химическом взаимодействии с влагой воздуха: хлорное олово SnCl_4 , четыреххлористый титан TiCl_4 , четыреххлористый кремний SiCl_4 , хлористый мышьяк AsCl_3 , хлорсульфоновая к-та $\text{Cl}\cdot\text{SO}_2\cdot\text{OH}$, серный ангидрид SO_2 и «олеум» (дымящая серная к-та: H_2SO_4 + от 20 до 50% SO_3). Хлористые соединения этой группы—жидкости типа хлорангидридов, легко гидролизующиеся водой—на воздухе дымят, пока все вещество не разложится; они применяются в снарядах, минах и в специальных дымообразующих аппаратах для полевых войск, морского и воздушного флотов; они также часто смешиваются с *боевым отравляющим веществом* (см.). Олеум, дающий (как и SO_3) туман благодаря реакции $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$, подвергается распылению или термич. возгонке (напр. выливанием на негаш. известь); применяется танками, морскими судами и сухопутными войсками; 3) вещества, образующие Д. и т. при горении: белый (желтый) и красный фосфор; смеси Бергера—«ВМ» [Zn (пыль), CCl_4 , NaClO_3 , NH_4Cl и кизельгур; иногда ZnO или MgCO_3] и «НС» (с заменой CCl_4 на C_2Cl_4); смесь Ершова (NH_4Cl , нафталин, KClO_3 и уголь), нефть и др. Фосфор при сгорании дает дым P_2O_5 и далее, с влагой, туман фосфорной кислоты; дымовые смеси образуют дымы, состоящие из продуктов горения, возгонки и химич. взаимодействия со-

ставных частей. Их применяют в снарядах, бомбах, минах, ружейных и ручных гранатах, дымовых шашках (свечах) и в специальных аппаратах.

Аппараты для дымообразования, применяемые в военной технике, м. б. классифицированы по типам след. обр.: 1) аппараты для наземного дымообразования—а) стационарные, б) возимые (конной и автомобильной тяги), в) ранцевые (носимые); 2) аппараты для образования дымовых завес на море—а) стационарные установки на морских судах и б) пловучие дымовые буйки; 3) аппараты для образования воздушных дымовых завес—а) вертикальных и б) горизонтальных.

Сравнительная дымообразующая способность различных материалов (принимая 100% для фосфора) выражается следующими числами:

Горящий фосфор (белый)	100%
Олеум	60—75 »
Хлорное олово	40 »
Четыреххлористый титан	25—35 »
Хлористый мышьяк	10 »

Для характеристики сравнительной ценности дымообразующих веществ иногда пользуются т. н. «силой полного затемнения» (total obscuring power) $K = V \cdot D$, где V —объем дыма или тумана, получаемый из единицы веса дымообразователя, а D —плотность завесы; величина K (в $\text{м}^2/\text{кг}$) выражает собою в м^2 площадь завесы, получаемой из 1 кг дымообразователя и дающей полное (100%) затемнение. Кроющая способность завесы, кроме факторов, указанных выше, зависит еще от метеорологических условий—влажности атмосферы и характера солнечного освещения. Устойчивость же ее и длительность эффекта маскировки определяются главным обр. воздушными течениями. Движущаяся по ветру завеса расширяется конусообразно вверх и в стороны. Высота ее за время t мин., при скорости ветра v ($\text{м}/\text{сек}$), увеличивается на $h = kt/v$ (в м), где k зависит от характера ветра (обычно $k \approx 13,5$); увеличение ширины завесы будет соответственно $b = 2kt/v$; концентрация ее падает обратно пропорционально квадрату расстояния от источника.

Отравляющие дым и туманы применяются в химич. борьбе как средство поражения живой силы противника. Для образования их служат боевые отравляющие вещества, которые подвергаются распылению взрывом (в химич. снарядах, минах, бомбах) или термической возгонкой (в ядовито-дымных свечах и шашках). Такие Д. и т. должны быть по возможности высокотоксическими, устойчивыми и способными проникать через механические фильтры; последнему условию наиболее удовлетворяет размер частиц $1 \cdot 10^{-5}$ — $2 \cdot 10^{-5}$ см. Применяемые отравляющие вещества (О. В.): органич. хлорарсины и цианарсины (см. *Арсены боевые*), хлорацетофенон $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{Cl}$, бромбензилцианид $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CHBr} \cdot \text{CN}$ и др., а также различные их смеси между собой или с дымообразователями. Они должны обладать малой упругостью пара (высокой $t^{\circ}_{\text{кип.}}$) и достаточной химическ. стойкостью, чтобы не разлагаться при t° возгонки или при взрыве.

Сравнительная устойчивость боевых дымов и туманов (в условных единицах).

Фенилдихлорарсин $\text{C}_6\text{H}_5\text{AsCl}_2$	181
Дифенилдицианарсин $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$	137
Дифенилхлорарсин $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$	101
Бромистый циан BrCN	94
Метилдихлорарсин CH_3AsCl_2	70
Иприт $\text{S}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_2$	38

Примечание. Числа характеризуют падение концентрации дыма или тумана за время 30 мин.

Степень отравляющего или раздражающего действия Д. и т. пропорциональна токсической силе О. В. и его весовой концентрации (C_p) в облаке.

Сигнальные дым и туманы должны обладать высокой видимостью (плотностью) и характерной, ясно различимой окраской; они могут быть белыми, черными и цветными. Первые два типа не отличаются от обыкновенных маскирующих Д. и т. и получают теми же методами. Цветные сигнальные дым обычно состоят из твердых частиц и получают возгонкой или распылением различных резко окрашенных веществ. Таковыми служат: сернистый мышьяк As_2S_3 , хризоидин-оранж, аурамин (желтые дым); сурик, киновар, паранитроанилиновый красный (красные); ультрамарин, индиго (синие); индулин (пурпуровый) и др. Для получения дыма служат смеси из окислителя, горючего и краски (напр. англ. смесь «S» состояла из KNO_3 , S и As_2S_3); ими снаряжаются ракеты, метательные гранаты, особые пистолетные патроны артиллерийские снаряды и т. п. Конструкция оболочек и приборов должна обеспечивать либо длительное дымообразование либо характерную форму облака дыма.

Методы борьбы с Д. и т. Рассеивание дымов и туманов в свободной атмосфере—пока еще наиболее употребительный способ ликвидации газодисперсных систем, не имеющих технич. ценности. Однако, негигиеничность и даже прямая вредность таких приемов, в связи с массовым их применением и ростом промышленности, создает угрозу для здоровья населения. В целях здравоохранения в больших городах и промышленных центрах борьба с фабричными дымами начинает проводиться в законодательном порядке. В Англии, напр., в 1927 году, принят билль о запрещении ф-кам и з-дам выпускать на воздух всякого рода дым и пылевые отбросы (временное исключение сделано для металлургической промышленности). Д. и т., образующиеся в химич. и других производствах, иногда бывают ядовиты, иногда же содержат ценные вещества, потеря которых нежелательна. Все это ставит перед техникой проблему борьбы с дымами и туманами путем их улавливания (осаждения), очистки загрязненного ими воздуха или путем сокращения и реконструкции самих источников дымообразования.

Частицы дыма и тумана удаляются из газовой среды тремя путями: а) диффузией, б) оседанием под действием силы тяжести (отстаивание, settling) и в) осаждением на стенках сосуда и других твердых или жидких поверхностях (адсорбция); кроме того, частицы могут испаряться. Скоростью этих самопроизвольных процессов определяется

устойчивость Д. и т., т. е. срок их существования в виде аэрозолей. Всякого рода внешние воздействия могут повышать или понижать эту устойчивость. Условия устойчивости газодисперсной системы сводятся к следующим главным факторам: 1) некоторая оптимальная величина частиц (достаточно малая, чтобы не происходило оседания, но достаточно большая, чтобы препятствовать быстрому испарению), 2) невысокая концентрация частиц (C_N), т. е. достаточное расстояние между ними, 3) наличие одноименных электрических зарядов на частицах (электрич. отталкивание), 4) наличие адсорбированных «защитных пленок» на частицах и 5) конвекционные токи, препятствующие оседанию. Нарушение любого из указанных условий ускоряет процесс разделения фаз и м. б. использовано в этом направлении.

Способы улавливания дымов и туманов делятся на абсорбционные, механические и электрические. 1) **Абсорбционный способ**, т. е. выделение дисперсной фазы путем промывки Д. и т. водой или другим растворителем, применяется чаще всего в соединении с механическими приемами разделения фаз (см. ниже). Он осуществляется в технике в виде гидравлических затворов, вращающихся промывателей или путем пульверизации жидкости навстречу газовому потоку. В противоположность газам дымы и туманы абсорбируются жидкостями очень плохо; это зависит от меньшей подвижности их частиц. Дымы поглощаются относительно лучше, чем туманы, так как частицы первых обычно мельче и подвижнее. Поглощательная способность жидкости по отношению к дымам тем выше, чем меньше ее вязкость и упругость пара. Гигроскопические дымы при промывке водой превращаются в туманы и, таким образом, становятся еще менее поглощаемыми. Этим объясняется, например, поведение дыма SO_2 в контактном производстве серной кислоты: дым SO_2 очень слабо абсорбируется водой и удовлетворительно — крепкой H_2SO_4 . 2) **Механич. способы** основаны на использовании веса или инерции частиц, увлекаемых газовым потоком. а) **Осадительные камеры** строят по принципу уменьшения скорости потока путем увеличения поперечного сечения труб. Т. о., осаждаются только грубо дисперсные аэрозоли (частицы диаметром 10^{-3} см и более), т. е. пыль. Для осаждения в камерах настоящих Д. и т. прибегают к ускорению коагуляции вещества в крупные частицы, что достигается различными путями. Например, адсорбированная на частицах газовая пленка иногда м. б. удалена вдуванием паров, легче адсорбируемых (водяной пар); электрический заряд системы м. б. уничтожен введением противоположно заряженных частиц и т. д. б) **Центробежные аппараты** (систем Циклон и Сирокко) основаны на принципе центрифугирования частиц при вихревом движении потока; они годны лишь для частиц диам. $>10^{-4}$ см. в) **Аппараты ударного действия**, в которых поток разбивается о стоящие на его пути перегородки, пригодны для осаждения туманов не слиш-

ком мелкого дробления (например смолоотделители Пеллуза и Одуена). г) **Лабиринтные системы**, где дым или туман пропускается через канал с большим числом поворотов, очень громоздки и малоудобны, хотя и применяются еще в старых установках для улавливания дыма. д) **Фильтровальные слои**: кольца Рашига, слои кокса или гравия; применяются для грубой механич. очистки газов. е) **Фильтры из волокнистых или порошкообразных материалов**; основаны на сочетании ударного, центробежного и адсорбционного действия и позволяют улавливать даже очень мелкие частицы. Фильтрующее действие зависит не столько от диаметра пор (они не должны быть слишком мелкими во избежание забивки), сколько от их извилистости. Труднее всего задерживаются частицы с диаметром 0,1—0,2 μ . Фильтры применяются в заводской аппаратуре, вентиляционных устройствах, в промышленных и войсковых *противогазах* (см.); они должны соединять в себе высокую задерживающую способность с продолжительностью действия и с малым и постоянным сопротивлением. 3) **Электрич. способы** (Коттреля и Меллера) основаны на осаждении частиц действием электрич. поля и тихого разряда. В них осуществляется истечение электричества с поверхностей большой кривизны, дающее т. н. «корона-эффект» и электрический ветер. Метод Коттреля широко применяется в промышленных и лабораторных установках; он позволяет улавливать даже самые тонкие Д. и т. почти полностью (98—99,99%), что при механич. способах никогда не достигается. Аппарат (лабораторный) состоит чаще всего из вертикальной металлической трубки (осаждающий электрод) и расположен. вдоль оси ее проволоки (заряжающий, излучающ. электрод); напряжение поля = 4 000—10 000 В/см; дым или туман протекает через трубку с определенной скоростью; расход энергии 1—5 kW на 1 м³/сек. Электрический метод начинает применяться также в борьбе с атмосферными туманами: рассеиванием наэлектризованного песка в атмосфере удается уничтожить заряд водяных капель и тем ускорить их коагуляцию. 4) **Уменьшение дымообразования** в промышленных предприятиях м. б. достигнуто различными путями: сокращением прямого сжигания твердого топлива (переходом на другие виды горючего); усовершенствованием топок в смысле обеспечения наиболее полного сгорания; использованием запасов белого угля и т. д.

Методы анализа Д. и т. Полное физико-химич. исследование Д. и т. включает следующие определения: а) химическ. состава дисперсной фазы, а иногда и дисперсионной среды (если состав ее точно неизвестен), б) концентрации (C_p и C_N), в) величины частиц, г) физическ. структуры частиц, д) устойчивости дыма или тумана и е) электрич. свойств (знака и величины заряда на единицу массы или на 1 частицу). Для маскирующих, отравляющих и сигнальных Д. и т. определяют, кроме того, их затемняющую способность или токсические свойства и способность проникания через фильтры

или степень окрашенности и видимости. Часть исследований производится над самими Д. и т., часть же — над выделенной дисперсной фазой. Для выделения частиц применяют электрический способ Коттреля (лабораторная установка) или фильтрацию Д. и т. через волоконный фильтр; в последнем случае удобно пользоваться растворимыми фильтрами (коллоидонная вата, сахар). Собранное вещество взвешивается (отсюда вычисляется C_p), растворяется и подвергается обычному химич. анализу. Исследование Д. и т. без выделения дисперсной фазы производится по общим методам физич. измерений, в случае необходимости — модифицированным. Наиболее ценные результаты дают тиндалиметрия (определение числа или размера частиц фотометрированием эффекта Тиндаля) и ультрамикроскопия (прямое наблюдение и подсчет частиц), часто сочетаемая с фотографированием и с применением переменного электрического поля.

Лит.: I. Общая: Складенко С. И., «Воина и техника», М., 1926, 334—335, стр. 16; Назаров В. И., «Техника и снабжение Красной армии», М., 1925, 171, стр. 22; Gibbs W. E., Clouds and Smokes, L., 1924; Freudlich H., Kapillarchemie, Lpz., 1923, p. 1061—1090; Gibbs W. E., The Dust Hazard in Industry, L., 1925; Meldau R., Der Industriestaub, B., 1926; Kohlschütter V., Nebel, Rauch u. Staub, Bern, 1918; Kohlschütter V., «Kolloid-Ztschr.», Dresden, 1927, B. 42, H. 3, p. 209; Beyersdorfer P., ibid., p. 229. II. Свойства Д. и т.: Изгарышев Н. А., сб. «Военно-химич. дело», в. 2, стр. 99, М., 1925; Rothmund, «Wiener Monatshefte», W., 1918, 39, p. 571; Tolman a. oth., «Journ. of the Amer. Chem. Soc.», Easton, Pa., 1919, v. 41, p. 297, 575; Kohlschütter und Tüschler, «Ztschr. für Elektrochemie», Lpz., 1921, B. 27, p. 225; Whytlaw-Gray, Speakman a. Campbell, «Proc. Royal Soc.», L., 1923, v. 102, p. 600, 615; Engelhard, «Ztschr. f. Elektrochemie», Lpz., 1925, B. 31, p. 590; Paterson a. Whytlaw-Gray, ibid., 1926, v. 41, p. 302; Remy H., «Ztschr. f. anorg. u. allg. Chemie», Lpz., 1924, B. 138, p. 167, B. 139, p. 51, 69, 1927, B. 159, p. 241; Remy H., «Z. ang. Ch.», 1926, B. 39, p. 147, 1927, B. 40, p. 550. III. Акустич. свойства Д. и т.: Altberg und Holzmann, «Physik. Ztschr.», Lpz., 1925, B. 26, p. 149. IV. Оптич. свойства Д. и т.: Strutt (Rayleigh), «Phil. Mag.», L., 1871, v. 41, p. 107, 274, 447, 1881, v. 12, p. 81, 1899, v. 47, p. 375; Handb. d. Kolloidwissenschaften, hrsg. v. W. Ostwald, B. 1—Licht u. Farbe in Kolloiden, Lpz., 1924, V. Электрич. свойства Д. и т.: Wilson, «Proc. Royal Soc.», L., 1897, v. 61, p. 240; Townsend, «Proc. of the Camb. Phil. Soc.», Cambridge, 1898, v. 9, p. 244; Thomson J. J., «Phil. Mag.», L., 1898, v. 46, p. 528; Millikan, ibid., 1910, v. 19, p. 209; Rudge, ibid., 1912, v. 23, p. 852, 1913, v. 25, p. 481; Stäger A., «Ann. d. Phys.», 1926, V. 76, p. 49. VI. Варьивчатые свойства Д. и т.: Price D., Brown H. H., Brown H. R. a. Roeth H. E., Dust Explosions, Boston, 1922; Beyersdorfer P., Staubexplosionen, Dresden—Lpz., 1925; Beyersdorfer P., «Kolloid-Ztschr.», Dresden, 1922, B. 31, p. 331, 1923, B. 33, p. 101; Trostel L. J. a. Frevert F. W., «Chem. a. Met. Engineering», N. Y., 1924, v. 30, 141; Gibbs W. E., «Chemical Age», L., 1925, 13, p. 330. VII. Образование Д. и т.: Svedberg T., The Formation of Colloid, L., 1921, VIII. Д. и т. в метеорологии: Köhler H., Untersuchungen über d. Elemente d. Nebels u. d. Wolken, Stockholm, 1925; Schmauss A., «Kolloid-Ztschr.», Dresden, 1922, B. 31, p. 266; Stäger A., ibid., 1927, B. 42, p. 223; Tagger J., «Physikal. Ztschr.», Lpz., 1927, V. 28, 10, p. 365. IX. Д. и т. в военном деле—а) Общая лит.: Фрайс А. и Вест К., Химическая война, 2 изд., стр. 321—377, Москва, 1924; Мейер Ю., Отравляющие вещества и их боевое применение, ч. 2, стр. 117—127, М.—Л., 1928; Vedder E., The Medical Aspects of Chemical Warfare, Baltimore, 1925; б) Маскирующие Д. и т.: Хейгль, «Воина и мир», Берлин, 1924, 15, стр. 115, 16, стр. 153; Уокер Х. В., «Воина и техника», М., 1926, 263—

264, стр. 19; Штампе Г., там же, 1926, 320—321, стр. 58, 334—335, стр. 45; Richter G. A., «I. Eng. Chem.», 1921, v. 13, p. 343; McSwagert, «Chem. and Met. Engineering», N. Y., 1924, v. 30, p. 261; в) Сигнальные Д. и т.: Рей А. В., «Воина и техника», М., 1926, 275—276, стр. 16. X. Улавливание Д. и т. в промышленно-сти: Ногмана. Ross, «Gas World», L., 1927, p. 13, 2231. XI. Исследования Д. и т.: Складенко С. И., оп. cit. (методы); Дунаев А. П., «Техн.-эконом. вестник», М., 1926 (метод Коттреля); Salinan H., «Z. ang. Ch.», 1924, B. 37, p. 98 (хим. анализ); Tolman a. oth., «Journ. of the Amer. Chem. Soc.», Easton, Pa., 1919, v. 41, p. 299 (тиндалиметрия); Wells a. Gerke, ibid., p. 312 (ультрамикроскопический метод). В. Янковский.

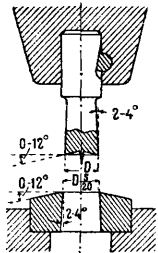
ДЫНЯ, плод растения *Cucumis melo* L. из сем. тыквенных, родом из Азии и Африки, где оно встречается в диком состоянии. Культура Д. была известна уже древним финикийцам; арабами эта культура была перенесена в Испанию, откуда распространилась по Европе. В настоящее время Д. возделывается в СССР более всего на бахчах; наибольшее промышленное значение культура Д. имеет в Нижне-Волжском крае, в Крыму и в Средней Азии.

Все сорта Д. подразделяются на 2 группы: 1) настоящие Д. — овальной формы, с гладкой или сетчатой кожей и 2) канталупы — ребристые Д., круглой приплюснутой формы. Из настоящих Д. наиболее известны сорта: в Поволжье — зимовка (дубовка), ананасная (зимовка серая), скороспелка, бухарка (калымык) и в Туркменской ССР — чарджуйские Д. Из канталуп наиболее распространены сорта: большой прескотт, малый прескотт, лионская и другие. Данные о среднем химическом составе съедобной мякоти русских дынь из Красноармейска (Сарепта) указаны в статье Ф. Церевитинова — (см. лит.).

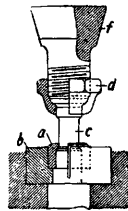
По исследованию С. Лутохина, 16 сортов Д., выращенных в районе с. Быково Сталинградского округа, получены следующие пределы колебания сахаров: 0,09—3,70% глюкозы, 1,85—3,92% фруктозы, 0,24—7,60% сахарозы; общее колич. сахаров 4,25—13,25%. Кроме утолщения в свежем виде для еды, Д. идут в технич. переработку: для приготовления варенья, цукатов, карамельной начинки и для глазирования. Кроме того, из Д. можно готовить консервы в жестянках, а также шпоре, повидло. В Ср. Азии Д., нарезанную в виде узких полосок, подсушивают на солнце и сплетают потом в виде косы; этот продукт носит местное название «кау-как»; из мякоти Д. вываривают довольно густую темную жидкость, к-рую разливают по холсту, сушат на солнце и получают т. о. пастилу, в виде тонких листов, называемую узбеками «кара-корт». Увариванием сока из Д. получают дынный бекмес. Семена Д. содержат 26—44% жирного масла желтого цвета, нежного вкуса, без запаха, пригодного в пищу. По исследованию проф. В. Р. Вильямса, дынное масло имеет удельный вес 0,9233, рефракция его (при 25°) 73,4, число кислотности 2,00, число омыления 195,6, иодное число 118,0, число Рейхерт-Мейсля 0,698, адетильное число 6,23. Жмых, остающийся после пресования, содержит: 6,7% воды, 29,1% азотистых веществ, 12,8% жира, 26,2% клетчатки, 0,93% сахара, 11,4% крахмала, 9,7% пентозанов, 3% золы.

Лит.: Черевитинов Ф., О химич. составе и технич. переработке русских дынь, «Экономика и техника пищевой промышленности», М., 1923, 2—3, стр. 40; Кичунов Н. И., Огурцы, дыни, арбузы и тыквы, 3 изд., СПб., 1910; Кузнецов А. П., Руководство по бахчеводству, СПб., 1915; Сиромолов П., Культура дыни-канталупы в Енотаевском у. Астраханской губ., «Плодоводство», П., 1915, 9—10, стр. 536; Шавров Н., Чарджуйские дыни и их разведение, там же, 1911, 1, стр. 12, 2, стр. 111; Лутхин С., Исследования по качеств. и колич. содержанию сахаров в различных сортах арбуза и дыни, «Труды агрохимич. лаборатории Политехнич. музея», М., 1928, вып. 1, стр. 11. Ф. Черевитинов.

ДЫРОПРОБИВНОЙ ПРЕСС, станок для пробивки дыр в металле. Пробивание дыр является частным случаем резания, когда режущая кромка инструмента представляет собою не прямую линию (как, например, у ножниц), а замкнутую фигуру, форма которой зависит от формы отверстия выбиваемого этим инструментом. Пробивающий инструмент называется пуансоном, штемпелем, бородком или пробойником; нижним лезвием служит подкладка (матрица), в которую он входит примерно на 1,5 мм (фиг. 1).

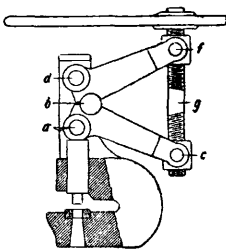


Фиг. 1.

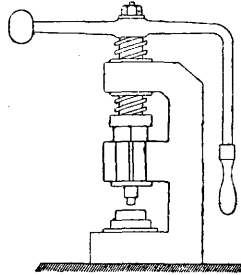


Фиг. 2.

Для того чтобы материал не забивался в матрице накрепко (что значительно увеличило бы рабочее усилие), между отверстием последней и пуансоном оставляется небольшой зазор $\sim 5 \div 6\%$ толщины пробиваемого материала (часто зазор делают постоянным, равным 0,5 мм). При пробивании дыр материал вблизи отверстия подвергается значительному изменению структуры, вследствие возникающих при пробивке напряжений и деформаций. В виду этого в тех случаях, когда требуются точные и ровные отверстия в материале однородного установленного



Фиг. 3.

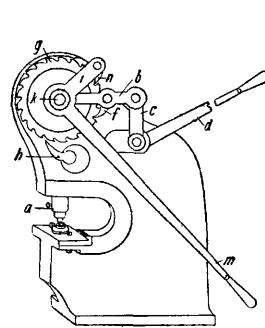


Фиг. 4.

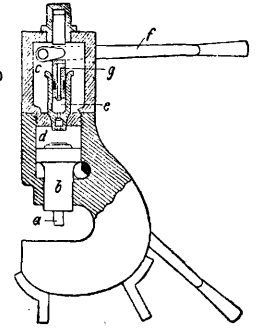
качества (например заклепочные дыры для паровых котлов или мостов), предпочитают означенные дыры сверлить, несмотря на то, что пробивка их обходится значительно дешевле (примерно в 3—4 раза).

Упомянутые выше пуансон и матрица закрепляются на Д. п. различным образом. Матрица устанавливается обычно на под-

кладке, при помощи болтов или клина; пуансон прикрепляется к ползуну Д. п. при помощи конич. или цилиндрич. хвоста и зажимного винта (фиг. 1) или посредством клина, к к-рому иногда добавляется зажимной



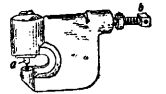
Фиг. 5.



Фиг. 6.

винт. На фиг. 2 представлена конструкция, часто встречающаяся у американск. машин: здесь матрица *a* устанавливается в зажимную подкладку *b* с прорезом, пуансон же *c* закрепляется при помощи гайки *d* в державке *f*, вставляемой своей верхней частью в соответствующий вырез ползуна.

Д. п. могут быть разделены на 2 группы: а) приводимые в действие силой рабочего и б) работающие от привода. К первым относятся следующие наиболее распространенные типы. 1) Коленчатый Д. п. («медведка», фиг. 3), состоящий из двух рычагов *abc* и *dbf* и винта *g* с правой и левой резьбой. При поворачивании последнего длинные плечи рычагов *bc* и *bf* сходятся, а короткие *ab* и *bd* расходятся, при чем ролик *a* нажимает на пуансон и т. о. приводит его в действие. 2) Винтовой (фиг. 4). 3) Эксцентриковый (фиг. 5), у к-рого пуансон *a* приводится в действие эксцентриком, сидящим на оси, приводимой во вращение при помощи рычагов *b* и *d*, серьги *e*, собачки *f* и храпового колеса *g*. Собачка *h* служит для того, чтобы храповое колесо *g* не могло при этом вращаться в обратную сторону. Подобного рода дыропробивные прессы снабжаются иногда вторым рычагом *ikt* с собачкой *n* для пробивания отверстий в тонких листах. 4) Ножной, у к-рого ползун с пуансоном приводится в движение нажатием на педаль. 5) Гидравлич. рычажный (фиг. 6), пуансон к-рого *a* закрепляется на поршне *b*, приводимом в движение давлением жидкости (масла), перекачиваемой из камеры *c* в гидравлич. цилиндр *d* при помощи рукоятки *f* и поршня *g*, скользящего в стакане *e*. 6) Гидравлическ. винтовой (фиг. 7) с пуансоном *a*, закрепленным на поршне, на который, при завинчивании винта *b* в гидравлический цилиндр с маслом, производится сильное давление. Такие гидравлич. Д. п. очень удобны для применения в трудно доступных местах.

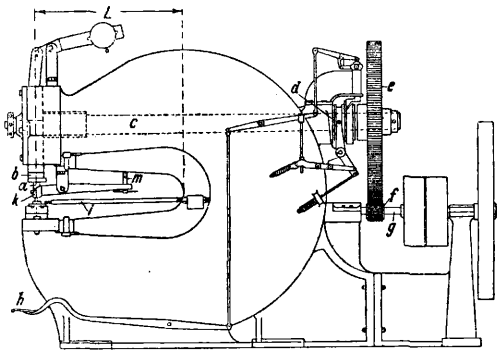


Фиг. 7.

Приводные Д. п. делаются самых разнообразных типов. Типичная конструкция приводного Д. п. представлена на фиг. 8. Пуансон *a* закреплен на ползуне *b*, приво-

димомым в действие силой рабочего и т. д.

димом в возвратное движение от эксцентрикового вала *e*; этот вал соединяется при помощи сцепной муфты *d* с зубчатым колесом *e*, зацепляющимся с шестерней *f*, сидящей на приводном валу *g*. При нажатии педали *h* муфта сцепляется, и машина продолжает работать до тех пор пока педаль будет прижата книзу. Если требуется лишь один рабочий ход пуансона, то достаточно нажать на педаль и затем освободить последнюю, чем вызывается размыкание муфты, когда ползун достигает своего высшего положения. Упор *i*, привинченный к станине, служит для установления расстояния пробиваемых дыр от края материала. Для того чтобы при подъеме пуансона (после пробивки дыры) материал не увлеклся вверх вместе с последним, приспособлена поддержка *k*, которая устанавливается в зависимости от толщины материала помощью



Фиг. 8.

винта *m*. Расстояние *L* между центром пуансона и краем выемки станины называется вылетом и характеризует собой то наибольшее расстояние от края материала, на котором могут быть расположены пробиваемые на данной машине дыры. Подобного рода Д. п. делаются как с ременным приводом, так и с индивидуальным приводом от электромотора. Они строятся с вылетом от 300 до 1 500 мм на 40—45 ходов в мин., специальные же быстроходные — до 75 ходов в мин. Потребная мощность электромоторов (около 1 200 об/м.) для подобного рода Д. п., в зависимости от толщины материала и диаметра дыры, — от 3НР (толщина 12,5 мм, \varnothing 12,5 мм) до 15НР (толщ. 30 мм, \varnothing 60 мм).

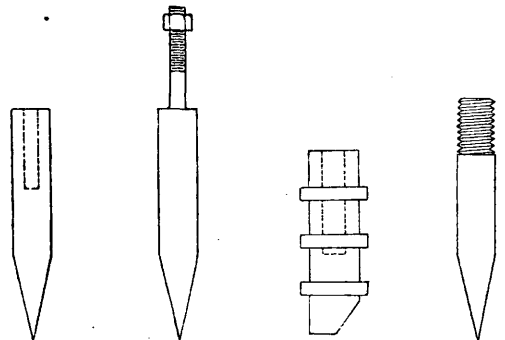
Такие Д. п. строятся также горизонтальными и сдвоенными. Д. п. часто соединяются с ножницами для резания как листового, так и круглого, квадратного и углового железа. Для пробивания заклепочных дыр в согнутых котельных и т. п. листах применяются Д. п. с круглой оправкой. Д. п. могут быть также приспособлены для одновременного пробивания нескольких отверстий, расположенных различным образом, что достигается путем установки на них соответствующих сложных пуансонов и матриц. Для пробивания дыр, расположенных по окружности и отстоящих на равном расстоянии одна от другой, применяются Д. п., подобные описанным выше, но снабженные особыми делительными приспособлениями. Во избежание предварительной разметки, напр. заклепочных дыр, Д. п. снабжаются соответ-

ствующими приспособлениями для ручной или автоматич. подачи листового или полосового материала. Механизм последней устраивается с таким расчетом, чтобы материал мог продвигаться на требуемую длину во время каждого подъема и следующего за ним опускания пуансона. Материал при этом обычно помещается на столе, установленном на роликах и приводимом в движение от кулачкового вала, при чем длина подачи на 1 рабочий ход пуансона регулируется при помощи особого приспособления.

Давление, производимое пуансоном, м. б. рассчитано по ф-ле $P \cong 1,7\pi dhk$, где *P* обозначает давление в кг, *d*—диаметр пробиваемой дыры в мм, *h*—толщину материала в мм и *k*—временное сопротивление материала срезыванию в кг/мм².

Лит.: Гавриленко А. П., Механика. технология металлов, ч. 3, Москва, 1925; Гюлле Ф., Станки, т. 1, М., 1926; Шейбе Х. и Тулошинский В., Современные рабочие приспособления, М., 1926; Обработка металла без снятия стружки, Москва, 1927; Ледебур А., Механическая технология металлов, перевод с нем., СПб, 1900; Codron С., Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux, Paris, 1902; Machinery's Encyclopedia, v. 5, New York, 1925; Hülle F. W., Die Grundzüge d. Werkzeugmaschinen u. d. Metallbearbeitung, B. 1—2, Berlin, 1926—28; Hülle F. W., Die Werkzeugmaschinen, 4 Aufl., B., 1923. В. Пальм.

ДЮБЕЛЬ, приспособление для крепления одиночных фарфоровых роликов к каменной стене. Д. изготовляются стальные, в виде спирали из железной оцинкованной проволоки, и свинцовые. Стальной Д. представляет собой заостренный стержень из твердой стали с отверстием на тупом конце, имеющим гаечную резьбу (фиг. 1), или болтик с нарезкой (фиг. 2). Такие Д. вбивают в каменную стену без предварительного пробивания дыр, при чем Д. с отверстием вбивают непосредственно молотком, а Д. с болтиком—посредством особой насадки,



Фиг. 1.

Фиг. 2.

Фиг. 3.

Фиг. 4.

для предохранения резьбы болтика от порчи. Ролик прикрепляют к Д. в первом случае посредством винта, а во втором случае—посредством гайки с шайбами. Спиральный Д. состоит из спиральки, изготовляемой из железной оцинкованной проволоки, накручиваемой в 2 ряда на шуруп, служащий для прикрепления ролика. Спиральный Д. вставляют вместе с шурупом в заранее заготовленное отверстие в стене и загипсовывают, при чем шуруп предварительно смазывают маслом. После затвердения гипса шуруп можно вывинтить из спиральки, не

повреждая при этом стены. С в и н ц о в ы й Д. представляет собой стержень из свинца, снабженный снаружи поперечными ребрами (фиг. 3), а с одного из концов—цилиндрич. углублением. Такой Д. также вставляют в заранее заготовленное отверстие в стене и загибывают. Ролик прикрепляют к Д. при помощи шурупа, нарезка которого при ввертывании врезается в свинец Д. Иногда пользуются стальным Д. с винтовой нарезкой (фиг. 4), на конец которого ролик навинчивается без помощи винта, т. к. в самом ролике имеется для этого резьба. Я. Губер.

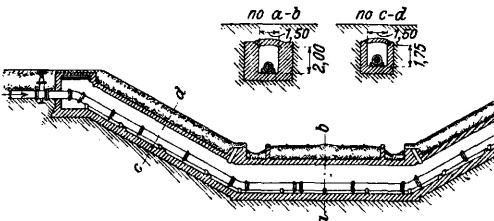
ДЮКЕР, участок водо- или газопровода под встречаемым на пути их прокладки препятствием (река, канал, дорога и т. п.). Следует различать Д. н а п о р н ы е, находящиеся под общим напором сети, и Д. с и ф о н ы е—с естественным напором. К первым



Фиг. 1.

относятся все Д. напорных водопроводов (фиг. 1 и 2) и газопроводов, ко вторым—Д. канализационных (закрытых) водоводов (фиг. 3) и открытых водотоков (фиг. 4).

Н а п о р н ы е Д. рассчитывают, пользуясь общим методом расчета напорных трубопроводов (см. *Водоснабжение и Газопроводы*). Необходимый напор на прохождение

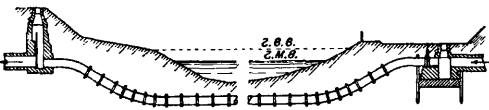


Фиг. 2.

воды через с и ф о н н ы й Д., или разница уровней воды верхнего и нижнего бьефов при входе и выходе воды,

$$h = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} + 0,5 \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2 l}{c^2 R}, \quad (1)$$

где v_1 —скорость воды перед Д.; v_2 —скорость воды после Д.; v —скорость воды в Д.,



Фиг. 3.

l —длина Д., R —гидравлич. радиус поперечного сечения Д., c —коэфф. по ф-ле Куттера или Базена, g —ускорение силы тяжести. При $v_2 = v_1$ мы имеем:

$$h = 1,5 \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2 l}{c^2 R} = m \frac{v^2}{2g}, \quad (2)$$

где $m = 1,5 + \frac{2gl}{c^2 R} = 1,5 + \lambda \frac{l}{d}$; для железных труб $\lambda = 0,025$; для чугунных и бетонных

труб $\lambda = 0,02$; d —диам. трубы Д. Из ф-лы (2):

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{m}}. \quad (3)$$

Диаметр дюкерной трубы определяется из формулы:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}, \quad (4)$$

где Q —расход воды. Вейсбах дает для определения величины h (в м) следующую ф-лу:

$$h = \frac{v^2}{2g} \left(1 + \zeta_0 + \zeta \frac{p}{4F} l \right), \quad (5)$$

где $\zeta_0 = 0,51$, $\zeta = 0,0144 + \frac{0,01}{\sqrt{v}}$, l —длина Д.

в м; p —смачиваемый периметр Д. в м; F —площадь поперечного сечения Д. в м², $v = \frac{Q}{F}$ в м/сек; Q —количество воды в м³/сек.

Для трубчатых Д. диаметра d :

$$\frac{p}{4F} = \frac{1}{d}.$$

Для Д. с прямоугольным поперечным сечением высотой a и шириной b :

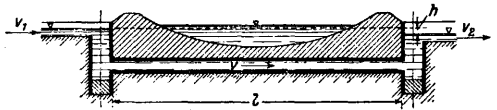
$$\frac{p}{4F} = \frac{a+b}{2ab}.$$

Количество воды, могущее быть пропущенным через Д., определяется из выражения:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v. \quad (6)$$

Диам. d рекомендуется брать не менее 0,6 м. Скорость воды в трубе сифона принимается нормально равной 2,0÷2,4 м/сек.

Конструкция Д. всецело зависит от его назначения. При пересечении н а п о р н ы м водопроводным Д. реки (фиг. 1) последний б. ч. укладывают, следуя поперечному профилю реки, иногда же его располагают в открытых по дну реки поперечных рвах. При водоснабжении для Д. берут чугунные фланцевые трубы, применяя в изгибах шарнирные соединения. При больших диам. применяют железные и стальные клепаные трубы. Д. следует устраивать двойными, чтобы иметь возможность произвести ремонт одной из труб в случае ее порчи, не останавливая водоснабжения. Д. устанавливая на место в собранном виде, опускают а



Фиг. 4.

дно реки или рва на подвесках с особых устройств для этого помостов. Сборка производится на льду, на плотах или на свайных помостах. При прохождении напорных водопроводных Д. под ж.-д. путями дюкерные трубы укладывают в металллич. или каменных трубах или же в тоннелях (фиг. 2). В нек-рых случаях приходится и при переходах через реки укладывать трубы в тоннелях. На обоих берегах реки имеются смотровые колодцы Д., располагаемые несколько выше горизонта высоких вод реки.

Сифонные канализационные Д. (фиг. 3). Сечения их должны иметь возможно малые размеры для обеспечения достаточной скорости текущих через них сточ-

ных вод. Устройство перед началом докера осадочных колодцев, рекомендуемых некоторыми авторами, является нерациональным, так как это может повлечь за собой загнивание свежих сточных вод от соприкосновения с гниющими веществами в осадочных колодцах. Отсутствие осадочных колодцев (грязеловок) не внушает никаких опасений при правильном устройстве Д., наличии приспособлений для их хорошей промывки (речной, водопроводной или сточной водой) и, в особенности, когда взамен одной уложены две параллельные дюкерные трубы. При общесплавной системе последние берут неодинакового диаметра, заставляя меньшую трубу работать в сухую погоду, а большую—во время ливня. Дюкерные камеры снабжают смотровыми колодцами с боковым входом.

При соединении дюкером двух участков каналов (фиг. 4) Д. состоит из одной или нескольких (на случай порчи) труб (каменных, бетонных, железобетонных, металлических или деревянных) и из входной и выходной камер, соединяющих концы труб с каналом. Выше Д. устраивают выпускной шлюз для опораживания канала для ремонта Д., в нижней же части Д. делают опорознительные или спускные отверстия для выпуска воды; для промывки Д. от грязи, обломков и пр. в нем допускают скорости до 4,5—6,0 м/сек, но при этих условиях необходимо, чтобы при выходе из Д. вода поступала в пониженный против дна канала бассейн и от туда уже с уменьшенной скоростью шла в канал. Входная и выходная камеры должны поперечными стенками или крыльями прочно смыкаться с откосами канала. У входа в Д. ставят решетку для предохранения от попадания в него крупных предметов.

Лит.: Брилинг С. Р., Краткое руководство по водоснабжению, 2 изд., М.—Л., 1928; Костяков А. Н., Основы мелпорации, М., 1927; Engels H., Handbuch d. Wasserbaues, 3 Aufl., B. 1—2 u. Ergänzungsheft, Lpz., 1923—26; Büsing F., Die Stadtereinigung, B. 3, H. 1 u. 2—Der städtische Tiefbau, Lpz., 1897—1904; Frühling A., Die Wasserversorgung d. Städte, Handb. Ing., B. 3, T. 3, 1914. С. Брилинг.

ДЮЛОНГА И ПТИ ЗАКОН гласит, что в твердом состоянии атомная теплоемкость, т. е. удельная теплоемкость Q простого тела,

умноженная на его атомный вес A , есть величина постоянная и равна приблизительно 6 калориям: $AQ = 6$. Этот закон в 30-х годах 19 в. явился важным средством определения ат. в. (из чисто химич. данных возможно было тогда вывести лишь эквивалентный вес). По закону Дюлонга и Пти, ат. в. серебра оказался в 4 раза больше веса, принятого до того времени Берцелиусом; железа—в 2 раза меньше. Д. и П. з., однако, не является точным. Нек-рые элементы, напр. углерод, бор, бериллий, при обычных t° имеют атомную теплоемкость значительно меньшую 6, но при высоких t° их теплоемкость стремится к этой величине. Впоследствии обнаружилось, что теплоемкость всех элементов есть функция температуры, стремящаяся к нулю при абсолютном нуле (см. *Теплоемкость*). Таким образом Д. и П. з. есть предельный закон для температур, далеко отстоящих от абсолютного нуля. Теоретически Д. и П. з. неразрывно связан с теоремой статистической механики о равномерном распределении энергии по степеням свободы. На каждую степень свободы (на граммоллекулу), по этой теореме, должна приходиться энергия $\frac{1}{2} RT$, где R —газовая постоянная, равная в тепловых единицах 1,985 cal. В газообразном состоянии поступательное движение атома соответствует 3 степеням свободы. В твердом состоянии (напр. в кристалле) атом совершает колебательное движение по всем направлениям, что соответствует 6 степеням свободы (по три на кинетическую и потенциальную энергию). Следовательно, теплоемкость

$$AQ = \frac{dE}{dT} = \frac{d(3RT)}{dT} = 3R = 5,955 \text{ cal.}$$

Отклонения от равномерного распределения энергии по степеням свободы, связанные с квантовым характером атомных явлений и заметно проявляющиеся при низких t° , являются причиной отклонений от Д. и П. з.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, т. 2, стр. 257, М.—Л., 1928; Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 3, Берлин, 1923; Petit et Dulong, «A. Ch.», 1819, 10, p. 395; Neerast W., Die theoret. u. experim. Grundlagen d. neuen Wärmesatzes, Jena, 1924; Debaу, «Annalen der Physik», Leipzig, 1912, B. 39, p. 789. А. Баландин.

ЕВКАЛИПТОВОЕ МАСЛО, эфирное масло, получаемое из листьев различных видов *Eucalyptus*. Наибольшее распространение эвкалипты имеют в Австралии, но акклиматизированы они в с. Африке, ю. Европе и в Закавказьи. Е. м. из *Eucalyptus globulus* находит широкое применение в медицине и для изготовления дезинфицирующих средств; главной составной частью его является цинеол, к-рого содержится в Е. м. около 70%. Е. м., получаемое из *E. piperita*, содержит пиперитон и приобрело за последнее время значение как сырье для производства синтетич. ментола (см.). Из других сортов Е. м. имеют еще значение: масло из *E. citriodora*, обладающее приятным лимонным запахом, благодаря содержанию цитронеллаля; масло из *E. Macarturi*, также обладающее приятным запахом, обусловленным присутствием эфиров гераниола. Известно ок. 140 сортов Е. м., из к-рых очень многие находят в Австралии технич. применение (лаковое производство, флотационные способы обогащения руд, и т. д.). Потребность СССР, достигающая в наст. время 1 000 кг, могла бы быть покрыта внутр. производством, организовать к-рое на Черноморском побережьи Кавказа не представит затруднений.

Лит.: Рутковский Б. и Виноградова И., Исследование состава русских эфирных масел, «Труды Научн. химико-фармац. ин-та», М., 1927, вып. 17; Finlemore H., The Essential Oils, L., 1926; Gildemeister E. u. Hoffmann E., Die ätherischen Öle, 2 Aufl., B. 2, Lpz., 1913. Б. Рутковский.

ЕВВЛАЗ (эвклаз), минерал моноклинич. системы; тв. 7,5; уд. в. 3,0—3,1. Е. очень хрупок; окрашен в светлозеленый, голубовато-зеленый, желтый, голубой цвета; редко бесцветен; блеск стеклянный; прозрачен или полупрозрачен; при трении электризуется. Химич. состав его: $2\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (41,34% SiO_2 , 35,18% Al_2O_3 , 17,28% BeO , 6,2% H_2O); вода выделяется лишь при сильном прокаливании; перед паяльной трубкой Е. вспучивается и сплавляется в белую эмаль; в буре и фосфорной соли растворяется с трудом; к-ты на него не действуют. Е.—минерал очень редкий, ценный по своей красоте, хорошо принимающий огранку. Встречается Е. в Бразилии (провинция Минас-Жераес), в Каринтийско-Тирольских Альпах, в СССР на Урале (по рекам Санарке и Каменке). См. Стр. ТЭ, т. 1.

Лит.: «НИ», т. 1, Л., 1926; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб., 1907; Fay A., A Glossary of the Mining and Mineral Industry, Wash., 1920.

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ, произвольно выбранные величины, служащие основанием для определения измеряемых величин путем сравнения с выбранными. Е. и. должны быть легко воспроизводимыми, достаточно неизменными и достаточно точно определенными. Хотя для каждой величины можно было бы выбрать Е. и. независимо от выбора Е. и. других величин, однако, на практике этот выбор предпочитают производить таким образом, чтобы большинство формул, связывающих различные величины, можно было писать без коэф-тов. Это требование приводит к установлению системы Е. и., в к-рой только несколько величин имеют произвольно и независимо выбранные основные Е. и., все же остальные величины получают производные Е. и., составленные определенным образом из основных Е. и. Таких систем существует довольно много. Так, напр., для измерения механич. величин необходимо и достаточно установить 3 основные Е. и. В зависимости от выбора этих единиц мы имеем системы: CGS—абсолютную систему мер (см.) с единицами сантиметр, грамм-масса, секунда, MKG—техническую систему с единицами метр, килограмм-сила, секунда и, наконец, введенную в СССР MTS—стандартную систему с единицами метр, тонна-масса, секунда.

Всякая физич. величина равняется произведению из Е. и. данной величины, помноженной на отвлеченное число, показывающее, сколько раз Е. и. заключается в данной величине. Так, напр., нек-рая сила F м. б. изображена как $F = a$, стэн = b , дин = c кг-сил. Здесь a , b , c изображают отвлеченные числа, а Е. и.—стэн, кг-сила, дина—это не только названия соответствующих единиц, но и величины определенных размеров, между которыми легко установить необходимое соотношение; так, например:

$$1 \text{ кг} = 9,81 \cdot 10^5 \text{ дин} = 0,981 \cdot 10^{-2} \text{ стэн.}$$

Поэтому $1 \text{ 020 кг} = 1 \text{ 020} \cdot 0,981 \cdot 10^{-2} \text{ стэн} = 10 \text{ стэн}$. Формулы должны устанавливать зависимость между самими величинами, а не между их числовыми значениями. Поэтому не следует устанавливать произвольно коэффициенты формул.

Электромагнитные величины можно свети не меньше чем к четырем основным величинам и от них производить все остальные величины. В прежнее время, когда еще надеялись свести электромагнитные явления к механическим, естественно было стремление все электромагнитные величины выразить в трех основных механич. Е. и., но для этого надо было искусственно сделать отвлеченным числом диэлектрич. коэфф. в абсолютной «электростатической» системе или магнитную проницаемость в «электромагнитной» системе. Эти произвольные допущения приводят к тому, что отношения единиц электр. заряда в электромагнитной и электростатич. системе равно скорости света:

$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$. Некоторые видят в этом обстоя-

тельстве какую-то глубокую связь с электромагнитной теорией света, но совершенно неосновательно. Как указал Валлот, таким же образом можно было бы создать механич. системы Е. и., произвольно считая отвлеченными числами один раз плотность δ тела, а другой раз его модуль упругости E . Тогда для отношения единиц массы в этих искусственных системах получится скорость распространения продольных колеба-

ний в данном теле: $v = \sqrt{\frac{E}{\delta}}$. Делать отсюда какие-либо выводы относительно связи наших искусственных систем с теорией продольных колебаний очевидно не приходится.

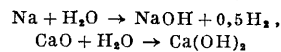
Пользование абсолютной электромагнитной или электростатич. системой Е. и. для практич. целей затруднительно. Поэтому были выработаны практич. Е. и., отличающиеся от абсолютных множителями, по возможности равными степени 10. Более точные измерения показали, однако, что определенные так. обр. международные единицы измерения и их производные не находятся в столь простых отношениях с абсолютными. Поэтому для более точных работ пользование абсолютными Е. и. в настоящее время становится затруднительным.

При пересчете ф-л с одних Е. и. на другие большую роль играет их *размерность* (см.), дающая указания, во сколько раз изменится производная Е. и. при определенном изменении основных единиц. Не надо, однако, думать, что размерность определяет физическую природу величины. Так, напр., момент вращения и работа имеют одинаковую размерность, но различное физич. значение.

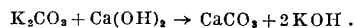
Кроме упомянутых Е. и., существует еще целый ряд Е. и. более или менее произвольных. Таковы единицы темп-ры, световые единицы, единицы запаха (ольфакта), сладости и т. п. (см. *Стр. ТЭ*, т. I). В этих случаях часто трудно бывает устанавливать пропорциональность измеряемой величины и ее числового выражения. Приходится, однако, считаться с тем, что иногда сознательно «для удобства» измеряют какую-либо величину в непропорциональных единицах. Так, напр., радиопизики измеряют скорость электронов в вакууме в V , т. к. кинетич. энергия ускоряемого электрона при свободном пролете пропорциональна пролетаемому электр. напряжению. Т. о., если напряжение увеличится в 4 раза, скорость увеличится

только в 2 раза. Понятно, что такое упрощенное обозначение единицы измерения для скорости приходится понимать весьма условно.

ЕДКИЕ ЩЕЛОЧИ, гидраты окисей щелочных и щелочноземельных металлов. Соединения эти получаются действием металлов или их окислов на воду, напр.:



или из солей путем реакции двойного обмена,



Окислы металлов обычно тем легче присоединяют и тем труднее отдают воду, чем образующий окисел металл является менее «благородным», т. е. чем левее он стоит в «ряду напряжений». Гидраты окисей щелочных металлов отщепляют воду лишь при нагревании выше 700° , при чем t° эта, необходимая для распада гидрата окиси щелочного металла на окись и воду, возрастает с увеличением ат. в. щелочного металла. В ряду щелочноземельных металлов отщепление воды происходит при нагревании соответствующего гидрата окиси выше 400° ; здесь также вода связана тем прочнее, чем больше ат. в. металла. Приблизительной мерой прочности гидратов окисей может служить их теплота образования Q из окислов и воды.

Реакция	Q Cal на 1 моль воды
$[\text{Li}_2\text{O}] + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{LiOH}]$	22
$[\text{Na}_2\text{O}] + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{NaOH}]$	36
$[\text{K}_2\text{O}] + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{KOH}]$	49
$[\text{Rb}_2\text{O}] + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{RbOH}]$	51
$[\text{Cs}_2\text{O}] + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{CsOH}]$	51
$[\text{CaO}] + \text{H}_2\text{O} = [\text{Ca(OH)}_2]$	15
$[\text{SrO}] + \text{H}_2\text{O} = [\text{Sr(OH)}_2]$	19
$[\text{BaO}] + \text{H}_2\text{O} = [\text{Ba(OH)}_2]$	24

Е. щ. представляют собой бесцветные кристаллич. вещества. Они проводят ток как в твердом, так и в расплавленном состоянии. Гидраты окисей щелочных металлов гигроскопичны и легко растворимы в воде; соответствующие соединения щелочноземельных металлов значительно менее растворимы. С увеличением ат. в. растворимость в обеих группах возрастает. При t° не слишком высоких, в присутствии насыщенного раствора гидрата окиси щелочного металла, могут существовать различные гидраты, напр., $\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{KOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и пр. (см. *Едкое кали и Едкий натр*). Т. к. состав твердой фазы зависит от температуры, то кривая растворимости имеет довольно сложный вид. В качестве примера приведем данные, касающиеся растворимости едкого натра:

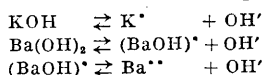
Растворимость едкого натра.*

Температура	Состав твердой фазы	Растворимость
-28°	Лед + $\text{NaOH} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	23,5
0°	$\text{NaOH} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	42
$+20^\circ$	$\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	109
60°	»	174
192°	NaOH	521

* В г безводного NaOH на 100 г воды.

Растворение Е. щ. происходит с значительным выделением тепла. В водном растворе

едкие щелочи диссоциируют на ионы металла и гидроксильные ионы, например:



По классической теории, степень диссоциации (см. *Диссоциация электролитическая*) различных едких щелочей (при 18°) составляет (в %):

LiOH	в 1/1 N растворе	63
NaOH	» 1/1 N »	73
KOH	» 1/1 N »	77
Ca(OH) ₂	» 1/64 N »	90
Sr(OH) ₂	» 1/64 N »	92
Ba(OH) ₂	» 1/64 N »	93

Е. щ. являются, т. о., сильными основаниями, при чем щелочный характер (как и растворимость) возрастает с увеличением ат. в. Растворы Е. щ. хорошо проводят электрический ток, что связано с большой подвижностью иона OH^- . По современной теории Е. щ., как сильные электролиты, д. б. полностью диссоциированы на ионы. В согласии с этим находится и результат исследования Е. щ. в твердом состоянии с помощью рентгеновских лучей, показывающий, что кристаллы этих веществ построены из ионов и обладают ионной решеткой (см. *Кристаллы*).

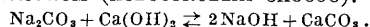
Лит.: Gmelin u. Kraut's Handbuch der anorganischen Chemie, Heidelberg, 7 Aufl., 1905—16, 8 Aufl., ab 1924; Arrhenius S., Theorien d. Chemie, 2 Aufl., B., 1909; Ostwald W., Grundlinien d. anorgan. Chemie, 5 Aufl., Dresden—Lpz., 1922; Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen, 5 Auflage, B. 1—2, B., 1923. И. Казарновский.

ЕДКИЙ НАТР, NaOH , гидрат окиси натрия, каустическая сода, белая непрозрачная масса с волокнистым изломом, уд. в. 2,0—2,13, плавящаяся в безводном состоянии при 318°, $t_{\text{пл.}}$ 1388°; Е. н. легко растворяется в воде с значительным выделением тепла, давая сильно щелоч. раствор. Теплота образования NaOH из элементов—101,9, а в растворе 111,8 Cal. Для теплоты растворения в 200 молях воды Томсен нашел величину +9,9, а Бертело (в 135—154 молях при 10,5°) +9,8 Cal. Теплота образования моногидрата из безводного NaOH равна 3,25 Cal; удельная теплоемкость NaOH между 0 и 98°—0,78. В 1/1 N растворе диссоциировано на ионы более 70% NaOH , а в 1/10 N растворе—ок. 90%. Существует несколько гидратов Е. н.: с 1, 2 и 3,5 молекулами H_2O (их $t_{\text{пл.}}$ соответственно: 64,3, 12,7 и 15,6°). Во влажном воздухе Е. н. распыляется, но в присутствии углекислоты быстро покрывается белой коркой соды, и распыление прекращается (отличие от едкого кали).

Растворы Е. н. уже давно приготавливали кустарным путем для целей мыловарения, но первая попытка заводского производства была сделана лишь в 1844 году в Англии. С 1890 г. начинает применяться электролитический метод. Для получения Е. н. можно исходить или из маточных растворов, остающихся при производстве соды по способу Леблана после выделения главной массы соды, т. е. из т. н. красного щелока, или же из содового плава, изменив пропорции при его получении, т. е. увеличив количество угля. Плава выщелачивают водой при 50° и выпаривают раствор, при чем выделяются сода, серноокислый и хлористый нат-

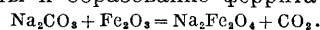
рий, и жидкость приобретает кирпично-красный цвет (вследствие образования двойного соединения сернистого натрия с сернистым железом). Отделенный от солей щелок, содержащий также и диангистый натрий, продолжают сгущать. Для разрушения примесей через раствор продувают воздух (при этом происходит окисление Na_2S в $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) и при более высокой t° прибавляют малыми порциями селитру; цианистый натрий разлагается с выделением аммиака, железо осаждается, сернистые соединения окончательно окисляются. Освобожденный от солей (путем вычерпывания их) и осветленный щелок с уд. в. 1,5 переводят в плавильный котел.

Общезвестным и наиболее распространенным способом получения Е. н. является взаимодействие раствора соды с известковым молоком (известковый способ):

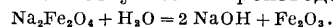


Выход Е. н. тем больше, чем слабее раствор соды, но в технике предпочитают пользоваться 10—12%-ным раствором соды. Реакцию ведут в железных цилиндрах, снабженных мешалками, нагревая раствор в течение 1—1½ часов паром до кипения. Высокая t° только ускоряет течение процесса, но не изменяет существенно выхода. Увеличение давления не сказывается на результате. Для реакции пользуются обыкновенно аммиачной содой, как более чистой. Для фильтрации растворов пользуются или фильтрапрессами или вращающимися нучами. Последние имеют вид барабанов, обтянутых фильтрующей тканью, а поверх нее—дырчатыми железными листами. Такой цилиндр медленно вращается вокруг горизонтальной оси в корыте, наполненном фильтруемой жидкостью. Радиальными перегородками он разделен на ряд камер, соединенных с отсасывающими насосами. Жидкость засасывается в эти камеры, откуда поступает в сборные чаны, а осадок остается на поверхности цилиндра. Содержащийся в нем NaOH промывают струей воды, после чего осадок удаляют скребком. Щелок, получающийся при работе по известковому способу, содержит 10—12% NaOH .

Из других химическ. способов получения Е. н. можно упомянуть еще о способе Лёвига (Г. П. 21593), предложенном в 1882 г. По этому способу, возможно более чистую соду прокалывают с чистой окисью железа, свободной от кремнезема и глинозема, в муфельных или револьверных печах при ярком красном калении. Происходит выделение углекислоты и образование феррита натрия:



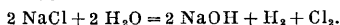
Последний, представляющий собой крупнозернистый зеленоватый порошок, разлагается горячей водой на NaOH и окись железа, к-рая снова поступает в производство:



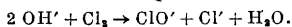
Предварительно извлекают холодной водой легко растворимые соли: Na_2CO_3 , NaCl . Получаемый щелок очень чист; содержание NaOH достигает в нем 25—30%. Хотя такие крепкие растворы требуют для выпаривания меньше топлива сравнительно с растворами, получающимися при известковом способе, но в общем расход топлива при работе

по способу Лёвига оказывается выше. Больше всего примесей содержит технич. Е. н., полученный из соды, приготовленной по способу Леблана.

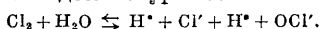
Электролитически Е. н. получается из раствора хлористого натрия по уравнению:



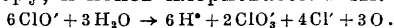
Как ни проста эта реакция, однако, практич. осуществление ее уже в первых стадиях встречает ряд затруднений: освобождающийся хлор легко реагирует со щелочью, давая ряд побочных продуктов (соли хлорноватистой и хлорноватой к-ты). Во избежание этого растворы, находящиеся у катода и у анода, предохраняются от взаимного смешения, например, путем установки в ванне диафрагмы. Диафрагма д. б. устойчивой к хлору и щелочи, достаточно проницаемой и недорогой. Образовавшаяся щелочь также принимает участие в электролизе, при чем к аноду передвигаются ионы OH' , обладающие наибольшей подвижностью из всех анионов. При комнатной t° и при падении потенциала в 0,1 V на 1 см, подвижность их составляет 0,0018 мм/сек, или 6,48 мм/ч. Реагируя с раствором в жидкости хлором, ионы OH' будут давать ионы хлорноватистой кислоты:



Кроме того, и элементарный хлор реагирует у анода с водой по ур-ию:



Разряжение ионов ClO' сопровождается образованием кислорода, применяющегося к хлору, и ионов хлорноватой к-ты:



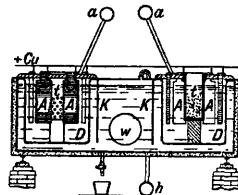
Кислорода образуется тем больше, чем слабее раствор соли. Поэтому необходимо работать с концентрированными растворами. Кислород может образовываться на аноде и при разряжении анионов SO_4' , если в техническом NaCl присутствует примесь серно-кислых солей. Поэтому нужно заботиться о том, чтобы в исходной поваренной соли их было возможно меньше. Очень серьезным является вопрос о материале электродов, особенно анода, у к-рого выделяется хлор. Раньше аноды изготовлялись из размолотого кокса или ретортного угля с прибавлением смол и последующим обжиганием их. Отличаясь устойчивостью по отношению к хлору, они окисляются кислородом в момент его выделения, и т. о. к хлору применяется углекислота. При значительном ее содержании (до 10%) хлор становится уже непригодным для получения хорошей белильной извести. Вообще, чем более порист уголь, тем быстрее он разрушается. Значительно устойчивее аноды из графита Ачесона, изготовляемые в Америке, а в настоящее время и в Германии. Совершенно не образуется CO_2 при магнетитовых анодах из силвановой при $t^\circ 2\ 000-3\ 000^\circ$ закисл. окиси железа Fe_3O_4 (Г. П. Грисгейм-электрон 157122 и 193367). Они проводят ток несколько хуже, чем угольные аноды, и требуют поэтому большего напряжения (4,05—4,1 V вместо обычных 3,65 V). Зато они очень прочны, служат по 5—7 лет и по нерастворимости не уступают плагине. Материалом

для катодов служит обычно железо. Правда, оно не вполне устойчиво в щелочной среде и разъедается в концентрированных растворах соли (особенно в присутствии хлоратов), но зато на железе в щелочной среде водород очень легко выделяется (разряжается), а, кроме того, железо дешево, почему его и предпочитают никелю и меди.

Способы электролитич. получения едких щелочей м. б. сведены к 3 типам. Отличительными признаками их являются: 1) твердые катоды и диафрагмы, 2) твердые катоды без диафрагм (с применением колокола) и 3) жидкие катоды (ртутный способ).

Тип (с применением диафрагмы). Электролитич. производство едких щелочей впервые было осуществлено в технич. масштабе на з-де в Грисгейме в 1890 г., после того как удалось приготовить надлежащую диафрагму из цемента на растворе поваренной соли (Г. П. 34888). После затвердевания цемента соль выщелачивается водой, благодаря чему получается очень мелкопористая прочная пластина. Было предложено много различных диафрагм (состоящих обыкновенно из асбеста или асбеста с цементом и т. п.) и различных видоизменений первоначального способа. Способ, принятый в Грисгейме, состоит в следующем. Ряд железных ванн площадью $5 \times 3,5 \text{ м}^2$, содержащих каждая по 12 ячеек, соединены последовательно группами по 30 шт. (ячейки каждой ванны включены параллельно). Каждая такая группа питается постоянным током от динамомашин в 110 V при 2 500 А, так что на каждую ванну приходится в среднем напряжение в 3,65 V; при большей силе тока напряжение—выше. На

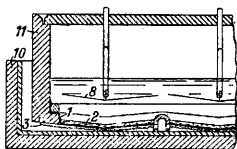
фиг. 1 показаны ячейки в вертикальном разрезе. В каждой ячейке находится продолговатый цементный ящик D площадью в $1,1 \times 0,75 \text{ м}^2$ и высотой в 1 м. В боковых стенках каждого ящика вставлено 6 пористых цементных диафрагм (по две на длинных и по одной на узких сторонах ящика). Против диафрагм в каждом ящике подвешены 6 толстых угольных анодов A , которые присоединены к одному общему проводнику. Посредине помещается глиняный сосуд t с отверстиями, наполненный твердой солью, периодически добавляемой. Снаружи ящиков (в катодном отделении) укреплены железные пластины K , соединенные со стенками ванны и служащие катодами. Анодное и катодное отделения закрыты крышками, через к-рые выходят трубы a и b для отвода хлора и водорода. Ванну наполняют крепким раствором соли, который нагревают до $80-90^\circ$; нагревание ведется при помощи паровой трубы w . Когда разложится ок. $\frac{1}{2}$ соли, катодный раствор, содержащий 60—80 г NaOH (или 80—110 г KOH) на л, выпускают из ванны и подвергают выпариванию, ванну же наполняют свежим раствором. По мере увеличения количества щелочи в жидкости ионы OH' принимают все большее и большее участие в



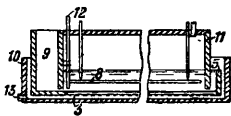
Фиг. 1.

переносе электричества, и на аноде начинает выделяться не более 80—85% теоретич. количества щелочи и хлора. Уменьшение выходов хлора и щелочи, обусловливаемое передвижением гидроксильных ионов к аноду, пытались парализовать (напр. в способе Гаргривс-Бёрда, Нельсона) тем, что раствор заставляли непрерывно протекать в обратном направлении (от анода к катоду) при вертикальном положении диафрагм. Впоследствии были предложены горизонтальные диафрагмы.

Одним из лучших и довольно распространенных способов I типа в настоящее время является способ Биллитера (Г. П. 191234 и 254780), разработанный им совместно с фирмой Сименс и Гальске. Аппарат Биллитера снабжен горизонтальной диафрагмой, и в нем имеется постоянное движение раствора соли от анода к катоду. Продольный и поперечный разрезы аппарата приведены на фиг. 2 и 3. Аппарат состоит из колокола 11, закрытого снизу диафрагмой 2, покрывающей железную или никелевую сетку 3, служащую катодом. Колокол окружен



Фиг. 2.

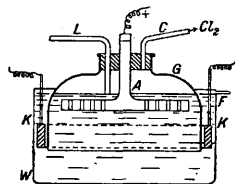


Фиг. 3.

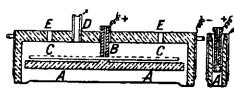
сосудом 10. Внутри колокола находится анод 8 из платины, угля или магнетита, расположенный параллельно катоду и на небольшом от него расстоянии. Колокол наполняется до известной высоты электролитом, а сосуд 10 остается временно пустым. Т. к. диафрагма проницаема для жидкостей, то раствор соли проникает через нее к катоду, где образуется NaOH; 13—выходное отверстие для щелочи. Свежий раствор притекает через трубку 12, оканчивающуюся недалеко от диафрагмы. Во время электролиза уд. вес верхней части раствора уменьшается, так как она беднеет солью, а уд. в. нижней части увеличивается. Т. о., непосредственно над диафрагмой образуется довольно резкая поверхность раздела. Если к колоколу присоединить камеру 9 из непроницаемого материала, наполненную твердой солью, так, чтобы слой, непосредственно прилегающий к диафрагме, постоянно насыщался ею, то уд. в. его еще более увеличится. В сосуде 10 помещена еще перегородка 5, через к-рую должен перетекать раствор, так что он омывает катод также и с нижней стороны. Благодаря этому приспособлению удаляются даже незначительные количества NaOH, продиффундировавшего в колокол, т. к. переливаясь через перегородку должен именно самый нижний слой, непосредственно прилегающий к диафрагме. (Для большей наглядности расстояние между 5 и 11 на чертеже несколько преувеличено; в действительности же оно очень невелико.) Диафрагмой 2 служит паста из асбеста и сернокислого бария, к-рая накладывается слоем на асбестовое полотно 1, покрываю-

щее катод; паста эта готовится осаждением сернокислого бария с мелким асбестом из 20%-ного раствора поваренной соли; ее легко высушивать, придавая любую форму, к-рую она сохраняет даже при продолжительном нахождении в жидкой среде. Такие диафрагмы очень прочны и в случае надобности могут быть легко смены. Вследствие своей гибкости диафрагма плотно прилегает к катоду и не отстает от него при выделении водорода; т. о., равномерность процесса не нарушается. Варьируя количество асбеста и тяжелого шпата, можно по желанию изменять пропускную способность диафрагмы. Для облегчения выхода водорода ей придается б. ч. не горизонтальную, а волнообразную поверхность. В зависимости от силы тока напряжения в ваннах составляет 3,5—4 V, утилизация тока—до 95%. Аппарат дает 12—16%-ный раствор NaOH и 18—20%-ный раствор KOH. Способ Биллитера требует меньше электрич. энергии, чем способ Грисгейм-электрон, и, кроме того, на 30—40% меньше топлива на выпарку щелочных растворов, т. к. они получаются более крепкими. Биллитер предложил еще один способ, не описанный пока подробно в литературе и характеризующийся присутствием стеклянной диафрагмы (из стеклянной ваты, пропитанной силикатом) с вертикальными анодами. Вообще, как показал опыт, вертикальное расположение анодов является очень удобным; ваннам такого типа теперь уделяется много внимания.

II тип (с применением колокола). Принцип этого способа (Г. П. 141187) можно видеть из помещенного ниже схематич. чертежа (фиг. 4). В ванне W находится колокол G из непроводящего материала с анодом A; катодом служит K, по трубке L поступает раствор соли, через C выходит хлор, а через F вытекает щелочной раствор. В практике употребляются узкие, прямоугольные, закрытые сверху железные ящики (колокола), размером приблизительно 150 × 30 × (15 ÷ 20) см, покрытые внутри толстым изолирующим слоем (фиг. 5). В них находятся угольные аноды A. Раствор соли поступает через канал B и трубку C, которая имеет сверху ряд отверстий, обеспечивающих равномерное и спокойное поступление электролита. Через трубку D выделяется хлор. Отверстия E служат для скрепления смежных колоколов. На фиг. 5



Фиг. 4.

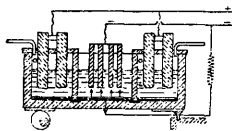


Фиг. 5.

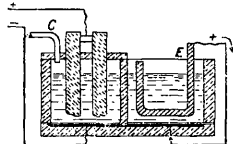
представлен продольный и поперечный разрез отдельного колокола. Работа ведется при темп-ре не выше 35°. Сила тока не должна превышать 30 А на колокол. На 3-де в Ауссиге, потребляющим 2 000—3 000 HP, таких колоколов д. б. до 25 000 шт. При утилизации тока в 85—90% и при напряжении в 4—5 V получается раствор с содержанием 100—150 г едких щелочей в л. Недостатком описанного

способа является чересчур малый размер отдельных колоколов, вследствие чего требуется большое количество их и соответственно значительная площадь. Сама работа требует очень внимательного наблюдения.

III т и п (ртутный способ). Способ основан на образовании амальгам щелочных металлов при электролизе растворов их хлористых солей с ртутью в качестве катода. Затем амальгамы разлагаются водой с выделением водорода и образованием растворов NaOH или KOH. Щелочные растворы при этом получают с содержанием щелочи не



Фиг. 6.

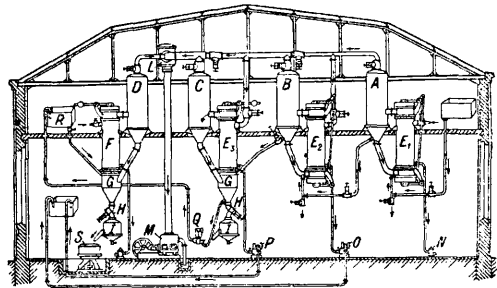


Фиг. 7.

менее 20% при ничтожном содержании хлористых и сернохлоридных солей. Существует много видоизменений этого способа. Можно указать на патенты Кастнера, Кельнера и Сольве. Позднейшими способами с уменьшенным количеством ртути являются способы Вильдермана (Г. П. 130118, 172403 и др.) и Уайтинга. Из них очень удобным оказывается способ Вильдермана, при к-ром при небольшой массе ртути и самые ванны занимают малую площадь (3 м² каждая ванна). Напряжение не меньше 4—4,5 V. На фиг. 6 дано схематич. изображение прибора Кастнера, представляющего ванну, разделенную двумя перегородками, не доходящими до дна, на три отделения. Крайние отделения содержат угольные электроды, среднее—железные электроды. На дне прибора тонким слоем налита ртуть. При помощи расположенного под ванной эксцентрика ей сообщается колебательное движение, и ртуть переливается из одного отделения в другое. В крайних отделениях находится раствор соли, в среднем—раствор щелочи. При замыкании тока ртуть в крайних отделениях служит катодом и растворяет металл с образованием амальгамы. Здесь же происходит и выделение хлора. В среднем отделении ртуть является анодом, а железные электроды—катодом. Здесь происходит электролиз раствора щелочи, при чем ионы натрия разряжаются на железных электродах с образованием NaOH и H₂, а гидроксильные ионы увлекают из амальгамы натрий, давая новое количество NaOH, т. е. раствор щелочи становится постепенно более концентрированным. В виду того что в среднем отделении, вследствие разных потерь, натрия оказывается меньше, чем это соответствует поступающему туда количеству электричества, то во избежание окисления ртути приходится включать сопротивление между ртутью и железным катодом, чтобы в среднее отделение поступало только 90% тока. Аппарат Кельнера (фиг. 7) состоит из двух отделений. Левое является анодным и содержит угольные электроды и трубу С для вывода хлора. Катодом служит ртуть, непрерывно протекающая через аппарат. Здесь перегородка, так же как и в приборе Кастнера, не доходит до дна. В

правом отделении находится изогнутый железный электрод E, образующий со ртутью коротко замкнутый гальванический элемент Fe-NaOH-амальгама. Натрий растворяется с образованием NaOH и выделением водорода. Т. к. содержание Na в амальгаме д. б. незначительным (ок. 0,02%), то необходима быстрая циркуляция ртути. Требуется также наблюдать за тем, чтобы поверхность ртути была блестящей. К хлору всегда применяется водород в незначительном количестве. При платиновых анодах содержание H₂ не превышает обыкновенно 0,2%, но при угольных оно может доходить до 2,5—3%. Нужно иметь в виду, что содержание водорода в 5% и выше (случай невозможный при правильной работе) образует с хлором взрывчатую смесь.

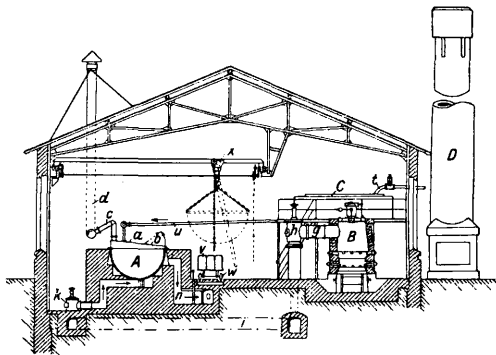
З-ды, работающие по ртутному способу, занимаются гл. обр. производством E. н. Хотя таким путем получаются очень чистые и концентрированные растворы щелочи, требующие сравнительно небольших расходов для получения готовых продуктов, однако, в виду необходимости применять сравнительно высокое напряжение, при этом методе потребляется значительно больше электрич. энергии. Кроме того, требуются большие денежные затраты на приобретение больших количеств дорогой ртути. Утилизация тока составляет 95%. Полученный тем или иным путем щелок подвергается выпариванию или в чренах из кованого железа или в многокорпусных чугуновых аппаратах, аналогичных тем, к-рые употребляются на сахарном производстве. Аппараты снабжаются особыми приспособлениями для удаления выпадающей соли, к-рой особенно много в электролитич. щелоках. Щелок, выпаренный до крепости 35° Вё, концентрируется дальше в



Фиг. 8.

чугун. аппаратах, т. к. кованое железо начинает уже разведаться щелочью. На фиг. 8 изображена выпарительная установка машиностроительного з-да Э. Пассбурга в Берлине, состоящая из трехкорпусного аппарата, в к-ром щелок упаривается до 25° Вё, и отдельного чугунового выпарителя, где сгущение доводится до 50° Вё. А, В и С представляют собою выпарительные пространства трехкорпусного аппарата, соединенные с нагревателями E₁, E₂ и E₃. Разведенный натровый щелок нагревается острым паром, пускаемым в нагреватель E₁. Пары, выделяющиеся от испарения щелока в А, поступают во второй нагреватель E₂, к-рый наполняется подвыпаренным щелоком из первого аппарата. Пары, выделяющиеся в В,

обогревают E_3 , а пары, образующиеся в пространстве C , поступают через уловитель L в насос M , где они и конденсируются для поддержания вакуума. Сгущенный раствор из испарителя C накачивается насосом Q в сборник R , откуда по трубе поступает для окончательного выпаривания в D . Выделяющиеся здесь пары также проходят через уловитель L для удержания увлеченного щелока и поступают в насос M . Поваренная соль, выделяющаяся при выпаривании уже в последнем испарителе C и в испарителе D , падает в отделители соли G , откуда ее через вентиль H выпускают в сосуды I . Когда последние наполнятся солью, вентили H запирают, и соль поступает на центрифугу S , где она освобождается от щелока. После растворения и нейтрализации остающихся в ней незначительных количеств щелока она м. б. опять пущена в электролиз. Конденсационная вода, образующаяся из острого пара в нагревателе E_1 , отводится в конденсационный горшок N , так же как и конденсационная вода из нагревателя F . Что касается нагревателей E_2 и E_3 , в к-рых поддерживается разрежение, то образующаяся в них конденсационная вода отсасывается насосами O и P . Концентрированный до 45—48° Вé



Фиг. 9.

(уд. в. 1,45—1,50) щелок сливают в приемник, где ему дают отстояться, а затем спускают для окончательного обезвоживания в толстостенный (50—75 мм) чугунный котел полушаровой формы. Чугунные котлы со временем также разрушаются щелочью; хорошие котлы выдерживают не менее 10 мес. Никелевые могут служить более долгое время, но они дороже. Котлы делают емкостью на 10—20 т NaOH. На фиг. 9 показана плавильная установка для Е. н. того же з-да. Котел A нагревается генераторным газом, производимым в генераторе B . Котел снабжен крышкой a с откидной частью b , водяные пары через c отводят в дымовую трубу d . Генераторный газ через трубу g и регулирующий вентиль h поступает в канал i . После прохождения через вентиль k газ поджигают, и он по каналам l обходит по спирали кругом котла, равномерно его нагревая. Отработанные газы идут по каналам вверх и, прежде чем попасть в дымовую трубу D , подогревают плоский сосуд C , наполненный щелоком. Последний, крепостью ок. 50° Вé, подается сюда через трубу t . Из чаши C щелок по трубе u поступает в плавильный ко-

тел A . Обезвоженный едкий натр выливают в железные сосуды v , стоящие на весах w . Для облегчения смены котлов имеется подвижной кран x .

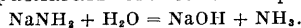
NaOH нагревают до 400—500° и выше и поддерживают его в расплавленном состоянии 8—12 ч. для того, чтобы успели осесть окись железа и алюминат натрия. После этого его сливают или вычерпывают железными черпаками в барабаны из тонкого железа. Предложено (Г. П. 129871 и 182201) производить обезвоживание крепких растворов NaOH в вакууме в чугунных сосудах с мешалками, при чем нагревание до 180° оказывается достаточным, чтобы получить Е. н. с 10% воды или даже вполне безводным. По Г. П. 247896 возможно из расплавленного 90%-ного NaOH, при нек-ром охлаждении и прибавлении низкопродного NaOH, получить кристаллы безводного Е. н., к-рые затем отделяют в нагреваемых центрифугах. Продукт содержит 99% NaOH.

Анализы английского и немецкого едкого натра.

Продажный едкий натр	Немецкий NaOH		
	3-д Сольве	Гей-фельд	Людвигсгафен
NaOH	94,88	92,34	94,60
Na ₂ CO ₃	2,38	3,10	2,27
Na ₂ SO ₄	0,19	2,82	2,62
NaCl	1,69	1,71	0,51
Na ₂ SO ₃	—	0,01	—
Na ₂ SiO ₃	—	—	—
Na ₂ AlO ₃	—	Следы	—

Продажный едкий натр	Английский NaOH		
	60°-ный	70°-ный	высокоградусный
NaOH	79,8	89,6	96,0
Na ₂ CO ₃	1,1	2,4	0,2
Na ₂ SO ₄	3,6	3,4	1,5
NaCl	15,1	3,9	1,3
Na ₂ SO ₃	—	—	—
Na ₂ SiO ₃	0,1	0,3	0,1
Na ₂ AlO ₃	0,4	0,2	0,2

Химически чистый Е. н. для аналитич. целей готовят из металл. натрия, действуя водой или водяным паром в определенных условиях. Ашкрофт (Ам. П. 1198987) для этой же цели рекомендует готовить натрий-амид и разлагать его затем парами воды:



В то время как у нас Е. н. оценивается по процентному содержанию NaOH, в Германии пересчитывают NaOH на Na₂CO₃, а в Англии—на Na₂O. Т. о., наш 100%-ный NaOH в Германии обозначается как 132,5%-ный или 132,5-градусный (100 : x = 80 : 106), а в Англии как 77,5%-ный или 77,5-градусный (100 : x = 80 : 62). Лунге приводит анализы нескольких образцов Е. н. немецк. и англ. происхождения (см. выше табл.).

Применение Е. н. NaOH потребляется в громадных количествах различными отраслями промышленности: в текстильной (при отварке и мерсеризации хл.-бум. волокна, при изготовлении искусственного шелка), в мыловаренном производстве, в бумажной промышленности (для приготовления целлю-

лозы), при очистке нефтяных погонов и фракций каменноугольного дегтя, при производстве разнообразных продуктов из каменноугольного дегтя (фенол, резорцин, нафтолы, ализарин, индиго и другие полуфабрикаты) и т. д. Наибольшее потребление NaOH имеет место в С. Ш. А.:

Для целей	1927 г.	1928 г.
	в тоннах	
Мыловарения	90 000	97 000
Химич. промышленности	80 000	82 500
Нефтяной промышленности	82 500	90 000
Производства искусств. шелка	65 000	78 000
Текст. промышленности	77 500	69 500
Производства каучука и гуттаперчи	31 000	35 000
Осички растит. масел	12 000	11 000
Бумажной промышленности	33 000	33 000
Экспорта	50 000	60 000
Всего	521 000	556 000

В дореволюционное время в пределах б. Российской империи NaOH потреблялся в следующих количествах:

Для целей	1913 г.	1916 г.
	в тоннах	
Мыловарения	8 412,6	17 200,6
Химич. промышленности	1 055,8	5 092,1
Нефтяной промышленности	2 135,5	6 165,1
Текст. промышленности	10 325,4	4 987,2
Дистилляции и сахароварения	1 005,5	3 047,8
Специального назначения	—	4 806,7
Прочих потребителей	13 651,8	1 795,3
Всего	36 586,6	43 194,8

Потребление в пределах СССР за последние годы сильно возросло:

Для целей	1927/28 г.	1928/29 г.
	в тоннах	
Мыловарения	15 500	15 000
Химич. промышленности	5 071	6 085
Нефтян. промышленности	4 500	6 875
Текст. промышленности	18 000	16 500
Прочих отраслей промышл.	10 156	12 570
Прочих потребителей	4 600	12 190
Всего	55 827	69 220

Мировое производство Е. н. достигло весьма значительных размеров; по данным 1925 года оно составляло 2 390 000 т, в том числе производство Англии 756 000 т, С. Ш. А. — 608 000 т, Германии — 436 000 т, Бельгии — 252 000 т, Франции — 72 000 т, Австрии — 46 000 т, Польши — 46 000 т, Чехословакии — 44 000 т, Италии — 44 000 т. Главнейшими экспортерами NaOH являются: Англия (211 014 т), С. Ш. А. (50 000 т), Германия и Бельгия. В последние годы на мировом рынке выступает и СССР, экспорт которого в 1927/28 г. достиг 8 000 т. Имевший место до войны 1914—18 гг. импорт NaOH (442,5 т в 1913 г.) с 1914 г. прекратился.

Оптовые цены на Е. н. франко-завод (за т):

	1926 г.	1927 г.	1928 г.
СССР, в черв. руб.	207,40	195,0	185,0
СССР, в долл.	105,10	100,0	100,0
Германия »	59,0	74,0	61,90
Англия »	78,0	76,0	76,0
Франция »	48,0	68,0	57,50
С. Ш. А. »	80,0	70,0	60,0

Валовая выработка NaOH в пределах б. Российской империи до войны 1914—18 гг. неуклонно росла: в 1900 году — 32 101,6 т, в 1910 году — 47 780,1 т, в 1913 году — 49 373,2 т. Непрерывный рост производства NaOH происходит в последнее время и на заводах СССР: в 1924/25 г. — 36 031,4 т, в 1925/26 г. — 39 047,8 т, в 1926/27 г. — 52 045,8 т, в 1927/28 г. —

55 827,0 т. Выработка NaOH производится на Донецком содовом заводе им. Ленина Южхимтреста (ст. Перезданная, Донецких жел. дорог): в 1926/27 г. было выработано 27 982 т, в 1927/28 г. — 30 324 т. На Березниковском содовом заводе Северохима (ст. Усолье, Пермской ж. д.) в 1926/27 г. выработано 16 092 т, в 1927/28 г. — 15 528 т. На Славянском содовом з-де Южхимтреста (ст. Славянск, Донецких ж. д.): в 1926/27 г. — 7 363 т, в 1927/28 г. — 9 975 т. На Донецком з-де выработка Е. н. производится по способу Лёвиги и по ртутному способу, на Березниковском з-де по способу Лёвиги и электролизом по методу Сименс-Биллитера, на Славянском заводе — по известковому способу и электролизом по методу Грисгейм-электрон.

В. Белаевичий.

Лит.: Сас-Тисовский и Б. А., Новое в области производства электролитическ. хлора. «ЖХП», 1925, т. 1, 3, стр. 16а; Лукьянов П. М., Современное состояние производства электролитич. хлора и хлорной извести за границей, «ЖХП», 1927, т. 4, 4—5, стр. 293—294; Lunge G., Handbuch d. Soda-industrie, B. 2, 3, Braunschweig, 1909; Förster F., Elektrochemie wässriger Lösungen, Handbuch der angew. physik. Chemie in Einzeldarstellungen, hrsg. v. G. Bredig, 4 Aufl., B. 1, Lpz., 1923; Billiter J., Die elektrolytische Alkalichloridzerlegung mit festen Kathodenmetallen, Monographien über angew. Elektrochemie, B. 43, T. 2, Halle a/S., 1913; Billiter J., Technische Elektrochemie. Die elektrochem. Verfahren d. chem. Grossindustrie, B. 2, Halle a/S., 1924; Askensy P., Einführung in die techn. Elektrochemie, B. 2, Brschw., 1916; Lucion R., Elektrolytische Alkalichloridzerlegung mit flüssigen Metallkathoden, Monographien über angew. Elektrochemie, B. 23, Halle a/S., 1906; Landolt-Börnstein, Physik.-chem. Tabellen, 5 Aufl., B. 1—2, B. 1923; Messinger A., Dictionary of Chemical Solubilities (Inorganic), N. Y., 1921; Ullmanns Enz., B. 3, 8; Ferchl and P., Die elektrochem. Industrie Deutschlands, Monographien über angew. Elektrochemie, B. 12, Halle a/S., 1904; Kershaw J. B. C., Die elektrochem. u. elektrometallurg. Industrie Grossbritanniens, aus d. Engl. übers., Monographien über angew. Elektrochemie, B. 28, Halle a/S., 1907.

ЕДКОЕ КАЛИ, гидрат окиси калия, КОН, представляет собою белую, твердую, непрозрачную массу с лучистым изломом, с уд. весом 2,04. При 360° Е. к. плавится в прозрачную жидкость; $t_{\text{пл.}}$ 1324°; в воде растворяется очень легко, с выделением большого количества тепла, образуя сильно щелочной раствор; на воздухе распыляется, притягивая воду, в к-рой и растворяется; при этом Е. к. поглощает из воздуха CO_2 , превращаясь с поверхности в поташ K_2CO_3 , который также распыляется на воздухе. С водой Е. к. образует несколько гидратов: с 1 частицей H_2O , 2 и 4 частицами H_2O ; $t_{\text{пл.}}$ их соответственно 143, 35,5 и $-32,7^\circ$. Теллота образования КОН из элементов, по Томсену, составляет 103,2, а по Бертело 104,6 Cal. Теллота растворения в 250 молях воды, по Томсену, составляет +13,3 Cal. В водных растворах КОН диссоциировано так же сильно, как и NaOH. Благодаря высокой концентрации ионов OH^- Е. к. является типичным представителем сильных оснований.

Е. к. получается в общем так же, как и *едкий натр* (см.). Наиболее простым и распространенным способом является действие известки на раствор поташа. Раньше для этой цели пользовались древесной золой, потом стали применять готовый поташ. Раствор поташа (1 ч. на 10—12 ч. воды) нагревают до кипения и к нему прибавляют постепенно известковое молоко (из расчета $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ ч. СаО

на 1 ч. поташа). Кипячение продолжают до тех пор, пока проба раствора, прилитая к к-те, не перестанет выделять углекислоту; после этого продолжают кипячение еще с полчаса, затем нагревание прекращают и дают содержимому котла отстояться. Отделенный от осадка раствор КОН подвергают сгущению. Е. к. готовили также сплавлением серноокислого калия с известняком и каменным углем (леблановский процесс), увеличивая количество угля и поддерживая плавление в течение более продолжительного времени. Хороший продукт получается по способу Лёвига (Г. П. 21593) прокаливанием до ярко-красного каления однородной смеси поташа с окисью железа, пока не прекратится выделение углекислоты. Образующийся феррит калия $K_2Fe_2O_4$ разлагается горячей водой на КОН и Fe_2O_3 , к-рая снова идет в дело. Е. к. получается также из серноокислого калия действием едкого барита, а еще лучше—извести. Наилучший выход получается при 0° , нагревания следует избегать; растворы д. б. не слишком разбавлены и д. б. насыщены серноокислым калием, для того чтобы выпал образующийся гипс или сингенит (двойная серноокислая соль калия и кальция). Последнюю соль разлагают водой для извлечения серноокислого калия, поступающего опять в производство. Полученный раствор КОН выпаривают до кристаллизации избыточного серноокислого калия; Е. к. остается в растворе.

В настоящее время Е. к. готовят почти исключительно путем электролиза растворов хлористого калия. Электролитическ. шелок в качестве примесей содержит КСI, немного K_2CO_3 и КСIО. Хороший шелок содержит в 1 л 100—130 г КОН и 70—100 г КСI. Выпаривание растворов Е. к. ведется до 50° Вё; в таком виде большая часть его и поступает в продажу в железных барабанах или вагонах-цистернах. Состав такого раствора приблизительно следующий: 48% КОН, 0,4% NaOH, 1,2% K_2CO_3 , 0,7% КСI, незначительное количество хлората, следы железа. Плавление едкого кали лучше вести в никелевых сосудах, т. к. чугун оно разбедает. Техническое Е. к. имеет приблизительно следующий состав: 88—90% КОН, 3,5—4% K_2CO_3 , 1—1,3% КСI, остальное—вода и другие примеси. Вполне хороший продукт готовится путем кристаллизации, при чем при 60° получается моногидрат КОН.Н₂O, а при 32° —дигидрат КОН.2 Н₂O. Получение безводного КОН описано в Г. П. 254062. Е. к. употребляется в производстве зеленого мыла и высших сортов туалетного мыла, для щелочных плавок (получение шавелевой к-ты из древесных опилок), в хирургии—для прижиганий (lapis causticus) и в химич. анализе.

Лит.: см. Едкий натр.

М. Рождественский.

ЕЛЬ, дерево первой величины, принадлежит к роду *Picea* Link. из сем. Pinaceae. В настоящее время в этом роде насчитывается до 26 видов, исключительно распространенных в сев. полушарии, при чем в центральной и сев. части вост. Азии насчитывается 16 видов Е., в С. Америке—7, в Европе—3. В пределах СССР встречается 5—6 видов: *P. excelsa* Link., распространенная в европ. части СССР, и ее разновидность *P. obovata*

Ledeb.; в Сибири и с.-в. части СССР—переходная форма между европейской и сибирской Е., *P. medioxima* W. Ny.; на Кавказе—*P. orientalis* LK. et Caro, в Туркестане, на горах Джунгарского Алатау и в Тянь-Шане—*P. schrenkiana*; в восточной Сибири, на Сахалине растут *P. glehnii* Mast. и *P. ajanensis* Fisch. Ее северная граница близка к границе распространения древесной растительности; на юге же европ. части СССР ее распространение ограничивается сев. границей чернозема. Встречается много разновидностей ели, отличающихся особенностями роста, формы ветвления, строения шишек и т. п. Ель произрастает на суглинистых и глинистых почвах, хотя встречается и на песчаных почвах при достаточной их влажности. Обладая поверхностной корневой системой, Е. чувствительна к излишней почвенной влажности. Она хорошо переносит очень низкие температуры в зимний период, но весьма чувствительна к поздним весенним заморозкам и потому нуждается при разведении на открытых местах в создании особого защитного полога из морозостойких древесных пород. Е. относится к отделу теневыносливых древесных пород, что обуславливает появление и рост под пологом еловых насаждений елового подроста. Поверхностный характер корневой системы Е. делает эту породу сильно подверженной вывалу во время сильных ветров. Кульминация роста в высоту Е. достигает на лучших почвах к 35 г., а на худших—приблизительно к 65 г. Е. принадлежит к довольно долговечным породам; нередко встречаются экземпляры в возрасте 300—500 лет. В столетнем возрасте Е. достигает, в зависимости от условий произрастания, 35—15 м высоты при диаметре в 44—18 см. Производительность еловых насаждений измеряется средним годичным приростом в возрасте его кульминации и определяется для лучших условий произрастания в 7,74 м³ с га, для средних 4,95 и для худших 2,55 м³. Ельники З. Европы и в частности Германии обладают более высокой производительностью; соответствующие числа: 18,16, 10,94 и 5,55 м³ с га. Е. начинает плодоносить (при росте в насаждениях) обычно в возрасте 40—50 лет; на солнечных и открытых местах возраст возмужалости наступает раньше. Шишки у обыкновенной Е. светлобурные или краснобуро-бурые, веретенообразно-цилиндрической формы, от 10 до 15 см длиной, при ширине в 3—4 см.

Е. растет преимущественно в чистых насаждениях, но встречается и в смеси с сосной, осиной, пихтой и березой. Возобновление сведенных еловых насаждений происходит обычно естественным путем, т. к. всегда в спелом лесу имеется достаточное количество елового подроста, но в некоторых случаях приходится еловые насаждения возобновлять искусственно, путем посева и посадки. Рубка в еловых лесах должна производиться с наветренной стороны, чтобы, по возможности, предохранить остающееся насаждение от вывала, оставляя (для целей защиты) с подветренной стороны нетронутые рубкой защитные опушки. Для искусственного возобновления еловых насаждений употребляют преимущественно 2—3-летние сеянцы или

3—4-летнего возраста саженцы. Обычно высаживают от 8 до 11 тысяч семян на 1 га, в зависимости от условий произрастания. Е. страдает от заморозков, ожога коры и гл. образом от ветровала, а в молодости и от выжимания всходов. Из вредных насекомых главными врагами Е. являются гусеница бабочки-монашенки и небольшой жучок—короед-типограф. Из грибных паразитов наиболее опасны опенок (*Agaricus melleus*), нападающий на корни, и *Trametes radiciperda*.

Древесина Е. белого цвета, без ядра, отличается чрезвычайной легкостью; ее объемный вес в воздушносухом состоянии 0,45 (0,35—0,60); в то же время она прочна, легко колется, обладает большой упругостью и мало коробится. Эти качества еловой древесины обуславливают ее применение в аэропланостроении. Под именем с п р у с а (товарное название древесины, идущей на аэропланостроение) известна гл. обр. древесина различных Е., вывозимая из С. Ш. А., при чем наилучшими в этом отношении качествами обладает древесина *P. sitchensis* Carr. Узкослойная древесина Е. с равномерными годичными слоями доставляет прекрасную резаносовую древесину, имеющую применение в производстве музыкальных инструментов. Еловая древесина служит также материалом для изготовления бумажной массы (см. *Древесина балансовая*). Кроме того, в еловой коре имеется значительное количество дубильных веществ (см. *Спр. ТЭ*). В отношении теплотворной способности еловая древесина—весьма невысоких качеств, чем и обусловлено плохое качество еловых *дров* (см.). Еловая древесина употребляется также для построек, в столярном деле и в судостроении.

Лит.: Тихонов. Хозяйство в еловых лесах. «Сел. хозяйство и лесоводство», СПб, 1885, 1; Тюрмер К. Ф., Пятьдесят лет хозяйства, практики, М., 1891; Морозов Г. Ф., Учение о лесах, 4 изд., М.—Л., 1928; Сукачев В. Н., Лесные породы, ч. 1—Хвойные, вып. 1, М., 1928; Weisner E., Handb. d. Nadelholzkunde, 2 Aufl., В., 1909. Н. Кобранов.

ЕМКОСТНАЯ СВЯЗЬ, конденсаторная или электрическая связь, взаимодействие двух контуров при помощи емкости (C_k), общей для обоих контуров. Е. с. применяется в радиотехнике как в передатчиках (наприм. схема промежуточного контура с Е. с.), так и в приемниках (наприм. регенеративный приемник с обратной Е. с.). На практике, кроме специально устанавливаемых схем с Е. с., приходится весьма часто встречаться с появлением так назыв. вредных Е. с., произвольно получающихся почти во

всех радиотехнич. схемах; эти паразитные Е. с. обуславливаются, с одной стороны, неизбежно существующей емкостью любого тела относительно земли, а с другой стороны—таким же естественным наличием емкости между отдельными частями и даже между отдельными проводами одной и той же схемы. Точнее выражаясь, Е. с. существует всегда в любой схеме (в той или иной степени), и влияние ее на любой процесс, совершающийся в данной схеме, необходимо всегда учиты-

вать. О полезном применении Е. с. см. *Передатчики и Приемники*; о мерах, устраняющих или ослабляющих вредные Е. с., см. *Нейтральный прием* и *Связь*. Коэфф. связи для общего случая Е. с. (обозначения—на фиг.) выражается ф-лой:

$$k = \frac{\frac{1}{\omega C_k}}{\sqrt{\frac{1}{\omega C_I} \cdot \frac{1}{\omega C_{II}}}} = \frac{\sqrt{C_I \cdot C_{II}}}{C_k},$$

где $\frac{1}{C_I} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_k}$, а $\frac{1}{C_{II}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_k}$. При Е. с. двух колебательных контуров получающиеся волны связи характеризуются угловыми частотами:

$$\omega' = \sqrt{\frac{\omega_1^2 + \omega_2^2 - \sqrt{(\omega_1^2 - \omega_2^2)^2 + 4k^2\omega_1^2\omega_2^2}}{2}},$$

$$\omega'' = \sqrt{\frac{\omega_1^2 + \omega_2^2 + \sqrt{(\omega_1^2 - \omega_2^2)^2 + 4k^2\omega_1^2\omega_2^2}}{2}},$$
(1)

где $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{C_I \cdot L_I}}$ и $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{C_{II} \cdot L_{II}}}$. Практически коэфф. Е. с. может быть определен измерением напряжений в различных точках схемы (см. фиг.) по ф-ле:

$$k = \sqrt{\frac{V_{12} \cdot V_{21}}{V_1 \cdot V_2}},$$

где $V_{12} = \frac{I_1}{i\omega C_k}$ — напряжение между точками А и В; $V_1 = \frac{I_1}{i\omega} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_k} \right)$ — напряжение между точками А и 1 (при чем в обоих случаях при измерении контур II разомкнут, и возбуждается лишь контур I); $V_{21} = \frac{I_2}{i\omega C_k}$ — напряжение между точками А и В, а $V_2 = \frac{I_2}{i\omega} \left(\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_k} \right)$ — напряжение между точками А и 2 (при чем при этих двух измерениях контур I разомкнут и возбуждается лишь контур II). Подробнее см. *Связь*. В. Баженов.

ЕМКОСТЬ электрическая между 2 проводниками—отношение заряда Q этих проводников к напряжению V между ними:

$$C = \frac{Q}{V}.$$

Если Q измеряется в кулонах, а V —в вольтах, то C выражается в фарадах. Обычно пользуются более мелкими единицами емкости, микрофардой (μF) или нанофардой (nF). Многие применяют в своих расчетах также электростатическую единицу емкости—сантиметр:

$$1F = 10^6 \mu F = 10^9 nF = 9 \cdot 10^{11} \text{ «см.}.$$

Различают Е. статическую и Е. динамическую.

Е. статическая. Статической называют Е., измеряемую в стационарном или квазистационарном поле, когда можно говорить о разности потенциалов между проводниками. Е. статическая зависит от конфигурации проводников в электр. поле и от промежуточной среды. Если один из двух проводников удален бесконечно далеко, то говорят о Е. уединенного проводника, равной заряду этого проводника, деленному на его потенциал, при чем потенциал бесконечно удаленного проводника принимается равным нулю. Ниже приведены формулы для емкости

удиненных проводников в среде с диэлектрическим коэффициентом ϵ .

1) Шар радиуса r (см):

$$C = \epsilon \cdot 1,11 \cdot 10^{-6} \cdot r \mu F,$$

т. о., Е. земного шара

$$C \approx 1,11 \cdot 10^{-6} \cdot 6,37 \cdot 10^8 = 710 \mu F.$$

2) Эллипсоид вращения с полуосями $a > b = c$:

$$C = \epsilon \cdot 2,22 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{ae}{\ln \frac{1+e}{1-e}} \mu F \left(e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \right).$$

3) Эллипсоид вращения с полуосями $b < a = c$:

$$C = 1,11 \cdot 10^{-6} \cdot \epsilon \cdot \frac{ae}{\arcsin e} \mu F \left(e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \right).$$

4) Тонкая шайба радиуса r :

$$C = 0,71 \cdot 10^{-6} \cdot \epsilon \cdot r \mu F.$$

Если оба проводника расположены на конечном расстоянии друг от друга, при чем большинство силовых линий, исходящих от проводника с бóльшим потенциалом, попадает на второй проводник, то они образуют конденсатор (см.).

Приведем ф-лы для Е. различных конденсаторов в среде с диэлектрич. коэфф-том ϵ :

1) Две круглые шайбы, толщина которых d , а радиус r , на расстоянии a :

$$C = 0,884 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon \cdot \left[\frac{\pi r^2}{a} + r \left(\ln \frac{16\pi r(a+d)}{a^2} + 1 + \frac{d}{a} \cdot \ln \frac{a+d}{d} \right) \right] \mu F.$$

Если $a \ll r$, то

$$C = 0,884 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon \cdot \frac{\pi r^2}{a} \mu F.$$

2) Две концентрические сферы с радиусами r и R :

$$C = 1,11 \cdot 10^{-6} \cdot \epsilon \cdot \frac{r}{1 - \frac{r}{R}} \mu F.$$

3) Цилиндрический конденсатор, радиусы внешней и внутренней обкладок к-рого r и R , а длина l :

$$C = 5,55 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon \cdot \frac{l}{\ln \frac{R}{r}} \mu F.$$

4) Два эксцентрич. цилиндра радиусов r_1 и r_2 , длиной l при расстоянии осей d .

а) Один цилиндр внутри другого:

$$C = 5,55 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon \cdot \frac{l}{\ln \frac{l}{2r_1 r_2} (r_1 + r_2 + k)} \mu F,$$

$$k^2 = (r_1^2 + r_2^2)^2 - 2d^2 (r_1^2 + r_2^2) - d^4.$$

б) Один цилиндр вне другого:

$$C = 5,55 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon \cdot \frac{l}{\ln \frac{1}{2r_1 r_2} [d^2 - (r_1 + r_2) + k]} \mu F,$$

$$k^2 = d^4 - 2d^2 (r_1^2 + r_2^2) + (r_1^2 - r_2^2)^2.$$

5) Цилиндр радиуса r и длиной l , параллельной бесконечной плоскости на расстоянии d от оси цилиндра:

$$C = 5,55 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon \cdot \frac{l}{\text{Ar sh } \frac{d}{r}} \mu F.$$

6) Провод радиуса r см, подвешенный на расстоянии h см от земли:

$$C = 5,55 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{\ln \frac{2h}{r}} \mu F/\text{км} \quad (h \gg r).$$

(См. также Емкость антенны.)

Несколько проводников. Если электр. поле ограничено больше, чем двумя проводниками, то понятие Е. усложняется, т. к. заряд каждого проводника в этом случае зависит от потенциалов других проводников. Если имеется система из n проводников и земли, потенциал к-рой принимают равным нулю, то заряды q_i и потенциалы u_i (относительно земли) этих проводников связаны между собой линейными ур-иями:

$$u_i = \sum_{\lambda=1}^n \alpha_{i\lambda} q_{\lambda} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n).$$

Коэфф-ты $\alpha_{i\lambda}$ называются потенциальными коэфф-циентами. Они симметричны, т. е. $\alpha_{i\lambda} = \alpha_{\lambda i}$. Коэфф. $\alpha_{i\lambda}$ равен потенциалу, к-рый устанавливается на проводнике i , когда проводник λ получает заряд $q_{\lambda} = 1$, а все остальные проводники не имеют зарядов. Решая данную систему ур-ий относительно зарядов q_i , получают систему линейных ур-ий:

$$q_i = \sum_{\lambda=1}^n \beta_{i\lambda} u_{\lambda} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n).$$

Коэфф-ты $\beta_{i\lambda}$, пропорциональные минарам определителя ($\alpha_{i\lambda}$), тоже симметричны, т. е. $\beta_{i\lambda} = \beta_{\lambda i}$, и всегда > 0 . Коэфф-циенты $\beta_{i\lambda}$ называются коэфф-циентами электрической индукции. Обычно пишут:

$$\beta_{ii} = C_{i1} + C_{i2} + \dots + C_{in},$$

$$\beta_{i\lambda} = -C_{i\lambda},$$

и, т. о., получается след. система уравнений:

$$q_1 = C_{11}u_1 + C_{12}(u_1 - u_2) + \dots + C_{1n}(u_1 - u_n),$$

$$q_2 = C_{21}(u_2 - u_1) + C_{22}u_2 + \dots + C_{2n}(u_2 - u_n),$$

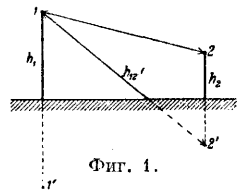
$$\dots$$

$$q_n = C_{n1}(u_n - u_1) + C_{n2}(u_n - u_2) + \dots + C_{nn}u_n.$$

Коэфф-ты C_{ii} называют Е. проводника i относительно земли, а $C_{i\lambda}$ — частичной Е. между проводниками i и λ .

Рассмотрим несколько таких систем.

1) Два провода с радиусами r_1 и r_2 подвешены на высоте h_1 и h_2 на расстоянии d_{12} друг от друга (фиг. 1). Для решения этой задачи рассматривают зеркальные изображения $1'$ и $2'$ проводов 1 и 2 относительно земли и расстояние h_{12}' между 1 и $2'$. Тогда



$$C_1 = 5,55 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\ln \frac{2h_1}{r_1}}{D} \mu F/\text{км},$$

$$C_2 = 5,55 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\ln \frac{2h_2}{r_2}}{D} \mu F/\text{км},$$

$$-C_{12} = 5,55 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\ln \frac{h_{12}'}{d_{12}}}{D} \mu F/\text{км},$$

где

$$D = \left(\ln \frac{2h_1}{r_1} \right) \cdot \left(\ln \frac{2h_2}{r_2} \right) - \left(\ln \frac{h_{12}'}{d_{12}} \right)^2.$$

Если $r_1 = r_2 = r$, $h_1 = h_2 = h$, то

$$C_1 = C_2 = 5,55 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\ln \frac{2h}{r}}{\left(\ln \frac{2h}{r}\right)^2 - \left(\ln \frac{\sqrt{d^2 + 4h^2}}{d}\right)^2} \mu\text{F/км.}$$

$$-C_{12} = 5,55 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\ln \frac{\sqrt{d^2 + 4h^2}}{d}}{\left(\ln \frac{2h}{r}\right)^2 - \left(\ln \frac{\sqrt{d^2 + 4h^2}}{d}\right)^2} \mu\text{F/км.}$$

Аналогичные ф-лы выведены для трех- и четырехпроводных линий, для многожильных кабелей, для электронных ламп. При расчете Е. системы цилиндрич. проводников пользуются по б. ч. методом *изображений электрических* (см.) и методом конформных отображений (см. *Электростатика*). Следует отметить, что Е. между двумя проводниками обратно пропорциональна электрич. сопротивлению между этими проводниками, так что задачи расчета Е. и расчета сопротивлений математически эквивалентны.

В том случае, когда проводники соединены т. о., что все силовые линии проходят последовательно от одного проводника к следующему, эти проводники образуют цепь последовательно соединенных конденсаторов, имеющих один и тот же заряд Q , при чем напряжение u_i на обкладках каждого конденсатора обратно пропорционально его емкости C_i :

$$u_i = \frac{Q}{C_i}.$$

Общая емкость C всей системы определяется по формуле:

$$\frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$

При параллельном соединении, когда напряжение u на обкладках всех конденсаторов одинаково, заряд Q_i распределяется пропорционально емкости C_i этих конденсаторов:

$$Q_i = C_i u,$$

а общая емкость C всей системы определяется по формуле:

$$C = \sum C_i = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

См. *Конденсаторы электрические. Е. динамическая*. При быстрых колебаниях не существует электрич. потенциала.

В этом случае напряжение между двумя точками зависит от пути, по к-рому измеряется это напряжение. Можно условиться называть динамич. напряжением u_d плоского конденсатора линейный интеграл напряженности электрич. поля вдоль пунктирной линии $ABCD$ (фиг. 2). Тогда динамич. Е. C_d

определится как отношение заряда конденсатора q к его напряжению u_d :

$$C_d = \frac{q}{u_d}.$$

Величина C_d зависит и от среды и от частоты тока, так что при быстрых колебаниях поле распределяется неравномерно внутри конденсатора.

Статическая Е. C отличается от C_d , и отношение $\frac{C_d}{C} = \alpha_v$ называется множителем

вытеснения (Verdrängungsfaktor). Этот множитель в случае круглого плоского конденсатора радиуса R , при расстоянии d между обкладками и круговой частоте ω :

$$\alpha_v = \frac{2}{\epsilon} \cdot \frac{I_1\left(\frac{\omega}{a} \cdot R\right)}{I_0\left(\frac{\omega}{a} \cdot R\right)},$$

где $a^2 = \frac{9 \cdot 10^{20}}{\epsilon_0}$ (ϵ_0 —диэлектрич. коэффициент

вакуума, ϵ —диэлектрич. коэфф-т данной среды, вообще говоря, комплексный и только для совершенных диэлектриков являющийся действительным числом). Функции I_1 и I_0 —бесселевы ф-ии первого и нулевого порядка. При критических значениях частоты ф-ии I_1 или I_0 обращаются в нуль, и соответственно, динамич. Е. становится равной нулю или бесконечности. Эти частоты соответствуют частотам собственных колебаний конденсатора. Практически такое изменение Е. может возникнуть только при очень больших частотах. Так, напр., конденсатор, у которого $R = 10$ см, $\epsilon = \epsilon_0$, т. е. $a = 3 \cdot 10^{10}$ см/сек, будет иметь первую критич. частоту при $\omega = 7,2 \cdot 10^9$, т. е. при 10^9 пер/сек.

В начале развития электротехники пользовались низкими напряжениями, при которых Е. не имела большого значения (Лейденская банка). В наст. время при громадном росте применяемых напряжений значение электрич. поля, а следовательно, и Е. в технике сильных токов все увеличивается (кабели, воздушные линии, задита). Еще более существенной является роль емкости в технике связи, при определении частоты колебаний и связи между собой электрических цепей.

Лит.: Круг К. А., Основы электротехники, М., 1926; Maxwell C. J., Treatise on Electricity and Magnetism, L., 1882; Orlich E., Kapazität und Induktivität, Brschw., 1909; Cohen L., Formulae and Tables for the Calculation of Alternating Current Problems, N. Y., 1913; Breisig F., Theoretische Telegraphie, 2 Aufl., Brschw., 1924; Ollendorff K., Die Grundlagen d. Hochfrequenztechnik, Berlin, 1926; Wagner K. W., Archiv für Elektrotechnik, B., 1920, B. 8, p. 145.

Я. Шпильрейн.

ЕМКОСТЬ АНТЕННЫ. Статическая Е. а.—емкость проводов сети относительно земли или противовеса. Определение Е. а. весьма важно, т. к. при заданном предельном напряжении V_{np} на конце антенны мощность передающей радиостанции ограничивается Е. а. Для затухающих колебаний:

$$C \geq \frac{2P}{NV_{np}^2}, \quad (1)$$

для незатухающих колебаний:

$$C \geq \frac{P}{\delta V_{np}^2}, \quad (2)$$

где C —емкость антенны в Ф, P —мощность в антенне в В, N —число групп колебаний (искр) в ск., δ —логарифмич. декремент затухания, f —частота. Неравенства (1) и (2) вполне справедливы лишь для сети, работающей длиной волны значительно больше собственной ($\lambda \geq 3\lambda_0$). При меньшей длине волны необходимо учесть неравномерное распределение напряжения вдоль антенны. В этом случае, при незатухающих колебаниях и антенне с равномерно распределенной по

длине емкостью, вместо неравенства (2) принимают следующее соотношение:

$$C \geq \frac{4243Jl}{V_{np} \cdot \sin ml}, \quad (3)$$

где C —Е. а. в см, l —длина антенны в м, $m = \frac{2\pi}{\lambda}$ —угловая частота в пространстве.

Определение точной величины Е. а. встречает большие затруднения. Для этого необходимо было бы задать одинаковый потенциал всем проводам антенны и определить распределение заряда, что чрезвычайно сложно. Однако, если бы это было возможно, то и тогда влияние окружающих предметов (деревья, здания, мачты, оттяжки и т. д.) настолько исказило бы величину емкости, что точное теоретич. определение все равно оказалось бы излишним. Поэтому точность в несколько процентов (в некоторых случаях даже до 10%) считается при определении Е. а. вполне достаточной. Т. к. антенна состоит обычно из ряда горизонтальных (или наклонных) и ряда вертикальных проводов, то емкости горизонтальной и вертикальной части определяются отдельно, а затем складываются.

Наиболее совершенный теоретич. метод для определения Е. а. дал Гоу (Howe) [1]. Задавая равномерно распределенным вдоль провода зарядом, Гоу определяет распределение потенциала, а затем находит среднее значение потенциала и емкость как частное от деления величины заряда на величину среднего значения потенциала. Для горизонтального провода, находящегося на высоте h над землей,

$$C = \frac{l}{2 \left(\ln \frac{l}{r} - 0,309 - E \right)},$$

где l —длина провода, r —его радиус; все величины в см. E при большой высоте провода по сравнению с длиной равно $\frac{l}{4h}$; точная же его величина:

$$E = \text{Arsh} \frac{l}{2h} + \frac{2h}{l} - \sqrt{1 + \frac{4h^2}{l^2}}.$$

Ряд горизонтальных параллельно расположенных на высоте h проводов, если расстояние между ними равно d , обладает емкостью:

$$C = \frac{nl}{2 \left[n \left(\ln \frac{l}{d} - 0,309 - E \right) - \ln \frac{d}{r} - B \right]},$$

где B —величина, зависящая от числа проводов, как это видно из нижеследующего:

$n = 2$	3	4	5	6	7
$B = 0$	0,46	1,24	2,24	3,48	4,85
$n = 8$	9	10	11	12	
$B = 6,40$	8,06	9,80	11,65	13,58	

Гоу дает также расчет емкости вертикального провода, влияния проводов вертикальной и горизонтальной части друг на друга, расчет сложных антенн различной формы и т. д. Пользуясь методом Гоу, Гровер (Grover) [2] дал все необходимые ф-лы и таблицы для расчета емкости сети (в англйских мерах). Изложен метод Гоу на русском языке В. Гуровым [3]. Упрощенный метод расчета емкости сети предложил М. В. Шулейкин [4]. Предполагая,

как и Гоу, равномерно распределенным заряд, а не потенциал, М. В. Шулейкин определяет потенциал на поверхности проводника из ф-лы потенциала бесконечно длинного провода. Для одного провода получается емкость:

$$C = \frac{l}{2 \ln \frac{2h}{r}}.$$

Для ряда параллельных горизонтально расположенных на расстоянии d друг от друга проводов:

$$C = \frac{nl}{2 \ln \left[\frac{2h}{r} \left(\frac{2h}{d} \right)^{n-1} \cdot \frac{1}{(n-1)!} \right]}.$$

Для вертикального провода М. В. Шулейкин определяет потенциал средней точки провода и получает емкость:

$$C = \frac{l}{2 \ln \frac{l}{r \sqrt{3}}}.$$

Для ряда параллельных вертикально расположенных на расстоянии d друг от друга проводов получается ф-ла:

$$C = \frac{nl}{2 \ln \left[\frac{l}{r \sqrt{3}} \left(\frac{l}{d \sqrt{3}} \right)^{n-1} \cdot \frac{1}{(n-1)!} \right]}.$$

Из полуэмпирич. ф-л следует особенно отметить ф-лу Эттенрейха (Ettenreich) [5] для горизонтальной части антенны:

$$C = 0,36 AB \sqrt{lb} + 0,079 A' B' \frac{lb}{h},$$

где l —длина сети, b —ширина, h —высота над землей; все величины в см. Коэфф-ты A и A' зависят от формы сети, а именно от отношения $\frac{l}{b}$, коэфф-ты B и B' —от заполнения площади сети проводами, т. е. от величин

$$\delta = n \sqrt{\frac{l}{b}} \quad \text{и} \quad \delta' = \frac{\sqrt{lb}}{r}.$$

Коэффициенты A и A' , а также B и B' получаются из табл. 1 и 2.

Табл. 1.—Значения коэфф-тов A и A' .

$\frac{l}{b}$	1	2,67	4,16	6,00	10,6	16,7
A	1,03	1,08	1,16	1,22	1,35	1,47
A'	1,11	1,20	1,27	1,40	1,63	1,88

Для грубых подсчетов при расположении проводов на расстоянии около 1 м друг от друга можно руководствоваться следующими данными: один провод обладает емкостью 5 см на м провода, два параллельных провода—около 8 см, три провода—около 10 см, четыре—около 12 см на м длины антенны.

Табл. 2.—Значения коэффициентов B и B' .

δ	12			24			36		
δ'	500	2 000	20 000	500	2 000	20 000	500	2 000	20 000
B	0,86	0,74	0,68	0,95	0,90	0,82	0,98	0,94	0,89
B'	0,72	0,59	0,46	0,86	0,74	0,61	0,98	0,77	0,67

Динамическая Е. а. — емкость такого конденсатора, на к-ром при напряжении, равном максимальному напряжению (в пучности) антенны, сосредоточен заряд, равный заряду антенны, при чем напряжение, как обычно, считается вдоль проводов антенны. Это м. б. выражено так:

$$C_0 = \frac{1}{V_{max}} \int_0^l C_1 V dx,$$

где C_1 — емкость на единицу длины антенны, V — напряжение в точке с координатой x , V_{max} — напряжение в пучности. При равномерном распределении емкости вдоль проводов антенны

$$C_0 = C_0 \frac{\sin ml}{ml},$$

где C_0 — статическая Е. а., $m = \frac{2\pi}{\lambda}$. Для собственной длины волны ($\lambda = \lambda_0$; $ml = \frac{\pi}{2}$)

$$C_0 = \frac{2}{\pi} C_0,$$

для большой длины волны ($\lambda \gg \lambda_0$)

$$C_0 \approx C_0.$$

Эффективная Е. а. есть емкость такого контура, к-рый по длине волны и по количеству электромагнитной энергии эквивалентен антенне. Для собствен. длины волны

$$C_{эфф.} = \frac{8}{\pi^2} C_0 = 0,812 C_0,$$

для большой длины волны

$$C_{эфф.} \approx C_0.$$

Вопрос о динамической и эффективной емкостях подробно разобран Вагнером (Wagner) [6] и Гундом (Hund) [7].

Е. а. при расчете приемных радиостанций играет значительно меньшую роль в виду крайне незначительных напряжений, получающихся на концах приемной антенны (см. *Излучение и прием*). О емкости замкнутой антенны см. *Замкнутая антенна*.

Лит.: 1) Н о w e G. W. O., «Electrician», L., 1914, 73, p. 859, 906, 1915, 75, p. 870, 1916, 77, p. 761, 880; Н о w e G. W. O., «Jahrbuch d. drahtlosen Telegr. u. Teleph.», B., 1916, B. 10, p. 412; 2) G r o v e r F. W., Methods, Formulae a. Tables for the Calculation of Antennae Capacity, «Bureau of Standards, Scientific Papers», Wash., 1923, 568; 3) Г у р о в В., «Тит6П», 1918, 3, 4, стр. 89, 113; 4) Ш у л е й к и н М. В., «Вестник военной электротехники и радиотелеграфии», П., 1917, 2, стр. 71; е г о ж е, «Тит6П», 1918, 1, стр. 29; 5) E t t e n r e i c h R., «Jahrbuch d. drahtl. Telegr. u. Teleph.», B., 1922, B. 20, H. 3, p. 180; 6) W a g n e r K. W., «Archiv für Elektrotechnik», B., 1920, B. 8, p. 145; M i l l e r J. M., «Proceedings of the Inst. of Radio Engineers», N. Y., 1919, June, p. 299; 7) H u n d A., «Proceedings of the Inst. of Radio Engineers», New York, 1920, Oct., p. 424.—К л я ц к и н И. Г., «Тит6П», 1921, 9, стр. 307; Р о ж а н с к и й Д. А., там же, 1922, 13, стр. 293; Ф р е й м а н И. Г., там же, 1922, 13, стр. 303; П е т р о в с к и й А. А., Радиосети (издание на правах рукописи), Л., 1924; S o h e n L., «Jahrb. d. drahtl. Telegr. und Teleph.», Berlin, 1913, B. 7, p. 439, ibid., 1916, B. 10, p. 405; «Electrician», 1913, 10, p. 881, 917; A u s t i n L. W., «Proceedings of the Inst. of Radio Engineers», New York, 1920, Apr., p. 164. И. Нляциии.

Ж

ЖАВЕЛЕВАЯ ВОДА, см. *Хлора соединения*.

ЖАД, нефрит, разновидность минерала актинолита ($\text{FeO} \cdot 3\text{CaO} \cdot 4\text{SiO}_2$), плотного спутанно-волоконистого строения. Цвет его белый, серый, яблочно-зеленый до темно-зеленого, иногда со слоистой или пятнистой окраской; черта белая, блестящая; в отшлифованном виде имеет масляный блеск; просвечивает по краям; наощупь несколько жирен; излом занозистый; весьма вязок; тв. 5,5—6,0; уд. вес 2,9—3,1. Ж. плавится с большим трудом, чем отличается от похожего на него минерала жадеита. В доисторические времена из него выдвигали различного рода орудия. В настоящее время Ж. ценится в Средней и вост. Азии и Австралии как материал для выделки украшений, чашек, ваз, шкатулок, сабельных эфесов и др. В Китае для подделки нефрита идет зеленый *везувит* (см.). Добывается как в коренных месторождениях (в областях кристаллич. сланцев), так и в виде галек и валунов. Главнейшие месторождения находятся в Китайском Туркестане (по рр. Яркенд и Кашгар), Новой Зеландии, ю. Китае (Юннан, Гань-Су), в Силезии (Иордансмюле) и Штирии. В СССР нефрит в виде валунов травяно-зеленого цвета встречается в Бурято-Монгольской АССР.

По своим физич. свойствам Ж. сходен с жадеитом, минералом пироксеновой группы, разновидностью сподумена. Химический состав жадеита $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$. Твердость 6,5—7; уд. в. 3,2—3,4; цвет от яблочно-зеленого до изумрудно-зеленого. Ценный поделочный материал. По стоимости ежегодной мировой добычи драгоценных камней жадеит занимает шестое место (см. *Драгоценные камни*). Месторождения жадеита известны в Азии (Бирма, Памир) и Европе (район Нейенбургского озера).

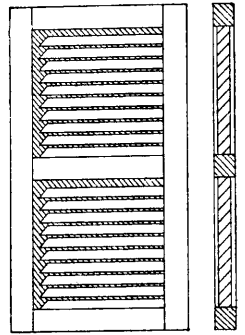
Лит.: Штин И. и Мушкетов Д., Технич. геология, Л., 1925; «НИ», т. 1, 1926; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб., 1907; Гау А., A Glossary of the Mining and Mineral Industry, Wash., 1920.

ЖАККАРДОВА МАШИНА, жаккардова каретка, представляет собой зверообразующий механизм в ткацком станке, применяемый для выработки сложнорючатых тканей, когда число групп одинаково переплетающихся основных нитей очень велико (см. *Ткацкое производство*).

ЖАЛЮЗИ, решетчатые оконные ставни, весьма распространенные в южных странах, служащие для защиты от палящих полуденных лучей солнца. В простейшем своем виде деревянные Ж., подобно глухим ставням, делаются створными и состоят из рамы или обвязки, середина к-рой имеет решетчатое заполнение из дощечек, поставленных наклонно и на нек-ром расстоянии одна от другой. Наклон к горизонту с уклоном в направлении наружу делается в 45° , при чем пластинки шириною 10—12 см и толщиной 1—1,5 см располагаются так, что каждый верхний ряд несколько (на 12—15 мм) перекрывает нижний, с промежутком в 5—6 см (фиг. 1).

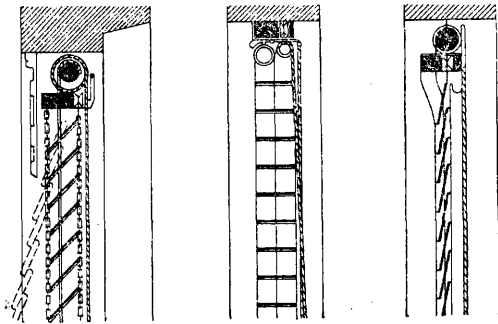
Ж. препятствуют прониканию солнечных лучей или косо дождя, но пропускают в достаточной мере и свет и воздух. Ж., не допуская заглядывания в окна снаружи, не мешают вместе с тем видеть из комнаты, что делается за окном, и отчасти предохраняют от мух, комаров и других насекомых, а также и от уличной пыли.

Другого вида оконные Ж. отличаются тем, что дощечки, их составляющие, могут вращаться около горизонтальных осей. Опускаемая или поднимаемая за рукоятку связывающий дощечки (при помощи закрепов) вертикальный стержень, можно дощечкам придать больший или меньший наклон, увеличивая или уменьшая т. о. просветы между ними. При крайнем положении пластинок, близком к вертикальному, жалюзи представляют собою глухие ставни. Существуют Ж., наполняющие своим устройством шторы. Такие Ж. состоят обыкновенно из тонких, но широких деревянных пластинок (толщиною 3 мм и шириною 60 мм), соединенных или несколькими рядами холщевых лент или проволочными подвижными скрепами, образующими ряд цепей. Ж. прикрепляются к дощечке толщиной 3 см и шириною 6 см и,



Фиг. 1.

будучи заделаны при помощи этой дощечки в оконном проеме, могут подниматься и опускаться. В опущенном состоянии просветы между пластинками Ж., в зависимости от натяжения шнура, могут изменяться до полного уничтожения. Шнуры, служащие для поднимания и опускания Ж., делаются из льна, стальной проволоки или состояются из железных цепей (фиг. 2). К этому типу



Фиг. 2.

подвижных Ж. относятся и свертывающиеся Ж.—в сущности уже шторы, выделяемые из дерева, а также из железа и даже стали. Металлич. подвижные Ж. изготовляются с целью защиты окон в первых этажах торгово-промышленных учреждений.

Все виды подвижных Ж. имеют: 1) вертикальные направляющие, в к-рых скользят при движении вверх и вниз концы пластинок, 2) застезки внизу и 3) коробки сверху для помещения в них Ж. в сложенном или свернутом состоянии. В последнем случае Ж. наматываются на закрепленный (в горизонтальном положении) в коробке деревянный барабан. Указанные части Ж. обеспечивают правильность движения и устойчивость против напора ветра.

Ж. находят применение и в устройствах стен таких помещений, в которых требуется постоянное энергичное возобновление и движение воздуха и вместе с тем достаточная защита от лучей солнца, дождя и снега. Так, стены в виде Ж. встречаются при устройстве различного назначения сушилен или, напр., помещений оросительных конденсаторов холодильных установок, в складах товаров и т. д. Небольшие металлич. Ж., изготовляемые из железа, стали, меди, цинка, бронзы, с неподвижными или подвижными пластинками, служат для прикрытия отверстий вентиляционных каналов. В этих случаях Ж. получают название жалюзийных клапанов.

Лит.: Иссель Г., Внутренняя отделка зданий, СПб, 1900; Op der beike A., Der innere Ausbau, Lpz., 1904; Koch H., Fenster u. Türen u. andere bewegliche Wandverschlüsse, Handbuch der Architektur, hrsg. v. J. Durm u. E. Schmitt, B. 3, T. 3, H. 1, Stuttgart, 1901. И. Дюмулен.

ЖАРОВЫЕ ТРУБЫ, см. *Котлы паровые*.

ЖАРОПОНИЖАЮЩИЕ СРЕДСТВА, вещества, обладающие способностью понижать t° большого организма. Обыкновенно они обладают также и болеутоляющим (анальгезирующим) действием. Жаропонижающее и анальгезирующее действие у ряда ароматич. соединений сопровождается антисептич. дей-

ствием. К главнейшим Ж. с. относятся: *антипирин* (см.), в последнее время часто применяющийся в соединении с салициловой к-той под названием салипирина; *пирамидон* (см.); *цитраваниль*, состоящий гл. обр. из лимоннокислого пирамидона; *тригемин* — химическ. соединение пирамидона и бутилхлоралгидрата; *антифебрин* (см. *Анилиды*), вследствие своей ядовитости применяющийся мало, гл. обр. в ветеринарной практике; *фенацетин* (ацетифенетидин) гораздо менее ядовитый, чем предыдущие, и реже вызывающий побочные явления; *лактофенин* (лактил-фенетидин), действующий сильнее фенацетина; *салициловая к-та* и *салициловый натр*, кроме жаропонижающего действия обладающие хорошим антисептическим свойством; *аспирин* (см.) — широко распространенное жаропонижающее и анальгезирующее средство; *сало*л, *фениловый эфир салициловой к-ты*, распадающийся в кишечнике на салициловую кислоту и фенол. Жаропонижающими свойствами обладают и другие вещества, редко употребляемые в качестве специально жаропонижающих средств (бензол, нафталин, гваякол, креозот).

Лит.: Кравков Н. П., Основы фармакологии, ч. 2, стр. 77—128, М.—Л., 1928. О. Магидсон.

ЖАСМИН. 1) *Ложный жасмин*, *чубушник*, *Philadelphus coronarius* L., небольшой кустарник из сем. *Philadelphaceae*, произрастающий в горах Кавказа, на Амуре, в лесах южного Тироля и Венгрии. Ж.—прекрасное декоративное растение; он распространен в садах почти по всему СССР. Древесина Ж. плотная, с широкой сердцевиной, шла на изготовление чубуков. Из мелких ветвей добывают черную краску; цветы идут на изготовление духов, а иногда употребляются как суррогат чая. Кроме дикого Ж., в садах разводят целый ряд различных видов этого кустарника, произрастающих в С. Америке, например *P. latifolius* Schrenk и др.

2) *Жасмин настоящий*, *Jasminum officinale* L. и *J. fruticosum* L., низкорослые кустарники из сем. *Oleaceae* Linde, произрастающие дико в Закавказьи; их разводят в садах и парках как декоративные растения, а также для добывания душистых эфирных масел.

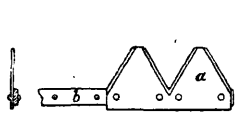
Н. Кебранов.

ЖАСМИННОЕ МАСЛО, эфирное масло цветов жасмина (*Jasminum grandiflorum* и *J. officinale*), не может получаться перегонкой с водяным паром, а исключительно методом *анфлеража* (см.) или путем экстракции. Ж. м. обычно поступает в продажу в виде «помад» или твердого цветочного масла (*Essence concrète*), т. к. выход чистого масла при экстракции не превышает 0,07%, тогда как при анфлераже удается его получить до 0,25%; добывается Ж. м. гл. обр. на юге Франции. В состав Ж. м. входят бензиловый спирт, линалоол, уксусные эфиры лимонного спирта и линалоола, метиловый эфир антралиловой к-ты, жасмон (кетон) $C_{11}H_{16}O$ и индол. Т. н. германскон жасмон — продукт, получаемый экстракцией из цветов чубушника (*Philadelphus coronarius*); состав этого масла не установлен, однако, во многих случаях герм. Ж. м. может заменить

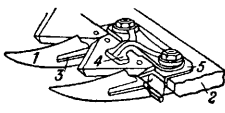
французское. Первое можно получать в СССР в Крыму и на Кавказе, второе — в южных и средних областях. Вследствие высокой цены натурального Ж. м. широко распространено применение искусственного, которое получается смешиванием составных частей натурального с другими соединениями, близкими по запаху. Применяется Ж. м. в очень больших количествах в парфюмерном производстве.

Lum.: Finneberg H., The Essential Oils, L., 1926; Jeancard P., Les parfums, P., 1927; Wagner A., Die ätherischen Öle, Lpz., 1925; Winter F., Handbuch d. gesamten Parfümerie u. Kosmetik, W., 1927. **Б. Рутковский.**

ЖАТВЕННЫЕ МАШИНЫ, с.-х. орудия для механизации уборки хлебных злаков и полевых трав. Существенной частью Ж. м. служит режущий аппарат, состоящий из ряда треугольных стальных сегментов *a* с двумя отточенными краями (фиг. 1),



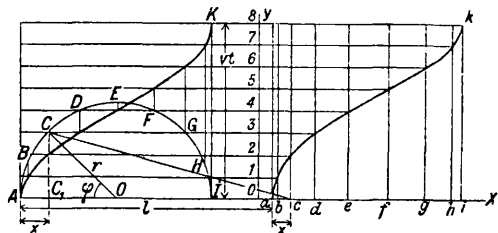
Фиг. 1.



Фиг. 2.

приклепанных к стальной полосе, так наз. спинке ножа *b*. Получаемая т. о. ножевая полоса вставляется в особые пальцы 1 (фиг. 2 и 3), укрепляемые посредством болтов на пальцевом бруске 2. В пальцы врезаны пластинки (вкладыши) 3, укрепленные в них заклепками; края вкладышей имеют насечку, как у серпа, для удерживания захваченных стеблей при срезывании их ножевой полосой. Ножевые сегменты плотно прижаты лапками 4 к вкладышам, для того чтобы при резании не происходило сминания стеблей; сзади ножевая полоса упирается в особые пластинки 5, называемые пластинками трения.

Ножевая пластинка получает колебательное движение от кривошипного механизма и в то же время участвует в поступательном движении вместе со всей машиной. Если принять, что поступательное движение совершается равномерно, а колебательное есть гармоническое движение, т. е. такое, в котором ускорение колеблющейся точки пропорционально отклонению точки от ее



Фиг. 4.

среднего положения, то в результате сложения этих двух движений каждая точка ножевой пластинки, а следовательно, и ее лезвия, пробегает путь *AK* по некоторой синусоидной кривой (фиг. 4); в дей-

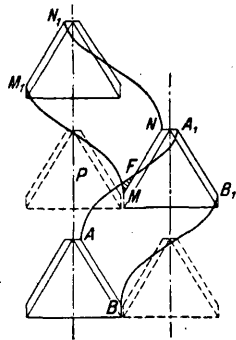
ствительности, вследствие того, что шатун имеет не бесконечно большую, а ограниченную длину и — что центр вращения кривошипа лежит не в средней плоскости движения ножей, а выше, колебание ножа совершаться будет не по простым, а по сложным гармоникам.

Для построения пути движения ножа надо провести полукруглость радиуса *OA*, равного длине кривошипа; разделив полукруглость на равные части, напр., на 8 частей, получая точки *A, B, C, D, E, F, G, H, I*; затем, сделав засечки на продолжении диаметра *AI* радиусом *OC*, равным длине шатуна, и приняв это направление за ось *x*, получают соответственно точки *a, b, c, d, e, f, g, h, i*, в к-рые, при каждом повороте кривошипа на угол $\frac{\pi}{8} = 22^\circ 30'$, будет переходить данная точка поперой полосы (при условии, что машина стоит на месте). При поступательном равномерном движении машины с нек-рой скоростью *v* надо отложить перпендикулярно к оси *x* расстояние *vt* (по оси *y*), соответствующее продвижению машины вперед за время полуоборота кривошипа *t*. Разделив этот отрезок на 8 равных частей, проведя из точек 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 линии, параллельные оси *AX*, и составив из точек *a, b, c* и т. д. ординаты получают точки пересечения, соединение которых дает кривую движения для любой точки ножа *ak*. Если найти точки пересечения горизонтальных прямых с соответствующими вертикальными, проведенными из точек *A, B, C* и т. д., то получим синусоиду *AK*, которая будет относиться к случаю бесконечно длинного шатуна, когда колебание является простым гармоническим. Перемещение по оси *x* проекции точки, бегущей по окружности, определяет след. обр.: если кривошип *OA* повернулся в положение *OC* на угол $\varphi = \omega t$, то отрезок *AC*, проинтерпретированный проекцией точки *C*, будет равен $x = r(1 - \cos \omega t)$; отрезок же, проинтерпретированный кондом шатуна или (что то же самое) ножевой пластинкой, можно с достаточной для практики точностью выразить в общем виде так:

$$x_1 = r(1 - \cos \omega t) \mp \frac{r^2}{2l} \sin^2 \omega t = r \left(1 - \cos \omega t \mp \frac{r}{2l} \sin^2 \omega t \right),$$

где *l* — длина шатуна и *r* — радиус кривошипа. Поправка на длину шатуна $\mp \frac{r^2}{2l} \sin^2 \omega t$ с изменением угла меняется от нуля до нек-рого максимума и затем снова падает до нуля; чем меньше в машине отношение $\frac{r}{l}$, т. е. чем больше длина шатуна, тем меньше эта поправка, и тем больше движение приближается к гармоническому. Например, для косилки имеются следующие поправки: Диринга — $0,75 \sin^2 \omega t$, Массей-Гарриса — $0,61 \sin^2 \omega t$, Адрианса — $0,45 \sin^2 \omega t$; для жнеес: Диринга — $1,40 \sin^2 \omega t$, Массей-Гарриса — $2,20 \sin^2 \omega t$, Мак-Кормика — $2,00 \sin^2 \omega t$. Но в общем отклонение кривой движения ножевой пластинки мало отличается от синусоиды, а потому часто строят синусоиду *AK* вместо кривой *ak*.

Если построить путь за время движения ножа вправо и влево, то получится схема, изображенная на фиг. 5. При движении вправо лезвие *AB* срезает площадку *AA₁B₁B*, ограниченную двумя прямыми *AB* и *A₁B₁* и двумя синусоидами *AA₁* и *BB₁*, а при движении влево лезвие *MN* срезает площадку *MM₁N₁N*. Из схемы видно, что площадки *AA₁B₁B* и *MM₁N₁N* дважды перекрывают площадку *F*, и, следовательно, на ней происходит двойной срез при движении ножа вправо и влево, тогда как площадка *P* совсем не покрывается, и здесь стебли м. б. срезаны, только будучи наклонены вперед к площадке *MM₁N₁N*. Очевидно, что при более быстром колебательном движении но-



Фиг. 5.

среднего положения, то в результате сложения этих двух движений каждая точка ножевой пластинки, а следовательно, и ее лезвия, пробегает путь *AK* по некоторой синусоидной кривой (фиг. 4); в дей-

жа площадки P уменьшаются, а площадки двойного среза F увеличиваются, а при более медленном — наоборот. Однако, по мнению некоторых исследователей (Горячкин, Крамаренко, Нахтве), отрицательное значение площадок P не имеет большого значения, т. к. здесь происходит отгиб стеблей; притом отгиб стеблей влечет за собою косой срез стебля, что, как показывает практика, даже облегчает работу машины. Что касается площадок F , то они являются вредными, т. к. нож бесполезно вновь перерезает уже срезанные стебли и обрезки засоряют пальцевый брус.

Угол наклона лезвия ножа по отношению к направлению движения делается различным. Проф. Горячкин дает зависимость между величиной этого угла α , скоростью поступательного движения машины v и линейной скоростью вращения кривошипа ωr в виде формулы:

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{v}{\omega r},$$

где ω — угловая скорость кривошипа и r — его радиус.

Ф-ла выводится след. обр. Абсолютное движение ножа складается из: 1) относительного движения от кривошипа вдоль пальцевого бруса и 2) поступательного движения пальцевого бруса вместе с машиной. Первое дает перемещение $x = r(1 - \cos \omega t)$ со скоростью

$$u = \frac{dx}{dt} = r \omega \sin \omega t;$$

второе дает перемещение $y = vt$ со скоростью $v = \frac{dy}{dt}$. Абсолютная скорость

$$w = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} = \sqrt{v^2 + r^2 \omega^2 \sin^2 \omega t}$$

имеет направление под изменяющимся углом к лезвию (фиг. 6) и м. б. разложена на две скорости: w_1 — к-рой нож перерубает стебли, и w_2 — к-рой нож перерезает стебли скользящим движением (перепиливает); эта скользящая скорость изменяет свою величину и может иметь нулевое или отрицательные значения. Нулевое значение нежелательно; поэтому кривошину надо придать такую скорость, чтобы она переходила через нуль только один раз или, еще лучше, не достигала его. Эта скорость равна

$$w_2 = v \cos \alpha - \omega r \sin \alpha \sin \varphi,$$

где φ — угол, образуемый касательной к синусоиде с направлением движения машины. При $w_2 \geq 0$

$$v \cos \alpha - \omega r \sin \alpha \sin \varphi \geq 0,$$

откуда $\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{v}{\omega r \sin \varphi}$.

Правая часть неравенства получает наименьшее значение при угле $\varphi = \frac{\pi}{2}$, следовательно, $\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{v}{\omega r}$.

По данным Нахтве, для америк. машин, при $v = 1$ м/сек:

для косилок	$\alpha = 20-43^\circ$;	$\omega r = 1,375-1,95$	м/сек
для жней	$\alpha = 31-37,5^\circ$;	$\omega r = 1,1-1,3$	»
для сноповязалок	$\alpha = 31-43^\circ$;	$\omega r = 1,1-1,5$	»

Горячкин дает:

для косилок	$\alpha = 27-46^\circ$
для жней	$\alpha = 37-42^\circ$
для сноповязалок	$\alpha = 33-42^\circ$

По испытаниям автора, при $v = 1$ м/сек, угол $\alpha \leq 21-43^\circ$, и по измерениям для косилок он оказался равным $28-32^\circ$.

Для определения наиболее выгодной угловой скорости кривошипа, обуславливающей

соответствующую скорость ножа, Горячкин дает следующую формулу:

$$\omega \geq \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{E \cdot D^3 \cdot \delta \cdot A}{l \cdot r \cdot \Sigma t y^2}},$$

где E — модуль упругости стебля, D — диаметр стебля, δ — толщина стенок стебля, A — стрела прогиба на высоте срезания стебля l , $\Sigma t y^2$ — момент инерции стебля и r — радиус кривошипа.

Отсюда следует, что: 1) число оборотов, а следовательно, и скорость ножа, д. б. больше для мягких стеблей травы; 2) скорость ножей, пробегających два промежутка между пальцами (в сноповязалках), д. б. меньше; 3) число оборотов д. б. тем больше, чем толще стебли; 4) число оборотов д. б. тем больше, чем выше подрезает стебель; 5) число оборотов д. б. тем больше, чем легче колосья. Длина пробега ножевой пластинки S более двойного радиуса кривошипа $2r$ вследствие того, что центр кривошипа находится выше средней плоскости движения ножей на некоторую величину h ; т. о. ширина пластинки, а также и расстояние между центрами сечений пальцев д. б. меньше $2r$; при стандартной величине S , радиус кривошипа д. б. менее $\frac{S}{2}$. Геометрические соотношения между величинами S , r и h м. б. получены из следующих уравнений (фиг. 7):

$$\frac{S}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{l + r}{\sin \alpha} = \frac{l - r}{\sin \beta}, \quad (1)$$

$$h = (l + r) \sin \beta = (l - r) \sin \alpha, \quad (2)$$

$$S = \sqrt{(l + r)^2 - h^2} - \sqrt{(l - r)^2 - h^2}, \quad (3)$$

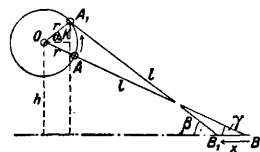
где l — длина шатуна, α и β — углы наклона шатуна в мертвых положениях кривошипно-шатун. механизма. Из ур-ий (1) и (2) получается:

$$S = \frac{h \cdot \sin(\alpha - \beta)}{\sin \alpha \cdot \sin \beta}, \quad (4)$$

т. е., чем больше высота расположения оси кривошипа, тем больше пробег ножа; в косилках он значительно больше, чем в жнейках, т. к. пальцевый брус последних движется на большей высоте над землей и h соответственно меньше. Из ф-л (3) или (4) определяется величина пробега пластинки в современных машинах. Из ур-ия (3) можно получить проектируемый размер радиуса кривошипа r по данной величине пластинки S :

$$r = \frac{S}{2} \sqrt{\frac{4l^2 - 4h^2 - S^2}{4l^2 - S^2}}.$$

Аналитическое определение сил инерции кривошипно-шатунного механизма Ж. м. В виду того, что центр кривошипа O (фиг. 8) находится на высоте h над ножевой полосой, перемещение x точки B может быть определено из



Фиг. 8.

следующих соотношений:

$$x = (r + l) \cos \gamma - l \cos \beta - r \cos \alpha,$$

$$k = r \sin \alpha,$$

$$h = (r + l) \sin \gamma,$$

$$k + h = l \sin \beta,$$

где l — длина шатуна, r — радиус кривошипа.

Из этих ур-ий определяем перемещение x :

$$x = \sqrt{(r + l)^2 - h^2} - r \cos \alpha - l \sqrt{1 - \left(\frac{r \sin \alpha + h}{l}\right)^2},$$

или, разложив подкоренное выражение второго корня по биному Ньютона, получим:

$$x = \sqrt{(r + l)^2 - h^2} - r \cos \alpha - l \left(1 - \frac{r^2 \sin^2 \alpha}{2l^2} - \frac{rh}{l^2} \sin \alpha - \frac{h^2}{2l^2}\right),$$

при чем пренебрегаем третьим членом разложения по

его малости, т. е., напр., для косилок, при отношении $\frac{r}{l} = 0,04$ и $\sin \alpha = 1$, численное значение $\frac{1}{8} \left(\frac{r}{l} \sin \alpha \right)^4 = 0,00000032$. Перемещение точки В:

$$x_B = \sqrt{(r+l)^2 - h^2} - r \cos \alpha - l + \frac{r^2 \sin^2 \alpha}{2l} + \frac{rh}{l} \sin \alpha + \frac{h^2}{2l}.$$

Скорость точки В

$$v_B = \frac{dx}{dt} = r \frac{da}{dt} \left(\sin \alpha + \frac{r}{2l} \sin 2\alpha + \frac{h}{l} \cos \alpha \right);$$

если принять, что угловая скорость кривошипа постоянная, т. е. $\frac{da}{dt} = \omega$, то:

$$v_B = r\omega \left(\sin \alpha + \frac{r}{2l} \sin 2\alpha + \frac{h}{l} \cos \alpha \right).$$

Ускорение для точки В получится после дифференцирования:

$$j_B = \frac{d^2x}{dt^2} = r\omega \frac{da}{dt} \left(\cos \alpha + \frac{r}{l} \cos 2\alpha - \frac{h}{l} \sin \alpha \right) = r\omega^2 \left(\cos \alpha + \frac{r}{l} \cos 2\alpha - \frac{h}{l} \sin \alpha \right);$$

пренебрегая членом $\frac{r}{l} \cos 2\alpha$ в виду его малости, получим:

$$j_B = r\omega^2 \left(\cos \alpha - \frac{h}{l} \sin \alpha \right).$$

Следовательно, сила инерции для точки В

$$T = mr\omega^2 \left(\cos \alpha - \frac{h}{l} \sin \alpha \right).$$

Величина сил инерции довольно значительна; напр. (для косилок), при скорости ножа $v_B = \pm 2,5$ м/сек и ускорении $j_B = \pm 180$ м/сек², сила инерции на ноже $T_B = 55$ кг; сила инерции на пальце кривошипа $T_A = 110$ кг; последняя раскладывается на центробежную (до 110 кг) и тангенциальную (до 45 кг). Работа сил инерции от качающихся масс ножа и части шатуна, равная за полный оборот нулю, в течение $\frac{1}{4}$ оборота м. б. выражена Ф-лой:

$$L = \int_0^r m\omega^2 x dx = \frac{m\omega^2 r^2}{2} = \frac{I\omega^2}{2},$$

или в единицах мощности:

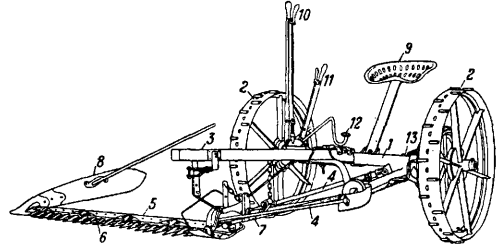
$$N = \frac{I\omega^3}{2 \cdot 75} \left(\frac{4n}{60} \right) = \frac{4nm\omega^3 r^2}{2 \cdot 75 \cdot 60} = 0,00045 m\omega^3 nr^2 \text{ Н.}$$

Работа сил инерции от горизонтально движущихся масс, напр. в косилках, — от 0,75 до 1 при от вертикально движущихся масс — от 0,2 до 0,4 Н.

Виды Ж. м. Машины для уборки хлебов и трав можно подразделить на два главных класса: 1) к о с и л к и, к-рые оставляют срезаемые ими стебли на том же месте, где они росли, и 2) ж н е и, приспособленные к тому, чтобы непосредственно после срезывания собирать стебли в особые кучи или снопы. Ж. м. последнего класса, в свою очередь, можно сгруппировать в три вида: а) л о б о г р е й к и, к-рые кладут срезаемые стебли на платформу машины, откуда они сбрасываются в виде снопов вручную, б) ж н е и-с а м о с б р о с к и (г р а б е л ь н ы е), которые автоматически складывают снопы на землю, и в) с н о п о в ы з а л к и, которые, кроме того, связывают снопы шпагатом. Особняком нужно различать особые машины (х е д д е р ы), к-рые собирают лишь одни колосья, и ж н е и-м о л о т и л к и и с т р и п е р ы, которые на месте же и молотят срезаемые колосья.

1. Косилки. Эта группа жатвенных машин применяется для срезывания травы и полевого хлеба. Устройство косилки изображено на фиг. 9: рама 1 опирается на два ходовых колеса 2 и для запряжки имеет дышло 3; к основной раме при помощи шарнирных тяг 4 присоединяется пальцевый брус 5, в к-ром

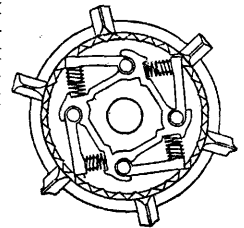
скользит нож (к о с а) 6, приводимый в движение от шатуна (косогона) 7. Для отодвигания срезанной травы имеется доска 8, снабженная палкой. Близ сиденья для рабочего 9 расположены рычаги для подъема



Фиг. 9.

пальцевого бруса 10 и для наклона пальцев 11, а также педаль 12 для подъема бруса и педаль 13 для включения механизма. Пальцевый брус опирается на два башмака, имеющие внизу стальные полозья, которыми они скользят по поверхности почвы. Этими полозьями можно регулировать расстояние бруса и режущего аппарата от земли. Башмаки должны всегда прилегать к земле и скользить по ней, следуя всем неровностям и придавая бросу соответствующее положение. Для осуществления подвижности пальцевого бруса относительно основной рамы имеются необходимые шарнирные соединения. При работе косилки, кроме установки полозьев, надо дать соответствующий наклон пальцам помощью рычага наклона. Для приподнимания бруса над землей служат рычаг наклона и педаль; первый применяется при переезде косилки с одного места работы на другое, вторая же — во время самой работы, когда встречается какое-нибудь препятствие, а также при поворотах, заездах или осаживании лошадей назад, так как при этом нельзя выпускать вожжей из рук.

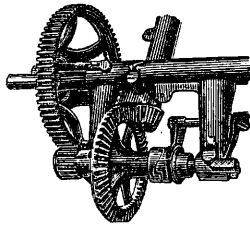
Двигающий механизм косилки обычно состоит из двух пар зубчатых колес и кривошипной передачи; кроме того, имеются храповой механизм для автоматического включения и выключения передаточного механизма и сцепная муфта для включения и выключения от руки или педалью. Ходовые колеса косилки снабжены рифами (выступами), во избежание скольжения, так как работа ножей зависит от вращения колес. Опыт показывает, что проскальзывание колес все же составляет ок. 5%. Устройство храпового механизма в ступице колес видно из фиг. 10. Благодаря этому устройству, при движении косилки назад (осаживание лошадей), механизм разобщается от ходовых колес. Число собачек в храповом механизме бывает различно, но каждый раз выключается в работу только одна из них; по б. ч. ставится лишь по три собачки, и в таком случае при сцеплении одной собачки с зубом другая будет находиться от зуба на расстоянии $\frac{1}{3}$ ширины зуба, а третья —



Фиг. 10.

на $\frac{2}{3}$. Такое расположение собачек необходимо для более быстрого включения механизма ножа во избежание забивания пальцев травой.

Зубчатые колеса (фиг. 11) ставят обычно в количестве двух пар: одной—цилиндрической и другой—конической; постановка третьей пары вызывает лишнее сопротивление и потому теперь не применяется. В первой паре обыкновенно имеются цилиндрич. зубчатки, а во второй—конические; такая постановка предпочтительнее. Цилиндрич. зубчатки м. б. с внутренним зацеплением (Диринг, Осборн, Адрианс, Вуд) или внешним (Мак-Кормик, Массей-Гаррис); внутреннее зацепление более плавно и прочно, но сильнее засоряется, чем внешнее.



Фиг. 11.

Зубчатая передача в косилках делается ускорительная; передаточное число, т. е. число, показывающее, сколько оборотов сделает последняя зубчатка (и кривошип) на один оборот первой зубчатки (и ходового колеса), для косилки Диринга составляет:

$$i = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{83 \cdot 46}{12 \cdot 12} = 26,51,$$

а для косилки Мак-Кормика:

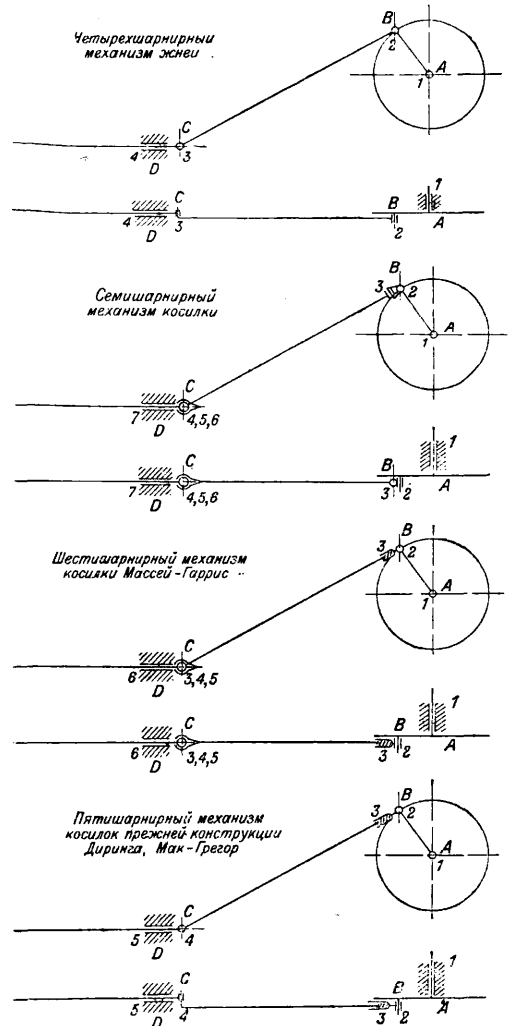
$$i = \frac{87 \cdot 55}{12 \cdot 12} = 25,59.$$

Т. о., на один оборот ходового колеса кривошип делает 26 оборотов, а нож— $26 \times 2 = 52$ хода; при скорости движения лошади 1 м/сек, ходовое колесо, имеющее в среднем диаметр 0,8 м, делает один оборот в 2,5 сек. а число ходов ножа в 1 сек. составляет ок. 21, или 600 000 ходов за 8-часовой рабочий день; при скорости трактора в 1,25 м/сек, получается в день 750 000 ходов.

Для включения и выключения механизма на ходу косилки вперед ставят сцепные муфты различной конструкции. Сначала в косилках Диринга, а затем и в большинстве других, было введено автоматич. выключение механизма при подъеме пальцевого бруса. Автоматич. выключение важно потому, что при поднимании пальцевого бруса без выключения механизма, последний продолжал работать, может вызвать поломку шатуна.

Кривошипный механизм передает движение из плоскости вращения кривошипа в плоскость движения ножа. Плоскость вращения кривошипа не во всех косилках имеет вертикальное направление; в косилках типа Мак-Кормика, Новь, Круппа, Дейтше-Верке она составляет угол с вертикальной плоскостью, в косилке же Диринга она почти вертикальна. Плоскость движения ножа (перпендикулярная к средней плоскости ножевых сегментов) не может быть горизонтальна, так как пальцевый брус устанавливается под различными углами к горизонту. Поэтому кривошипный механизм в косилке является не плоским механизмом, как, например, в жнеях или в паровых машинах, а пространственным; пространственный механизм должен состоять

из семи шарниров, в отличие от плоского, где достаточно четырех шарниров. По схеме кривошипного механизма, представленной на фиг. 12, один шарнир (соединение с пальцевым брусом) заменен ползуном; следовательно, получают для плоского механизма три шарнира *A*, *B* и *C* и один ползун *D*. В пространственном кривошипном механизме один шарнир также заменен ползуном *D*, другие два шарнира, соединяющие шатун с

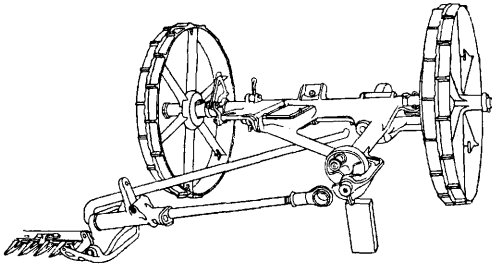


Фиг. 12.

кривошипом и ножевой полосой, д. б. усложнены для обеспечения достаточной подвижности в шарнирах при выходе шатуна из плоскости вращения кривошипа, с одной стороны, и из плоскости движения ножа, с другой. Для этого необходимо и достаточно было бы поставить вместо простых шарниров шарниры Гука (Кардана) в точках *B* и *C*. В точке *B* так обыкновенно и делается, т. е. здесь имеется соединение двух шарниров—т. н. карданов подвес (см.), но при соединении шатуна с ножом в точке *C* такого шарнира было бы недостаточно, т. к. шатун при выходе из одной плоскости в другую,

кроме того, еще скручивается; поэтому в направлении длины шатуна д. б. поставлен дополнительный шарнир, или, другими словами, вместо шарнира С надо поставить три шарнира. Всякое отступление от схемы семишарнирного механизма вызывает неправильную работу механизма и влечет износ отдельных частей. Исключение из этого правила допущено: 1) в косилке Массей-Гарриса, где поставлено пять шарниров и один ползун, т. е. не хватает одного шарнира, и 2) в косилке Диринга прежнего выпуска с железным шатуном, где имеются только четыре шарнира и один ползун и, следовательно, не хватает двух шарниров.

Кривошип косилки имеет обыкновенно форму диска, а шатун делается большей частью деревянный, длиной около 1 м; вес



Фиг. 13.

шатуна—от 2,4 до 3 кг. В раме косилки (фиг. 13), весьма массивной, чугуновой имеют трубочатые полости, через которые проходят главный вал (ось колес) и вал кривошипа. Чтобы вал не стирался ставят роликовые подшипники. Спереди к раме присоединяется дышло; сзади прикрепляется на особой пружинной стойке сиденье для рабочего, так что вес рабочего до известной степени уравнивает вес передней части рамы и дышла, что очень существенно, так как уменьшает давление дышла на лошадей: давление на конец дышла составляет около 24 кг без рабочего и 16 кг с рабочим.

Как уже сказано, к раме присоединены 2 основные тяги, идущие к пальцевому брусу. Эти тяги заключают в себе регулирующее приспособление, состоящее из резьбы и муфты; это приспособление необходимо для установки и выверки пальцевого бруса в надлежащем положении. При срабатывании ушек и штырей у шарниров ножи не смогут подрезать всю траву, захваченную пальцем, и будут забиваться нескошенной травой; т. к. число пальцев ок. 20, то при этом получается довольно значительное сопротивление, механизм косилки испытывает сильные толчки (около 10 в ск.), что отзывается на прочности механизма и в таких случаях обыкновенно ломается шатун или разрывается ножевая полоса. Нож должен двигаться так, чтобы каждая ножевая пластинка полностью пробегала расстояние от середины одного пальца до середины другого. Эти крайние положения должны соответствовать двум мертвым положениям кривошипа и шатуна; в противном случае надо помощью подвешивания или отпускания тяг отрегулировать ход ножей. Кроме того, необходимо проверить помощью шнура, чтобы нож и шатун

при сборке механизма находились в одной вертикальной плоскости. В некоторых косилках можно изменять длину шатуна, пользуясь имеющейся в нем резьбой. Если косилка уже много работала и шарниры истерлись, не следует изменять длину шатуна, а производить регулировку тягами; в случае же невозможности сделать это, нужно произвести ремонт шарниров. Подтягивание пальцевого бруса производится различно в разных системах. К косилке обычно прилагаются две ножевые полосы, из которых каждая работает только полдня, после чего ее сменяют для того чтобы отточить, а частью и заменить сильно зазубрившиеся ножевые сегменты.

Косилки изготовляются большей частью с шириной захвата в 1,4 м. Такая косилка требует запряжки двух лошадей. Строятся, однако, и одноконные косилки с шириной захвата в 1,05 м и оглобельной запряжкой, но такие косилки тяжелы для одной лошади, и потому работать на них необходимо со сменными лошадьми.

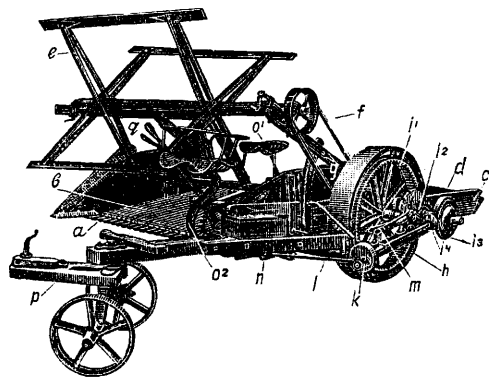
К косилке можно присоединять жатвенное приспособление, состоящее из небольшой платформы с рядом деревянных планок, служащих для образования снопа; к наружному башмаку присоединяется делитель для поддержки стеблей и колесико, приподнимающее брус на некоторую высоту. Для сбрасывания образовавшихся снопов применяются или ручные грабли или особое мотовило. Вообще говоря, жатвенные приспособления на косилке работают недостаточно удовлетворительно, особенно на спутанном хлебе, и их можно рекомендовать только для уборки яровых хлебов; но все же скорость ножа в этом случае является слишком большой, т. к. срезание стеблей хлеба производится выше, чем стеблей травы, вследствие чего нож захватывает меньшее число их, и, кроме того, сопротивление солоmistых стеблей меньше, чем—сочных стеблей травы.

Тракторные косилки известны двух типов: прицепные, построенные аналогично конным косилкам, и тракторные приспособления, состоящие из ножевого аппарата и кривошипного механизма, присоединенных к механизму трактора. Из приспособлений второго рода у нас особенно известна система Детройт. Здесь пальцевый брус располагается с правой стороны трактора, впереди ходовых колес. Движение ножа получается от конической винтовой шестерни, сидящей на валу шкива; шатун—железный, полый, короткий и легкий. Для изменения скорости движения ножа одна пара цилиндрич. зубчаток заменяется другой (весь механизм перемены передач и кривошипный вал заключены в коробку). Пальцевый брус присоединяется при помощи двух стальных тяг—передней, пружинной, более тонкой, и задней—более толстой. Приспособление Детройт строится на ширину захвата 1,5, 1,8 и 2,1 м. Кроме Детройт, пользуются распространением системы Родрик Лин и Тасо.

Моторную косилку передвигают на колесах преимущественно вручную, при чем только режущий механизм работает от поставленного на раме ее мотора; однако, существует возможность заставить мотор действовать

на ходовые колеса так, чтобы машина передвигалась самостоятельно. Моторная силовка весит только 140 кг, а двигатель, весом в 21 кг, развивает действительную мощность в 5 НР. Мотор может обходиться без охлаждающей воды, т. к. он снабжен турбовентилятором для воздушного охлаждения. В моторной силовке имеются две различные скорости движения ножа в 2,5 и 5 м/сек.

2. Жнеи. а) Жнея-лобогрейка (фиг. 14) имеет следующее устройство. Пальцевый брус *a* укреплен спереди четырехугольной



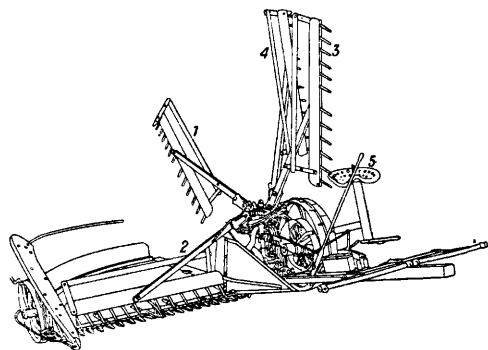
Фиг. 14.

платформы *b*, снабженной слева придатком в виде желоба *c* с откидывающейся назад пружинной доской *d* или рядом прутьев. Спереди над ножами расположено мотовило *e*, приводимое в движение от ременной передачи *f*; планки мотовила пригибают стебли к ножам и откидывают их на платформу; мотовило *m. б.* передвинуто выше или ниже, вперед или назад перестановкой брусков *g* и подшипников его вала. Лобогрейка имеет одно ходовое колесо *h*; второе (полевое) колесо служит только для поддержки платформы. От ходового колеса движение к ножевой полосе передается парой цилиндрич. зубчатых колес *i₁* и *i₂* и парой конических *i₃* и *i₄*; далее—в состав передачи входят кривошипный диск *k* и шатун *l*. Включение и выключение механизма производится передвижением малой цилиндрич. зубчатки *i₂* вдоль ее оси посредством особого рычага. Шатун лобогрейки делают железным, с загнутым штырем *n*, к-рый заводится в ушко ножевой полосы и удерживается пружинной защелкой; шатун имеет резьбу для регулировки расположения ножевых сегментов относительно пальцев: если сегменты не доходят до середины пальцев, то шатун надо удлинить, если переходят—укоротить. Рабочий, сидящий на заднем конце платформы на сиденье *o₁*, собирает в снопы вилами или граблями падающие на платформу срезанные ножем стебли, продвигает сноп слева направо и затем сильным взмахом сбрасывает его с платформы. Сиденье *o₂* второго рабочего, управляющего лошаадьми, расположено впереди на коротком дышле (сниже) треугольной формы, опирающемся спереди на двухколесный передок *p*, снабженный дышлом для запряжки и шкворнем для вальков. Установка платформы, согласно потребной высоте резки, производится рычагом *m*

относительно ходового колеса и аналогичным рычагом—относительно полевого; наклон платформы осуществляется рычагом *q* около переднего сиденья. Обод ходового колеса лобогрейки делается обычно без рифов, так как значительный вес машины обеспечивает сцепление колеса с землей. Ширина захвата (длина ножа) лобогрейки—1,8 м; запряжка в 2 лошади.

Преимущество лобогрейки перед другими Ж. м. состоит в простоте ее конструкции, удобстве обращения при работе и относительной легкости (тяговое усилие 80 кг). Многие типы лобогреек *m. б.* приспособлены для косыбы травы, для чего платформа снимается, а пальцевый брус опускается к земле; т. к. скорость ножа для уборки травы *д. б.* больше, чем для хлеба, то необходимо ставить другую передачу, для чего не-кие з-ды ставят сменную шестерню с двумя венцами зубьев. После уборки лобогрейкой хлеб не связывается, т. к. он выходит из машины беспорядочно перепутанным, поэтому лобогрейка не применима в тех районах, где хлеб должен созревать в снопах. Лобогрейку применяют также для уборки кукурузы. В СССР эти машины распространены на юге и юго-востоке и отчасти в Сибири; не-кие за-воды пробовали строить лобогрейки со сбрасывающей граблей, но такое устройство не оправдалось вследствие сложности конструкции и быстрого забивания граблей соломой.

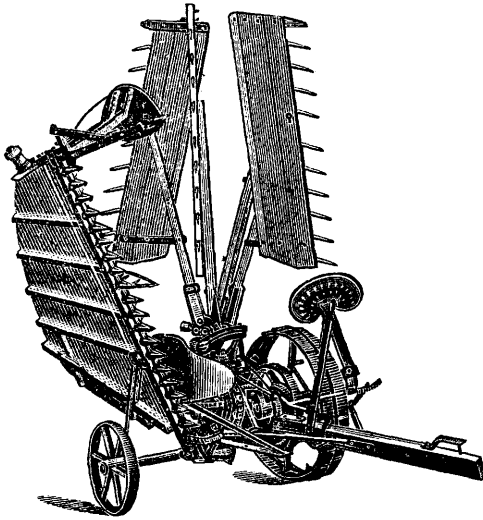
б) Жнея-самосбороска (фиг. 15) отличается от предыдущей присутствием автоматич. сбрасывателя в виде 4 граблей 1, 2, 3 и 4, к-рые сначала пригибают стебли к ножам, а затем сбрасывают на землю образовавшиеся на платформе снопы. Платформа



Фиг. 15.

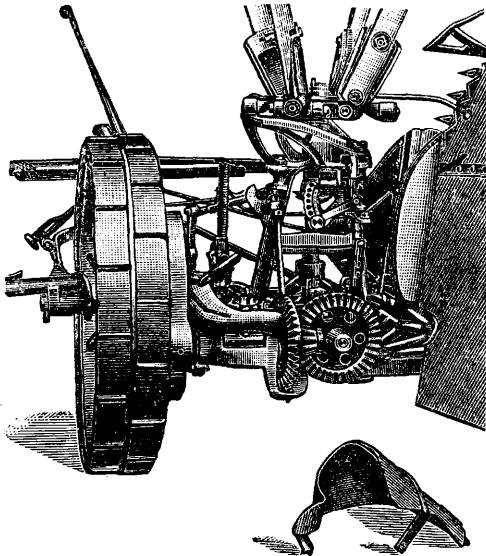
имеет вид четверти круга; пальцевый брус жестко соединен с платформой; сиденье 5 для рабочего расположено с левой стороны, так что рабочий своим весом разгружает полевое колесо и уменьшает давление на дышло, к-рое обыкновенно не имеет передка. При переездах с места на место жнею устанавливают на транспорт (фиг. 16), для чего платформа поднимается, а полевое колесо переставляется на другую ось, находящуюся под платформой. Передаточный механизм жнеи-самосбороски состоит из следующих частей: а) для передачи движения к ножам служит храповой механизм, две пары зубчатых колес (первая—цилиндрическая и вторая—коническая) и механизм кривошипа и

шатуна; б) для передачи движения к грабельному аппарату от вала цилиндрич. зубчатки служат еще две пары конич. зубчаток



Фиг. 16.

(фиг. 17). Кривошип *a* (фиг. 18) выполняется большей частью в виде диска с противовесом; как показали исследования, противовес обыкновенно получает недостаточный вес и может уравновесить только 10—15% инерционных сил. Шатун *b* делается железный длиной в среднем 0,4 м; для изменения его

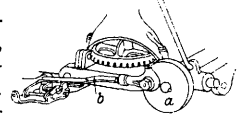


Фиг. 17.

длины он снабжается резьбой, которой может ввинчиваться в муфту. Передача к ножам ускоряющая, и передаточное число для жнеи Диринга $i = \frac{77 \cdot 37}{14 \cdot 11} = 18,5$, для жнеи Мак-Кормика $i = \frac{77 \cdot 47}{14 \cdot 11} = 23,5$. Таким образом, при диаметре ходового колеса 0,82 м и скорости машины 1 м/сек, на один оборот ходового колеса нож делает в среднем 40 качаний,

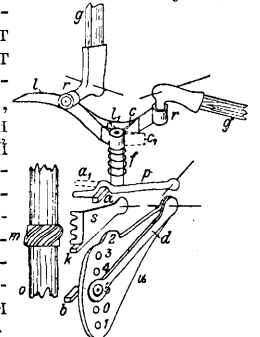
т. е. 16 качаний в сек., или ок. 1 000 в м., а за 8-часовой рабочий день ок. 450 000 (по сравнению с косилкой меньше на 25%). Передача движения к грабельному аппарату делается замедляющей; передаточное число для Мак-Кормика $i = \frac{77 \cdot 5 \cdot 10}{14 \cdot 21 \cdot 30} = 0,44$, для Массей-

Гарриса $i = \frac{78 \cdot 5 \cdot 10}{14 \cdot 22 \cdot 23} = 0,55$; следовательно, вал, несущий грабли, делает 12 об/м. Головка грабельного аппарата сидит на вертикальной оси. Кроме того, каждая грабля может подниматься и опускаться, вращаясь около своей горизонтальной оси. Грабли *g* снабжены роликами *r* (фиг. 19), которые катятся по особым



Фиг. 18.

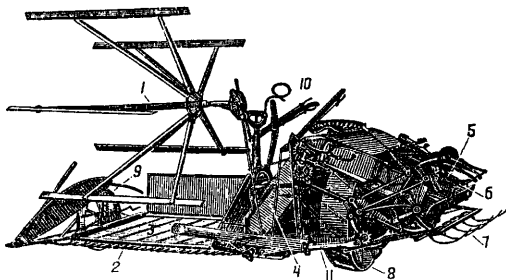
искривленным дорожкам; в том положении, когда грабля подходит к ножам, дорожка разделяется на две части — верхнюю и нижнюю (по схеме на фиг. 19: внешняя дорожка *l*, внутренняя — *l*₁); если ролик идет по верхней дорожке, то грабля пригибает стебли к ножам, а затем поднимается вверх, проходя мимо платформы, не трогая снопа; если же ролик идет по нижней дорожке, то грабля проходит вдоль платформы и сбрасывает сноп. При переходе на верхнюю или нижнюю дорожку стоит стрелка *s*, снабженная пружиной *f*; проходя при открытом положении *c*₁ стрелки по нижней дорожке, ролик (вращая стрелку из положения *c*₁ в положение *c*) закрывает за собой стрелку и заставляет следующую граблю идти поверху. В закрытом положении стрелка удерживается посредством особой защелки, состоящей из крючка *p* и отростка *a* стрелки (*a*₁ — положение отростка, соответствующее положению *c*₁ стрелки). Крючок нужно снять, чтобы под действием пружины *f* открылась стрелка. Снятием крючка заведует автоматически действующий прибор, называемый счетчиком. В зависимости от густоты хлеба счетчик устанавливается так, чтобы он пропускал грабли вдоль платформы подряд или через одну, две, три и т. д. Если желательно сбрасывать снопы один подле другого при каждом следующем заезде, то счетчик ставят на нуль и действуют педалью. Существуют 4 типа счетчиков: червячный, или секторный, храповой, кулачный и улиточный. Секторный счетчик состоит из следующих частей: на вертикальном валу *o* грабельной колонки насажен червяк *t* с четырьмя неполными винтовыми ходами, с которыми сцепляется рычажок-сектор *s*. При движении сектора *s* вверх он снимает крючок *p*, освобождая таким образом отросток *a* стрелки; при падении его вниз кулачок *k* упирается в выступ *b* рычажка *d*, переставляемого по сектору *u* на соответствующее режиму работы граблей отверстие (по схеме 5). Хра-



Фиг. 19.

педалью. Существуют 4 типа счетчиков: червячный, или секторный, храповой, кулачный и улиточный. Секторный счетчик состоит из следующих частей: на вертикальном валу *o* грабельной колонки насажен червяк *t* с четырьмя неполными винтовыми ходами, с которыми сцепляется рычажок-сектор *s*. При движении сектора *s* вверх он снимает крючок *p*, освобождая таким образом отросток *a* стрелки; при падении его вниз кулачок *k* упирается в выступ *b* рычажка *d*, переставляемого по сектору *u* на соответствующее режиму работы граблей отверстие (по схеме 5). Хра-

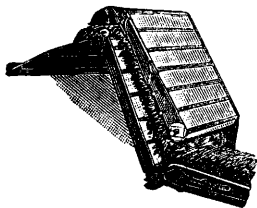
повой счетчик вместо сектора имеет храповую муфту, поворачиваемую помощью собачки, к-рая получает качательное движение от



Фиг. 20.

вертикального грабельного вала. При упоре собачки в последний зуб храповика, последний сбрасывает зашелку. Кулачный счетчик, наиболее простой по конструкции, имеет переставную муфту с кулаками, расположенными чаще или реже. В улиточном счетчике рычажок, снабженный роликом, катится вверх по спиральной дорожке-улитке. Устанавливая ролик рычажка выше или ниже, получают более частое или редкое сбрасывание.

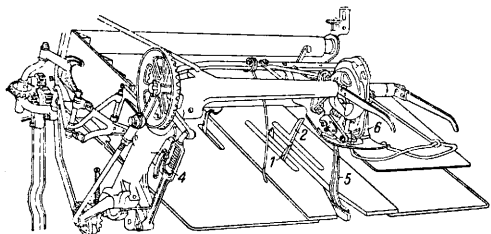
Жней-самосброска имеет ширину захвата 2,5 м. Для запряжки требуется пара лошадей; есть и однокопные жнеи с шириной захвата 1,1 м, но эти машины очень тяжелы в работе. Сопротивление при работе распределяется так, что на перекачивание машины требуется 50% усилия, на работу механизма 20%



Фиг. 21.

и на резание и сбрасывание 30%.

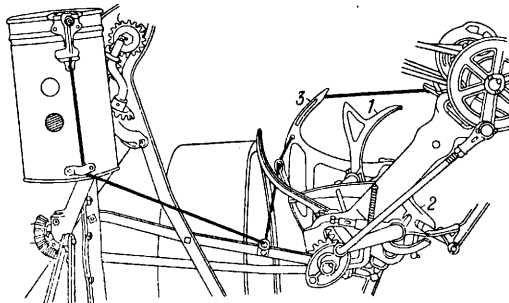
в) Сноповязалка одновременно жнет и связывает снопы. Она состоит из следующих основных частей (фиг. 20): мотовила 1, пригибающего стебли к ножам; режущего аппарата 2; бесконечного полотна (платформы) 3, передвигающего срезанные стебли к элеватору; элеватора 4, поднимающего стебли; вязального стола 5, где образуется сноп; вяжущего аппарата 6 и снопоноса 7. Машина снабжена одним ходовым колесом 8 и одним



Фиг. 22.

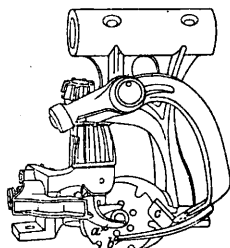
полевым 9 и обыкновенно имеет двухколесный передок автомобильного типа с параллельно повертывающимися колесами; запряжка дышлавая, трех- или четырехкопная. Мотовило состоит из шести планок и устанавливается соответственно высоте и на-

клонку стеблей при помощи рычагов 10, расположенных около сиденья рабочего. Режущий аппарат отличается тем, что ножевые сегменты пробегают два промежутка между пальцами; шатун 11—деревянный. Полотна платформы и элеватора снабжены деревянными планками (фиг. 21) для захватывания стеблей. Стебли, поданные элеватором на наклонный стол, скатываются по нему и подхватываются попеременно действующими вилками (компрессорами) 1 и 2 (фиг. 22 и 23), к-рые набивают сноп до тех пор, пока он своей упругостью не преодолеет действию



Фиг. 23.

пружины 4, удерживающей упорный рычаг 5. Тогда включается вяжущий механизм, и в прорез стола высовывается игла 3, опоясывающая сноп шпагатом, концы которого завязываются узловязателем 6. В зависимости от длины стеблей (рожь, овес) вязальный стол можно передвигать так, чтобы вязка приходилась приблизительно по середине снопа. Узловязатель, к-рый применяется в настоящее время (сист. Эпльби), состоит из трех частей: клюва *a*, зажима *b* и ножа *c* (фиг. 24). Процесс вязки происходит след. обр.: 1) на верхнюю челюсть клюва накладываются шпагат, закрепляемый в зажиме; 2) игла, обхватывая сноп, подает вторую нитку и накладывается ее рядом на клюв; 3) клюв поворачивается на 180°; 4) повернувшись еще на 90°, клюв раскрывается; 5) поворачиваясь далее, он захватывает обе нитки и сжимает их, приняв первоначальное положение. Т. о. на клюве образуется петля, конец к-рой захвачен челюстями; если стацить петлю с клюва, то конец ее, задержанный клювом, пройдет в петлю, и получится узел. Стаскивание шпагата с клюва производится особыми вилками, сбрасывающими сноп. Конец шпагата, протаскиваемый в петлю, отрезается ножом. Зажим обыкновенно состоит из двух дисков—подвижного и неподвижного. В подвижном диске имеется ряд прорезов, в которые заправляют шпагат; когда диск поворачивается, то, захватывая шпагат, зажимает его. Снопонос служит для того, чтобы связанные и выброшенные снопы не падали сразу на землю, а задерживались на нем и затем плавно опускались по 4—5 шт.



Фиг. 24.

Рабочий управляет снопоносом посредством особой педали.

Механизм сноповязалки довольно сложен: от ходового колеса идет цепь для движения поперечного вала, на к-ром сидят сцепная муфта и коническая зубчатка, передающая движение к кривошипному валу, на оси которого сидит звездочка, передающая движение посредством цепи валикам полотен платформы и элеватора и узловязателю.

вязателя, а захватывают срезанные колосья полотном платформы и передают их далее на элеватор, с к-рого они сыплются непосредственно в едущий рядом фургон. Хеддер по сравнению со сноповязалкой легче на ходу и имеет ширину захвата до 3,5 м; при конной тяге он по б. ч. имеет заднюю запряжку, но чаще всего он работает от трактора.

Данные о производительности жатвенных машин приводятся в следующей табл.:

Производительность уборочных машин (при конной и тракторной тяге).

Машина	Ширина захвата		Скорость, км/ч	Производительность в га за 1 раб. день на:		
	фт.	м		1 фт. захвата	1 м захвата	1 машину
Косилка						
Конная	4,5	1,37	3,2—3,7	0,8	2,66	3,6
»	5	1,52	3,2—3,7	0,8	2,66	4,1
»	6	1,83	3,2—3,7	0,8	2,66	4,8
Тракторная	8	2,44	4,8—5	—	—	10—12—15
Косильный аппарат	6	1,83	4,8—5	1,2	4,0	7,2
»	8	2,44	4,8—5	1,2	4,0	9,6
Жатвенные машины						
Лобогрейка, конная	6	1,83	3,5	0,8	2,66	4,81
Самосброс, конный	5	1,52	3,5	0,8	2,66	4,0
Сноповязалка						
Конная	7	2,13	3,2—3,7	0,87	2,84	6,06
Тракторная	7	2,13	4,0	1,21	4,0	8,48
Тракторная специальная	7	2,13	4,85—5,25	1,2—1,4	4—4,6	8,4—9,8
Кукурузная конная	—	—	3,65*	—	—	2,4
» тракторная	—	—	4,00—5,25	—	—	3,6
Хеддер						
Конный	10	3,05	3,25—3,65	0,8—1,0	—	8—10
»	12	3,66	3,25—3,65	0,83—1,0	—	10—12
»	14	4,27	3,25—3,65	0,85—1,0	—	12—14

* При междурядии в 1 м.

Далее при помощи системы передач движение сообщается остальным частям. Сноповязалка снабжается передком автомобильного типа, позволяющим производить крутые повороты машины. Для перевозки машины в поле и обратно она устанавливается на особые колеса, а дышло переносится и укрепляется так, что сноповязалка передвигается поперек своего рабочего хода. Сила тяги, потребная для работы сноповязалки с шириной захвата 2 м,—ок. 330 кг; половина силы тратится на перекатывание машины. Расход силы на работу механизма распределяется приблизительно поровну между элеватором, узловязателем (с компрессорами), связкой и остальными механизмами. Тракторные сноповязалки имеют ширину захвата 2,25—2,85 м.

В новейших америк. сноповязалках имеется приспособление для вязки снопов в бабки (шокер), прикрепляемое сбоку, производящее связывание снопов по 5—6 штук вместе и затем опускающее их на землю. Шокер мало увеличивает силу тяги на ровной поверхности и твердом грунте и содействует уравновешиванию боковой тяги сноповязалки; он заменяет работу двух человек.

Кроме сноповязалок обычного типа строят т. н. п у ш б а й н д е р ы — сноповязалки с шириной захвата 2,85—3,70 м, при чем лошади впрягаются сзади машины и толкают ее перед собой. Колосоуборки, т. е. машины, срезывающие только колос или колос с небольшой частью стебля, носят название х е д д е р о в. Они не имеют узло-

В Австралии и вообще в местностях с очень сухим климатом и при полном созревании хлеба применяются с т р и п п е р ы, или жней-молотилки, к-рые посредством особых гребенок и мотвил отбивают колосья, а иногда тут же и домолачивают зерно. Для специальных культур в Америке строят особые машины.

Лит.: Вейс Ю. А., Косилки, жатки и сноповязалки, 4 изд., М., 1926; е г о ж е, Курс с.-х. машиноведения, 2 изд., Л., 1927; Г о р я ч и й В. П., Теория жатвенных машин, СПб., 1909; е г о ж е, Косилки, жней и сноповязалки, М., 1917; е г о ж е, Земледельч. механика, ч. 1, М., 1922; е г о ж е, Земледельч. машины и орудия, Москва, 1923; Г а н В. Ю., Отчет о конкурсных испытаниях уборочных машин русского производства, СПб., 1909; Д е б е н А., Машины для уборки урожая, пер. с франц., СПб., 1900; К р а м а р е н к о Л. П., Резущий аппарат современных жатвенных машин и его теория, Киев, 1917, 1923; К р и л ь Б. А., С.-х. машиноведение, ч. 1, Москва, 1927; «Вестник металлопромышленности», М.; «Восточно-европейский земледельч. Кенгсберг», с 1926; «Известия новейшей с.-х. техники», Берлин; «Американская техника», Нью Йорк; W a l t h e r K., Die landwirtschaftlichen Maschinen u. Geräte, B. 2, Lpz., 1923; «Die Technik in d. Landwirtschaft», B., ab 1922; «Die Landmaschine», B., ab 1925; «The Farm Implement News», Chicago; «The Implement and Machinery», L.; F r i t z H., Handbuch d. landwirtschaftl. Maschinen, B., 1880; K ü h n e G., Die Mähmaschine, ihre Entwicklung u. Anwendbarkeit auf deutsche Verhältnisse, «Maschinen-Zeitung», B., 1910; N a c h t w e h A., Beiträge zur Kenntnis, Theorie u. Beurteilung d. Mähmaschinen, B., 1904; P e r e l s E., Die Mähmaschinen, Jena, 1869; P e r e l s E., Handb. d. landwirtschaftl. Maschinenwesens, B. 1—2, Jena, 1879—80; S c h w a r z e r H., Landmaschinenkunde, 3 Aufl., B., 1927; W ü s t A., Die Mähmaschinen d. Neuzeit, Lpz., 1875; W ü s t A., Landwirtschaftl. Maschinenkunde, 2 Aufl., B., 1889; H a m m W., Die landwirtschaftl. Geräte u. Maschinen Englands, 2 Aufl., Brschw., 1856—58. Б. Нрмль.

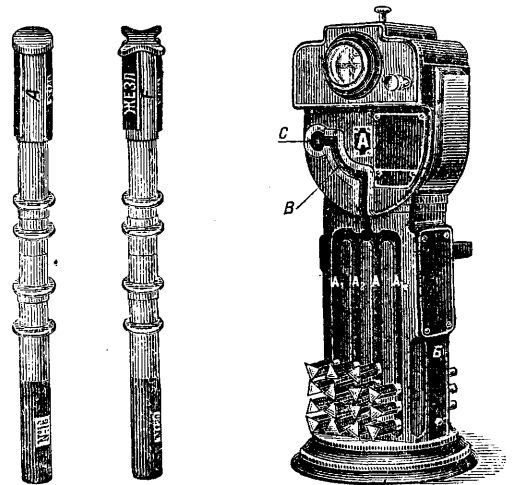
ЖЕЗЛОВАЯ СИСТЕМА, особый способ сношений между двумя соседними станциями на однопутных ж. д. для регулирования движения поездов. Основное правило безопасности движения поездов на однопутных ж. д. заключается в том, что ни один поезд не м. б. отправлен на перегон без разрешения той станции, на к-рую поезд отправляется. Ж. с. как способ сношения между этими станциями состоит в том, что на каждой станции устанавливается т. н. электрожезловой аппарат, в к-ром находится жезл, электрически связанный с таким же жезлом соседней станции, и притом таким образом, что из этих двух жезлов м. б. вынут только один. Этот жезл и служит разрешением на следование по перегону до соседней станции и выдается машинисту каждого поезда или паровоза, отправляемого на перегон. Без жезла ни один поезд или отдельный паровоз не вправе проследовать со станции в пределы перегона, если он не имеет на то специального письменного распоряжения. При наличии у машиниста жезла никаких других письменных документов не требуется, а равно не требуется никаких других сношений о том, что путь свободен. Жезловые аппараты на двух соседних перегонах устанавливаются различных типов. Тип аппарата обозначается буквами латинского алфавита, для чего к аппарату прикрепляется табличка с обозначением той или иной буквы. Для аппаратов каждого перегона имеет своя серия жезлов, к-рые могут быть вложены исключительно только в аппараты этого перегона и не подходят к аппаратам смежных перегонов. Взаимозамыкающие электрожезловые аппараты двух соседних станций соединяются между собой линейным проводом и образуют электрич. цепь, к-рая носит название жезлового перегона.

Жезловые аппараты одного жезлового перегона должны удовлетворять следующим условиям: а) один аппарат в отдельности, не соединенный проводом с другим аппаратом, самостоятельно действовать не может; б) из двух аппаратов данного перегона можно вынуть только один жезл на одной какой-либо станции и только с согласия и разрешения соседней станции; в) вынутый жезл м. б. вложен в любой из двух аппаратов данного перегона без соглашения с противоположной станцией перегона, после чего аппараты вновь приходят в состояние, дающее возможность вынуть жезл на любой из двух станций перегона.

На дорогах СССР наиболее распространенными являются большие аппараты Вебба и Томпсона, малые аппарата Вебба, Томпсона и Смита, аппараты Вершинина, а за последние годы — аппараты системы Трегера русского производства. На 1 января 1927 г. на жел.-дор. сети СССР было установлено ок. 5 000 жезловых аппаратов на протяжении 28 324 км, что составляет около 47% однопутных линий.

Оба аппарата одного перегона имеют в совокупности определенное, непременно четное число жезлов; в паре аппаратов большого типа обыкновенно заключается от 20 до 30 больших жезлов, а в паре аппаратов малого типа — до 40 малых жезлов. Жезлы

(фиг. 1) представляют собой железные палки длиной — большие около 0,5 м, малые около 0,2 м, снабженные кольцами и утолщениями. Жезлы, принадлежащие одному и тому же перегону, совершенно тождественны, нумеруются порядковыми номерами и имеют отметку в виде одной из букв латинского алфавита; эти буквы обозначают тип или марку жезлов данного перегона. Жезлы же разных перегонов имеют вполне одинаковое расположение колец (от 4 до 5), но утолщения на жезлах размещены неодинаково. Кольца размещаются на средней части жезла, а на концах его прикрепляются таблички с названием перегона; концы жезлов иногда окрашиваются в разные цвета с целью отличия жезлов разных перегонов. С этой же целью в новейших конструкциях головке жезлов придают форму, особенную для каждого типа аппаратов. Жезлы изготавливаются из одной цельной железной трубки или же из двух частей, соединенных между собой помощью винтовой нарезки (развинчивающиеся жезлы). Последний тип применяется там, где имеет место отправление поездов вслед или следование поездов с толкачом на



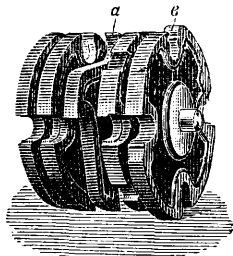
Фиг. 1.

Фиг. 2.

протяжении всего перегона. Большая часть развинчивающегося жезла называется собственно «жезлом», а меньшая — «билетом» к нему.

Аппараты Вебба, Томпсона и Смита. Жезловый аппарат представляет собой колонну с уширением наверху (фиг. 2). В верхней части А помещаются механич. и электрич. приспособления для замыкания жезлов; в нижн. части В аппарата имеются вертикальные каналы A_1, A_2, \dots для помещения в них жезлов. Обыкновенно число таких каналов равно 4. В верхнем конце каналы соединяются в один вертикальный канал, который затем переходит в дугообразный В (длиною в $\frac{1}{4}$ окружности), вливающийся в круглое отверстие С. Это отверстие служит для владывания жезлов и имеет несколько больший диаметр, чем кольца жезлов; каналы же имеют меньший диам., так что помещенный в них жезл нельзя вынуть из аппарата иначе, как через отверстие С. В месте

соединения круглого отверстия с дугообразным каналом устроены приливы, точно соответствующие расположению колец и утолщений на жезлах. Поэтому в дугообразный канал нельзя вдвинуть жезл с другим расположением утолщений, т. е. жезлы, принадлежащие другому перегону. Приспособление, замыкающее жезлы, состоит из нескольких (обыкновенно пяти) дисков с вырезами, ряда переключателей и электромагнита. Диски насажены на горизонтальную ось, расположенную в центре головной части жезлового аппарата. Вырезы на дисках расположены один от другого на расстоянии по дуге 90° (фиг. 3). Диски устанавливаются таким образом, что один из вырезов всегда стоит против отверстия, в которое вкладывается жезл, а другой вырез—против отверстия вертикального канала в головке колонны. При вложении в аппарат жезл проходит через вырезы всех дисков и в дальнейшем своем движении увлекает диски за собой, поворачивая их на



Фиг. 3.

90° против часовой стрелки. Из дисков два предназначены для замыкающего действия прибора, а прочие—для того, чтобы нельзя было вложить или вынуть жезл, лишенный одного из своих концов. Действие одного из замыкающих дисков, так наз. затворного, основано на том, что этот диск имеет несимметричные вырезы *a*, в к-рые входит собачка, позволяющая диску свободно поворачиваться в сторону, соответствующую вложению жезла, но препятствующая вращению диска в противоположном направлении, т. е. выниманию жезла. Собачка управляется электромагнитной системой, которая при токе определенного направления, получаемого с соседней станции, притягивает якорь и поднимает собачку, освобождая т. о. диск. Как только один жезл вынут, происходит автоматич. перемена направления тока, и другой жезл уже невозможно вынуть. Перемена производится при посредстве другого диска, называемого коммутационным. К окружности этого диска *b* прижимается головка двухполюсного переключателя, диск же имеет два сектора одного радиуса, а два другие—большого радиуса. При вращении диска, происходящем во время вынимания жезла, переключатель попадает на дугу сектора большого радиуса и меняет направление тока. Для более надежного действия аппарата служит ряд других рычажков (контактных), к-рые препятствуют выниманию жезла каким-либо искусственным путем, а также не позволяют ни вложить ни вынуть жезл неподходящего типа. Кроме перечисленных устройств и приспособлений, при аппаратах д. б. на каждой станции: гальваноскоп или миллиамперметр, индуктор или батарея, телефон, линейный громкоговоритель.

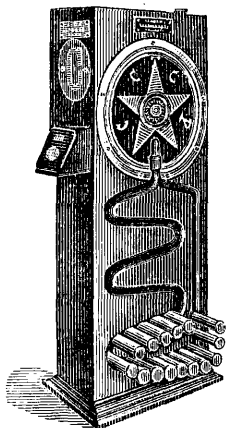
Работа жезловыми аппаратами чрезвычайно проста. Станция, желающая отправить поезд по направлению к другой станции, вы-

зывает последнюю к телефону путем нажатия соответствующего звонкового клавиша индуктора и одним коротким поворотом рукоятки этого индуктора. После переговоров по телефону и при согласии соседней станции принять поезд, агент последней нажимает соответственный клавиш индуктора и плавно вращает рукояткой его до тех пор, пока отклонившаяся при вращении рукоятки индуктора стрелка гальваноскопа не станет вертикально. Агент станции отправления, заметив, что стрелка гальваноскопа отклонилась в сторону, вынимает жезл и передает его на поезд, после чего вызывает к телефону соседнюю станцию и сообщает о времени отправления поезда. Снабженный жезлом поезд имеет право проследовать до следующей станции, по прибытии на к-рую жезл передается агенту этой станции. Последний вкладывает жезл в аппарат и сообщает по телефону на предыдущую станцию о прибытии поезда. После вложения жезла в аппарат возникает возможность вынуть жезл на любой из станций жезлового перегона и, следовательно, отправить поезд встречного или попутного направления. Поездным агентам вменяется в неприменную обязанность убеждаться по надписям на жезле в том, что он принадлежит тому перегону, на к-рый поезд отправляется. Если после изъятия жезла из аппарата поезд почему-либо не м. б. отправлен, то жезл д. б. вложен обратно в тот же аппарат, и тогда можно: или по соглашению с соседней станцией вынуть жезл снова или же дать согласие на прием поезда от соседней станции. При применении развивающихся жезлов возможно отправление одного поезда вслед за другим: при этом «билет» выдается на первый отправляющийся поезд, а «жезл»—на второй поезд. При вручении «билета» первому поезду поездной агент должен показать и вторую часть.

Если имеет место одностороннее движение, т. е. число поездов, проходящих в одном направлении, больше числа поездов другого направления, то жезлы из аппарата одной станции могут постепенно перейти в аппарат другой станции. В этом случае производится регулировка количества жезлов: особый агент вскрывает аппарат станции, где скопились жезлы, вынимает четное число жезлов и перевозит их в запломбированном чехле на станцию, где жезлов осталось мало. Перевезенные жезлы вкладываются в аппарат этой станции при составлении соответствующего акта, и после этого действие обоих аппаратов жезлового перегона продолжается обычным порядком. Передача жезлов на поезд обычно совершается ручным способом, но для устранения задержек поездов устраивают автоматич. приборы для обмена жезлами на ходу поезда. Жезловой аппарат Вебба и Томпсона не лишен нек-рых недостатков, напр. возможности заедания коммутационных рычажков, ненадежности прижимных контактов и пр.

Жезловые аппараты Д. С. Трегера. Трегером введены изменения в жезловые аппараты Вебба, Томпсона и Смита. Прежде всего, упрощен внутренний механизм аппарата и вместо 5 дисков оставлено лишь 3. Уменьшено и общее количество ры-

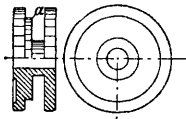
чашков. Вместо гальваноскопа установлен миллиамперметр, по включении к-рого можно сразу видеть направление тока в электромагнитном затворе. Задняя стенка аппарата сделана глухой, и жезлы вынимаются за передний конец, что затрудняет злоумышленное проникновение внутрь аппарата (фиг. 4). Каналы в аппарате Трегера имеют зигзагообразную и сомкнутую форму, позволяющую выемку жезлов производить последо-



Фиг. 4.

вательно, подвергая их одинаковому износу; самые же жезлы укорочены и имеют три кольца и имеют три кольца. Наконец, облегчена переделка аппаратов из одного типа в другой, так как аппараты отличаются лишь типовыми патронами, укрепляемыми в отверстиях для вкладывания жезлов. В виду этих преимуществ аппараты Трегера объявлены нормальными для сети дорог СССР.

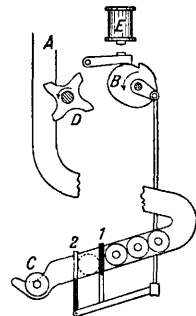
Аппараты Г. Г. Вершинина. В аппаратах Вершинина жезлы имеют форму двойных дисков (фиг. 5), различающихся в аппаратах разных типов по величине и расположению внутреннего кольца *a*. Механизмы аппарата помещаются на шкафчике, внутри к-рого находится зигзагообразный жолоб. В одном и том же шкафчике *м. б.* расположены механизмы для двух соседних перегонов. Жезлы вкладываются в аппарат через жолоб *A* (фиг. 6) и по другому зигзагообразному жолобу скатываются вниз. В конце последнего имеется особая заслонка, движением к-рой управляет затворный диск *B*, имеющий лишь один зуб. Когда по обмотке электромагнитов *E* проходит постоянный ток определенного направления, он притягивает якорь, и затворный диск получает свободу действий в отношении своего вращения вокруг оси. Ось затворного диска *м. б.* повернута посредством рукоятки, находящейся снаружи аппарата. При вращении этой оси против часовой стрелки находящаяся в конце зигзагообразного канала заслонка *1* приподнимается и пропускает жезл, задерживающийся другой заслонкой *2*. Затем рукоятка, а следовательно, и затворный диск приводятся в свое первоначальное положение, и тогда первая заслонка, опускаясь, закрывает выход из зигзагообразного канала, а вторая заслонка освобождает путь находящемуся между обеими заслонками жезлу, так что последний выкатывается в лузу *C*, откуда *м. б.* взят агентом станции, отправляющим поезд. Коммутационный диск *D* производит переключение направления тока как при вкладывании жезла, так и при вынимании его. Аппараты Вершинина по принципу своего действия очень похожи на аппараты Вебба, Томпсона и Смита, но выгодно



Фиг. 5.

отличаются тем, что ответственные части их закрыты и что для вынимания жезлов и для звонковых сигналов применяется ток двух родов: постоянный—для жезлов и переменный—для звонков.

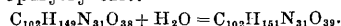
Сравнивая между собой системы сношений при движении поездов на однопутных дорогах (телеграф, жезлы, блокировка), предпочтению, как с точки зрения безопасности движения, так и в отношении пропускной способности перегонов, надлежит отдать блокировку. Однако высокая стоимость оборудования последней вынуждает до последнего времени пользоваться жезловыми аппаратами. Стоимость оборудования одного перегона протяжением в 15 км обходится при жезлах почти в три раза менее, чем при блокировке. По сравнению же с телеграфом Ж. с. имеет несомненное преимущество, так как применение жезлов удобнее, в достаточной степени гарантирует безопасность движения и дает большую пропускную способность, чем телеграф.



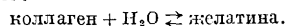
Фиг. 6.

Лит.: Рогинский Н. О., Ж.-д. сигнализация и обеспечение безопасности следования поездов, вып. 1, 5 изд., М., 1938; Номенклатура жезловых аппаратов системы Д. С. Трегера, Транспечать, Москва, 1927; Правила движения поездов по жезловой системе (Жод. 9116), Транспечать, М., 1927. Н. Введенский.

ЖЕЛАТИНА, высшие сорта животного клея, приготовленные из отборного сырья и соответствен. образом очищенные. Ж. состоит гл. обр. из глутина и хондрина. Глютин образуется при обработке горячей водой (особенно под давлением) коллагена (*см. Клей*), содержащегося в костях, хрящах, сухожилиях, соединительнотканых волокнах, а следовательно, и в коже. Хондрин образуется при обработке горячей водой хондрогена, входящего гл. обр. в состав хрящей. Сущность перехода коллагена в глютин и хондрогена в хондрин в точности не известна. В отличие от глутина хондрин сравнительно трудно растворим в горячей воде, не содержащей солей щелочных и щелочноземельных металлов. При наличии последних в воде хондрин становится растворимым. Глютин растворяется в уксусной к-те при комнатной *t°* и не дает осадка с уксуснокислым свинцом; хондрин не растворяется в уксусной к-те и дает осадок с уксуснокислым свинцом. По элементарному составу глютин представляет собой хондрин с частичной заменой кислорода азотом. Гофмейстер дал (1878 г.) следующую эмпирическую формулу Ж.:



Этот же исследователь, нагревая желатину до 130°, получил продукт, нерастворимый в воде, принимаемый им за коллаген согласно уравнению:



Высокосортными считаются те сорта желатины, которые содержат возможно большее количество глутина.

Свойства Ж. Удельный вес воздушно-сухой желатины равен 1,368, а безводной (по различным исследованиям)—1,412 и 1,346. Цвет: очищенная Ж. бесцветна; низкие и некоторые технические сорта ее бывают от желтого до коричневого цвета; бесцветные сорта Ж. (в сухом виде) пропускают весь видимый спектр; в ультрафиолетовых лучах имеются две полосы поглощения: max—при 274μ и при 254μ ; первая полоса яснее выражена при R_n меньше 4,7, а вторая более выражена при R_n больше 4,7. Показатель преломления Ж. равен приблизительно 1,5. Мутность: max мутности сухой Ж. наблюдается при $R_n = 4,6-4,7$, т. е. в пределах изоэлектрич. точки Ж.; водный раствор Ж., застудненный при низкой t° , имеет мутность большую, чем раствор, застудненный при комнатной t° . Изоэлектрическая точка Ж. находится при $R_n = 4,7$. Знание R_n раствора имеет громадное значение в производстве Ж., в особенности фотографической (см. ниже—Ж. в фотografie), т. к. целый ряд важных свойств соответствует определенным значениям R_n . Ж. является веществом *амфотерным* (см.). Набухание min наблюдается: при $R_n = 4,7$, max—при $R_n = 3,6$ и при $R_n = 9,0$. Растворы солей серной, уксусной, винной и шавелевой к-т понижают набухаемость, а растворы солей азотной, соляной, бромистой и иодистоводородной к-т ее повышают. Набухание сопровождается нек-рым повышением t° . Количество поглощаемой воды в сильной степени зависит от t° , а также других факторов. При 24-часовом нахождении в воде при 15° хорошая Ж. должна набирать от 6 до 10 в. ч. от первоначально взятого ее веса. Набухшая Ж. при нагревании распускается в адсорбционной воде и, будучи охлаждена, вновь застывает, образуя студень. Вязкость min соответствует $R_n = 4,7$, max— $R_n = 2-3$ и $R_n = 8-10$. Вязкость повышается при уменьшении и понижается при увеличении t° . Чем концентрация раствора выше, тем вязкость больше при той же t° . Предварительная термическая и механическая (перемешивание, взбалтывание) обработка понижает вязкость раствора Ж. При t° ниже $35-40^\circ$ вязкость с течением времени увеличивается, при t° выше 40° —уменьшается. Примеси солей серной, угольной, фосфорной, шавелевой и уксусной к-т повышают, а примеси солей бромистых, иодистых, роданистых и цианистых к-т понижают вязкость. Хлористые, хлорноватые и азотнокислые соли влияют на вязкость в ту или другую сторону, в зависимости от концентрации раствора, сорта и возраста Ж. В изоэлектрич. точке влияние солей на вязкость Ж. очень незначительно. Точка плавления раствора твердой Ж. (10%-ной) лежит ок. $28-31^\circ$ и мягкой—ок. $25-27^\circ$. Точка застудневания обычно на $8-10^\circ$ ниже точки плавления. Точки плавления и застудневания изменяются с изменением значений R_n . Наиболее быстро Ж. застудневает при $R_n = 4,7$; между $R_n = 7$ и $R_n = 7,5$ быстрота застудневания изменяется мало. С увеличением концентрации раствора повышаются точки плавления и застудневания, но для разных сортов Ж.—в разной мере. К-ты и щелочи дей-

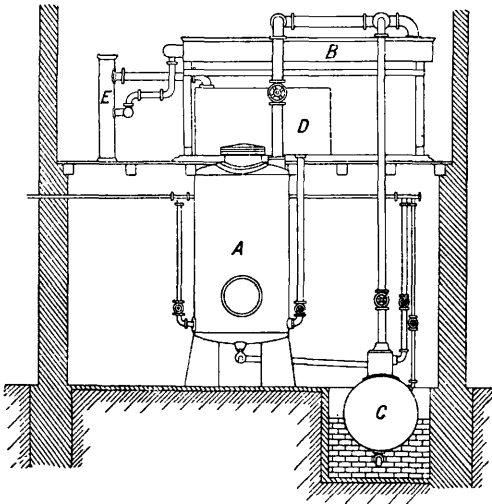
ствуют замедляющим образом на время застудневания. Соли одноосновных к-т понижают точку застудневания, соли двухосновных к-т повышают ее. При многократном расплавлении и застудневании растворы Ж. утрачивают способность застудневать. Это явление наступает также при 24-часовом кипении или непродолжительном нагревании в автоклаве при 140° , а также при действии нек-рых энзимов и бактерий (загнивание). Прочность студня зависит от концентрации растворов и t° . Факторы, влияющие замедляющим образом на застудневание, понижают прочность студня. Неорганические электролиты, находящиеся в Ж., имеют важное практическое значение. Их общее количество измеряется весом золы, к-рый в высоких сортах варьирует от 1 до 4% (см. *Спр. ТЭ*). Поверхностное натяжение желатинового раствора, имеющие особенное значение при изготовлении фотографич. бумаги и пластинок, меняется с изменением R_n . Мыльные растворы, альборит (препарат мыльного корня) и многие другие вещества уменьшают поверхностное натяжение; алкоголь и галоидные соли щелочных металлов его повышают. Осмотическое давление имеет минимум при $R_n = 4,7$. В сильно кислых и сильно щелочных растворах осмотическое давление повышается.

Производство Ж. Наиболее подходящим сырьевым материалом для изготовления Ж. являются свежие кости (предпочтительно молодых животных), рога, отбросы кожевенных э-дов, отбросы при выработке костяных изделий (т. н. решетка) и т. д. Качества Ж. в сильной степени зависят от рода употребляемого сырья. Сорт употребляемого сырья зависит также от цели, для к-рой предназначается желатина.

Ход производственных процессов при выработке Ж. в общем таков же, как и при выработке клея. Распределенный по сортам материал очищают и размельчают: кости—на специальных костедробилках, а кожу и ее отбросы—в особых голландерах. Размелченные кости обычно обезжиривают в экстракционных аппаратах. На фиг. 1 показан один из таких аппаратов, где *A*—вертикальный экстрактор, *B*—горизонтальный охладитель с конденсационными трубами, *C* и *D*—резервуары для растворителя, *E*—водоотделитель. Экстрагирование производится обычно бензином, как наиболее дешевым растворителем (иногда бензолом, толуолом, ксилолом). Обезжиренные кости подвергаются мацерации (для удаления минеральных примесей) в растворе соляной, реже серной к-ты. К-ты растворяют кальциевые соли, но не растворяют коллагена костей (оссеина), остающегося в виде гибкого полупрозрачного хряща. Процесс мацерации продолжается от 7 до 14 дней.

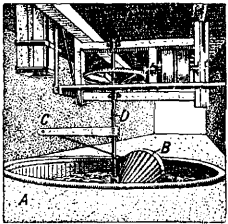
Размельченная кожа подвергается известкованию (золке) для разрыхления материала, омыления жиров и растворения белковых веществ. Золка обычно производится в растворе известкового молока (плотностью $1,8-2^\circ B^e$). Процесс золки продолжается 2—3 недели, при чем известковое молоко меняют 2—3 раза. После мацерации и золки

полуфабрикат нейтрализуют и основательно промывают при перемешивании. На фиг. 2 изображен промывной аппарат, состоящий из деревянного чана *A* и конич. барабана *B*,



Фиг. 1.

вращающегося вокруг своей оси и передвигающегося по водокру *C* вокруг оси *D*. Контроль над промывкой лучше всего производится путем определения водородного числа. Качество промывной воды имеет большое значение. Вода д. б. умеренно мягкой и не содержит примесей железа, сероводорода, углекислого натрия и аммиака. Присутствие хлористого натрия понижает качество готового продукта (понижение точек плавления и застудневания, уменьшение прочности студня). С водой м. б. занесены также и гнилостные бактерии, вследствие чего необходимо обращать особое внимание на качество применяемой для промывки воды. После



Фиг. 2.

тех пор, пока жидкость не будет больше застудневать. Обычно делают 3—4 выварки. Первая и вторая выварки дают лучшую Ж., третья и четвертая—идут на приготовление технической Ж. После варки бульон осветляют путем отстаивания, фильтрации или центрифугирования. Т. к. бульон обычно содержит 2—3% Ж., то его подвергают концентрированию. Концентрирование производится простым испарением, поверхностным испарением (посредством медленно вращающихся цилиндров, наполовину погруженных в бульон) и испарением при пониженном давлении (в вакуум-аппаратах). Концентрация доводится обычно до 5—6%.

Дальнейшая операция состоит в отбелке бульона перекисью водорода, серной и сернистой к-тами и др. Следует отметить, что степень гидролиза коллагена на Ж. при значении $P_n=5,0-6,0$ наименьшая; при $P_n=3,0-4,0$ гидролиз значителен. Разложение Ж. на протеозы, пептоны и т. д. между значениями $P_n=3,0-8,0$ незначительно, за пределами же этих значений—сильно возрастает. При продолжительном нагревании при высоких t° сильно возрастает как первый, так и второй гидролиз. Во время процесса концентрирования Ж. гидролиз зависит от P_n и достигает min при изоэлектрической точке ($P_n=4,7$).

За концентрированием следует охлаждение и разливание бульона по формам из оцинкованного или луженого железа. Вынутые из форм бруски студня разрезают сначала на более мелкие брусочки, а затем при помощи машины рядом ножей нарезают на листы толщиной в 2—3 мм. Нарезанные листы складывают на сетки (пеньковые или металлические) и последние устанавливают друг на друга на вагонетки, поступающие в сушильное помещение.

Одной из самых ответственных производственных операций является сушка Ж. Скорость высушивания зависит от толщины нарезанных листов, времени года, состояния погоды и, конечно, от устройства сушилок. Сушка происходит тем медленнее, чем больше концентрация Ж., т. е. верхние слои при большой концентрации скорее становятся непроницаемыми для воздуха и образуют как бы корочку. Необходимо, чтобы сушильные приспособления легко поддавались регулировке. Обычно сушка производится при t° немного большей 20° , т. е. при более высокой t° Ж. размягчается и легко подвергается заражению бактериями. После сушки Ж. должна содержать 10—15% влаги; при большем содержании она загнивает, при меньшем—становится хрупкой. «Летняя» (т. е. изготовленная летом) Ж. обычно содержит 15—16% влажности; «зимняя» — приблизительно 8—10%. Наиболее экономичными в смысле расходования тепла и наиболее поддающимися регулировке являются сушилки, в к-рые воздух подается сверху. Высушенные листочки Ж. имеют размер 8—10 × 21—26 см. Обычно их упаковывают по 0,5 и по 1 кг, при чем в 1 кг содержится от 250 до 300 листочков. Иногда Ж. придают вид нитей (вермишели) или порошка. Схема оборудования производства представлена на фиг. 3, где римск. цифрами обозначены операции, а арабскими—детали оборудования: I—подготовительные операции (1—водочиститель, 2—установка для серной к-ты, 3—чаны для замочки, золки и мацерации, 4—промывные аппараты); II—варка (5—варочные аппараты, 6—приемник для бульона, 7—фильтровальн. приспособление, 8—приемник для бульона малой концентрации, 9—трубы для проб); III—к о н ц е н т р и р о в а н и е (10—концентрационные аппараты, 11—приемник для концентрированного бульона); IV—резка студня и подготовка к сушке (12—машины для получения студня в виде ленты, 13—более частый способ—разливка бульона по формам,

14—нарезка студня на бруски, 15—нарезка брусков на листки, 16—загрузка вагонеток сетками с уложенными на них листками); V—сушка (17—сушилки с вагонетками).

Испытание Ж. В технологии наиболее важными свойствами Ж. считаются физиче-

тем в воздушной бане постепенно нагревают термометр и, когда капля, расплавившись, займет нижн. точку шарика, отмечают $t^{\circ}_{пл.}$.

Темп-ру застудневания и я по способу Гатчека определяют, помещая пробирку с желатиновым раствором в охлажда-

ющую ванну, где находится и термометр; в пробирке с раствором опускают и поднимают стеклянный стержень: когда пробирка поднимается вместе со стержнем, отмечают точку застудневания (фиг. 6). Наиболее же точный способ определения точек плавления и застудневания состоит в том, что про-

пускают через известные промежутки времени сквозь толщу исследуемого раствора пузырьки воздуха: когда пузырьки перестанут двигаться (сосуд с раствором в охлаждающей ванне), отмечают точку застудневания; когда пузырьки приходят в движение (сосуд в теплой ванне), отмечается точка плавления.

Прочность студня чаще всего определяется прибором Липовица (фиг. 7), состоящим из воронки, снабженной стержнем: в воронку наливают ртуть или насыпают дробь до появления трещин на студне; вес груза вместе с воронкой дает выраженное в г значение прочности. Хорошие сорта Ж. (10%-ный раствор после 24-часового стояния при $t^{\circ} 15^{\circ}$) должны выдерживать нагрузку в 300—400 г. Прочность студня определяется также пенетрометрами: скорость продвижения в студне металлич. стержня (фиг. 8) и глубина проникновения дают значение прочности.

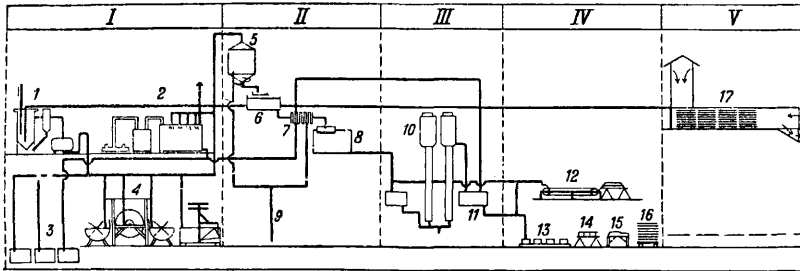
При определении степени набухаемости навеску Ж. в 30—50 г оставляют на 24 часа в воде при $t^{\circ} 15^{\circ}$. Затем, просушив фильтровальной бумагой с поверхности, взвешивают набухшую Ж. Хорошая Ж. должна поглощать не больше 6—10 частей воды от первоначального веса взятой пробы.

Поверхностное натяжение растворов Ж. определяется сталагмометром Траубе. Более точно и быстро

поверхностное натяжение определяется тензиометром Нойя (фиг. 9) по явлениям сцепления кольца с раствором.

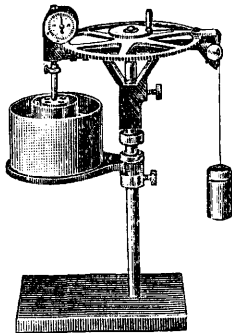
Прозрачность определяется на-глаз чтением шрифта разной величины через слой раствора Ж., и более точно колориметрами (цветность) и турбидиметрами.

Турбидиметр Жаксона (фиг. 10) состоит из градуированного цилиндра А в металлич. кожухе В. Внизу кожуха имеется отверстие, под к-рым находится лампа на-

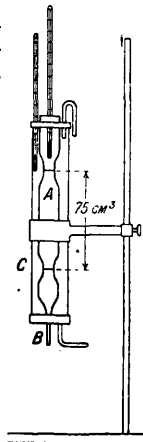


Фиг. 3.

ские или, правильнее, физико-химические свойства, характерн. для коллоидов, как то: вязкость, темп-ра плавления и застудневания и прочность студня, набухание, эластичность студня (особенно в фотографии), прозрачность, влажность, наличие жира, пенистость, загниваемость, а также активная реакция (P_n)—см. *Стр. ТЭ*, т. III, Склеивающие вещества и желатины.



Фиг. 4.



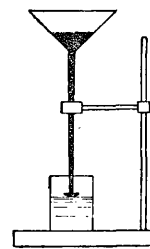
Фиг. 5.

Вязкость. Наиболее удобными в обращении следует признать вискозиметры сист. Мак-Майкела (McMichael) и Стормера (фиг. 4), основанные на вращении цилиндра в испытуемой среде. Отношение числа оборотов цилиндра в растворах Ж. к числу его оборотов в воде принимается за относительную вязкость растворов. Из вискозиметров, основанных на принципе истечения, больше всего заслуживает внимания вискозиметр Штерна (фиг. 5), состоящий из трубки А вместимостью 75 см^3 , к к-рой припаян внизу капилляр В длиной в 10 см и диам. от 1 до 5 мм. Трубка окружена стеклянным кожухом С, в котором циркулирует вода определенной t° . Вязкость в данном случае определяют по скорости вытекания 75 см^3 раствора; но можно определять также и относительн. вязкость.

Темп-ра плавления по способу Поля определяется след. обр.: кусочек желатинового студня прилавляют к термометру с большим шариком и дают застыть капле при горизонтальном положении термометра; за-



Фиг. 6.



Фиг. 7.

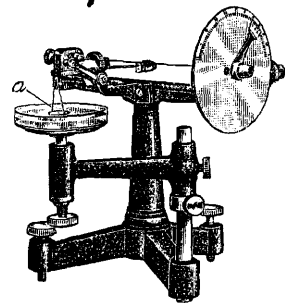
каливания *C* с одной нитью. При мутных растворах нить лампы видна лишь в тонком слое раствора, налитого в цилиндр.

Количество влаги в Ж. определяется нагреванием навески при 110—120° до постоянного веса. Пенистость (по Кислингу) определяется следующим способом:

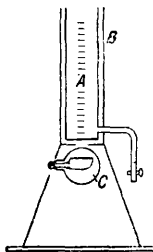
10%-ный раствор Ж. в количестве 50 см³ помещают в градуированный закрытый цилиндр, емкостью в 100 см³ и диам. в 2,5 см. Раствор нагревают в воздушной бане в течение 30 мин. до 45°. Отмечают время освобождения пены от жидкости и объем пены и жидкости в момент отстоя. Пенистость Ж. вредит при изготовлении эмульсий в фотопроизводстве, ибо на стекле или бумаге образуются участки, не покрытые эмульсией.

Для обнаружения жира 10%-ный раствор Ж. оставляют в теплом месте на несколько дней. При наличии жира, на поверхности выделяются жирные глазки. Количественное определение жира производится при экстрагировании эфиром в аппарате Сокслета порошка, полученного смешением раствора Ж. с гипсом и высушенного при температуре 105—110°.

Хорошие сорта Ж. не должны: 1) загнить, 2) терять способность желатинироваться и 3) выделять аммиак при стоянии в виде студня (10%-ного) в течение 5—8 суток.



Фиг. 9.



Фиг. 10.

Активная реакция (см. Концентрация водородных ионов) удобнее всего определяется колориметрич. методом. Реакция бывает различна в зависимости от сорта желатины и ее назначения.

Применение Ж. Пищевая Ж. применяется при изготовлении кушаний, в кондитерских изделиях, для осветления вина, пива и минеральных вод, а также при изготовлении английского пластыря, аптекарских капсул и оболочек для лекарств, предназначенных для внутреннего употребления. Она не должна содержать вредных для человека, организма примесей, д. б. чистой (бесцветной), без всякого вкуса и запаха, а также быть способной давать крепкие студни. Гелиническая Ж. употребляется при изготовлении гектографич. массы, лент для шапирографов, глянцевого картона и бумаги,

имитации черепахи, рога, искусственного жемчуга, при изготовлении валиков, намазывающих краску в печатных машинах, форм для моделей, синдикона и т. д. О фотографической Ж. см. ниже.

Лит.: Михаэлис Л., Практикум по физ. химии, прекумально по коллоидной химии, пер. с нем., стр. 106, 125, Л. 1925; Левитес, Ж. 1903, т. 35, ч. 1, стр. 253, 1908, т. 40, ч. 1, стр. 174; Fisher M. H., «Chemical Abstracts», Washington, 1915, v. 9, p. 2830; Lloyd D. J. a. Pleass W. B., «British Chem. Abstracts», L., 1928, p. 119; Gerbigross O. a. Bach S., «Kodak Abstracts», N. Y., 1925, v. 11, 1, p. 31; Terzaghi C., «Science et industrie photographique», P., 1928, t. 8, 2, p. 27; Rosinger A. et Vetter J., ibid., 3, p. 51; Sheppard S. E., Gelatine in Photography, v. 3, p. 126, 146, N. Y., 1923; Thiele L., Leim u. Gelatine, p. 79, Leipzig, 1922; Krüger D., «Photographische Industrie», B., 1928, B. 26, 8, 10, p. 196, 197, 226—229; Rossel L. u. Morgenstern V., Kunstdünger u. Leim-Industrie, B., 1927, 25; Quincke u. Drude W., «Ann. d. Phys.», Lpz., 1903, B. 10, p. 486; Krüger D., Der Leim u. Klebstoffe, «Chem. Ztbl.», B., 1905, B. 9, p. 397; Michaëlis L. u. Davidsohn H., «Biochem. Ztschr.», B., 1911, B. 33, p. 456; Ostwald W., «Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie d. Menschen u. d. Tiere», B., 1905, H. 108, p. 563; Kissling R., Leim u. Gelatine, p. 186, Stg., 1923; Cambon V., Fabrication des colles et gélatines, 2 éd., p. 38, P., 1923; Sörensen S. P., «Ztschr. f. physikalische Chemie», Leipzig, 1919, B. 93, p. 106; Loebl J., «Journal of General Physiology», New York, 1918, v. 1.

К. Колосов.

Ж. в фотографии играет чрезвычайно важную роль как среда, в к-рой взвешены микроскопич. кристаллики галоидных солей серебра, придающих фотографич. эмульсиям светочувствительность. В настоящее время Ж. почти совершенно вытеснила коллодий в виду большей чувствительности желатинных эмульсий и большего удобства обращения с сухими фотографиями. Желатинными слоями. В различных фотомеханических репродукционных процессах Ж. (сенсibilizированная хромовыми солями) сама играет роль светочувствительного вещества. При изготовлении фотоэмульсий Ж. обволакивает микроскопич. кристаллики галоидных солей серебра и не дает им соединиться в более крупные зёрнышки. Этим она регулирует светочувствительность эмульсий, в значительной степени зависящую от размеров кристалликов. Ж. сообщает латентному изображению проявляемость, т. е. обуславливает почернение в проявительных растворах только тех зёрнышек, к-рые были подвергнуты действию света. В отсутствии Ж. все кристаллики галоидн. солей Ag, даже не испытавшие действия света, восстанавливались бы проявителями до металлическ. серебра. Наконец, Ж. сильно повышает светочувствительность солей серебра, являясь сенсибилизатором. Раньше эта функция Ж. приписывалась тому, что Ж. соединяется с одним из продуктов распада солей Ag—с галоидом. Это объяснение оказалось неверным. В настоящее время, на основании работ Шепарда, сенсibilizирующие свойства Ж. приписывают наличию в ней в ничтожных количествах (от 1 ч. на 300 000 ч. до 1 ч. на 1 000 000 ч.) сернистых органич. соединений, попадающих в желатину из сырья (телячьих кож). При созревании эмульсий эти соединения образуют сернистое серебро, которому приписывается повышение светочувствительности. При обработке эмульсий проявителями, фиксирующими, а также другими растворами желатина регулирует

скорость диффузии этих растворов в светочувствительный слой.

Для фотомеханики процессы пользуются обработанной хромовыми солями Ж., к-рая становится от этого светочувствительной: в местах, на к-рые попал свет, она перестает растворяться в теплой воде, удерживает жирные типографские краски и т. д. Этими функциями Ж. в фотографии определяются те требования, к-рые предъявляются к Ж.: фотографическая Ж. должна быть чиста в химич. отношении, содержать не больше 2—3% золы, не больше 0,05% жира, ничтожные следы тяжелых металлов—Cu, Fe, Pb—и очень мало восстановительных веществ, присутствие к-рых определяется потемнением аммиачного раствора AgNO_3 . Для полива пластинок, пленок и бумаг расплавленной эмульсией Ж. последняя должна иметь определенную вязкость; для того чтобы слой фотоэмульсии мог выдерживать ряд обработок в различных растворах, Ж. должна обладать определенными механич. свойствами—крепостью и студней; для скорости проникновения растворов в слой и для сушки очень важна ее набухаемость; от фотографической Ж. требуется определенная степень кислотности ($\text{P}_n = 5-6$), не далеко отстоящая от P_n изоэлектрич. точки Ж. = 4,7. Важны также $t_{\text{пл.}}$ и $t_{\text{заст.}}$ Ж. и студней различной концентрации.

Испытание фотографич. Ж. сводится к измерению вышеуказанных свойств и сравнению их со стандартами; однако решающим испытанием пригодности данного сорта Ж. для приготовления фотоэмульсий является варка из нее пробных эмульсий.

Изготовление фотографич. Ж. производится так же, как и других высших сортов Ж., но для нее особенно тщательно выбирается сырье (преимущественно обрезки телчачьих шкурок—ножки и головки—и обрезки кож из производств); для приготовления фотографической Ж. берут первые спуски, не подвергавшиеся дальнейшему нагреванию (при выпаривании и т. д.), и весь процесс производства ведется особо тщательно и в условиях, обеспечивающих достижение наибольшей чистоты.

Лит.: Валента Э., Химия фотографич. процессов, вып. 2, Ленинград, 1927; Sheppard S. E., Gelatine in Photography, v. 1, New York, 1923; Cambron V., Fabrication des colles et gélatines, 2 éd., Paris, 1923; Alexander J., Glue and Gelatine, New York, 1923.

А. Рабинович.

ЖЕЛЕЗНАЯ БЕРЕЗА, дерево сем. *Betulaeae*, березовых, отожествляется с березой Шмидта (*Betula Schmidtii* Regel—онорекамба у японцев), отличающаяся, однако, от последней по константам древесины. Ж. б. доставляет весьма ценную древесину, известную на дальневосточном рынке под названием корейской или карельской березы (не смешивать с обычной карельской березой!). Листья и семена Ж. б. и обыкновенной русской (*Betula alba*) сходны между собой, но кора Ж. б.—темная, напоминающая кору черемухи, а в изломе—красноватая, цвета сукровицы; толщина коры ок. 5 мм. Географически Ж. б. приурочивается к Дальнему Востоку, и, в частности, распространение ее установлено в Посыетском, Суйфунском (Никольск-Уссурийском) и других районах.

Свойства древесины. Древесина Ж. б. отличается исключительными свойствами: на изгиб она прочнее всех видов древесины и превосходит другие дальневосточные древесины по уд. в. (тонет в воде, даже морской), твердости (от нее отскакивают пули нагана) и нейтральности к воде. Свойства этой древесины, по предварительн. данным, установленным инж. П. К. Молгачевым (Никольск-Уссурийский) и Отделом материало-ведения Всесоюзного эл.-тех. ин-та, таковы.

Торец Ж. б. показывает ясную границу между розовато-желтым ядром и широкой более светлой оболочью, при чем по объему последняя превосходит ядро. Годичные кольца очень тонки и на торце трудно сосчитываемы даже в микроскоп (малой силы); для подсчета удобно пользоваться косым спилом под острым углом. Радиальные лучи мало выражены, особенно в ядре, и представляют икрустацию шириной менее 0,5 мм из вещества более темного, чем самая древесина. Торец усеян светлыми пятнышками—порами поперечником до 0,1 мм, образующимися от выпадения бетулина. Абсолютная влагоемкость ядра при погружении в воду установлена в 28%, а оболочки—в 50% (у микромелеса—другой ценной древесины Дальнего Востока—соответственные величины—92 и 120%); гигроскопичность абсолютно сухого образца, после пребывания его в воздухе с 80—90% влажности в течение 33 час., достигала 10,7%. Воздушносухая древесина при сушке до постоянного веса при 110° теряет 6,9% влаги. От сырости древесина Ж. б. не коробится, а гигроскопич. скорость ее приблизительно в полтора раза меньше, чем у микромелеса. Механически древесина Ж. б. в комнатносухом состоянии, выдержанная, характеризуется следующими данными: уд. в. ядра 1,048, а оболочки—от 0,921 до 1,025; разрушающее усилие на изгиб $2500 \div 2120 \text{ кг/см}^2$ (у русского ясеня— $785 \div 1232$, у клена $820 \div 1180$, у гикори $1346 \div 1561$) и близко к таковому же сварочного железа, превосходя разрушающее усилие на изгиб чугуна. Коэфф. качества при изгибе (т. е. отношение разрушающего усилия при изгибе к уд. весам) $2380 \div 3350$; твердость, измеренная копром микротвердости П. К. Молгачева и выраженная в мм проникновения в древесину падающей иглы: вдоль волокон 1,2, а по радиусу 1,0 (тогда как соответственные величины у липы 4,0 и 4,0, а у дуба 2,4 и 1,8); твердость, охарактеризованная в мм проникновения пули нагана, выпускаемой с расстояния 5 м, поперек волокон 12, а вдоль 2, при чем пуля отскакивает (соответственные величины у липы 62 и 117, а у дуба 51 и 44); модуль упругости на изгиб—от 189 000 до 226 860 кг/см^2 (соответственная величина у дуба 100 000, а у сосны 111 000). Прочность на сжатие при усилении, направленном параллельно волокну, характеризуется коэффициентом 1200—1320 кг/см^2 , а в направлении, перпендикулярном к волокну и наклоненном к радиусу,—коэффициентом 500—720 кг/см^2 , смотря по месту, из к-рого был вышлен образец. Статическая твердость, по Бринелю, характеризуется (при нагрузке 250 кг) данными табл. 1.

Табл. 1.—Статическая твердость по Бринелю.

Испытуемая часть ствола	Число Бринеля в кг./мм ² при усилии	
	параллельном волокну	перпенд. волокну и под углом ок. 45° к радиусу
Ядро	19,8	12,3—17,6
Край ядра	18,4	10,7
Оболонь	13,2	8,5

Динамическая твердость, по Шору, характеризуется средними числами:

Параллельно волокну	44,2
Перпендикулярно волокну, ядро	42,0
Перпендикулярно волокну, оболонь	38,4

Наконец, электрич. сопротивление древесины Ж. б. характеризуется данными табл. 2.

Табл. 2.—Электрическое сопротивление древесины железной березы.

Состояние древесины	Удельное объемное электрич. сопротивление древесины в 2-см	
	параллельно волокну	перпендикулярно волокну и приблизительно в радиальном направлении
Воздушносухая	$0,96 \cdot 10^{11}$	$2,26 \cdot 10^{11}$
Абсолютно сухая	$> 7 \cdot 10^{12}$ (порядка 10^{14})	$> 7 \cdot 10^{12}$ (порядка 10^{14})

Острожка торца трудна, обрабатываемость древесины хотя и затруднительна, но — в меньшем отношении к твердости и прочности, чем у более мягких пород.

Применение. До настоящего времени древесина Ж. б. была известна лишь на Дальнем Востоке и шла на рубанки, фуганки, оси, колеса и другие грубые поделки. Однако исключительно высокие качества этой древесины дают основание рассчитывать на использование ее в более ответственных и промышленно важных применениях, напр.: для машиностроения, для ткацких челноков (вместо америк. древесины персимон и флоридаль), для ручек молотков (вместо гикори), для чертежных принадлежностей — линейк, угольников, рейсши и т. д., для столярных и плотничных инструментов; м. б. возможно также использование Ж. б. и для производства активированного угля. Предвидится особенно важное применение Ж. б. в авиапромышленности, в связи с исключительно большим коэфф-том качества при изгибе, превосходящим не менее чем на 50% лучшие авиаматериалы, и нейтральностью в отношении к воде. Плотность и однородность Ж. б. намечают этой древесине также широкое применение в ксилографии (вместо самшита). Опыт в этом направлении, сделанный П. Я. Павлиновым, показал высокую степень пригодности торца Ж. б. для граверного дела, при чем мелкие поры оставляют след лишь при первом оттиске, а при дальнейших — забиваются краской и не вредят качеству эстампов (см. *Гравирование*).

Экономика. Экономика вопроса Ж. б. до сих пор мало выяснена. Ориентировочно, по непроверенным данным, указывается на возможность ежегодно экспортировать из одного только района Никольска-Уссурийского ок. 1 400 м³ древесины Ж. б. по цене на берегу ок. 53 р. за м³, при чем древесина м. б. доставлена в восьмигранных брусках длиной ок. 356 см.

Лит.: Молгачев П. К., Железная береза, «Лесопромышленное дело», Владивосток, 1928, 4, стр. 27—28. П. Флоренский.

ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА, в широком смысле, всякий путь с возвышенной металлич. колеей, пригодный для передвижения по нему соответствующего подвижного состава (локомотивы, вагоны, вагонетки). Эру Ж. д. обычно принято считать с 27 сентября 1825 г., т. е. со дня открытия первой паровозной Ж. д. общего пользования в Англии (Стоктон—Дарлингтон). Ход развития ж.-д. сети на земном шаре представлен в табл. 1.

Преимущества Ж. д. В современных условиях Ж. д., благодаря целому ряду преимуществ, играют главную роль в общей сети путей сообщения на всех континентах. Эти преимущества — дешевизна перевозок по Ж. д., скорость, регулярность и сравнительная безопасность движения, а также приспособляемость Ж. д. к массовым перевозкам.

Дешевизна перевозок. Т. к. сопротивление движению по Ж. д. раз в десять менее сопротивления по шоссе и дороге и в 10—50 раз менее, чем по грунтовой дороге, то стоимость перевозки груза на дальние расстояния при гораздо более мощных двигателях обходится во много раз дешевле безрельсовых перевозок. В отношении дешевизны перевозок перед ж.-д. (помимо морских путей) имеют преимущества только внутренние водные пути, но во-первых, количество этих путей ограничено; во-вторых, они работают не круглый год, и, в-третьих, скорость движения по ним значительно ниже. При коротких расстояниях, когда стоимость дополнительной перевозки между станциями Ж. д. и складами, а также перегрузка грузов на Ж. д. ложатся слишком большим накладным расходом на полную стоимость перевозки, преимущества Ж. д. в отношении дешевизны могут сильно снизиться, и за известным пределом, когда эти накладные расходы превышают экономию от самой перевозки, более выгодными могут оказаться автоперевозки или гужевые перевозки.

Скорость движения. Средняя скорость движения пассаж. поездов доходит у нас до 65, а за границей до 100 км/ч, считая в том числе и остановки; предельная же скорость движения в пути доходит теперь при паровой тяге до 140 км/ч, а при электрич. тяге были опыты движения со скоростью более 200 км/ч. Средняя коммерч. скорость движения товарных поездов при ручных тормозах пока невелика (в среднем 13—14 км/ч). С введением более мощных паровозов, авто-тормозов, маршрутизации поездов и пр. эта скорость м. б. повышена, как показывает заграничная практика, до 40 км/ч. В отношении скорости Ж. д. уступают только воздушным сообщениям, к-рые однако значительно менее спокойны и менее удобны для

Табл. 1. — Постепенное развитие ж.-д. сети на земном шаре.

Государства	Год открытия первой Ж. д.	Протяжение ж.-д. сети, находящ. в эксплуатации, к концу соответствующих годов (в км)									
		1840	1850	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1926 *1
Англия (Великобритания и Ирландия)	1825	1 348	10 653	16 787	24 999	28 854	32 297	35 186	37 579	39 262	39 262
Бельгия	1835	336	854	1 729	2 997	4 120	5 263	6 345	8 510	11 093	11 093
Германия	1835	549	6 044	11 633	19 575	33 838	42 869	51 391	61 148	58 148	58 156
Италия	1839	8	427	1 800	6 134	8 715	12 907	15 787	16 960	20 118	21 100
СССР (Россия)	1838	26	601	1 589	11 243	23 857	30 957	48 107	59 559	—	57 516
Франция	1832	497	3 083	9 528	17 931	26 189	36 895	42 827	49 385	53 561	53 561
По всей Европе *2	1825	2 925	23 504	51 862	104 914	168 983	223 869	283 525	333 848	372 688	384 420
Аргентина	1857	—	—	36	732	2 273	9 800	16 369	28 636	—	37 790
Бразилия	1854	—	—	129	691	3 200	9 500	14 798	21 370	—	30 500
Канада	1840	26	114	3 359	4 018	11 087	22 533	28 697	39 792	—	64 523
Мексика	1850	—	11	32	349	1 120	9 800	14 573	24 559	—	26 462
С. Ш. А.	1830	4 534	14 515	49 292	85 139	150 717	268 409	311 094	388 173	—	403 875
По всей Америке *2	1830	4 754	15 064	53 935	93 139	174 667	331 417	402 171	526 382	611 721	601 136
Британская Индия	1853	—	—	1 350	7 683	14 977	27 000	38 235	51 647	—	62 074
Китай	1871	—	—	—	—	11	200	646	8 724	—	12 020
СССР	1880	—	—	—	—	125	1 433	2 669	6 544	—	16 979
Япония	1872	—	—	—	—	121	2 333	2 892	9 806	—	22 582
По всей Азии *2	1853	—	—	1 393	8 185	16 287	33 794	60 301	101 916	117 704	135 590
Алжир и Тунис	1862	—	—	—	517	1 379	3 104	4 251	5 044	—	7 779
Египет	1856	—	—	443	1 056	1 500	1 547	3 358	5 913	—	7 876
По всей Африке *2	1856	—	—	455	1 786	4 646	9 386	20 114	33 854	51 881	60 320
Виктория	1854	—	—	151	443	1 930	4 325	5 178	5 640	—	7 215
Квинсленд	1865	—	—	—	331	1 019	3 435	4 507	6 456	—	11 373
Новый Южный Уэльс	1855	—	—	113	545	1 368	3 641	4 523	6 089	—	9 100
По всей Австралии *2	1854	—	—	367	1 765	7 847	18 889	24 014	31 014	38 071	48 457
По всему земному шару	1825	7 679	38 568	108 012	209 789	372 430	617 355	790 125	1 030 014	1 192 065	1 229 923

*1 Archiv für Eisenbahnwesen № 1, 1928. *2 Включая остальные государства и колонии.

Табл. 2.—Классификация железных дорог по различным признакам.

1. По условиям эксплуатации:	
а) Ж. д. общего пользования	Подчиняются правилам общего устава; обслуживают всеобщие нужды в отношении регулярных пассажирских и товарных перевозок, совершаемых по установленным тарифам.
б) Ж. д. частного или особого пользования	Обслуживают лишь нужды определенного органа, предприятия или группы предприятий. К этому виду дорог относятся: военные, промышленные, лесозавозные, сельскохозяйственные и т. п.
2. По условиям финансирования и хозяйства:	
а) Казенные или государственные Ж. д.	Финансируются за счет государственного бюджета и эксплуатируются государством. Протяжение государственных дорог на земном шаре составляет лишь 25% всей ж.-д. сети. В СССР все Ж. д.—государственные.
б) Частные Ж. д.	Финансируются частным капиталом, иногда при некоторых гарантиях государства. Эксплуатируются распоряжением частных владельцев с подчинением установленным положениям. Наибольшее распространение частные дороги имеют в Америке (95%).
3. По характеру дороги и размеру ожидаемого движения:	
а) Магистраль усиленного типа, или сверхмагистраль	Транзитные Ж. д. исключительно важного государственного значения с особенно большим массовым грузооборотом.
б) Магистраль нормального типа	Транзитные дороги общегосударственного значения с большим грузооборотом.
в) Магистраль облегченного типа	Транзитные Ж. д. общегосударственного значения с сравнительно незначительным движением. К этому виду относятся пионерные дороги большого протяжения, устраиваемые в целях вовлечения новых районов в общегосударственный оборот.
г) Подъездные пути и ветви	Ж. д. местного значения, устраиваемые в целях развития районов и улучшения условий подвоза грузов к магистральям.
4. По ширине колеи:	
а) Ширококолейные Ж. д.	Ширина колеи: 1 524, 1 600, 1 667 и 1 676 мм.
б) Ж. д. нормальной колеи	Ширина колеи 1 435 мм; такую колею имеют 67% Ж. д. земного шара.
в) Узкоколейные Ж. д.	Ширина очень разнообразная: от 1 422 до 181 мм. Наиболее распространенными являются размеры: 1 067, 1 000, 914, 760 и 750 мм.
5. По топографическим условиям:	
а) Равнинные Ж. д.	Проходят в равнинной и слабо холмистой местности. Отличаются малыми уклонами и пологими закруглениями.
б) Ж. д. предгорные и проходящие в холмистой местности	Проходят в средне- или сильно холмистой местности. Имеют значительные уклоны и иногда довольно крутые закругления.
в) Горные Ж. д.	Проходят в гористой местности. Трасируются по необходимости крутыми уклонами и закруглениями малых радиусов.
6. По числу главных путей:	
а) Однопутные Ж. д.	Один главный путь (на перегонах между станциями).
б) Двупутные Ж. д.	Два главных пути, при чем один служит для поездов одного направления, а другой—для обратного.
в) Многопутные Ж. д.	Имеют три и более главных путей, устраиваемых для обслуживания особенно большого движения.
7. По конструкции пути:	
а) Обыкновенные Ж. д. (неподвижного типа)	Имеют два гладких рельса, образующих рельсовую колею.
б) Переносные Ж. д.	Имеют два гладких рельса легкого типа, монтируются и укладываются целыми звеньями, свободно переносимыми 1—6 рабочими. Применяются для небольших грузооборотов в случаях изменения погрузочно-разгрузочных пунктов и расположения Ж. д.
в) Зубчатые Ж. д.	Имеют, кроме двух путевых рельсов, расположенную по середине пути зубчатую рейку, за которую зацепляются зубчатые колеса локомотивов, приводящие в движение поезд. Применяются в горных местностях при уклонах от 0,040 до 0,480.
г) Трехрельсовые и четырехрельсовые Ж. д.	Имеют три или четыре гладких рельса, образующих две ширины колеи. Применяются для пропуска подвижного состава, обращающегося на Ж. д. двух разных размеров колеи, в тех случаях, когда Ж. д. одной колеи разделена небольшим участком Ж. д. иной колеи.

д) Однорельсовые Ж. д. Имеют один лишь рельс, по которому катятся колеса подвижного состава, равновесие которого поддерживается особыми устройствами.

8. По расположению пути:

- а) Наземные Ж. д. Прокладываются по поверхности земли на специально устраиваемом земляном полотне и лишь в отдельных местах проходят по мостам, по путепроводам или в тоннелях.
- б) Надземные Ж. д. (двухрельсовые) Располагаются на всем своем протяжении на искусственных сооружениях (виадуки, эстакады) и в некоторых случаях и на гражданских сооружениях. Применяются в особенно крупных, сильно застроенных центрах.
- в) Подвесные или висячие Ж. д. Передвижение производится по одному рельсу или по канату, расположенному над землей на отдельных опорах с б. или м. значительными пролетами. Ц. т. подвижного состава находится ниже пути его передвижения.
- г) Подземные Ж. д. Располагаются сплошь в тоннелях или штольнях, применяются в особо крупных центрах (метрополитены), а также при разработке полезных ископаемых (рудничные дороги).

9. По виду энергии, применяемой для тяги поездов или отдельных вагонов:

- а) Паровозные Ж. д. Имеют преимущественное распространение. Движение осуществляется посредством паровозов. Наибольшим подъемом, допускаемым при этом виде тяги на дорогах с гладкими рельсами, у нас является 0,040. За границей на некоторых дорогах применяются и более крутые подъемы, а именно до 0,045, а в исключительных случаях и более (до 0,075).
- б) Электрич. Ж. д. Тяга поездов производится электровозами, а 1—3 вагонов—электромоторными вагонами. Отличаются рядом преимуществ, как то: большая провозная способность, использование на месте дешевой энергии, возможность накопления энергии при движении под уклон, отсутствие дыма, меньший шум, более спокойный ход, симметричность локомотива и пр. Однако, этим дорогам присущи и значительные недостатки: очень высокая стоимость устройства и оборудования и зависимость всего движения от центральных станций. Применяются преимущественно для городского и густого пригородного движения, для подземной рудничной откатки, а также для междугородного сообщения в гористых местностях и при очень большом движении. Наибольшие подъемы, преодолеваемые при электрич. тяге на дорогах с гладкими рельсами, достигают 0,127.
- в) Тепловозные Ж. д. Для тяги поездов применяются локомотивы с двигателями внутреннего сгорания. Преимущества: более высокий (по сравнению с паровозами в 2—2½ раза) коэфф. использования топлива, отсутствие надобности в значительном количестве воды, меньше дыма и шума, симметричность локомотива и постоянная готовность к действию. Однако, тяга этого вида широкого распространения пока не получает, т. к. не удалось еще выработать достаточно удачного типа тепловоза большой мощности; имеющиеся типы еще очень сложны и дороги, при чем как ремонт, так и амортизация их требуют больших затрат. Наибольшее практич. применение тепловозная тяга пока получает при сравнительно незначительном и нерегулярном движении, а также на военно-полевых дорогах. Имеется основание предполагать, что в безводных районах этот вид тяги получит большое распространение.
- г) Воздуховозные Ж. д. Локомотивы работают сжатым воздухом (под большим давлением до 150—200 atm). Преимущество—полная безопасность в пожарном отношении и отсутствие газов, портящих воздух. Главный недостаток—ограниченный район работы локомотивов (~10 км). Применяются преимущественно для подземной откатки на рудниках, а также для обслуживания особенно опасных предприятий.
- д) Канатные или цепные Ж. д. Тяга отдельных вагонов или вагонеток производится посредством приводимого центральным двигателем бесконечного стального каната или цепи. При этом виде тяги допускаются очень крутые подъемы (до 0,800); безопасность движения обеспечивается особыми видами автоматических тормозов, охватывающих головку рельса. Применяются для небольших протяжений в гористых районах, а также в рудниках. В некоторых случаях при следовании груза под уклон движение по дорогам с канатной тягой может осуществляться автоматически, при чем порожние вагонетки поднимаются бесконечным канатом, приводимым в движение спускающимися сцепленными с ним вагонетками.
- е) Конные или ручные Ж. д. Движение производится лошадьми или людьми. Применяются при очень малых грузооборотах, преимущественно на коротких временных ветках.

10. По назначению дороги:

- а) Транзитные Ж. д. Обслуживают, гл. обр., транзитное движение, связывающее между собой отдаленные центры и районы. Устраиваются с возможно более легким профилем и по кратчайшему направлению. Обычно рассчитываются на большие скорости и на значительное движение.
- б) Разгружающие Ж. д. . . . Основная задача—разгрузка перегруженных направлений других Ж. д.; при этом не исключаются и все другие задачи, выполняемые Ж. д.
- в) Спрямляющие Ж. д. Основная задача спрямить кружное направление массовых потоков, при чем не исключаются и другие задачи, выполняемые Ж. д.
- г) Пионерные (колониационные) Ж. д. Устраиваются для вовлечения в общий цикл народнохозяйственной и культурной жизни новых отсталых и нетронутых районов. Если предполагается систематическое заселение этих районов, то дороги получают название колониационных.
- д) Стратегические Ж. д. . . . При выборе направления, типа и оборудования дороги особое внимание обращается на стратегич. соображения. В мирное время выполняют общие функции Ж. д.
- е) Пригородные Ж. д. Устраиваются для нужд населения особенно больших центров, живущего за пределами города.
- ж) Курортные Ж. д. Обслуживают нужды курортной публики как в отношении связи курортов с железнодорожной сетью, так и в отношении внутренней связи взаимно дополняющих курортов.
- з) Промышленные Ж. д. Обслуживают транспорт одного или нескольких фабрично-заводских предприятий и в соответствующих случаях связывают их с сетью Ж. д.
- и) Местные Ж. д. Обслуживают нужды местного населения и хозяйства, связывают отдельные пункты районов между собою и с сетью магистралей. Устраиваются по облегченным технич. условиям и рассчитываются на небольшую скорость движения (до 30 км/ч).
- к) Портовые Ж. д. Устраиваются в пределах портов для обслуживания портовых операций и для связи порта с ж.-д. сетью.
- л) Окружные Ж. д. Устраиваются для разгрузки узлов и станций особенно больших городов, в к-рых сходится значительное количество Ж. д., а также для обслуживания периферии особенно крупных городов.
- м) Городские Ж. д. Обслуживают нужды городского населения и городского хозяйства, связывая между собою отдельные районы и пункты города. По виду энергии, применяемой для тяги, это, в большинстве случаев, электр. Ж. д. (трамвай) и, в редких случаях, конные Ж. д. (конка).

пассажиры и столь дороги для грузов, что ими выгодно пользоваться только для перевозки почты и особенно ценных товаров (золото, меха и т. п.) по тем направлениям, где нет Ж. д. или где перевозки этих грузов по Ж. д. не обеспечены от ограбления.

Регулярность движения. В отношении регулярности движения Ж. д. стоят на первом месте перед всеми иными путями сообщения, т. к. движение по ним не зависит от времени года и, за исключением редких стихийных явлений, от состояния погоды. При правильной организации пассаж. поездов ходят с точностью до нескольких минут, тогда как опоздание пассажирских пароходов измеряется при больших расстояниях часами. Грузовое движение, в особенности при введении маршрутных поездов, совершается по Ж. д. с точностью, значительно превосходящей иные сообщения.

Безопасность движения. Несмотря на большую скорость движения, ж.-д. сообщение является одним из самых безопасных. Статистика показывает, что сообщение по безрельсовым дорогам, особенно в населенных центрах, дает гораздо большее число жертв на пассажирокилометр, чем сообщение по Ж. д. Чем совершеннее оборудована и чем лучше обслуживается Ж. д., тем больше безопасность движения, при чем с увеличением скорости безопасность несколько уменьшается.

Приспособляемость к массовым перевозкам. Никакое другое су-

хопутное сообщение не может осуществить перевозки грузов и пассажиров в таком громадном масштабе, как Ж. д. Кроме того, Ж. д. сравнительно легко приспособляется, в известных пределах, к увеличению и уменьшению размеров движения при помощи передачи подвижного состава с одной дороги на другую.

Значение Ж. д. Создавая быстрый и дешевый сухопутный транспорт в любом направлении и давая возможность свободно преодолевать большие расстояния, Ж. д. оказывают благотворное влияние на развитие прорезаемых ими районов. Соединяя между собой целые страны и самые отдаленные районы и создавая между ними культурную и экономич. связь, Ж. д. дают возможность рационализировать и расширять массовое производство в наиболее благоприятных условиях, способствуют удешевлению продуктов производства и потребления, помогают регулированию цен и смягчению местных затруднений в снабжении, парализуют губительное влияние местных неурожаев, содействуют развитию отсталых районов и утилизации их естественных богатств. Дешевизна и срочность ж.-д. перевозок оказывают громадное влияние на развитие торговли и массового товарообмена. Являясь рассадником культуры, Ж. д. оказывают благотворное влияние и в социальном отношении, поднимая культурный уровень, улучшая условия жизни и благосостояние населения. Помимо своего неоспоримого культурно-экономич.

Табл. 3.—Главнейшие характеристики классификации ж.-д. нормальной колеи с паровой тягой (по характеру дороги и размеру ожидаемого движения).

Характеристика	Магистрالی усиленного типа (сверхмагистрالی)	Магистрالی нормального типа	Магистрالی облегченного типа	Подъездные пути и ветви
Наимен. грузооб. в грузовом направл.	Для однопут. сверхмагистрالی не менее 8 000 000 ткм/км Для двухпут. не менее 12 000 000 ткм/км	Не менее 800 000 ткм/км	Менее 800 000 ткм/км	При длине до 100 км—независимо от размера грузооборота При длине от 100 до 200 км вкл.—менее 300 000 ткм/км При длине от 200 до 250 км вкл.—менее 150 000 ткм/км Один или два пути
Число путей	Несколько или один путь	Один или два пути	Один путь	
Руковод. подъем . .	Не круче 0,004	Нормально не круче 0,007 и, во всяком случае, не круче 0,009	Нормально не круче 0,012 и, во всяком случае, не круче 0,015	Нормально не круче 0,025 и, во всяком случае, не круче 0,040
Число пар коммерческих поездов максимального параллельного графика.	В зависимости от условий эксплуат.	При одном пути—21 пара, при 2 путях—не менее 40 пар	14 пар	В зависимости от условий эксплуатации
Воинское движение.	По особому заданию в каждом отдельном случае	При одном пути: а) при руководящем подъеме до 0,007 вкл.—24 пары поездов максимального параллельного воинского графика (считая факультатив, пассаж. и хоз. поезда), из н-рых чистых воинских 16 пар б) при руководящем подъеме от 0,008 до 0,009 вкл. не менее 21 пары поездов максимального параллельного воинского графика (считая факультатив, пассаж. и хоз. поезда), из которых чистых воинских 14 пар При двух путях—по особому заданию в каждом отдельном случае	14 пар поездов максимального параллельного воинского графика (считая факультатив, пассаж. и хоз. поезда), из н-рых чистых воинских поездов 8 пар	По особому заданию в каждом отдельном случае
Радиусы закруглений в м *				
а) основной рекомендуемый . . .	2 000	1 000	1 000	1 000
б) наименьший нормальный	1 000 600	600 300	400 250	300 250
в) наименьший в исключительных случаях	400 300	300 200	250 200	200 200
Расчетн. скорость на руковод. подъеме .				
	1) При руководящем подъеме 0,004 и менее—15—20 км/ч. 2) При руководящем подъеме более 0,004, но не более 0,009 включительно—12 км/ч. 3) При руководящем подъеме свыше 0,009—10 км/ч			
Коммерч. скорость (ориентировочно) .	В зависимости от местных условий	Для двухпутной магистрالی 18 км/ч Для однопутной магистрالی 15 км/ч	12 км/ч	В зависимости от местных условий
Схемы нагрузок для расчета искусственных сооружений .	Усиленная или нормальная (схема «У» или «Н»)	Нормальн. или усиленная (схема «Н» или «У»)	Облегчен. или нормальная (схема «О» или «Н»)	Облегченная, нормальная или усиленная (схема «О» или «Н» или «У»)

Примечание: «У»—2 шестиосных паровоза; нагрузка на ось по 30 т, с 4-осным тендером—нагрузка на ось по 30 т. «Н»—2 шестиосных паровоза; нагрузка на ось по 25 т, 4-осный тендер—нагрузка на ось по 25 т. «О»—один паровоз; нагрузка на ось 18 т, с 4-осным тендером—нагрузка на ось 18 т. Вагон. нагрузка во всех случаях—8 т на п. м пути. В наст. время эти нормы пересматриваются с целью их снижения.

* Числа, стоящие над чертой, даны для равнинной и слабо холмистой местности. Числа, стоящие под чертой—для горной и сильно холмистой местности.

Табл. 4.—Протяжение железных дорог в отдельных государствах.*1

Государства	Площадь в тыс. км ²	Число жи- телей в тыс.	Протяжение железных дорог в км	Показатели обслу- женности		
				h ₁	h ₂	h
Бельгия	30,4	7 812	11 093	36,5	14,2	22,8
Швейцария	41,3	3 918	5 773	14,0	14,7	14,3
Дания	43	3 420	5 067	11,8	14,8	13,2
Великобритания	244	45 213	39 262	16,1	8,7	11,8
Венгрия	92,9	8 275	9 529	10,3	11,5	10,9
Франция	551	44 744	53 561	9,7	12,0	10,8
Германия	472	63 184	58 156	12,3	9,2	10,2
Чехо-Словакия	140,4	13 613	14 030	10,0	10,3	10,1
Австрия	83,8	6 535	7 038	8,4	10,8	9,5
Швеция	448,5	6 008	15 715	3,5	25,6	9,5
Латвия	65,8	1 845	2 856	4,3	15,5	8,2
Литва	55,9	2 371	3 120	5,6	13,2	7,4
Эстония	47,5	1 107	1 433	3,0	12,9	6,2
Италия	309,9	38 756	21 100	6,8	5,4	6,1
Польша	388,4	27 177	19 399	5,0	7,1	5,9
Испания	505,2	21 967	15 572	3,1	7,1	4,7
Югославия	248,7	11 997	9 846	3,6	8,2	5,4
Румыния	294,2	17 500	11 948	4,1	6,8	5,3
Греция	127	5 022	3 192	2,5	6,3	4,0
Финляндия	388,5	3 365	4 540	1,2	13,5	4,0
Норвегия	323,8	2 732	3 589	1,1	13,1	3,8
Болгария	103,1	5 483	2 638	2,5	4,8	3,5
Турция	27	1 000	414	1,5	4,1	2,5
СССР	5 803	115 508	57 516	1,0	5,8	2,2
Всего в Европе*2	10 992,6	472 894	384 420	3,5	8,1	5,3
С. Ш. А.	9 389	106 139	403 875	4,3	38,0	12,8
Канада	9 660	9 364	64 523	0,7	68,9	6,9
Мексика	1 962,2	14 281	26 462	1,3	18,5	4,9
Аргентина	2 978,6	9 847	37 790	1,3	38,4	7,1
Чили	751,5	3 754	8 661	1,2	23,1	5,3
Бразилия	8 511,2	33 767	30 500	0,4	9,0	1,9
Перу	1 355	5 550	3 363	0,2	6,0	1,1
Всего в Америке*2	41 288,7	214 556	601 136	1,5	28,0	6,5
Япония с Кореей, Формозой и Кван- туном	679,7	84 567	22 582	3,2	2,7	2,9
Британская Индия	4 901,9	319 647	62 074	1,3	1,9	1,6
СССР	16 035	30 712	16 979	0,1	5,5	0,7
Китай	11 320	441 200	12 020	0,1	0,3	0,2
Всего в Азии*2	42 225,5	1 007 315	135 590	0,3	1,3	0,6
Алжир и Тунис	700,6	8 159	7 779	1,1	9,5	3,2
Южно-Африканский Союз	1 223,4	7 294	18 901	1,5	2,6	2,0
Египет и Судан	3 525	19 949	7 876	0,2	3,9	0,9
Юго-западная Африка	835,1	228	2 704	0,3	118,6	6,0
Родесия	1 140	2 011	3 977	0,3	19,8	2,4
Франц. колонии в зап. Африке	4 800	12 283	3 331	0,1	2,7	0,5
Всего в Африке*2	24 471,1	112 382	60 320	0,2	5,4	1,0
Виктория	227,6	1 671	7 215	3,2	43,2	11,8
Квинсленд	1 736,5	855	11 373	0,7	133,0	9,6
Зап. Австралия	2 527,6	368	7 837	0,3	212,8	8,0
Южной Австралия	984,4	543	5 614	0,6	103,4	7,9
Новый Южный Уэльс	801,4	2 272	9 100	1,1	40,1	6,6
Всего в Австралии*2	8 008,5	7 695	48 457	0,6	63,0	6,1
Всего по земному шару	126 986,4	1 814 842	1 229 923	1,0	6,8	2,6

*1 Archiv für Eisenbahnwesen, № 1, 1928.

*2 Включая и остальные (не перечисленные отдельно) государства и колонии.

Табл. 5.—Результаты эксплуатации железных дорог.

Характеристика	Наименование единицы	Великобритания 1925 г.	Германия*1 1925 г.	Италия** 1924/25 г.	Франция** 1925 г.	С. Ш. А. 1925 г.	Канада** 1925 г.	Япония*10 1924/25 г.	СССР		Примечания
									1924/25 г.	1926/27 г.	
Эксплуатационная длина . . .	км	32 835	53 227	16 485	39 678	416 610 *5	62 569	11 962	74 399	75 753	*1 Данные по сети Об-ва госуд. ж. д.
Перевезено грузов	тыс. т	345 255	408 694	63 171	228 274	1 225 211	98 822	71 178	83 454 *11	135 934 *11	*2 Данные по сети госуд. ж. д. (протяж. части. ж. д. на 1914/15 г. составл. 4 100 км.).
» пассажиров	тыс. чел.	1 743 318	2 106 000	102 608	727 675	902 000	40 304	635 454	211 825 *11	254 199 *11	*3 По дорогам госуд. и пяти основных частных компаний (Сев., Вост., Юж., Орлеанск. и Париж—Средизем. море).
Средний пробег грузов	км	87,4	146	180	150	497	550	161	568	601	*4 По пяти частн. компан.
» » пассажиров	км	—	23	—	38	65	115	28	90	87	*5 При эксплуатации участка двумя или более дорогами, эксплуат. длина учитывается каждой дорогой; поэтому длина эта в С.Ш.А. получается больше строительной длины (403 249 км.).
Средний грузооборот или густота движения (на 1 км эксплуат. длины)	т. ткм/км	915	1 129	774	862	1 470	740	947	638	1 078	*6 Кроме основного капитала компаний, эксплуатир. узловые и конечные станции, составляющего ~ 1 500 000 р.
Средний пассаж. оборот	пас. км/км	—	953	—	705	140	74	1 488	256	292	*7 По дорогам с доходом свыше 2 000 000 р. (эксплоат. длина их 380 797 км.).
Средняя подъемная сила вагонов тов. парка	т	10,9	16,6	18	—	40,6	33	12,5	17,1 *а	17,1 *а	*8 Данные взяты по дорогам с доход. свыше 1 000 000 р. в год (90% всей сети).
Средний вес тов. поезда (нетто)	т	132	283	—	—	675 *7	475	—	387,8	411,1	*9 На 1924 г.
Количество локомотивов в шт. на 1 км эксплуат. длины		0,74	0,50	0,44	0,47	0,165	0,09	0,33	0,27	0,24	*10 По сети госуд. ж. д.
Количество вагонов тов. парка		23,70	13,90	9,80	12,40	5,80	3,50	4,85	5,98	6,03	*11 Отправлено.
Колич. вагонов пассаж. парка		2,20	1,60	0,90	0,95	0,145	0,10	0,84	0,40	0,39	Источники.
Средняя скорость тов. поездов	км/ч	13	—	—	—	19	—	—	13,7	13,4	Длиностр. государств. данные взяты из материалов по статистике путей сообщения ЦСК НКПС, вып. 67, 1927 г.
Количество работников на 1 км эксплуат. длины	чел.	21,5	13,8	11	—	4,6 *7	2,6 **	16,3	10,8	13,2	По СССР основные показатели взяты из «Материалов статистики путей сообщения», вып. 85, М., 1928 г., а отдельные данные соответственно: *а «Ежемесячн. бюллетень транспортной статистики», 8 (54), стр. 72, *б По общ. тов. инд. 1,815, *с » » » 1,821
Средн. расх. на 1 поезд-км	руб.	—	3,40	2,50	—	—	—	1,44	2,04	2,41	(инд. взяты из «Планового хозяйства», М., 1927, 9).
Валовой доход (округл.)	тыс. руб.	1 870 000	2 150 000	330 000	866 000	12 000 000 *7	870 000	372 000	525 373 *б	893 840 *с	*д Контр. цифры Госплана СССР на 1927/28 г.
» расход »	» »	1 540 000	1 830 000	318 000	730 000	8 900 000	710 000	209 000	438 274 *б	760 291 *с	
Коэфф. эксплуатации		83	85	96	84	74	82	56	83,42	85,07	
Основной капитал	тыс. руб.	11 200 000	12 000 000	—	3 020 000 *4	42 200 000 *7	6 600 000	1 840 000	5 151 700	5 151 700 *д	
Основной капитал на 1 км эксплуат. длины	» »	340	226	—	99 *4	102	105	153	69	68	
Всего пострадавш. на ж. д. лиц (рабочих, пассажиров и посторонних) при движении и вне движения:											
а) убито	тыс. чел.	—	—	0,527	0,059	6,766	0,362 *2	—	2,587	3,749	
б) ранено	» »	—	3,042	2,066	0,772	137,435	9,808 *2	—	27,478	75,219	

При составлении этой таблицы денежные выражения указаны в золотых руб., при чем перевод иностранной валюты произведен по паритету 1925 г. из расчета: 1 долл.=1,94 зол. р., 1 фунт. ст.=9,46×0,93=9,36 р., 1 мар.=0,46 р., 1 фр.=0,375×0,246=0,092 р., 1 лира=0,375×0,206=0,077 р., 1 иена=0,965×0,82=0,79 р.

значения железные дороги необходимы и для обеспечения обороны страны.

Классификация Ж. д. В зависимости от их конструкции и назначения, а также от условий сооружения и эксплуатации Ж. д. разделяются на различные виды. Официально установленной, определенной классификации Ж. д. не существует, и различные авторы подходят к вопросу классификации с индивидуальной точки зрения. Стандартная классификация для Ж. д. СССР разработана пока только по признаку грузооборота (проект НКПС, опубликованный в «Вестнике стандартизации», № 5, 1927 г.). В действительности классифицировать Ж. д. приходится по целому ряду признаков, как указано в табл. 2.

Основным видом Ж. д., имеющим преимущественное распространение во всех странах земного шара, являются обыкновенные наземные паровозные Ж. д. с двумя гладкими рельсами, образующими прочную рельсовую колею, по к-рым обращается специальный подвижной состав с глухо насаженными на оси одноробордными колесами. Главнейшие характеристики нашей стандартной классификации таких Ж. д. в зависимости от размеров ожидаемого движения даны в табл. 3.

Обслуженность как целых стран, так и отдельных районов Ж. д. в значительной степени характеризует уровень их хозяйственного и культурного развития. Достаточно удовлетворительные показатели обслуженности, учитывающие все основные данные, пока не выработаны. Обычно показатели (коэффициенты) обслуженности выражаются в виде отношения протяжения Ж. д. (L км) того или иного района: а) к площади его территории (F в сотнях км²):

$$k_1 = \frac{L}{F},$$

б) к его населению (N в десятках тысяч жителей):

$$k_2 = \frac{L}{N},$$

в) к площади и населению, при чем в этом случае показатель является средним геометрическим первых двух показателей (формула Энгеля):

$$k = \sqrt{k_1 \cdot k_2} = \frac{L}{\sqrt{F \cdot N}}.$$

Наиболее характерным из этих трех показателей является последний.

Современное протяжение (к началу 1926 г.) Ж. д. в отдельных государствах и колониях земного шара с характеристикой их обслуженности указано в табл. 4.

Железнодорожные устройства. Все ж.-д. устройства, или отдельные части Ж. д. обычного типа, подразделяются на следующие виды: а) земляное полотно — насыпи и выемки с соответствующими укреплениями их откосов, с кюветами и водоотводными канавами; б) искусственные сооружения — мосты, путепроводы, трубы, лотки, тоннели, подпорные стенки; б) в е р х н е е строение пути — балласт, шпалы, рельсы, скрепления, стрелочные переводы, крестовинные пересечения; г) принадлежн о с т и и оборудование пути — путевые знаки, инвентарь, переносные

щиты, снегоочистители, живые изгороди; е) с в я з ь — телеграф, телефон, сигнализация и блокировка; ж) путевые постройки (казармы, полуказармы, сторожевые будки) и переезды; з) ст а н ц и о н н ы е постройки — пассаж. здания, платформы, тов. помещения, дежурные помещения, паровозные депо, вагонные сараи, мастерские, больницы, амбулатории, диспансеры, прачечные, материальные склады и прочие здания; и) в о д о с н а б ж е н и е и к а н а л и з а ц и я — водоприемники, водоподъемные и водоемные здания, водопроводные трубы, гидравлич. колонки, пожарные и водоразборные краны, канализационная сеть и ее оборудование; к) п р и н а д л е ж н о с т и и о б о р у д о в а н и е с т а н ц и й — семафоры, централизация стрелок и сигналов, поворотные устройства, вагонные весы, упоры, габаритные ворота, кубы для кипячения воды, заборы, нефтеснабжение, освещение, оборудование всех зданий.

Сооружение Ж. д. Перед сооружением Ж. д. должны быть произведены тщательные экономич. и технич. изыскания, на основании которых устанавливается тип и класс дороги, составляется общий проект и расчетная ведомость на ее устройство и оборудование. Сооружение Ж. д. значительного протяжения производится по заранее составленному плану работ особым строительным управлением, находящимся в ведении Центрального отд. строит. Ж. д. НКПС. Под звездные пути малого протяжения обычно строятся распоряжением правления той ж. д., к к-рой путь примыкает, или же распоряжением заинтересованного предприятия. Во время постройки Ж. д. по ней при первой возможности открывается временное движение.

Эксплуатация Ж. д. По окончании постройки Ж. д. сдается в эксплуатацию, и по ней открывается регулярное движение. Под эксплуатацией Ж. д. разумеется вся система организационных и производственных мероприятий, необходимых для осуществления пассажирских и грузовых перевозок. Для этой цели организуются центральные и линейные органы, которые д. б. обеспечены кадром служащих и рабочих, а также необходимыми предметами и материалами. Результаты эксплуатации современных Ж. д. характеризуются табл. 5.

Лит.: см. соответствующие статьи.

ЖЕЛЕЗНАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ. Железные линии имеют в СССР большое распространение на телефонных магистралях второстепенного значения; они строятся из проводов диаметром 3, 4, 5 и 6 мм. Телефонирование на большое расстояние по железным линиям невозможно вследствие сильного влияния *скин-эффекта* (см.), увеличивающего омич. сопротивление и уменьшающего самоиндукцию проводов. Дальность передачи по железным линиям при условии прекрасной слышимости не превышает 120 км. Расчет омич. сопротивления R' переменному току и расчет самоиндукции L' железного провода производится следующим образом:

$$R' = k_1 R \Omega,$$

где R — сопротивление постоянному току, k_1 — коэфф., определяемый из помещаемой

ниже таблицы в зависимости от величины

$$x = 2\sqrt{\frac{\omega \cdot \mu}{R \cdot 10^4}},$$

(ω —круговая частота, μ —магнитная проницаемость, равная 120—150);

$$L = L_1 + k_2 L_2,$$

где L_1 —внешняя, L_2 —внутренняя самоиндукция провода, обуславливаемая магнитным полем внутри провода, k_2 —коэффициент, определяемый из той же таблицы. Подставляя

Значения коэффициентов k_1 и k_2 .

x	k_1	k_2	x	k_1	k_2
0,25	1,00001	1,00000	3,5	1,49202	0,76550
0,50	1,00032	0,99984	4,0	1,67787	0,68632
1,00	1,00519	0,99741	5,0	2,04272	0,55597
1,50	1,02582	0,98711	6,0	2,39359	0,46521
2,00	1,07816	0,96113	8,0	3,09445	0,35107
2,50	1,17538	0,91347	10,0	3,79857	0,28162
3,00	1,31809	0,84517	20,0	7,32767	0,14128

значения L_1 и L_2 , получим выражение для действующей самоиндукции на единицу длины провода (1 км):

$$L' = (0,4605 \lg \frac{a}{e} + k_2 \cdot 0,05\mu) 10^{-3} \text{ Н},$$

где a —расстояние между проводами, e —радиус провода; обе величины—в одних и тех же единицах. На 1 км шлейфа мы будем иметь:

$$L' = (0,921 \lg \frac{a}{e} + k_2 \cdot 0,1\mu) 10^{-3} \text{ Н}.$$

См. *Линия связи*.

Лит.: Фауль Ф., Справочник по электротехнике, пер. с англ., т. 1, М., 1928; Spielrein J., La lumière électrique, Р., 1914. Н. Баев.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ, система условных знаков (сигналов), которыми жел.-дор. агенты уведомляют друг друга о разных обстоятельствах, относящихся к движению поездов. Необходимость Ж. с. обусловлена тем обстоятельством, что во многих случаях жел.-дор. практики нет возможности передать необходимое уведомление на словах или письменно; напр., когда нужно своевременно сообщить приближающемуся к станции поезду, может ли он быть принят на станцию, ему подается условный знак специальным сигнальным прибором—семафором. С сигналом не следует смешивать разные встречающиеся на ж. д. надписи, напр.: «свисток», «закрой поддувало», «место остановки паровоза» и т. п.

В какие бы формы Ж. с. ни выливалась, она должна удовлетворять следующим требованиям: 1) быть понятна и доступна наименее образованным ж.-д. служащим (напр. путевым сторожам); 2) быть возможно более простой (напр. требование остановки поезда—красный цвет); 3) гарантировать от недоразумений (напр., к какому из двух рядом стоящих поездов относится данный сигнал); 4) быть последовательной, т. е. один и тот же сигнал при всяких обстоятельствах должен означать одно и то же. Ж. с., не удовлетворяющая этим требованиям, в особенности при мало подготовленных агентах, не только не способствует безопасности движения, но зачастую и сама ведет к катастрофам.

Уведомление, условно заключенное в сигнале, м. б. по своему содержанию либо при-

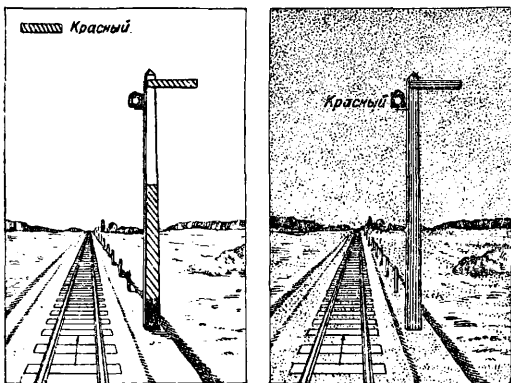
казом для обязательного исполнения либо только оповещением. В первом случае сигнал требует от соответственного ж.-д. служащего каких-нибудь определенных и безусловных действий; например, красный огонь на семафоре требует от машиниста немедленной остановки поезда. Во втором случае сигнал никаких действий не требует, а только держит ж.-д. служащих в курсе дела; напр., красный огонь в голове поезда слева по направлению движения сообщает, что поезд следует по неправильному пути не в силу какого-то недосмотра, а согласно сознательно сделанному распоряжению.

Сигналы разделяются на видимые (оптические) и звуковые (акустические). Видимые сигналы подразделяются на дневные и ночные. Видимые сигналы выражаются цветом, формой и положением сигнальных приборов, а в некоторых случаях и числом приборов. Дневные сигналы применяются в светлое и ясное время, когда их можно различать на расстоянии не менее 700 м. Ночные сигналы применяются в темное время и в непогоду, когда дневной сигнал на расстоянии 700 м не м. б. различаем. Приборами, служащими для подачи дневных видимых сигналов, являются крылья семафоров, цветные диски, щиты, флаги и знаки на стойках стрелок. При неимении сигнальных приборов сигналы подаются маханием руки или каким-нибудь предметом. Средством для подачи ночных видимых сигналов служат цветные огни, помещаемые в сигнальных фонарях, а также махание любым светящимся предметом.

Главную роль в сигнализации играет цвет сигнальных приборов, а не их геометрич. форма, так как цвет прибора в большинстве случаев различается на значительно большем расстоянии, чем его геометрич. очертание. В Ж. с. приняты следующие цвета: а) дн ем: красный—для окраски сигнальных приборов, подающих приказ «стой»; зеленый—приказ «тише»; желтый—для предупредительных сигнальных приборов; белый с черным—для остальных случаев; б) н о ч ь ю: красный, выражающий безусловное требование остановки; зеленый, выражающий в всех приборах, кроме семафоров, требование замедлить ход, а на семафоре—требование свободного дальнейшего следования; желтый, оповещающий о том, что находящийся впереди семафор закрыт; синий, выражающий требование прекратить маневры; молочно-белый, выражающий на предупредительных сигнальных приборах требование дальнейшего следования поезда, на маневровых приборах—требование продолжать маневры, а на стрелочных указателях и дисках путевого заграждения—уведомление о положении стрелки и заграждения; прозрачно-белый, применяемый в ручных фонарях при маневрах—для оповещения о том, что путь свободен для дальнейшего следования, а также в поездных фонарях. Постоянные сигнальные приборы устроены так, что появление на них ночью прозрачно-белого огня, вместо сигнального цветного, свидетельствует о неисправности прибора. Отсутствие в надлежащем месте семафора (например у входа на стан-

цию) или другого постоянного сигнального прибора, а равно отсутствие на них сигнала, неясная или двойственная подача сигнального приказа, одновременное появление разноречивых сигнальных приказов и вообще всякое сомнение в правильности подачи сигнала д. б. принимаемо за приказ остановки. Звуковые сигналы выражаются числом или сочетанием звуков различной длительности и применяются в одинаковом виде днем и ночью. Приборами, служащими для подачи звуковых сигналов, являются духовые рожки, ручные свистки, свистки паровоза, хлопушки, станционные колокола и гудки мастерских.

По продолжительности своего применения сигналы подразделяются на постоянные (наприм. сигналы семафора у входа на станцию) и переносные (наприм. например зеленого диска, требующий замедления хода при ремонтных работах на пути). По своему значению сигналы подразделяются на пять групп: 1) путевые сигналы—ограждающие путь, сооружения и станции; 2) стрелочные указатели и сигналы—маневровые, путевое ограждения и водоналивных кранов; 3) поездные указательные сигналы; 4) распорядительные сигналы



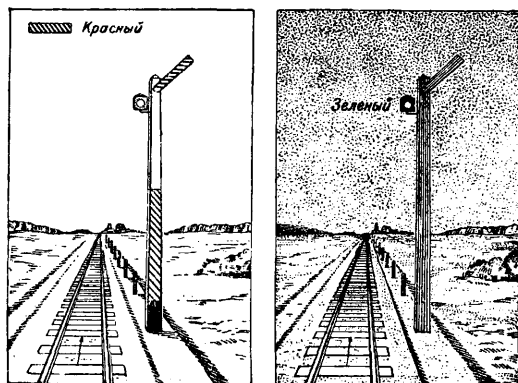
Фиг. 1.

при отправлении и следовании поездов; 5) оповестительные сигналы и сигналы для взаимных сношений.

К приборам, подающим путевые сигналы, относятся: а) постоянные сигнальные приборы: семафоры и их предупредительные диски, а также красные и зеленые диски на столбах и б) переносные сигнальные приборы: красные и зеленые диски (или красные и зеленые флаги) в руках служащего, подающего сигналы, а также все приборы, подающие звуковые сигналы, как то: рожки, свистки и хлопушки.

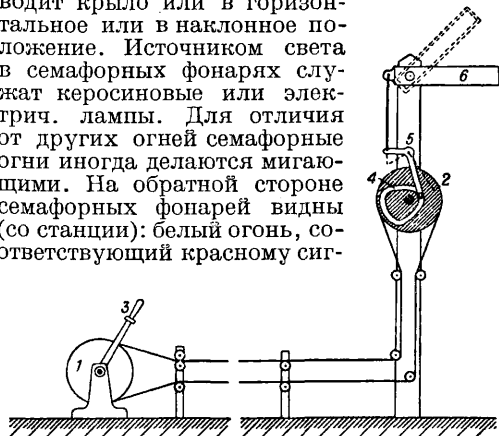
Семафоры чаще всего применяются для подачи поезду сигнальных приказов: 1) при подходе его с перегона к станции (входные семафоры), 2) при отправлении со станции (выходные) и 3) при проследовании с одного путевого участка перегона на другой (проходные семафоры). Реже семафоры применяются в случаях подхода к некоторым искусственным сооружениям или особенным местам пути, как то: подъемные мосты, пе-

ресечения ж.-д. линий на одном уровне (семафоры прикрытия). Семафоры устраиваются в виде мачты высотой в 8 м и более, с прикрепленным к ней подвижным крылом и



Фиг. 2.

подвижными очками, для помещения перед фонарем стекол надлежащего цвета. Семафоры подают два приказа: 1) «стой», который днем выражается горизонтальным положением крыла, а ночью—красным огнем фонаря (фиг. 1), и 2) «путь свободен», который днем выражается наклонным положением крыла, поднятого под углом 45° к горизонту, а ночью—зеленым огнем фонаря (фиг. 2). Для перевода крыла из одного положения в другое применяется в настоящее время приспособление, изображенное на фиг. 3: шквы 1 и 2 соединены между собою гибким стальным тросом, так что, поворачивая рычаг 3, сигналист соответственным образом поворачивает и шкив 2. На последнем имеется жолоб (улитка) 4, по которой ходит палец двуплечного рычага 5, соединенного штангой с хвостом семафорного крыла 6. Т. о., переводя рычаг 3 из одного положения в другое, сигналист переводит крыло или в горизонтальное или в наклонное положение. Источником света в семафорных фонарях служат керосиновые или электрич. лампы. Для отличия от других огней семафорные огни иногда делаются мигающими. На обратной стороне семафорных фонарей видны (со станции): белый огонь, соответствующий красному сиг-

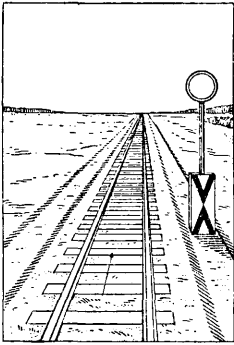


Фиг. 3.

нальному огню, и зеленый, соответствующий зеленому сигнальному; эти огни называются контрольными. Нормальным положением семафорного крыла считается горизонтальное (приказ «стой», или, как иногда говорят, «семафор закрыт»). При пропуске поезда

крыло поднимают, но по проходе поезда тотчас возвращают в горизонтальное положение. В случае разрыва троса крыло автоматически должно возвратиться в горизонтальное положение. Крылья семафоров располагаются с правой стороны, если смотреть с приближающегося к нему поезда, и окрашены с сигнальной стороны в красный, а с обратной стороны—в белый цвет. Мачты окрашиваются след. обр.: нижняя часть—в черный цвет, средняя—в красный и верхняя—в белый цвет.

В тех случаях, когда по местным условиям необходимо, чтобы машинист знал о семафорном сигнале еще до того, как он увидит самый семафор, впереди последнего устанавливаются приборы, подающие т. н. предупредительные сигналы. Эти приборы представляют собою столб с поворотным круглым диском и фонарем на нем и таким образом механически связаны с семафором, что, когда семафор подает приказ «стой», диск показывает в сторону поезда днем желтый круг, расположенный поперек пути, а ночью—желтый огонь фонаря; когда же семафор подает приказ «путь свободен», круг на диске расположен вдоль пути, а ночью виден молочно-белый огонь. В Германии предупредительные диски устанавливаются впереди всех без исключения семафоров, и самый диск имеет резко бросающийся в глаза вид благодаря оригинальной окраске своего основания (фиг. 4).

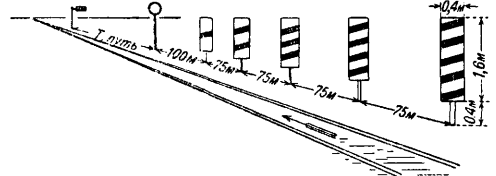


Фиг. 4.

а с обратной—в белый. Днем красный диск подает приказ «стой» тем, что его круг располагается поперек пути красной стороной к поезду, а приказ «путь свободен»—положением круга вдоль пути. Ночью красный диск подает те же сигналы, что и семафор.

Для подачи поезду сигнального приказа замедлить ход применяются зеленые диски в виде невысокого столба с наглухо прикреплен. к нему диском, расположенным поперек пути и окрашенным с сигнальной стороны в зеленый, а с обратной—в белый цвет. Днем зеленый диск выражает требование замедлить ход зеленым цветом своего круга, а ночью—зеленым огнем фонаря. В обратную сторону фонарь дает белый огонь. Все постоянные сигнальные приборы устанавливаются так, чтобы с приближающегося к ним поезда, к-рому они сигнализируют, они были видны с правой стороны по направлению движения поезда.

В тех случаях, когда неожиданно возникло на пути препятствие для движения поездов или когда необходимо оградить место ремонтных работ, связанных с нарушением целостности и надежности рельсового пути, приказ «стой» отдается при посредстве переносных красных дисков. Они окрашены с обеих сторон в красный цвет и навешиваются на шест высотой ок. 2 м; ночью на шест навешивается красный фонарь. Красные диски устанавливаются от ограждаемого



Фиг. 5.

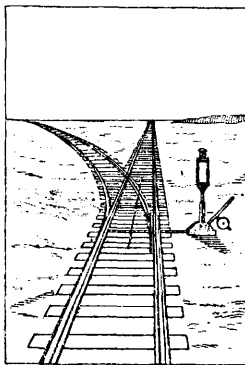
ими места на расстоянии полной длины тормозного пути, т. е. на таком расстоянии, чтобы поезд мог быть остановлен. Длина тормозного пути зависит гл. обр. от профиля пути и скорости движения поезда; для ж. д. СССР минимальная длина тормозного пути составляет 700 м.

При необходимости замедления хода поезда вследствие ослабления пути и искусственных сооружений для сигнала «тише» применяются переносные зеленые диски. Они окрашены с сигнальной стороны в зеленый, а с обратной—в белый цвет и навешиваются на шест высотой ок. 2 м; ночью на шест навешивается зеленый фонарь. Зеленые диски устанавливаются от ограждаемого ими места на расстоянии не менее 350 м. За неимением красных и зеленых дисков вместо них можно помещать на шестах развернутые красные или зеленые флаги, а при отсутствии шестов красные и зеленые флаги и фонари можно держать в руках. Переносный сигнал «путь свободен» подается днем свернутым зеленым флагом, а ночью—белым огнем ручного фонаря.

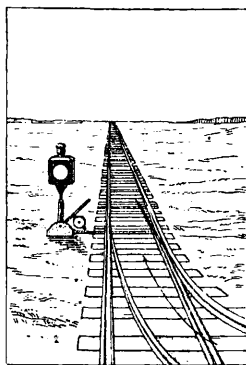
При неимении видимых сигнальных приборов сигналы «стой» и «тише» можно подавать движением рук или подачей звуков. Приказ «стой» выражается днем быстрым кругообразным маханием одной руки, а ночью—таким же маханием любым светящимся предметом или (как днем, так и ночью) подачей трех коротких звуков свистком, рожком или взрывом хлопнушек. Сигнал «тише» подается: днем—медленным маханием вверх и вниз одной рукой, а ночью—таким же маханием любым светящимся (но только не красного цвета) предметом или же (как днем, так и ночью) подачей двух отрывистых звуков свистком или рожком.

Стрелочные указатели являются постоянными сигнальн. приборами и применяются для указания положения остряков стрелок на достаточно большом расстоянии от последних—на практике, при наиболее благоприятных условиях, до 300 м. Имеется много разновидностей стрелочных указателей. «Нормальный» стрелочный указатель днем и ночью указывает положения стрелочных остряков след. обр.: 1) стрелка

поставлена на прямой путь по шерsti или против шерsti—днем и ночью виден молочно-белый прямоугольник (фиг. 6); 2) стрелка поставлена на отклоненный путь по шерsti—днем и ночью виден молочно-белый круг



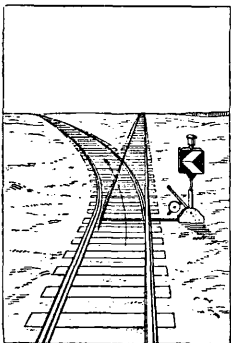
Фиг. 6.



Фиг. 7.

(фиг. 7); 3) стрелка поставлена на отклоненный путь против шерsti—днем и ночью виден молочно-белый угол с вершиной, обращенной в сторону отклоненного пути (фиг. 8).

Для подачи сигнальных приказов разрешения и прекращения маневров применяется квадратный щит, который окрашен с обеих сторон в белые и черные квадраты в шахматном порядке и показывает ночью молочно-белый и синий огни. Приказ «производить маневры» выражается: днем положением щита вдоль пути, а ночью—молочно-белым огнем фонаря. Приказ «прекратить маневры» выражается днем положением щита поперек пути, а ночью—синим огнем (фиг. 9). С обратной стороны маневровый щит показывает ночью те же огни, что и с сигнальной стороны. Прочие приказы при маневрах подаются ручными и звуковыми сигналами. Приказ «двинуться трубой паровоза вперед» выражается маханием над головой днем развернутым зеленым флагом, а ночью—фонарем с зеленым или белым огнем и одним протяжным звуком свистка или рожка. Приказ «двинуться тендером вперед» выражается маханием у ног днем развернутым зеленым флагом, а ночью—фонарем с зеленым или белым огнем и двумя протяжными звуками свистка или же рожка. Приказ «стой» выражается маханием по кругу—днем любым флагом, а ночью—фонарем с любым огнем и тремя отрывистыми



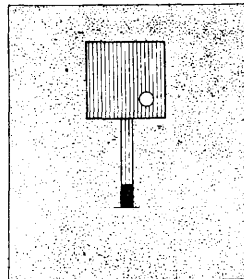
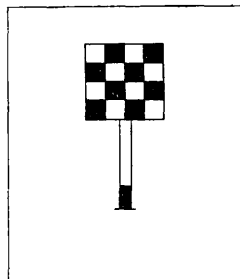
Фиг. 8.

звуками свистка или рожка. Приказ «тише» выражается медленным маханием вверх и вниз вытянутою рукою: днем—с развернутым зеленым флагом, а ночью—с фонарем с зеленым или белым огнем и двумя отрывистыми звуками свистка или рожка.

Для обозначения откидных брусьев, откидных тормозных башмаков, сбрасывающих стрелок, глухих упоров в конце тупиков и других заграждений применяются сигнальные приборы путевого заграждения и я. Между сигнальным прибором и самим заграждением должна существовать механич. связь. Когда путевое заграждение находится на пути, то сигнальный прибор показывает днем и ночью молочно-белый круг с горизонтальной черной полосой (фиг. 10), а когда путевое заграждение снято с пути, черная полоса имеет вертикальное направление (фиг. 11).

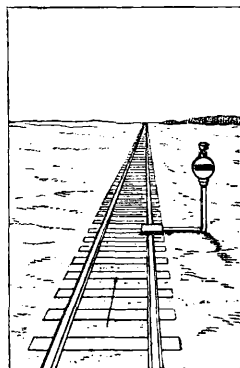
Для того чтобы машинист заблаговременно знал положение рукавов водоналивных кранов, применяются следующие сигналы: когда рукав расположен вдоль путей, днем на кране не видно никаких сигналов, а ночью виден прозрачно-белый огонь; когда же рукав расположен поперек пути, то днем виден самый рукав, окрашенный в красный цвет, а ночью—красный огонь фонаря на кране (фиг. 12).

Для подачи с поезда сигналов оповещений (но не приказов) применяются п о е з д н ы е указательные сигналы, к-рые имеют целью

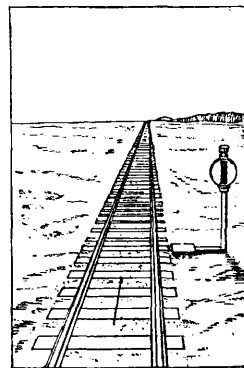


Фиг. 9.

обозначать голову и хвост каждого движущегося поезда. Голова поезда днем в нормальной обстановке движения не обозначается никакими сигналами, а ночью снаб-



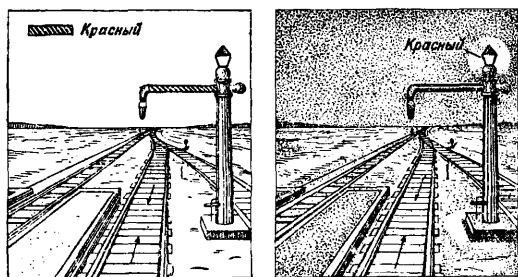
Фиг. 10.



Фиг. 11.

жается двумя белыми огнями, когда в голове поезда находится паровоз, и тремя белыми огнями, когда в голове поезда находится вагон. Когда в голове поезда, перевозящего людей, находится паровоз трубой вперед, то у основания трубы зажигается третий фонарь, светящий белым огнем и

служащий не сигнальным прибором, а лишь для освещения пути перед поездом. Голова одиночного следующего паровоза обозначается одним белым огнем. Когда поезд следует на двупутном участке по неправильному пути, то в голове его днем слева по направлению



Фиг. 12.

движения ставится красный диск (или флаг), а ночью левый фонарь показывает красный огонь. Когда в хвосте поезда находится вагон, то хвост поезда обозначается: днем—двумя незажженными боковыми фонарями и красным диском (или флагом) у упряжного крюка, а ночью—тремя красными огнями фонарей; когда в хвосте поезда находится тендер или паровоз трубою назад, то хвост обозначается: днем—одним красным диском (или флагом), а ночью—красным огнем фонаря на левом конце буферного бруса. Хвост одиночного следующего паровоза обозначается так же, т. е. одним красным сигнальным прибором. Маневровый паровоз обозначается ночью как спереди, так и сзади одним белым огнем фонаря. Дрезина и путевой вагончик обозначаются на однопутных участках: днем—красным в обе стороны диском (или флагом) на шесте, а ночью—красным огнем фонаря, также в обе стороны, а на двупутных участках—в сторону, откуда может появиться поезд, показывается днем красная сторона диска, а в обратную—белая сторона, и ночью, соответственно с этим, — красный и белый огни.

К распоряжительным сигналам, подаваемым при отправлении и следовании поездов, относятся: 1) сигнал, подаваемый перед отправлением пассажирского поезда, заключающийся в одном протяжном звуке ручным свистком, подаваемым главным кондуктором, и ответном на него протяжном звуке паровозного свистка; 2) сигнал, подаваемый перед отправлением товарного поезда, заключающийся в одном отрывистом звуке ручным свистком, подаваемым главным кондуктором, ответном на него отрывистом звуке паровозного свистка, означаемом готовность паровоза к отправлению, после чего следуют протяжный звук свистка главного кондуктора и протяжный паровозный свисток, подаваемый машинистом и означающий, что паровоз трогается с места и требуется внимание кондукторской бригады; 3) сигнал, подаваемый машинистом бригаде о необходимости тормозить ручными тормозами, заключается в 3 коротких звуках паровозного свистка, быстро следующих один за другим; 4) сигнал «оттормозить», по-

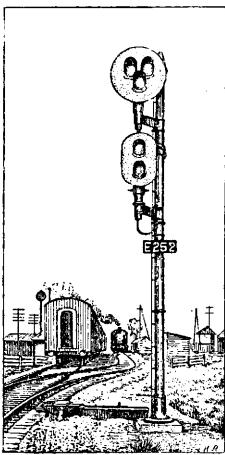
даваемый машинистом, заключается в двух коротких звуках паровозного свистка и 5) сигналы остановки или замедления хода, подаваемые машинисту из вагона поезда флагами или фонарями.

Оповестительные сигналы при движении поездов применяются следующие. Сигнал о приближении поезда к станциям и переездам, к людям на пути, дрезине или путевому вагончику подается одним длительным звуком паровозного свистка. Сигнал общей тревоги (например, о нападении злоумышленников на станцию, налете неприятельского воздушного флота и т. п.) подается в виде ряда частых отрывистых звуков гудка мастерских или свистков паровозов, рожков, ручных свистков или ударов в станционный колокол. Сигнал пожарной тревоги выражается чередующимися группами звуков, состоящих из одного длинного и двух коротких, подаваемых гудком мастерских, свистками паровозов, рожками или ручными свистками, или чередующимися группами звуков, состоящих из перезвона и двух отдельных ударов колокола. На перегоне путевой стражей, а на станции стрелочниками подаются оповестительные сигналы о приближении поезда: в случае нечетного поезда—в виде одного, а четного—двух протяжных звуков рожка. Сигналы о движении поездов вслед (один за другим) подаются в голове и хвосте первого из двух поездов, отправленных парю, след. обр. В голове поезда: днем—один зеленый диск или флаг справа, ночью—один зеленый огонь; в хвосте поезда: днем—один зеленый диск или флаг, ночью—один зеленый огонь справа. К оповестительным сигналам относятся также подаваемые пассажирам и служащим сигналы отправления пассажирского поезда посредством станционного колокола: один удар в колокол оповещает о предстоящем отправлении поезда, а два удара приглашают занять места. Немедленное отправление поезда дежурный по станции сигнализирует поднятием над головой днем белого диска, а ночью—фонаря с белым огнем. В. Лесковец.

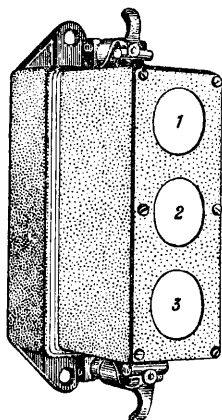
Реконструкция Ж. с. в СССР. Несомнелствие прежних «Общих правил сигнализации» (ОПС) возрастающим скоростям и густоте движения поездов, а с другой стороны, устарелость сигнальных устройств (однопроводные семафоры, деревянные мачты, неправильно размещенные крылья, неправильно установленные семафоры, недостаточная видимость и пр.) потребовали изменения тех и других. Полная реконструкция по плану НКПС разделена на три очереди так, чтобы при каждом новом издании ОПС вводились новые принципы и производилась переделка сигналов. Установлены следующие принципы реконструкции. 1) Полная централизация выработки общих форм сигналов и сужение прав отдельных ж. д. на издание т. н. «необязательных сигналов». 2) Абсолютный характер показаний семафора с крылом на три положения—«стой», «тихо», «путь свободен»; три формы семафорных крыльев для входных, выходных и прочих семафоров; два сигнальных семафорных огня: красный и зеленый (белый исключается); конструкция семафора должна обеспечивать от принятия

крылом неправильного положения в случае порчи семафора; применение контрольных огней только в неизбежных случаях, при чем исключается пользование для этого сигнальными цветами. 3) Обязательная установка предупредительных сигналов перед каждым главным сигналом, на расстоянии не менее полной длины тормозного пути; предупредительные сигналы должны давать также три показания, резко отличающиеся от показаний главного сигнала; хорошая дальность их видимости с сигнальными огнями: желтым и молочно-белым и с окраской самого сигнала в желтый цвет. 4) Введение стандартного типа стрелочного указателя на три положения. 5) Разработка рациональных форм, размеров и окраски переносных дисков с цветами: красный—«стой», зеленый—«тихо», желтый—«тормози до остановки» и желто-белый—«тормози до тихого хода». 6) Ручные флаги трех цветов: красный, зеленый и желтый. 7) Огни переносных фонарей: красный, зеленый, желтый и белый. 8) Порядок ограждения опасных мест пути при необходимости остановки или тихого хода поезда. 9) Установление ночной сигнализации во время тумана, дождя, снега и пр., с ограждением постоянных сигналов переносными и хлопучками. 10) Выработка простого способа для определения длины тормозного пути линейными агентами. 11) Установление обязательного рационального ассортимента сигнальных цветов.

Ж. с. за границей. На Западе и в Америке Ж. с. отличается большим разнообразием не только в отдельных государствах, но зачастую и на отдельных ж.-д. сетях одного и



Фиг. 13.



- 1 Зеленый «Путь свободен»
- 2 Желтый «Осторожно» - тихий ход
- 3 Красный «Стой»

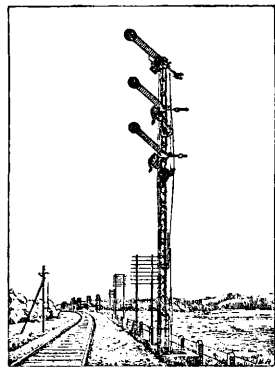
Фиг. 14.

того же государства. Все это разнообразие м. б. сведено к четырем главным системам: немецкой, французской, английской и американской (С. Ш. А.). Непрерывное возрастание скоростей движения поездов и густота движения вызывает необходимость увеличения дальности видимости сигналов, а это связано с увеличением высоты семафорных мачт, изменением формы и размеров крыльев и дисков, усилением освещения

сигнальных фонарей помощью рефлекторов, оптич. линз и сильных источников света (электрич., ацетиленового). Успех применения светофоров (фиг. 13) поставил на очередь замену дневных сигналов ночными. Кроме того, в будке поездного машиниста стали устанавливать особые «кеб-сигналы», которые автоматически непрерывно сигнализируют машинисту о положении находящегося впереди сигнала (фиг. 14).

Немецкая система Ж. с. принята в Германии, Австрии, Венгрии, Швеции, Швейцарии, Норвегии, Дании и (с некоторыми отступлениями) в СССР. Главная особенность немецкой системы, в отличие от принятой в СССР, заключается в том что в этой системе

ночные сигналы на предупредительных дисках показывают: при закрытом положении диска два желтых огня, расположенных по наклонной к горизонту линии, а при открытом—два таким же образом размещенных зеленых огня. На Баварских ж. д. имеется особый маневровый сигнал, представляющий собой столб с отвесно опущенным вниз решетчатым крылом и ночным голубым огнем—запрещающий производить маневры, если поезд стоит на станции или ожидается его прибытие. На Саксонских ж. д. применяется сигнал освобождения пути, состоящий из одного

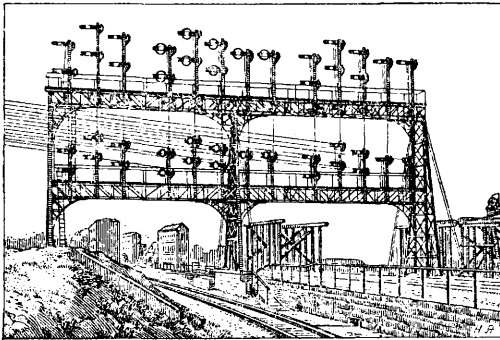


Фиг. 15.

или нескольких круглых дисков, окрашенных наполовину в белый и наполовину в красный цвет. В Австрии и Венгрии и открытое положение семафора ночью сигнализируется фонарем с белым цветом. Предупредительный сигнал (прямоугольный или круглый зеленый диск) показывает в темное время: зеленый огонь—при открытом положении и белый—в закрытом. В Швеции и входными сигналами и блок-сигналами служат поворотные диски и семафоры с крыльями, направленными вправо; для выходных сигналов применяются только семафоры. Предупредительным сигналом служит круглый поворотный зеленый диск с косой белой полосой; ночные сигналы: открытый диск—зеленый огонь, закрытый—белый. В Дании и обычные немецкие сигналы дополнены сигналом занятия участка рабочим поездом—белый флаг. Крыло входного семафора имеет на конце круглый диск; крыло выходного и проходного обрезано под прямым углом; крыло блок-сигнала имеет на конце наклонный квадрат; конец крыла предупредительного сигнала имеет форму ласточкина хвоста. «Путь свободен» сигнализируется крылом, опущенным вниз под углом 45°. Для сигнализации сквозного через станцию прохода поезда на входном семафоре ниже главного сигнала помещают второе крыло предупредительного сигнала. Свободный сквозной проход сигнализируется опусканием обоих крыльев под углом 45°; остановка на станции—опусканием крыла главного сигнала под углом 45° и поднятием на 90° крыла предупредительного сигнала. «Тихий ход» сигнализируется желтым цветом. В Швеции крылья семафоров расположены с левой стороны мачты (фиг. 15). Предупредительные сигналы (диски) сигнализируют так же, как и в Австрии.

Англ. система принята, кроме Англии, в Бельгии, Италии и части в Голландии. Здесь различают сигналы: а) постоянные неподвижные, б) ручные, в) хлопучки и г) поездные. Общее значение сигнальных цветов: красный—«опасность», зеленый—«путь свободен». В качестве постоянных сигналов применяются только семафоры, сигнализирующие: а) «стой»—днем горизонтальное положение крыла, а ночью—красный огонь; б) «путь свободен»—днем крыло вниз под углом 45°, ночью—зеленый огонь. Крыло предупредительного сигнала имеет на конце треугольный вырез; этот сигнал устанавливается впереди главного сигнала на различных расстояниях—от 250 до 900 м. Конец крыла входного семафора обрезан перпендикулярно длине. Ночные сигналы—главный и предупредительный—сигнализируют одинаково; красный огонь ночью и горизонтальное крыло днем в Англии

обозначают: на входном сигнале «стой», а на предупредительном не запрещают проезда мимо него; в этом заключается существенный недостаток англ. системы сигнализации. Сигналы разветвления непременно устанавливаются на отдельных мачтах, однако помещаются на общей консоли. На станциях на одной мачте могут помещаться несколько крыльев, если пути, к которым они относятся, расположены влево; в этом случае крылья сигнализируют по порядку, сверху вниз, путям, в порядке расположения их, слева направо. Пригласительные сигналы подаются короткими крыльями, расположенными под крылом главного входного сигнала. Крыло этого семафора может быть поднимается в том только случае, когда надо остановить поезд у входного сигнала и затем дать разрешение на осторожное продвижение по свободному пути станции, но ни в коем случае не просажать выходного семафора. Маневровые семафоры имеют короткие крылья с буквой S или другим знаком, расположенным на мачте главного сигнала, или состоят из крыла и диска на особом столбе высотой 3,5 м. Сигналы разветвления служат для движения с боковых на главные пути. Контрольные огни на постоянных сигналах вообще применяются только при закрытом положении сигнала и подаются белым огнем. Иногда



Фиг. 16.

в качестве контрольного применяется пурпурово-красный цвет при показании сигнального огня «путь свободен». Благодаря принятой в Англии системе число сигналов на линии и на станциях весьма велико, и пестрота их значительно усложняет картину сигналов (фиг. 16). Прочие сигналы значительных особенностей не представляют. Для поездных сигналов принято правило, что нижний хвостовой фонарь (красный цвет) д. б. зажжен днем и ночью на случай тумана, ливня или снега; два других хвостовых фонаря (также красный цвет) загораются только в темное время. В Б е л г и и правила техник. эксплуатации различают: постоянные сигналы, поездные и переносные. Главный и предупредительный сигнализируют крыльями различной формы. Особой формы семафоры (в виде канделябра) устанавливаются при подходе к станции нескольких путей. В И т а л и и семафоры разделяются на три класса: главные, предупредительные и ограждающие. Способ сигнализации соответствует английскому. Г о л л а н д с к и е правила разделяют сигналы на путевые, поездные и маневровые. Как и в Бельгии, главные и предупредительные сигналы подаются только крыльями семафоров, а именно: днем — горизонтальное крыло и ночью — красный огонь для сигнала «стой»; крыло вверх или белый огонь — «путь свободен»; крыло вниз или зеленый огонь — «тихий ход».

Ф р а н ц у с к и е правила различают путевые и поездные сигналы. Путевые сигналы заявляют: «путь свободен», «стой» и «тихий ход». Отсутствие сигнала обозначает, что путь свободен. Переносные сигналы — ручные флаги и фонари; неподвижные — диски и семафоры. Во Франции в качестве главного сигнала служат как диски, так и семафоры, что создает пестроту системы. Круглые красные диски на два положения показывают: поперек пути (ночью красный огонь) — «стой», параллельно пути (ночью белый огонь) — «путь свободен». При сигнале «стой» машинист должен двигаться далее и принять меры к остановке у вперед стоящего предохранительного столба. Сигналом абсолютной остановки является четырехугольный шахматный с красными и белыми клетками диск, принимающий два положения: поперек пути (ночью два красных огня) — «безусловная остановка» и параллельно пути (ночью один белый огонь) — «путь свободен». Эти диски служат входными на станцию сигналами. Семафоры с одним или несколькими крыльями, расположенными влево от мачты, применяются

как блок-сигналы и сигнализируют: «стой» — днем горизонтальное положение крыла, а ночью — один зеленый и один красный огонь; «тихий ход» — днем наклонное вниз крыло, а ночью один зеленый огонь; «путь свободен» — днем опущенное вниз отвесно крыло, а ночью белый огонь. Сигнал «тихий ход» — поперек пути: днем круглый зеленый диск, ночью один зеленый огонь; тот же диск параллельно пути (ночью один белый огонь) — «путь свободен»; эти сигналы применяются при проходе стрелок ответлений против шерсти. Сигналы разветвления — четырехугольные шахматные диски с зелеными и белыми клетками — устанавливаются (часто одновременно с красными круглыми дисками) перед сигналом абсолютной остановки у разветвлений на перегоне. Вместо этого ставится также диск с освещенной сбоку или изнутри надписью «BIFUR». Поездные сигналы мало отличаются от наших сигналов.

В С. Ш. А. наблюдается большое разнообразие сигнализации; однако в последние годы начинают преобладать следующие принципы. Постоянным основным сигналом является семафор на три положения: горизонтальное крыло днем, красный огонь ночью сигнализируют «стой»; наклонное вверх под углом 45° к горизонту, а ночью желтый огонь — «тихий ход»; поднятое вертикально вверх крыло, а ночью зеленый огонь — «путь свободен». Ниже крыла главного сигнала на той же мачте часто помещается предупредительный сигнал, относящийся к расположенному впереди главному сигналу. Этот предупредительный сигнал часто также имеет три положения и отличается от главного формой, цветом и ночными огнями (красный, пурпурово-красный, зеленый и желтый). Американская практика последних лет расширяет применение светофоров.

Лит.: Труды 19 Съезда начальников служб связи и электротехники путей сообщения, М., 1924; M a r t i n s H., Grundlagen d. Eisenbahnsignalwesens, Lpz., 1909; Röll's Enzyklopädie d. Eisenbahnwesens, 2 Auflage, B. 1—9, B.—W., 1912—21; «The Railway Signaling», Chicago, 1925. Д. Наргин.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СТАТИСТИКА, отрасль транспортной статистики, которая, в свою очередь, является одной из ветвей общегосударственной статистики. Ж. с. в центре ведаёт Центральный отдел статистики и картографии (ЦСК), объединяющий всю статистику, работу транспорта и руководящий ею. На местах на ж.-д. транспорте имеются специальные статистич. органы в правлениях ж. д. С 1927 г. ЦСК вошел в состав Центрального планового управления НКПС, и т. о. на транспорте, так же как и по всей линии ЦСУ, достигается проникновение статистической работы потребностями планирования. Железнодорожная статистика является наиболее развитой и установившейся отраслью транспортной статистики.

Как и всякая практическая статистич. работа, Ж. с. охватывает три стадии: 1) соби́рание материала, 2) сводку и 3) научную обработку и анализ. Основным источником статистич. наблюдений в отношении техник. статистики, дающей статику ж.-д. хозяйства, является использование записей, фиксирующих состояние имущества дороги, значащегося в целом ряде его описей, профилях, инвентарях и т. п. Для отражения динамики работы дороги пользуются рядом документов, характеризующих работу ж. д. Так, напр., данные о работе подвижного состава получаются из разработки маршрутов машинистов по паровозам в различных видах их работы, а также из поездных (путевых) журналов по поездам и вагонам; результаты работы ж. д. по перевозкам исчисляются на основании дорожных и передаточных ведомостей по моменту выдачи грузов или сдачи с дороги на дорогу, а для пассажиров — по отчетам о продаже билетов; источником сведений по статистике труда и быта являются платежные ведомости; по рас-

ходу топлива на паровозе—те же маршруты машинистов и т. д. На основании этих источников наблюдения осуществляется по преимуществу сплошной документальный учет по всем главным отраслям ж.-д. хозяйства, при чем то обстоятельство, что эти документы выявляются в результате хозяйственного процесса, придает им особенную достоверность.

Выборочный метод исследования, т. е. наблюдение лишь части объектов и распространение результатов на другие объекты, имеет весьма ограниченное применение и используется пока преимущественно лишь в статистике труда (напр. при обследовании бюджетов работников транспорта). Этот метод наблюдения д. б. всячески рекомендуем как наиболее экономичный и дающий возможность выяснения ряда других существенных вопросов, как, напр., о скорости продвижения грузов, простоях вагонов, бюджете их времени и т. п.

Помимо указанных методов на ж.-д. транспорте применяется еще единовременный учет на определенный момент, например перепись вагонов, производимая обыкновенно в мае, служащая основанием для разверстки вагонов товарного парка и основанная на непосредственном списывании № вагонов и их основных признаков с натур; такой же метод применим для учета железнодорожников и их семей. Вообще на ж.-д. транспорте мы имеем как основные, так и текущие статистич. наблюдения. К первым следует отнести изучение состояния явления на данный момент, применяемое к явлениям, мало меняющим свой состав во времени, напр. технич. статистика, к-рая проводится один раз в несколько лет. Ко вторым—изучение явления в его изменениях, напр. работа подвижного состава, перевозки и т. п.

Наиболее сложной работой, требующей значительной затраты средств, является табличная сводка первичного материала. Основные признаки, по к-рым производятся разработка и табулирование, д. б. тщательно проработаны—от этого зависит дальнейшее использование материала. Документы, поступающие в отделы статистики дорог, проверяются, обрабатываются, с них выписываются карточки, количество к-рых по перевозкам достигает на дорогах сотен тысяч в месяц, а в год—нескольких миллионов. В связи с громоздкостью производства этих работ ручным способом, в настоящее время ЦСК проводит применение счетно-аналитич. машин Голлерита и Пауерса, значительно ускоряющих и удешевляющих разработку материала. В результате указанной сводки получают абсолютные величины—количество подвижного состава и работа его, выраженные в простых и сложных единицах измерения (напр.: паровозо-, поездо-, вагоно-осекилометры, тоннокилометры, пассажирокилометры и т. д.). Эти абсолютные величины сами по себе еще не дают качественной характеристики состояния хозяйства и его работы; такие данные получают в следующей стадии статистическ. работ—в научной разработке, при выводе производных величин и при сопоставлении их между собой как в пространстве—между отдельными до-

рогами, так и во времени—по месяцам и годам. Эти производные величины, характеризующие по преимуществу работу и использование перевозочных средств ж.-д. транспорта, обычно называются измерителями и служат как для аналитич. целей, так и для расчетных и сметных построений.

Основными отраслями Ж. с. являются: 1) технич. статистика, 2) эксплуатационная статистика, 3) статистика перевозок пассажиров, багажа и грузов, 4) статистика материалов и топлива, 5) статистика труда и быта и 6) финансовая статистика.

1. Технич. статистика имеет своим предметом все основное имущество ж.-д. транспорта, его сооружения и оборудование. Сюда относятся: а) территория, путь и сооружения (гражданские и искусственные); б) устройства по водоснабжению, главные и участковые мастерские и силовые станции; в) инвентарь подвижного состава.

а) Статистич. сведения о территории заключают в себе описание полосы отчуждения ж. д. Изучение пути имеет двойкий характер: с одной стороны, путем сопоставления протяженности с территорией, населенностью и экономикой района, оно выясняет степень обслуженности страны, а с другой—имеет производственное значение. В последнем отношении различаются длина строительная и эксплуатационная, и, кроме того, в связи с однородностью единиц измерения, приобретает специальное значение длина виртуальная, приводящая данную длину к условной прямой, в связи с особенностями рельефа и конфигурации пути. Далее, в этом же разделе изучается рельсовое хозяйство, шпальное—по типам и по возрасту, и для характеристики выводятся соответствующие %-ные величины и средний возраст; сюда же относится изучение балласта. Перечисляются и классифицируются станции и устройства пути, стрелочные переводы и пр. Искусственные сооружения рассматриваются по их типам и протяжению.

б) Вторая группа имеет производственный характер и изучается по трем разделам: описание самого имущества, затрачиваемой и предоставляемой энергии и продукции. По водоснабжению имеются общее описание пунктов водоснабжения и характеристика их оборудования, с выделением котлов, насосов и двигателей, а также данные о расходе воды. По главным мастерским, по отдельным их видам, указываются площадь, вместимость (подробно по цехам), оборудование, мощность силовых установок и пр. Помимо этого изучается и техническая производительность мастерских, что представляет, однако, большие затруднения. По несколько упрощенной программе изучаются и участковые мастерские.

в) Третья группа разбирает вопросы подвижного состава. Парк паровозов и вагонов учитывается как инвентарь в физич. единицах, чем этот учет отличается от учета эксплуатационного, где он фигурирует в среднесуточных величинах. Основанием учета являются формуляры и акты о приемах, испытаниях и пр. Изучение производится как по составу парка, а с подробным разделением по типам, сериям, подробн. описанием

частей и проч., так и по возрастам или годам постройки. Основным моментом этого изучения является приведение к одной единице измерения предоставленной мощности паровоза, вместимости пассажирского вагона и грузоподъемности товарного вагона. Только в этом случае получается правильная статистич. сумма парка. Такими единицами являются: сила тяги паровозов (в кг), количество мест в пассажирских вагонах, грузоподъемность товарных вагонов (в т).

2. Статистика эксплуатации паровозов и вагонов. Объектом ее является работа подвижного состава ж. д. В виду важности особого наблюдения за этой работой по оперативной линии, существуют диспетчерская и иная суточная распорядительная отчетность, например сведения о погрузке и проч. Статистическая отчетность обнимает три раздела: учет наличия подвижного состава, выраженного в среднесуточных величинах; работа, выраженная в паровозо-, поездо-, вагоно- и осекилометрах; измерители, характеризующие указанную работу.

Учет наличия ведется по признаку участия парка в работе. Так, напр., для паровозов учитывается общее наличие подвижного состава в распоряжении дорог (операционный парк, рабочий, эксплуатируемый и действующий). Особым разделом является деление на здоровый и больной подвижной состав. Изучение ведется и по типам подвижного состава. Учет паровозов, а также пассажирских и специальных вагонов особых затруднений не представляет, учет же товарных вагонов, непрерывно обмениваемых между дорогами, представляет большие затруднения. Ранее существовал т. н. номерной учет, по которому можно было легко проследить продвижение каждого вагона; в соединении с майской переписью вагонов это давало ежегодно почти исчерпывающую сверку вагонов и их размещения по дорогам. Теперь мы имеем только количественный учет, дающий меньшую точность, и поэтому работы как по переписи, так и по текущему обмену сопряжены с большими трудностями.

Работа паровозов, выраженная в пробегах, различается по видам: а) поездной пробог, учитываемый в зависимости от рода движения (пассажирское, служебное, товарно-воинское и хозяйственное движение) по количеству поездок километров, и б) вспомогательный, называемый обычно непроизводительным, делящийся на линейный (двойная тяга, подталкивание и одиночное следование) и условный (маневры, простой в горячем состоянии), исчисляемый в часах и затем условно переводимый в км (маневры—5 км, горячий простой—1 км). Пробег вагонов, как пассажирских, так и товарных, различается по типам вагонов (мягкие, жесткие, крытые, платформы, цистерны и пр.) и отдельно для различного рода движения.

Измерители (производные величины) отражают качество использования подвижного состава и подразделяются на паровозные, поездные и вагонные. По паровозам учитывается среднесуточный пробег паровоза (наличного или рабочего) для разного рода движения, получающийся в результате деления величин пробега на количество паровозов и

дающий материал для суждения о потребном их количестве. По поездкам—средний состав по родам движения, средний вес поездов в товарно-воинском движении нетто (т. е. чистый вес груза) и брутто (+вес подвижного состава, кроме паровоза) и средняя скорость техническая (без остановок по участку на промежуточных станциях) и коммерческая (с учетом этих остановок). Для вагонов: пассажирских—населенность на 1 ось вагона, товарных—средняя динамическая нагрузка вагона, получающаяся в результате деления количества *ткм* на количество вагоноосекилометров, и статич. нагрузка—количество *т* на количество погруженных вагонов. Все эти измерения дают материал преимущественно для расчетов и сметных построений. Что же касается надлежащего их использования в аналитич. целях, то они требуют известной группировки и обобщения; в этом направлении следует отметить предложение тотальных и оптимальных измерителей, например количество *ткм* брутто на 1 эксплуатируемый паровоз в сутки, количество *ткм* на 1 вагон в сутки [1].

3. Статистика перевозок пассажиров, багажа и грузов. Статистика пассажиров ведется в месячном и годовом разрезе. По месяцам изучаются количество перевезенных пассажиров, пробеги и средние дальности пробегов по сообщениям пригородному, местному и прямому. Годовая статистика добавляет к этому отправление пассажиров с отдельных станций с цензом 15 000 пассажиров. Наконец, один раз в 5 лет ведется сводная статистика пассажиров, дающая корреспонденцию станций и отдельных районов между собой. К этому виду статистики проявляет особый интерес ЦСУ СССР, черпающее отсюда сведения о механич. движении населения; в связи со значением таких данных возник проект расширения этой статистич. работы.

Статистика перевозок багажа ведется только в годовом разрезе, по краткой программе. Статистика перевозок грузов представляет собою наиболее полно развитую область работы. Помимо большого ведомственного значения она удовлетворяет нужды и ЦСУ СССР и отдельных наркоматов и организаций, характеризуя передвижение грузов по территории. Грузооборот изучается в ряде разрезов. Для изучения конъюнктуры даются срочные данные по десятидневкам о повагонной погрузке по наименованиям и по дорогам; такого же порядка данные, выраженные в вагонах, даются ежемесячно по районам Статплана СССР, через 10 дней после отчетного месяца. Наконец, сюда же следует отнести изучение движения грузов (сдача и прием) в вагонах по главнейшим узловым пунктам, дающее схематич. разрез грузовых потоков и исчисляемое по передаточным ведомостям.

Более тяжелая статистика дает перевозки по месяцам—в тоннах для разного рода движения (коммерч. поезда, хозяйственные) и по категориям (коммерч. и хозяйствен. грузы), их пробеги и среднюю дальность пробега 1 *т*, а равно густоту движения, выраженную в *ткм* на 1 км. В месячном же разрезе перевозки грузов и их пробеги изучаются по зна-

чительному количеству наименований (до 40), а равно по отправлению и прибытию по станционно, с объединением их по районам Статплана СССР.

Особым видом статистич. работы, возникшим недавно в связи с тарифной работой ведомства, является изучение грузооборота по видам тарифа (общий, льготный, исключительный и пр.), по отдельным родам грузов и по категориям грузохозов (государственные, кооперативные, частные), а также совместное изучение перевозок и дохода по ряду наименований, что дает возможность исследования средних ставок дохода по тем же грузам. В годовом разрезе, помимо указанных сведений, ведется особая работа по изучению густоты движения по линиям ж.-д. сети, как по всему грузообороту, так и по отдельным наименованиям, и, наконец, сводная статистика перевозок грузов по большому количеству наименований (207). При этом по системе разработок имеются две категории грузов: 1-я категория—постанционное отправление и прибытие, корреспонденция станций и районов Статплана СССР между собой и распределение перевозок по поясам пробегов (1—50 км, 51—100 км и т. д.), а 2-я категория—только по станциям и районам отправления, при чем грузы 1-ой категории охватывают свыше 90% грузооборота.

На основании указанных данных, а отчасти и собственного материала, ЦСУ исчисляет транспортные балансы отдельных районов. Кроме того, ЦСУ изучает вопрос о транспортных накидках на цены товара и т. п.

4. Статистика материалов и топлива ведется как в количественном, так и в ценностном выражении. Статистика материалов дается по 17 группам важнейших предметов (металлы, лесные материалы и т. д.) в годовых отчетах ж. д. Расход изучается гл. обр. по топливу, при чем исчисляется в эквивалентном 7 000-калорийном топливе. Расход исчисляется как общий, так и на паровозы, при чем последний—на особые измерители—ткм брутто. Кроме того, по важнейшим материалам имеется расход на измеритель по работе главных мастерских.

5. Статистика труда и быта проводится в следующих разрезах: 1) изучение численности и состава работников ж.-д. транспорта, 2) использование труда и рабочего времени, 3) заработная плата, 4) производительность труда, 5) вопросы быта (жилище, бюджет, род жизни и проч.) и 6) прочие вопросы (просвещение, здравоохранение, несчастные случаи и пр.). Из указанных вопросов изучение производительности труда представляет большие трудности, в связи с разнотипными условиями работы различных предприятий, и пока носит опытный характер.

6. Финансовая статистика изучает: 1) основной капитал, его строение и динамику на основании годовых отчетов по эксплуатации ж. д.; 2) доходы ж. д., определяемые теперь ЦСК путем разверстки общих поступлений между дорогами на основании их перевозок, с расчленением по источникам (от грузов, пассажиров, багажа, дополнительные сборы и пр.); 3) расходы ж. д. в соответствии с формой их отчета; 4) себестоимость перевозок, с расчленением по видам движения (пассажирские и товарные). Для изучения вопроса о ведении учета себестоимости различных элементов эксплуатации ж. д. в НКПС образована особая комиссия.

Изложенное выше передает главнейшее содержание статистич. работ на ж.-д. транспорте, но не исчерпывает их. Следует, например, особо отметить изучение статистич. материалов иностранных ж. д. в целях сравнения. Результаты всей стат. работы по ж. д. регулярно публикуются в «Ежемесячных бюллетенях транспорт. статистики» и в «Материалах по статистике путей сообщения».

Лит.: 1) К а з а н с к и й Е. В., «Ежемес. бюлл. трансп. статистики», Москва, 1929, 3; Н е к р а ш Л. В., Статистический метод в ж.-д. хозяйстве, Москва, 1927; «Материалы по статистике путей сообщения», Москва, 1921—28. Е. Спенглер.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

содержание и использование всех средств ж. д. для осуществления ее основной цели, т. е. перевозки пассажиров и грузов. Т. к. железные дороги можно рассматривать с двух точек зрения: как сложный технич. аппарат, предназначенный для выполнения механич. работы, и как организованное промышленное предприятие, то под Ж. э., в широком смысле слова, разумеют всю совокупность ж.-д. хозяйства как в техническом, так и в коммерческом отношении. Т. о., она распадается на две главные отрасли: техническую эксплуатацию и коммерческую эксплуатацию. К первой относятся: а) содержание и ремонт пути, б) содержание и ремонт сооружений, в) содержание и ремонт подвижного состава (тяговое хозяйство) и г) техническая организация движения. Ко второй относятся: а) извлечение доходов из ж.-д. перевозок и б) порядок оформления перевозок. Далее, как и всякое обширное хозяйство, ж.-д. предприятие требует строго планомерной деятельности. Разработка предварительных планов перевозок и приспособление наличных средств к осуществлению этих планов составляет содержание третьей отрасли Ж. э.—планирования и регулирования перевозок.

1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ.

а) Содержание и ремонт пути.

Виды ремонта. Для поддержания пути в нормальном состоянии необходим постоянный надзор за ним и своевременное устранение обнаруживаемых неисправностей; это и составляет задачу текущего ремонта, к-рый называется также частичным, когда путь ремонтируется по частям, по мере обнаружения неисправностей. С течением времени при таком ремонте путь делается неоднородным и неустойчивым. Поэтому признается необходимым раз в год проходить путь сплошным, или плановым, ремонтом, т. е. ремонтировать его во всех частях и на всем протяжении. Цель сплошного ремонта не только исправить обнаруженные неправильности, но и предохранить путь от повреждения на возможно более продолжительное время. Кроме частичного и сплошного ремонта, время от времени приходится производить массовую замену шпал, рельсов, скреплений и балласта; эти работы составляют капитальный ремонт пути.

Иногда к капитальному ремонту относятся работы, которые по существу своему должны исполняться при текущем ремонте, но вследствие каких-либо причин требуются в таких размерах, что выхоят из обычных рамок этого ремонта. Наконец, такие работы, которые предпринимаются для исправления каких-либо внезапных повреждений после стихийных явлений, схода поезда и т. п., составляют особую группу т. н. случаевного ремонта. Работы последнего вида бывают крайне разнообразны—от небольшого исправления, соответствующего обычному текущему ремонту, до полного возобновления пути.

Для осуществления надзора и ремонта ж. д. подразделяется на участки, протяжением 100—150 км, находящиеся в ведении начальников участков. Участки подразделяются на околотки, протяжением до 24 км на магистралях и до 32 км на пионерных дорогах, находящиеся в ведении дорожных мастеров. Околотки, в свою очередь, подразделяются на рабочие отделения (6—8 км), поручаемые артельным старостам. Указанные протяжения соответствуют однопутной линии; на двухпутных линиях они уменьшаются в 1,75 раза. Станционные пути считаются по 1 км за 0,33 км однопутной линии.

Текущий ремонт. 1) Выправка, перешивка и рихтовка линии. Одним из наиболее частых видов неисправности пути являются т. н. толчки, образующиеся от местных на одной или нескольких шпалах просадок одной или обеих рельсовых ниток. При одинаковой величине просадки обеих рельсовых ниток получается прямой толчок; при различной—перекос; последний вид просадки случается более часто и в большей степени отражается на ходе подвижного состава. Толчки и перекосы бывают обыкновенные и потайные. При обыкновенном толчке вызываемая им неправильность пути видна на глаз, а перекоп обнаруживается поверкой пути по уровню. При потайном толчке путь на взгляд, а также при поверке по уровню может казаться правильным; толчок в этом случае обнаруживается появлением трещин в балласте вокруг шпалы (трясающиеся шпалы), дребезжанием подкладок, а иногда, при мокрой погоде и плохом качестве балласта,—т. н. выплесками. Исправление толчков делается подъемкой просевшего места и подбивкой шпал балластом. Подъемка производится посредством домкратов или ваг, а подбивка—сначала посредством деревянных подштопок, а затем посредством железных подбок. В кривых наружная рельсовая нить располагается выше внутренней, при чем необходимое повышение устанавливается по формулам:

а) при наибольшей скорости на перегоне до 40 км/ч

$$h = 12,5 \frac{V^2}{R},$$

б) при наибольшей скорости на перегоне свыше 40 км/ч

$$h = 500 \frac{V}{R},$$

где h —возвышение наружного рельса в мм, V —наибольшая скорость движения на кри-

вой в км/ч, а R —радиус кривой в м. Иногда просадки пути на более или менее значительном протяжении имеют плавный вид и не вызывают резких толчков при движении поездов; такие просадки (лощины), не превышающие 6 см, исправляются при сплошном текущем ремонте подъемкой просевшего места; более же значительные—при капитальном ремонте.

От боковых усилий, действующих на рельсы при проходе подвижного состава, происходит изменение ширины колеи, особенно на тех кривых частях пути, где происходит еще нажатие реборд колес на рельсы при вписывании подвижного состава в кривую. Неправильность ширины колеи обнаруживается поверкой пути по шаблону и исправляется перешивкой пути, при чем на известном протяжении кустылы вытаскиваются посредством лапчатого лома, и в оставшиеся дыры забиваются деревянные пробки, после чего правильно расположенный рельс вновь пришивается к шпалам железными кустылами. Нормальная ширина пути между внутренними гранями головок рельсов на прямых равна 1 524 мм; на кривых ширина пути должна быть следующая:

Радиус кривой в м	Ширина пути в мм	Уширение в мм
1 100 и более	1 524	0
От 1 099 до 800	1 529	5
» 799 » 500	1 534	10
» 499 » 350	1 539	15
» 349 и менее	1 544	20

Отступления от указанной ширины колеи допускаются не более 5 мм, при чем ширина колеи менее 1 524 мм правилами НКПС не допускается.

От тех же боковых усилий сбивается и направление пути—появляются извилины, которые, если их не устранить, быстро увеличиваются и делают путь неспокойным. Эти неправильности легко заметны на глаз и устраняются рихтовкой пути, для чего рельсы вместе со шпалами передвигаются посредством ломов в ту или другую сторону.

В кривых частях путь должен не только представлять в плане плавную линию, но и иметь правильный, назначенный по профилю радиус, соответственно к-рому ставится ширина колеи и возвышение наружного рельса; поэтому необходимо при сплошном текущем ремонте делать поверку кривой по хордам и при рихтовке выправлять не только плавность направления, но и кривизну кривой, не допуская отклонения в величине радиуса более 10% в обе стороны. Стрелы прогиба при различной длине рельсов приведены в табл. 1.

2) Разгонка зазоров. От продольных усилий, действующих на рельсы при проходе подвижного состава, рельсы передвигаются вдоль пути по направлению движения, отчего зазоры, оставляемые в стыках между рельсами, сбиваются, т. е. в одном месте увеличиваются, а в другом совершенно исчезают. Это явление неблагоприятно отражается на износе рельс и, кроме того, может вызвать опасное искривление пути. Неисправность устраняется путем разгонки зазоров. Более значительная

Табл. 1.—Стрелы прогиба в мм при различной длине рельсов.

Радиус кривой в м	2 звена 17,069 м (4-санж. рельсы)	2 звена 21,335 м (5-санж. рельсы)	2 звена 25,603 м (6-санж. рельсы)	2 звена 25,00 м (12,5-м рельсы)
2 000	18	28	41	39
1 800	20	32	46	43
1 600	23	36	51	49
1 500	25	38	54	52
1 200	30	47	68	65
1 000	37	57	82	78
800	46	71	102	98
600	59	95	136	130
500	73	114	164	156
400	91	142	205	195
300	110	190	273	261
200	182	285	410	391

разгонка зазоров, когда вместе с рельсами сильно сдвинуты со своих мест стыковые шпалы и перекошены стыки, составляет отдельную работу, к-рая относится к работам капитального ремонта. Нормальная величина зазоров для дорог средней полосы европ. части СССР и Сибири приведена в табл. 2.

Табл. 2.—Нормальная величина зазоров в мм.

Темп-ра	Длина рельса		
	12,801 м	10,667 м	8,535 м
60°	0,0	0,0	0,0
50°	1,5	1,5	1,0
40°	3,0	2,5	2,0
30°	4,5	3,5	3,0
20°	6,0	5,0	4,0
10°	7,5	6,0	5,0
0°	9,0	7,5	6,0
-10°	10,0	8,5	7,0
-20°	12,0	10,0	8,0
-40°	15,0	12,0	10,0

3) Подуклонка. Наклон рельса должен соответствовать коничности бандажей подвижного состава, т. е. плоскость подошвы рельса должна иметь относительно верхней поверхности шпалы наклон в $1/20$. Неправильный наклон рельса вызывает неправильный износ его, а неодинаковый в разных местах наклон, кроме того, делает путь беспокойным. Неправильный наклон рельса является следствием неправильной зарубки шпал, поэтому и устранение его сводится к исправлению зарубки посредством декселей (французских топоров). На кривых шпалы лежат не горизонтально, а наклонно, и этот наклон тем больше, чем больше возвышение наружного рельса. При возвышении 80 мм шпала будет иметь наклон к горизонту в $\frac{80}{1530+60}$, т. е. ок. $1/20$; следовательно, при зарубке в $1/20$ внутренний рельс кривой будет стоять вертикально, а при возвышении больше 80 мм он будет иметь даже наклон наружу, что лишает его надлежащей устойчивости против опрокидывания. Во избежание этого на кривых зарубка шпал для внутреннего рельса делается с наклоном более $1/20$ (табл. 3).

Чтобы убедиться, что рельс имеет наклон внутрь пути, нужно стать над рельсом так, чтобы он был между ступнями ног, и смотреть

на него сверху: при этом с наружной стороны пути подошва рельса д. б. видна больше, чем с внутренней. Если на прямой подошва

Табл. 3.—Зарубка шпал для внутреннего рельса на кривых.

Способы зарубки	Возвышение наружного рельса в мм			
	менее 45	45—85	85—125	
Уклон зачес- ки шпалы	При плоск. подкладках или без под- кладок . . .	$1/20$	$1/15$	$1/12$
	При клин- чатых под- кладках . . .	0	$1/60$	$1/30$
Уклон подош- вы рельса	При плоск. подкладках или без под- кладок . . .	$1/20$	$1/15$	$1/12$
	При клин- чатых под- кладках . . .	$0 + 1/20 = 1/20$	$1/60 + 1/20 = 1/15$	$1/30 + 1/20 = 1/12$

рельса одинаково видна с обеих сторон головки рельса, то это доказывает, что рельс стоит вертикально и, следовательно, его нужно подуклонить. Т. к. при увеличении наклона зарубки для внутреннего рельса на кривых, наклон его не будет уже соответствовать коничности бандажей подвижного состава, то блестящий след от колес (накат) не будет идти посредине головки рельса, а несколько отодвинется к ее наружной грани. Для более точного определения величины подуклона рельса применяются специальные шаблоны: Шульженко, Кнопфа и др.

4) Оправка балластного слоя. Обычно после зимы балластный слой несколько расстраивается, а потому весной необходимо производить его opravку; необходимо также немедленно исправлять его после ливней и не допускать зарастания балласта травой. Ежегодно производится пополнение естественной убыли балласта. Если балластный слой покрыт щебнем, то все вышеизложенное относится и к этому последнему.

5) Исправление пучин. В зимнее время часто в некоторых местах пути образуются пучины, которые делают путь беспокойным, а при значительной величине и опасным для движения. Исправление заключается в разгонке пути в обе стороны от горба правильными пологими спусками, при чем в соответствующих местах рельс поднимается посредством укладываемых между рельсами и шпалами деревянных подкладок соответствующей толщины, так называемых напальников.

6) Очистка снега и пропуск весенних вод. К текущему ремонту относятся также работы по очистке пути от снега, ограждению его от снеговых заносов, по пропуску весенних вод и осушке балластного слоя и земляного полотна.

7) Замена частей пути. При текущем ремонте пути производится единичная смена отдельных частей пути со следующими повреждениями. Рельсы—со сплюснутыми головками у концов, с уширением головки более двух мм в одну сторону, с выбитыми частями головки или подошвы,

с продольными трещинами на поверхности головки, подошвы или шейки, глубиной более 1 мм; с равномерным износом по высоте на величину более 6 мм; сбуксованные и лопнувшие. На к л а д к и—треснувшие, изогнутые, с поврежденными верхними кромками, с выбоинами верхних кромок под концом рельса. П о д к л а д к и—лопнувшие и с разработанными костыльными отверстиями. Б о л т ы—погнутые, с испорченной нарезкой и вообще со всякими изъянами, не дающими возможности поставить и завинтить болт. К о с т ы л ы—имеющие трещины, подвешенные, искривленные и со сбитыми головками. Ш п а л ы—сгнившие, лопнувшие и расколотые.

Капитальный ремонт. 1) Смена шпал и рельсов. Смена шпал производится ежегодно, при чем число сменяемых шпал составляет такую часть общего числа шпал, сколько лет в среднем может прослужить шпала. Смена шпал может производиться или сплошь целыми километрами, сотками или пикетами или в одиночку. В СССР производится исключительно одиночная смена; сплошная смена м. б. разрешаема только при переходе к другому сорту или типу шпал (напр. при замене непитанных шпал пропитанными). Сплошная смена рельсов и креплений производится целыми километрами или участками для замены износившихся рельсов или при переходе к рельсам более тяжелого типа. В исключительных случаях производится самостоятельная смена только креплений, напр. при замене плоских накладок фасонными.

2) Подъемка и передвижка пути. Сплошная подъемка пути производится для выправки продольного профиля пути, нарушенного осадками полотна или балластного слоя, при увеличении толщины балластного слоя или при замене негодного балласта новым. Передвижка пути производится при выправке сильно сбитых с направления или неправильно разбитых кривых и как вспомогательная работа при сплошной замене балластного слоя, различных работах по ремонту земляного полотна, перестройке искусственных сооружений и пр.

3) Разгонка зазоров—см. выше.

4) Замена балласта. Замена балласта производится, если балласт настолько неудовлетворительного качества, что плохо пропускает воду, не держит подбивки, разжижается и т. п.

5) Уничтожение пучин. Пучины значительно увеличивают расход по содержанию пути, являясь причиной постоянной порчи его и преждевременного изнашивания шпал, рельсов и креплений; поэтому необходимо изучить причины, вызывающие пучины, и принимать меры к планомерному уничтожению их посредством отвода воды, а где это не помогает,—посредством замены грунта песком (см. *Земляное полотно*).

Сезоны работ. Осенние работы. Ко времени наступления морозов (октябрь) на большей части ж. д. СССР все работы по ремонту пути заканчиваются, и путь приходит в полный порядок. В октябре и ноябре делают все подготовительные работы по борьбе со снегом, а именно: готовят путь к

проходу снегоочистителя; отмечают вешками кюветы, нагорные и отводные канавы, входные и выходные русла у труб; устанавливают снеговые щиты; подготавливают все необходимое для ремонта пучин. Когда балластный слой замерзает, весь путь проходит-ся поперку по шаблону, и делается необходимая перешивка, при чем особое внимание обращают на выправку коротких искривлений рельсов, которые летом, при рыхлом балласте, обычно выправить не удается.

Зимние работы. С конца ноября приходится внимательно следить за возникновением и ростом пучин и производить своевременное исправление их. Зимой, кроме очистки пути от снега и ремонта пучин, необходимо бывает усилить наблюдение за рельсами и креплениями, т. к. зимой чаще лопаются рельсы и накладки.

Весенние работы. С наступлением оттепелей (март) производят открытие кюветов, канав, русла труб и малых мостов; окальывают лед у опор больших мостов и у свай деревянных мостов и принимают меры к скорейшему освобождению балластного слоя от снега. Вновь проходят путь сплошной поперкой по шаблону; готовятся к пропуску весенних вод и устанавливают надзор за проходом их. По мере оттаивания балласта принимают меры к скорейшей осушке балластного слоя, ведут усиленное наблюдение за пучинами, заделывают пробками отверстия после вынуждения костылей при снятии напильников. Очищают балластный слой и полотно пути от накопившейся за зиму щепы на местах исправления пучин и вообще от мусора. После окончания прохода весенних вод производят очистку кюветов. Убирают снеговые щиты и по мере осушки балластного слоя оправляют его и бермы полотна.

Летние работы. По окончании частичного, после зимы, ремонта пути приступают к плановому ремонту и ведут его с таким расчетом, чтобы закончить на всем протяжении главного пути не позднее 1-го августа. Одновременно с плановым ремонтом, или несколько ранее, производят и смену шпал. Работы по ремонту пути на станциях обычно откладывают до окончания планового ремонта главного пути. В конце лета (август—сентябрь) путь вновь проходят сплошь подробным осмотром и поперкой и исправляют все несправильности, к-рые могли появиться после сплошного ремонта.

б) Содержание и ремонт сооружений.

1) **Земляное полотно.** Откосы насыпей и выемок обычно бывают покрыты дерном. Корни растений, образующих дерн, защищают поверхность земли от сильного размачивания, и поэтому необходимо наблюдать за сохранностью дернового покрова и беречь его от повреждения скотом или неосторожной косью. Необходимо следить, чтобы дренажи не засорились и исправно отводили воду. Сплывы земляного полотна в насыпях редко происходят внезапно. Обычно им предшествует ряд предвестников: частые просадки и расстроята пути, вспучивание нижней части откосов, морщины и трещины на поверхности откосов. Своевременное обнаружение этих грозных признаков, определение

и устранение основной причины их, а равно принятие мер предупредительного характера могут избавить дорогу от катастроф.

2) **Переезды и подьездные дорожки.** Работа о переездах и подьездных дорогах заключается, прежде всего, в содержании их в чистоте и недопущении застоя воды на их поверхности. Если происходит нарушение целостности настилов или поверхностей замощения на переездах, то необходимо возможно скорее исправить поврежденные места, так как в противном случае разрушение пойдет ускоренным темпом и потребует крупного и дорогостоящего ремонта. Необходимо также обращать внимание на исправное состояние барьеров, закрывающих проезд на путь, и на надолбы, ограждающие подьезд к переезду. Последние, особенно, если они состоят из деревянных тумб, весьма полезно заменять живыми насаждениями, которые на много десятков лет избавляют от расходов на ремонт и возобновление надолбов.

3) **Защитные насаждения.** Защита пути древесными насаждениями от снежных и песчаных заносов имеет на дорогах сети СССР весьма большое значение. Т. к. живые насаждения являются действительной защитой от снега только при определенной густоте и высоте их, то они должны находиться под непрерывным наблюдением. Чтобы защита не перерастала, ее подрезают сверху на определенной высоте. При отмирании нижних ветвей производится посадка молодняка; при чрезмерной густоте производится прореживание посадок. В общем, эти живые защиты при ничтожном расходе на них дают громадные сбережения в борьбе со снегом.

4) **Искусственные сооружения.** Мосты, путепроводы, тоннели, трубы, в целях обеспечения непрерывности и безопасности движения, требуют частых осмотров и тщательного содержания. Прежде всего необходимо содержать в чистоте отверстия водопропускных сооружений, не допуская зарастания их травой или кустами, засорения наносным грунтом, камнями и пр. При обнаружении подмывов или размывов необходимо немедленно ликвидировать их при помощи камня, фашин, тюфяков или укреплять иными приемами, в зависимости от характера повреждений и глубины и скорости течения в водотоке. Размывы и подмывы бывают особенно опасны во время высокой воды. Водовороты и удары волн у входа в водоток, а также резкое падение подпора со стороны выхода из него создают крайне невыгодные условия для куносов в откосах и струнаправляющих дамбах. Материал, из которого изготовлено сооружение, уже сам по себе определяет характер порчи и приемы ремонта. Волнистые железные оцинкованные трубы разрушаются ржавчиной и механически повреждаются песком и камнями; чугунные трубы расходятся в швах и лопаются; кладка из кирпича и бетона, а также из слабых пород камня выветривается и начинает крошиться сначала с поверхности облицовки, затем глубже. Весьма опасным фактом для каменной облицовки является выпадение расшивки из швов, т. к. при наличии пустых

швов в климатич. условиях СССР разрушение облицовки идет ускоренным темпом. Выветрившаяся облицовка каменных сооружений обычно вырубается, для того чтобы удалить все подвергшиеся распаду элементы и создать хорошую поверхность для сцепления с новой облицовкой. Разрушение стен и сводов каменных искусственных сооружений происходит не только от действия влаги на наружных поверхностях, но также в значительной, если не в большей степени, и от влаги, просачивающейся в них из земляного массива через всю толщину кладки. Для борьбы с этим злом приходится устраивать изоляционные покрытия, дренажи и отводы. При обнаружении трещин в сооружениях производится всестороннее обследование с целью определения глубины, направления и причин образования этих трещин. Иногда такие повреждения исправляются помощью заполнения трещин жидким цементным раствором, нагнетаемым в кладку под большим давлением; в некоторых же случаях сооружения приходится перекладывать, а иногда даже бросать совершенно и строить новое на новом месте. Осмотр железных пролетных строений мостов и испытание их под нагрузкой производится по специально разработанным инструкциям и в точно установленные сроки. Для испытания крупных мостов в СССР организованы специальные мостовые испытательные станции, оборудованные большим количеством весьма точных приборов, представляющих собой последнее слово измерительной техники. Вся служба большого моста непрерывно записывается в его формуляр—«мостовую книгу». В этой книге находят отражение все испытания моста и все работы, к-рые когда бы то ни было производились на нем. Такие наблюдения и записи являются тем более необходимыми, что вес поездов непрерывно возрастает, в силу чего возникает необходимость усиливать и улучшать отдельные части мостов. Главным врагом железных мостов является ржавчина; поэтому уже при проектировании ферм стараются по возможности избежать таких конструкций, в к-рых могут легко скопиться мусор и пыль и затруднена очистка. То же относится и к атмосферной влаге. Мусор и грязь, попадающие на фермы, счищаются, а самые фермы периодически окрашиваются масляной краской. В последнее время для окраски мостов в Америке начали применять краски из целлюлозы, изготовленной из летучего пороха, оставшегося от войны. Эти краски, абсолютно лишенные взрывчатых свойств, оказываются наилучшими для предохранения от ржавчины, т. к. затягивают поверхность железа сплошным слоем, чего нельзя сказать о масляных красках. Ржавчина обладает таким свойством, что, раз она появилась, она усиленно начинает развиваться под влиянием гальванических пар, образующихся в присутствии хотя бы самого незначительного количества влаги. Поэтому, в случае обнаружения на фермах ржавчины, последняя должна немедленно же очищаться, а очищенное место — окрашиваться. Кроме ржавчины, в мостах наблюдается расстройство зацепочных соединений и ослабление натянутых элементов. Последнее

узнается по дребезжанию их при проходе поездов по мосту, слабость же заклепок обнаруживается при простукивании их молотком. Слабые заклепки сменяются, а слабо натянутые части натягиваются помощью специально применяемых приемов (в последнее время преимущественно при помощи сварки). В опорных частях мостов приходится наблюдать за очисткой мусора и грязи, за правильным расположением катков и шарниров и за правильным действием их при удлинении ферм от действия t^0 , а также под влиянием распрямления их под нагрузкой. Порча деревянных мостов выражается гл. образом в подгнивании опорн. частей в местах соприкосновения их с землей и проезжей части под настилом. Испорченные части д. б. удалены и заменены новыми.

5) **Водоснабжение.** Сезонной и наиболее часто встречающейся порчей водоснабжения является засорение водоприемников при весеннем половодьи или паводках. Засорению подвергаются водоприемники, расположенные как на больших, но неглубоких реках, так и на небольших водотоках, когда колодец для сосуна устраивается на берегу в расстоянии двух-трех десятков м от уреза воды и соединяется с рекой помощью соединительной галереи; в громадном большинстве случаев оно является результатом или изменения режима реки или же недостаточно продуманного устройства водоприемника. Весьма нередки также случаи прорыва плотин при проходе весенней воды или при паводках. В водоснабжениях, питающихся помощью дренажных труб, абиссинских или артезианских колодцев, бывают также случаи засорения, в результате которого может появиться необходимость устройства новых дренажей или новых колодцев. Повреждения напорной линии происходят от недостаточного количества вантузов, смягчающих жесткие удары насоса на данной линии, от неправильной укладки труб или, наконец, от деформации труб при недостаточной устойчивости грунта. До последнего времени при сооружении ж.-д. водоснабжения высота башен и размеры разводящих труб в большинстве случаев назначались без надлежащего расчета; поэтому иногда такие водопроводы оказываются недостаточными, что приводит к весьма трудным и дорого стоящим новым работам.

6) **Канализация станций.** Т. к. основной целью всех дренажных и канализационных устройств является возможно быстрое удаление вод, то необходимо заботиться, чтобы все предназначенные для приема вод желоба, каналы, пропуски, трубы и каналы были всегда свободны от всяких предметов, препятствующих быстрому стоку воды. Во избежание засорения трубопроводов необходимо производить по временам просмотр на свет соединительных трубопроводов между сточными, отстойными и т. п. колодцами. Всякое, хотя бы частичное, засорение труб, в особенности при большом диаметре их, д. б. тотчас устранено прочисткой. Почти всегда этого можно достигнуть помощью тонкого гибкого железного прута (железной проволоки), разрыхляя им вязкий осадок, в то время как в верховой

конец трубы обильно льют воду для промывки. Если имеется достаточный запас воды, то весьма полезно во временам делать основательную промывку всех канализационных устройств, чтобы по возможности устранить накопление осадков. В случае засорения и прекращения действия дренажей единственной мерой для восстановления их действия является вскрытие их и после прочистки полное восстановление их наново. Уход за нефтеуловителями и жируловителями осуществляется помощью периодич. или непрерывного удаления из них всплывшего жира или нефти, а также тяжелого ила, осевшего на дно в отстойнике жируловителя. Уход за устройством биологической очистки заключается в периодической очистке всех ее частей. Из отстойных бассейнов удаляется верхняя корка и выпавший на дно ил. Восстанавливающее действие засоренных окислителей, как контактных, так и оросительных, производится помощью снятия, промывки и прокаливания и даже полной замены шлаков (или кокса).

7) **Гражданские сооружения.** Кроме общих причин порчи зданий, присутствующих всем зданиям вообще, возможна порча их, специфически обуславливаемая той службой, к-рую эти здания выполняют. Так, если паровозы отапливаются каменным углем, то пары серной к-ты, содержащиеся в продуктах горения, настолько сильно действуют на железную кровлю паровозных зданий, что, несмотря на тщательную окраску, она в два-три года приходит в полную негодность.

Лит.: Прутковский Н. В., Железнодорожное дело, П., 1915; Харламов Н. В., Содержание рельсового пути и стрелочных переводов, Москва, 1923; Миленгаузен К. К., Ратнер И. В. и Фомин Е. Ф., Руководство для дорожных мастеров, М., 1927; Временное наставление к производству работ по ремонту верхнего строения пути (Код. 89), М., 1928; Мурманская ж. д., Доклады П. И. Бенешевского и В. В. Рачинского, М., 1924; Блюм, Боррис, Баркгаузен, Содержание и эксплуатация ж. д., СПб, 1902; Кнопф В. М., Сборник постановлений и систематич. указатель к трудам совещательных съездов инженеров службы пути жел. дорог СССР, Москва, 1929.

В. Кнопф.

в) Тяговое хозяйство.

Деповские участки. В отношении движения поездов и обслуживания их паровозами дорога делится на распорядительные, или деповские, участки. На конечных станциях этих участков находятся депо, из к-рых одно—основное, а другое—оборотное (см. *Железнодорожное депо*). Расстояние между депо (120—150 км) до последн. времени определялось из условия, чтобы непрерывная продолжительность работы бригады не превосходила норм, установленных Кодексом законов о труде. В настоящее же время, в связи с возрастающим применением системы безличной езды, указанное условие, ограничивающее расстояние между депо, отпадает, и последнее м. б. значительно увеличено. Все тяговые устройства обычно сосредоточены в одной части деповской станции, на т. н. тяговой территории; здесь располагаются: а) паровозное здание, б) мастерская для среднего ремонта паровозов, в) поворотный круг или заменяющий его треугольник, г) очистная канава, д) гидравлическая колонка, е) устройство для

подачи песка, ж) устройство для механической подачи топлива.

Паровозные здания. Число стойл, необходимых для стоянки, промывки и текущего ремонта поездных паровозов, определяется обычно в 40% от числа действующих паровозов для основных депо и в 20% для оборотных депо. Оборудование паровозных зданий составляют: а) водо-, паро- и воздухопроводная сеть, б) промывочные, заправочные и растопочные устройства, в) приспособления для продувки дымогарных труб и очистки паровозов от грязи, г) подъемные механизмы, д) транспортные приспособления, е) печи для сушки песка и подъемники для подачи его на паровозы. Кроме непосредственной работы с поездами, паровозу приходится еще затрачивать время на поворот по кругу, снабжение водой и топливом, промывку, текущий ремонт. Время, затрачиваемое на указанные операции, зависит главным образом от технич. оборудования и, в частности, от приспособлений для погрузки топлива на тендер.

Подача топлива и воды на паровоз. Подача нефти на паровоз производится при помощи нефтекачек, где нефть насосом из нефтехранилища перекачивается в раздаточный бак, а оттуда самотеком поступает на паровозный тендер. Для подачи угля наиболее распространенным орудием служит кран-журавль с кадками вместимостью до 150—200 кг угля; при этом подача угля совершается медленно, что вызывает излишние простои паровозов. Реже встречаются более совершенные краны с кадками вместимостью до 900 кг; при этом продолжительность набора топлива паровозом сокращается до 10—15 мин. Как исключение встречаются на наших дорогах эстакады с закрытыми вместимостью до 2 т. Из закрытого уголь по жолобу спускается в тендер. В этом случае простой паровозов под набором угля не превышает 5 м. Подача дров на тендер производится или вручную с земли или с эстакады. Что касается набора воды, то при достаточном диаметре гидравлической колонки продолжительность наполнения полного тендера не превышает 5—7 м.

Промывка. Каждый работающий паровоз через определенные промежутки времени должен подвергаться промывке. Промывка производится струей воды из брандспойта с давлением 3—4 atm, при чем удар струи отбивает накипь. Кроме промывки, накипь удаляется механич. очисткой. При промывке холодной водой паровоз сперва д. б. охлажден, благодаря чему холодная промывка требует простоя от 24 до 36 ч. Более совершенный способ—горячая промывка—совершается в течение 7—8 ч., но зато требует сравнительно больших затрат на специальное оборудование. Однако и при наличии приспособлений для горячей промывки необходимо периодически, через 2—3 горячие промывки, производить одну холодную, которая, в виду значительного простоя паровоза и полного спуска воды из котла, дает возможность произвести тщательный осмотр и требуемый ремонт. Промывка паровоза делается, в зависимости от качества воды, после пробега от 700 до 2 000 км. Если при-

нять за среднюю норму 1 200 км и считать простой под промывкой в 1 сутки, то отсюда следует, что паровоз после каждых 9—7 дней работы один день простаивает под промывкой, т. е. на последнюю расходуется 10—12% времени, что в сутки составит ок. 2 ч.

Ремонт паровозов. Продолжительность ремонта каждого рода, т. е. мелкого, среднего и капитального (см. *Железнодорожные мастерские*), зависит от мощности оборудования мастерских, от степени совершенства организации работ и от состояния паровоза, поступающего в ремонт. При нормальном износе в средний ремонт паровоз поступает после пробега в 22—90 тыс. км; после пробега 120—300 тыс. км паровоз поступает в капитальный ремонт. Общее количество паровозов, приписанных к данному депо, составляет наличный парк обслуживаемого участка или линии. Часть наличного парка не обслуживает непосредственно движения поездов, а именно: паровозы большие, ожидающие ремонта или находящиеся в ремонте, паровозы оставленные в холодный запас, паровозы на маневрах и толкании. Остальная часть наличного парка составляет т. н. рабочий парк паровозов. По роду своей работы паровозы разделяются на пассажирские, товарные и маневровые. К пассаж. паровозам предъявляются требования возить поезда сравнительно малого веса, но с большими скоростями; тов. паровозы, наоборот, должны возить поезда большого веса с меньшими скоростями; маневровые паровозы д. б. приспособлены для работы на станционных путях с небольшой сравнительно скоростью, быстро развивая скорость при трогании с места и проходить без затруднения крутые кривые, обычно применяемые на станционных путях.

Вагонные сараи. На начальных и конечных станциях дорог устраиваются вагонные крытые сараи, обычно такой длины, что весь состав пассаж. поезда помещается в них без расцепки. В сарае находится несколько продольных путей для установки одновременно нескольких составов. Между рельсами путей по всей их длине устроены канавы глубиной ок. 0,5 м для осмотра под вагоном. Оборудование вагонного сарая состоит из водопровода, установки для испытания автоматич. тормозов, приборов для механич. очистки вагонов, приспособлений для снаряжения поезда освещением, и пр.

Ремонт вагонов. Осмотр, очистка и мелкий ремонт тов. вагонов производится обычно на станционных путях без подачи вагонов в мастерские или вагонные сараи. Смазка вагонов производится либо поездными либо станционными агентами. При поездной смазке устанавливаются особые артели на распорядительных, узловых станциях, на станциях с большой погрузкой, а также на нек-рых промежуточных т. н. буксоконтрольных станциях. Что касается ремонта вагонов, то пассаж. вагоны подвергаются, не считая текущего (мелкого), большому и среднему ремонту по мере надобности и, кроме того, раз в год периодич. осмотру. Для тов. вагонов, кроме текущего ремонта, производится раз в три года конвенционный осмотр. Между конвенционными осмотрами

пассаж. и тов. вагонов производится ревизия букс. Конвенционный осмотр носит характер предупредительного ремонта, к-рому вагон подвергается несмотря на то, что по состоянию своему он мог бы еще работать. Жесткие сроки конвенционного осмотра вносят известную плановность, предупреждающую случайное скопление неисправных вагонов с неизбежной задержкой их в ожидании ремонта.

г) Техническая организация движения.

Механика движения поездов. Движение поездов совершается при помощи локомотивов, преодолевающих сопротивление движению поезда и сообщающих последнему скорость и ускорение. Различают двоякого рода сопротивление движению поезда: а) основное, имеющее место при всяких условиях движения и вызываемое гл. обр. трением всякого рода, и б) дополнительное, зависящее от характера профиля и трасы линии (подъемы и кривые). Величина основного сопротивления, обычно обозначаемого через w_0 , зависит главн. обр. от скорости движения и нагрузки вагона и составляет примерно 2—4 кг на каждую t веса поезда. Дополнительное сопротивление i_k составляет для каждой тысячной подъема 1 кг на t и, следовательно, на руководящих подъемах (0,008—0,010) достигает 8—10 кг на t веса поезда. Т. о., важнейшим фактором сопротивления движению является профиль пути, к-рый при данном типе паровоза определяет вес поездов и скорость их движения; на данной же линии, имеющей определенный профиль, вес поезда и его скорость определяются мощностью локомотива. Зависимость веса поездов от мощности локомотива и характера профиля выражается следующим соотношением:

$$Q + P = \frac{F_k}{w_0 + i_k}, \quad (1)$$

где Q —вес вагонов в t , P —вес паровоза с тендером, F_k —сила тяги локомотива (на обеде) в кг. Максимальные значения веса товарных поездов для наиболее распространенных у нас паровозов при средних условиях профиля ($i=0,008$) следующие:

Серия паровоза . . .	Э	е	Е	Щ	О
Вес поезда в t . . .	1 350	1 300	1 400	930	800

Влияние руководящего подъема на вес поездов иллюстрируется следующими цифрами:

Руководящий подъем	0,004	0,006	0,008	0,010
Вес поезда в t , паровоз серии Э	2 400	1 770	1 350	1 130

Скорость движения поездов зависит от их веса, мощности паровоза, количества тормозных средств в поезде и степени прочности верхнего строения пути и мостов. При данных размерах котла и машины реализуемая мощность паровоза зависит от количества и качества топлива, сжигаемого в топке паровоза. Чем больше сжигается топлива и чем выше его калорийность, тем больше интенсивность парообразования и тем больше скорость движения. Т. к. наши тов. вагоны пока еще оборудованы ручными тормозами, то слабость тормозных средств служит фактором, ограничивающим скорость движения, вследствие чего максимальная скорость тов. поездов не превышает 30—40 км/ч. В

пассаж. поездах, оборудованных автоматич. тормозами и имеющих меньший вес сравнительно с товарными, реализуются значительно большие скорости, и при достаточн. мощности паровоза ограничивающим фактором является качество верхнего строения пути и мостов. Качество верхнего строения пути обычно характеризуется типом рельсов, числом шпал на звене и качеством балласта. В зависимости от этих элементов и от серии обрабатываемых паровозов и устанавливаются пределы скорости движения поездов.

Грузовые потоки. Грузовым (или пассажирским) потоком называется количество грузов (или пассажиров), провозимое в единицу времени по данному участку дороги в данном направлении. Мощность потока оказывает существенное влияние на условия и результаты эксплуатации участка. Как и во всяком производственном предприятии, чем больше размер продукции, тем в большей степени используется мощность оборудования, и тем дешевле, при прочих равных условиях, обходится единица продукции. Наряду с мощностью грузового потока большое значение имеют также равномерность его по отдельным периодам и направлениям и расстояние или дальность перевозки груза. Если мощность груз. потока в отдельные периоды (месяцы, дни) равномерна, т. е. мало отличается от среднегодовой, то и технич. оборудование м. б. рассчитано лишь на эту среднюю мощность; наоборот, при значительных колебаниях грузового потока, приходится держать запас технического оборудования по наибольшим размерам потока, и этот излишек остается неиспользованным в периоды ослабления потока. Дальность перевозки обуславливает время занятия вагонов грузом, а следовательно, и число вагонов; при увеличении дальности перевозки неизбежные простои вагонов под нагрузкой и выгрузкой ложатся меньшим накладным расходом. Кроме грузового и порожнего направления (см. *Железнодорожные изыскания*), различают четное и нечетное направления. Для удобства сношения и учета все поезда, идущие в одном направлении, имеют четную нумерацию, и соответственное направление называется четным, а поезда, идущие в противоположном направлении, имеют нечетную нумерацию, и направление называется нечетным. На условия работы участка оказывает влияние и род сообщения. В этом отношении различают перевозку местного сообщения, когда груз перевозится в пределах одной дороги, и перевозку прямого сообщения, когда груз следует по двум и более дорогам. Перевозки прямого сообщения разделяются на ввоз, когда груз следует с другой дороги назначенным на данную дорогу, ввоз—когда он следует из пределов данной дороги на другую, и транзит—когда груз, следуя с одной на другую, чужую, дорогу, проходит часть пути своего следования по данной дороге. Важным для условий эксплуатации фактором является также соотношение между количеством повагонных и мелочных грузов (см. *Железнодорожные тарифы*). Преобладание транзитных и пова-

гонных грузов является благоприятным для эксплуатации фактором, позволяющим снизить расходы по перевозкам.

Измерители работы. Для суждения о количестве и качестве работы ж. д. существуют основные измерители, которые можно разделить на две группы: а) измерители, характеризующие производительность дороги, и б) измерители, характеризующие степень использования подвижного состава—паровозов, вагонов и поездов.

а) Одним из измерителей производительности дороги является количество перевезенных за определенный период m груза и число пассажиров; другой весьма распространенный измеритель—суточное количество погруженных и принятых с соседних дорог вагонов (суточная работа дороги). Эти измерители являются несовершенными, т. к. они не отражают очень важных факторов: расстояния перевозки и фактич. средней нагрузки вагонов. Более совершенными измерителями производительности дороги являются тоннокилометры и пассажирокилометры. Если количество исполненных за известный период m км Σpl разделить на сумму m перевезенных за тот же период грузов Σp ,

то получается величина $l_{cp} = \frac{\Sigma pl}{\Sigma p}$, называемая средней дальностью пробега одной m груза. Частное от деления числа исполненных на данном участке m км Σpl на длину участка L выражает плотность, или мощность, грузопотока в m км на 1 км пути. Успешность выполнения перевозки груза по времени измеряется скоростью движения груза, т. е. средней скоростью продвижения груза от момента приема его от отправителя до момента прибытия или выгрузки на станции назначения.

б) Работа подвижного состава выражается в вагонокилометрах Σns , паровозокилометрах ΣMs и поездокилометрах ΣNL . Различают ваг.-км грузеные $\Sigma(ns)_{p.}$ и пассажирские $\Sigma(ns)_{п.р.}$. Если количество m км, исполненных на данном участке за некоторый период, разделить на количество исполненных ваг.-км, то получается величина $p = \frac{\Sigma pl}{\Sigma ns}$, называемая средней нагрузкой вагонов. Если количество исполнен. ваг.-км (за сутки) разделить на величину суточного наличия вагонов n , то получается величина $s = \frac{\Sigma ns}{n}$, называемая средним суточным пробегом наличного вагона. Количество исполненных с поездами пар.-км ΣMs , разделенное на наличное количество паровозов M , называется средним суточным пробегом паровоза. Успешность работы участка в отношении движения поездов оценивается измерителем, называемым участковой, или коммерческой, скоростью движения поездов $V_{к.}$. Она представляет собою частное от деления длины участка L на время T пребывания поезда в пути от момента выхода с деповской станции до прибытия на соседнюю деповскую станцию: $V_{к.} = \frac{L}{T}$. Т. о., коммерческая скорость поездов характеризует лишь скорость движения их между деповскими станциями и, следовательно, не учитывает наи-

более длительных простоев вагонов, к-рые имеют место на деповских и сортировочных станциях. Поэтому величина коммерч. скорости поездов значительно превышает величину коммерч. скорости грузов, на к-рой отражаются простои вагонов на деповских и сортировочных станциях, а равно в пунктах погрузки и выгрузки. Если из времени T исключить простой на промежуточных станциях, то получается технич. скорость движения, характеризующая степень использования мощности паровозов. Последнюю величину характеризует еще и другой измеритель—средний состав поезда в m , представляющий собою частное от деления числа ваг.-км на число поездо-км. Пробег паровозов ΣMs всегда больше пробега поездов ΣNL , т. к., кроме производительного пробега во главе поездов, паровозу приходится выполнять вспомогательный пробег. Вспомогательный пробег вызывается необходимостью в отдельных случаях (в зависимости от профиля, состояния погоды и пр.) применять подталкивание поездов или двойную тягу и выполнять станционный пробег, главную часть которого составляют маневры.

В 1926/27 г. измерители имели в СССР следующие средние значения:

Средний состав поездов, осей	95
Вспомогательный пробег паровозов, %	28,3
Плотность грузопотока, поездо-км на км	49,4
Средняя нагрузка вагона, m	13,1
Средний суточный пробег тов. вагона, км	80,4
» » паровоза, км	132,0
Коммерческая скорость, км/ч	13,7
Техническая скорость, км/ч	21,0

Мощность дороги. Мощность (рабочая способность) ж. д. зависит как от подвижных устройств (главные пути, разделные пункты перегонов, водоснабжение и пр.), так и от подвижных элементов (подвижной состав, личный состав, топливо и пр.). Мощность дороги, зависящая от неподвижных устройств, носит название пропускной способности; мощность, зависящая от подвижных элементов, называется провозной способностью дороги. Практически наибольшее значение имеют: для пропускной способности—число и расположение отдельных пунктов перегонов (длина перегонов), для провозной способности—число паровозов и вагонов. Число поездов, вагонов или m , которое м. б. пропущено по участку дороги в единицу времени (обыкновенно в сутки), в зависимости от мощности неподвижных устройств, представляет собой пропускную способность этого участка. Так как, по условиям обеспечения безопасности движения, в пределах перегона может одновременно находиться не более одного поезда на каждом пути, то, чем больше времени занят перегон каждым поездом, тем меньшее количество поездов может пропустить этот перегон в течение суток. Максимальная пропускная способность перегонов участка (в парах поездов):

$$n = \frac{1440}{\left(\frac{l}{V} + a\right) \cdot 2} = \frac{1440}{l + 2a}, \quad (2)$$

где 1440—число минут в сутках, l —длина перегона, V —средняя скорость движения по перегону, $t = 2\frac{l}{V}$ —время хода поезда по

перегону в обоих направлениях, 2α —время, затрачиваемое на сношения при движении поездов. В нормальных условиях работы число пропускаемых поездов должно составлять не свыше 70—80% от максимальной пропускной способности; в противном случае создаются затруднения в движении, и сильно снижается коммерческ. скорость движения поездов. В особых случаях, в виде отступления от нормальных правил движения поездов, основанных на принципе разграничения попутных поездов определенным пространством (перегоном), разрешается отправление поезда вслед, т. е. отправление поезда ранее прибытия на соседнюю станцию впереди идущего по тому же пути. Такой порядок основан на принципе разграничения поездов не пространством, а временем, т. к. второй поезд отправляется через 15—20 мин. после первого. Отправление поездов «вслед», естественно, увеличивает пропускную способность участка и повышает коммерческую скорость поездов. Однако, отправление поездов вслед применяется лишь в тех случаях, когда необходимо срочное усиление пропускной способности; в нормальных же условиях оно не допускается, т. к. не обеспечивает безопасности движения.

Т. к. поезда обычно обращаются между деповскими станциями, ограничивающими участок, разделенный на несколько перегонов, то очевидно, что пропускная способность участка ограничивается пропускной способностью того перегона, для которого она является наименьшей (труднейший перегон). Пропускная способность участка в m (брутто) определяется произведением nQ , где n —число пар поездов, Q —вес поезда. Согласно ф-лам (1) и (2) пропускная способность участка в m м. б. выражена так:

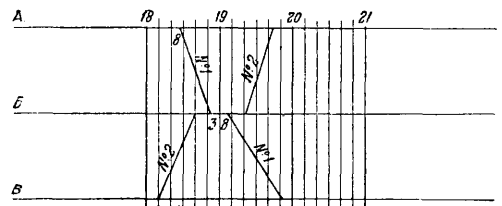
$$nQ = \frac{1440}{t+2\alpha} \left(\frac{F}{w_0 + i_k} - P \right). \quad (3)$$

Повышение пропускной способности участка м. б. достигнуто одним из следующих способов: а) применением более совершенных средств связи, позволяющих уменьшить величину α , б) укладкой второго (или третьего) пути, в) уменьшением длины перегонов (устройство дополнительных разъездов и постов), г) повышением скорости движения, д) применением более мощных паровозов, е) применением двойной тяги или подталкивания и ж) уменьшением руководящего подъема (смятение профиля). Значение величины α , т. е. времени, затрачиваемого на сношения при движении поездов, практически может изменяться от 5 мин. при телеграфном сношении до 1,5 минуты при блокировке. Поэтому применение более совершенного средства связи для усиления пропускной способности участка дает существенные результаты лишь при больших размерах движения, когда время хода поезда по труднейшему перегону сравнительно невелико. Из ф-лы (2) видно, что, напр., при $t=100$ мин. и телеграфном сношении, знаменатель $t+2\alpha$ равен $100+2\cdot5=110$, а при блокировке он равен $100+2\cdot1,5=103$, и, следовательно, при замене телеграфа блокировкой пропускная способность может увеличиться лишь

на 6%; при $t=40$ мин. и телеграфном сношении знаменатель составляет 50, а при блокировке 43, что дает увеличение пропускной способности на 14%; в условиях же густого пригородного движения, когда время хода по перегону доходит до 10 мин., замена телеграфа блокировкой может увеличить пропускную способность даже на 35%.

Мероприятия по усилению пропускной способности, указанные в пунктах а, б, д, ж, требуют одновременной затраты сравнительно больших средств, и потому их осуществление не всегда возможно. Применение двойной тяги хотя и значительно повышает пропускную способность, но экономически в большинстве случаев нецелесообразно, т. к. сила тяги второго паровоза при этом используется в недостаточной степени. Подталкивание может дать существенный эффект только при определенных условиях профиля, а именно в тех случаях когда предельные подъемы сосредоточены на близком друг от друга расстоянии, что на большинстве наших линий встречается редко. Поэтому на практике для усиления пропускной способности чаще всего применяется способ уменьшения длины перегонов путем устройства дополнительных разъездов или постов. Однако, такое уменьшение длины перегонов может применяться лишь до известных пределов, т. к. оно сопровождается увеличением числа скрещений и обгонов поездов, т. е. увеличением числа остановок и, следовательно, понижает скорость движения; поэтому при достижении длины перегона определенного предела дальнейшее дробление нецелесообразно. В зависимости от всей совокупности экономических и технических факторов, характеризующих работу участка, выбирается тот или иной способ усиления его пропускной способности.

Графики движения. Для руководства при регулировке движения поездов и определения пунктов скрещений и обгонов

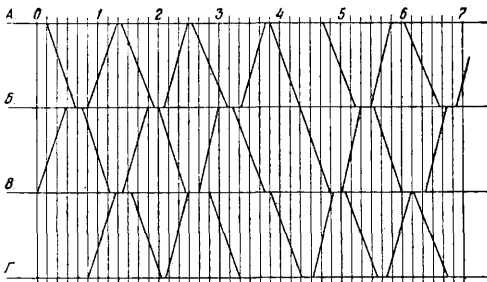


Фиг. 1.

движение поездов изображается обыкновенно графически на т. н. графиках движения. Графики движения представляют собою сетку, разделенную на 24 вертикальные полосы (если график суточный) равной ширины, соответствующие часам суток, при чем каждая часовая полоса делится на полоски, соответствующие 5 или 10 мин. Горизонтальные полосы обозначают перегоны и располагаются в последовательном порядке. Горизонтальные линии соответствуют разграничивающим перегоны пунктам; движение поездов изображается наклонными прямыми линиями в условном предположении равномерного движения поездов в пределах перегона. На фиг. 1 изображена часть графика.

фика, из к-рой видно, что поезд № 1 отправился со станции А в 18 ч. 28 м., прибыл на станцию В в 18 ч. 53 м., отправился с последней в 19 ч. 08 м., и т. д.; далее, из этого графика видно, что на станции В поезда № 1 и 2 имеют скрещение. Если все поезда движутся с одинаковой скоростью, то график имеет вид, показанный на фиг. 2. Такой график называется параллельным. Если же поезда движутся с разными скоростями, то график имеет вид, показанный на фиг. 3, и такой график называется коммерческим. Движение поездов по параллельному графику имеет место лишь в исключительных случаях, напр. при массовых перевозках, когда требуется в кратчайший срок выполнить максимальное количество перевозок, не считаясь с нарушением удобства пассажирского движения. В нормальных же условиях движение происходит по коммерч. графику. Для каждого участка, в зависимости от его технических элементов (числа перегонов, скорости движения) и характера грузового потока (равномерность по направлениям), можно установить предельную загрузку поездами, или предельное использование его пропускной способности.

При обозначениях: L — длина участка, $V_{к.}$ — средняя коммерч. скорость, T — время прохода участка в час, K — число действующих перегонов на участке, N — число поездов, проходящих в грузовом направлении, α — коэффициент непарности движения, αN — число



Фиг. 2.

поездов встречного направления, $\beta V_{к.}$ — средняя коммерч. скорость (β — отношение коммерч. скорости в двух направлениях), — условие нахождения на каждом перегоне в каждый данный момент по одному поезду дает для однопутного графика следующее соотношение (при насыщенном графике):

$$24 K = TN + \frac{\alpha TN}{\beta} = \frac{LN}{V_{к.}} + \frac{L}{\beta V_{к.}} \alpha N, \quad (4)$$

откуда

$$N = \frac{24 K V_{к.}}{L} \cdot \frac{\beta}{\alpha + \beta}. \quad (5)$$

Принимая во внимание, что $L = V_{к.} T$, получаем:

$$K = \frac{NT}{24} \cdot \frac{\alpha + \beta}{\beta}. \quad (6)$$

Из ур-я (5) имеем зависимость между $V_{к.}$ и K при постоянных L и N :

$$V_{к.} = \frac{LN}{24 K} \cdot \frac{\alpha + \beta}{\beta}.$$

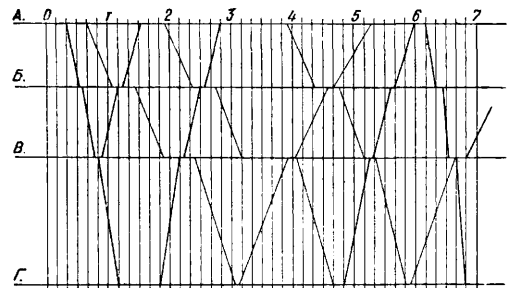
Ур-е (6) м. б. представлено в следующем виде:

$$NT = \frac{24 K \beta}{\alpha + \beta} = \text{Const}. \quad (7)$$

Полученные соотношения м. б. формулированы так: при установившейся работе, в условиях предельной загрузки участка, произведение предельного числа поездов на время хода по всему участку есть величина постоянная. Соотношение вида (7) геометрически есть ур-е гиперболы. Такая кривая м. б. построена для каждого участка дороги и представляет

собой кривую предельной загрузки, а числовое значение постоянной величины $\frac{24 K \beta}{\alpha + \beta}$ — техническая характеристика участка.

Пропускная способность станции определяется числом вагонов, которое станция может, в зависимости от ее устройства, принять, погрузить, выгрузить, пересортировать и отправить в сутки. Соответственно



Фиг. 3.

количеству и роду технич. и коммерч. работы станции ей дают то или иное путевое развитие; естественно, чем станция больше, тем больше она может переработать вагонов, и тем больше, следовательно, будет ее пропускная способность.

Расчет потребности в паровозах. Число паровозов, потребное для данного размера движения, в значительной степени зависит от системы обслуживания паровозов бригадами. В этом отношении различают следующие системы обслуживания.

1) Хозяйская, или личная, езда, самая распространенная до последнего времени на русских ж. д., характеризуется тем, что каждый паровоз обслуживается постоянной бригадой, т. е. каждый паровоз вверяется особому машинисту. Нахождение паровоза в руках одной и той же бригады позволяет возложить на последнюю и всю ответственность за правильное содержание паровоза, что способствует большей сохранности и исправности последнего. Но отрицательная сторона прикрепления паровоза к машинисту та, что во время отдыха бригады бездействует и паровоз, хотя он еще ни в каком отдыхе не нуждается. По дореволюционным нормам, средний рабочий день паровозной бригады равнялся 12 ч., и в месяц предоставлялось 2 свободных дня; при этом из $30 \times 24 = 720$ ч. месяца бригада работала $28 \times 12 = 336$ ч., т. е. coeff. использования времени составлял $\varphi = \frac{336}{720} = 0,47$. В настоящее же время число рабочих часов бригады в месяц — 192, и, следовательно, $\varphi = \frac{192}{720} = 0,27$, т. е. использование времени сильно упало.

2) Сменная езда заключается в том, что паровоз вручается двум или любой из свободных в данный момент бригад. Естественно, что при этом коэффициент использования времени увеличивается. Различают следующие системы сменной езды.

а) Парная езда. Каждый паровоз поручается двум постоянным бригадам. Благодаря этому coeff. использования удваивается по сравнению с хозяйской ездой.

б) Подсменная езда. Основная бригада следует от основного депо до определенного пункта участка (обыкновенно $\frac{4}{5}$ расстояния между основным и оборотным депо), где и остается отдыхать, передавая паровоз другой, подставной, бригаде. Подставная бригада следует на паровозе до оборотного депо, берет там обратный поезд и без отдыха в оборотном депо возвращается обратно до пункта подмены, где и передает паровоз основной бригаде, получившей за это время нужный отдых.

в) Обезличенная, или американская, езда. При недостатке паровозов или необходимости дальнейшего увеличения коэфф-та ϕ применяется т. н. обезличенная, или американская, езда, т. е. полное обезличение паровозов, когда с паровозом может ехать любая бригада, отдых которой кончился. Она доводит паровоз до сменного пункта, где его принимает любая отдохнувшая бригада, и т. д. до оборотного депо, откуда паровоз возвращается, меняя бригады на сменных пунктах тем же порядком.

г) Турная езда. Паровоз непускается со сменными бригадами по нескольким перегонам, при чем одна бригада едет на паровозе, а другая в это время отдыхает в специально оборудованном вагоне в этом же поезде. Эти две бригады сменяют друг друга в пути.

В зависимости от способа обслуживания паровозов бригадами и длины тягового участка суточный пробег паровозов и бригад и определяемая этим пробегом потребность в паровозах и бригадах значительно изменяются (табл. 4).

Табл. 4.—Потребность в паровозах и бригадах.

Измерители	Хозяйственная езда	Подсменная езда	Парная езда	Обезличенная езда	Турная езда	Длина участка в км
Суточный пробег паровоза в км.	55	66	86	109	109	125
	55	69	90	121	121	150
	57	66	86	147	147	500
Потребность в паровозах для пробега в 100 км	1,8	1,5	1,15	0,91	0,91	125
	1,7	1,4	1,10	0,82	0,82	150
	1,8	1,5	1,15	0,67	0,67	500
Потребность в бригадах для выполнения 100 пар.-км.	1,82	2,07	2,31	3,43	3,66	125
	1,75	1,95	2,21	3,09	3,30	150
	1,82	2,07	2,31	2,54	2,71	500

Бригада на поездном паровозе состоит из 2, 3 или 4 лиц, в зависимости от рода отопления и мощности. Паровоз с момента одного выхода из основного депо до другого делает полный оборот своего пробега и перевозит за это время по участку одну пару поездов. Часть времени полного оборота затрачивается на движение, а другая часть—на простой. Время, затрачиваемое на движение, равно $\frac{2l}{V_k}$, где l —длина участка, V_k —коммерч. скорость движения. Простой на депо-ских станциях определяются гл. обр. системой обслуживания паровозов бригадами.

Необходимо отметить, что, хотя при обезличенной езде суточный пробег паровозов значительно увеличивается, процент времени, затрачиваемого на неизбежный простой паровозов по разным причинам тех-

нич. характера все же весьма велик. Так, учитывая, что в капитальном ремонте паровоз простояет ок. 60 дн. каждые 5 лет, в среднем ремонте 30 дн. каждые два года и в текущем ремонте, превышающем 1 день, примерно—10 дней ежегодно, получаем, что простой в ремонте требует исключения паровоза из рабочего

парка на $\frac{60}{5} + \frac{30}{2} + 10 = 37$ дн. в году, т. е. около 10%

своего времени паровоз находится в ремонте. Следовательно, максимальное время пребывания наличного паровоза в рабочем паре составит $24 \cdot 0,9 = 21,6$ ч. в сутки. Далее, по прибытии паровоза на станцию с депо, до отправления со следующим поездом, д. б. произведены снабжение его водой и топливом, чистка и смазка, поворот на круге или на треугольнике, а очень часто и мелкий ремонт. На все эти операции затрачивается в коренном депо ок. 5 часов и в оборотном ок. 2 час., т. е. всего за оборот—7 час. Если принять расстояние между коренным и оборотным депо в 150 км, коммерческую скорость движения—в 14 км/ч, то на пробег в оба конца паровоз затра-

тит $\frac{150 \cdot 2}{14} \approx 22$ ч.; далее, если считать промывку через 1500 км и продолжительность промывки 24 часа, то на пробег $2 \cdot 150 = 300$ км приходится $\frac{300}{1500} \cdot 24 \approx 5$ часов.

Следовательно, на пробег в 22 ч. приходится неизбежных простоев на депо-ских станциях 12 час., или 35% всей службы (22+12 час.) рабочего паровоза. При таких условиях наличный паровоз может находиться в движении лишь $21,6 - 0,65 = 14$ ч., а рабочий паровоз $24 - 0,65 = 15,6$ ч. Если принять вышеуказанное среднее значение коммерч. скорости, то максимальный суточный пробег наличного паровоза (при длине участка в 150 км) получается 196 км, а рабочего паровоза 218 км. При этом учитываются простои паровозов лишь по техническим надобностям, и не приняты во внимание неизбежные в отдельных случаях простои, вызываемые условиями регулировки движения. Последние простои имеют место, когда момент технической готовности паровоза не совпадает с моментом наличия поезда, к-рый можно отправить, что может обуславливаться, например, малыми размерами движения, неравномерностью движения, движением «пачками», когда большинство поездов отправляется через короткие промежутки времени в течение определенной части суток, а затем наступает более или

менее длительный перерыв. Таким обр., продолжительность оборота паровоза в часах выражается ф-лой:

$$T = \frac{2l}{V_k} + t_1 + t_2,$$

где t_1 и t_2 —простой паровоза на депо-ских станциях. Если эту величину выразить в сутках, то получим:

$$Q = \frac{T}{24} = \frac{1}{24} \left(\frac{2l}{V_k} + t_1 + t_2 \right),$$

или т. н. коэффициент потребности паровозов на одну пару поездов. По коэффициенту потребности легко определить парк паровозов M , требующийся для выполнения заданных размеров движения:

$$M = NQ + \frac{NT}{24},$$

где N —число пар поездов. Для достижения наилучших результатов в смысле использования паровозов необходимо выполнить заданный размер перевозок, т. е. определенное число m км, при наименьшем числе

пар.-км. Число пар.-км, необходимое для выполнения заданного числа t км груза ($P_{гр.}$), выражается ф-лой:

$$\sum Ms = \frac{(1 + \alpha)(1 + \beta) \Sigma pl}{P_{гр.} m}$$

где α — коэффициент порожнего пробега (отношение порожнего пробега вагонов к грузевому), β — коэфф. вспомогательного пробега (отношение вспомогательного пробега паровоза к поезду), p — средняя нагрузка вагона, m — среднее число вагонов в поезде и s — пробег паровоза.

Если же задано определенное число ваг.-км Σns , то число пар.-км определяется из соотношения:

$$\sum Ms = \frac{(1 + \beta) \Sigma ns}{m}$$

Т. к. $\frac{\Sigma Ms}{s} = M$, то число паровозов, требующихся для заданного числа t км груза, определяется так:

$$M = \frac{\Sigma Ms}{s} = \frac{(1 + \alpha)(1 + \beta) \Sigma pl}{P_{гр.} \cdot s \cdot m}$$

а при заданном числе ваг.-км

$$M = \frac{\Sigma Ms}{s} = \frac{(1 + \beta) \Sigma ns}{m \cdot s}$$

Приведенные ф-лы показывают, что для лучшего использования паровозов необходимо достижение: а) наибольшего состава поезда, соответствующего полному использованию силы тяги паровоза, б) наибольшего суточного пробега паровоза путем уменьшения излишних простоев, удлинения тяговых участков и введения смежного обслуживания бригадами, в) наименьшего вспомогательного пробега, на выполнение которого затрачивается ок. 20% всего паровозного парка.

Расчет потребности в вагонах. При перевозке груза в поездах сила тяги локомотива расходуется не только на перемещение полезного груза, но и на перемещение тары вагонов. Для уменьшения расхода энергии локомотива необходимо, чтобы отношение тары вагона к его нагрузке было возможно меньше. С этой точки зрения сравнит. оценка разных типов вагонов производится посредством т. н. коэфф. тары, т. е. отношения веса тары вагона к его подъемн. силе:

$$\varphi = \frac{G_m}{Q}$$

где G_m — вес тары, Q — подъемная сила вагона. Для нормального крытого вагона $\varphi \cong 0,44$.

Наиболее простой способ определения числа вагонов, потребного для выполнения заданных перевозок — расчет по их обороту. Каждый нагруженный вагон совершает в своем движении известный цикл, к-рый схематически можно представить так: в каком-либо пункте A ежедневно грузится для пункта B определенное количество вагонов n . Эти вагоны, по разгрузке их в пункте B , возвращаются порожними в пункт A для новой нагрузки. Весь цикл движения вагона от одной нагрузки до следующей, выраженный в сутках, называется о б о р о т о м вагона, а время T , затраченное на это движение, продолжительностью о б о р о т а, к-рую для краткости тоже иногда называют оборотом. Т. о., для погрузки 1 вагона в пункте A для пункта B требуется затрата T дней, и если погрузка 1 вагона должна совершаться ежедневно, то надо иметь парк вагонов в T единиц, а для ежедневной погрузки n вагонов требуется парк в nT вагонов. Хотя в действительности вагоны не прикреплены к определенным маршрутам и после выгрузки в пункте B вагон может попасть для новой нагрузки не в A , а в любой

другой пункт, тем не менее для каждого данного участка или линии, в зависимости от местных условий работы, можно определить размер среднего оборота $T_{гр.}$, для чего пользуются статистич. данными за предшествующий период. При учете работы определенной дороги или участка необходимо учитывать, кроме погруженных у себя вагонов, и число вагонов, принятых с соседней дороги. Сумма тех и других $n_1 + m_1$ называется с у т о ч н о й работой дороги. Т. о., формула потребности в вагонах для дороги или участка в вагано-сутках имеет вид:

$$B = T(n_1 + m_1).$$

В последнее время при расчетах потребного парка, в целях уточнения, принято учитывать отдельно грузеную и порожнюю часть вагонного парка.

Размеры потребного вагонного парка можно определить также по заданному грузообороту и суточному пробегу вагона, на основании следующих соображений. Если Σp — количество m груза, подлежащего перевозке, l — дальность рейса груза, то Σpl определяет размеры перевозок в t км, при средней нагрузке вагона $q_{гр.}$ (в m), а $\frac{\Sigma pl}{q_{гр.}}$ определяет требуемое количество грузеных ваг.-км. Учитывая известный процент α порожнего пробега, получим общее число ваг.-км

$$\sum ns = \frac{\Sigma pl(1 + \alpha)}{q_{гр.}}$$

Считая суточный пробег вагона в s км, требуемое количество вагонов

$$B = \frac{\Sigma ns}{s} = \frac{\Sigma pl(1 + \alpha)}{sq_{гр.}}$$

Подсчитанное т. о. число вагонов представляет рабочий парк; кроме него, имеется часть вагонов в ремонте или в запасе; это количество подвижного состава обычно составляет определенный процент δ от рабочего парка, и тогда наличный парк

$$B' = B(1 + \delta).$$

Из этой ф-лы видно, что для выполнения заданной перевозки с наименьшим расходом вагонов необходимо: 1) увеличение средней нагрузки вагонов, 2) уменьшение их порожн. пробега и 3) уменьшение простоев вагонов.

1) Увеличение средней нагрузки вагона. Так как при повагонных отправлениях тарифная плата взимается в размере не менее нормы повагонной нагрузки, то отправление заинтересован в использовании полной подъемной силы или вместимости вагона. Что касается мелочных грузов, то для улучшения использования вагонов требуются особые мероприятия, к-рые в основном сводятся к следующему. Вся линия делится на т. н. сортировочные участки, в пределах к-рых раздача и сборка мелочных грузов производится в определенных поездах и особых вагонах, обслуживаемых специальными агентами-раздатчиками. Пограничные станции сортировочных участков являются сортировочными центрами, где производится планомерная сортировка прибывших грузов по направлениям и пунктам их назначения. Такая организация, повышая среднюю нагрузку вагона, увеличивает, кроме того, расстояние перевозки мелочных грузов без

перегрузки и, следовательно, уменьшает расходы и задержки. Несмотря на это, средняя нагрузка вагонов с такими грузами почти всегда меньше, чем при повагонных грузах; это обстоятельство дороге приходится компенсировать более высокими тарифами, применяемыми к мелочным отправлениям.

2) Уменьшение порожнего пробега. Размер порожнего пробега вагонов обуславливается разницей в размере перевозок грузового и порожнего направлений. Если грузооборот одинаков в обоих направлениях, то при одинаковой средней нагрузке груженого вагона порожний пробег должен равняться нулю. Однако, на практике полная равномерность грузового потока в обоих направлениях почти не встречается, и всегда в одном направлении (груженом) идет больше груза, чем в обратном (порожном). Для уменьшения порожнего пробега дороги стремятся привлечь грузы в порожнем направлении путем снижения тарифа или же предоставлением других льгот, а также используют порожние направления для перевозки хоз. грузов, требующихся для самой дороги. Наконец, применяют систему кругового переучета долгов (см. ст. 515).

3) Уменьшение простоя вагонов. Статистич. данные показывают, что вагон находится в движении 5—6 ч. в сутки, т. е. около 25% всего времени нахождения в рабочем парке; остальные 75% времени вагон простаивает по разным причинам. Следующие операции вызывают простой вагонов: а) нагрузка и выгрузка, б) формирование и расформирование поездов, в) перевеска, г) сортировка мелочных грузов, д) отцепка для исправления технич. неисправностей, е) ожидание накопления вагонов данного направления при специализации поездов. В зависимости от рода груза, числа грузчиков и наличия механич. приспособлений для грузовых работ, время, потребное для нагрузки, колеблется от 2 до 8 ч., а на выгрузку для большинства грузов меньше. Однако, на практике простой под нагрузкой и выгрузкой достигает 1—1,5 суток, что вызывается гл. обр. ожиданием этих операций, а равно ожиданием постановки в поезд. Согласно существующим правилам, тов. дворы открыты для коммерческих операций с 9 до 17 ч., а в праздники с 9 до 13 час. Если вагон прибывает на станцию в другие часы, то он вынужден простаивать до следующего дня. Поэтому наиболее действительным мероприятием для уменьшения простоев вагонов под нагрузкой и выгрузкой было бы введение кругло-суточной коммерч. работы станции, что, однако, сопряжено со значительными расходами. Ожидание включения в поезд особенно велико на промежуточных станциях, где отдельные вагоны убираются сборными поездами, проходящими один раз в сутки; в этом отношении важное значение имеет наиболее правильная прокладка сборных поездов на графике. Для уменьшения простоев вагонов при формировании и расформировании поездов важное значение имеет т. н. специализация поездов, которая заключается в подборке в формируемый поезд вагонов одного назначения или одного направления, которая обеспечивает

прохождение поезда без расформирования на возможно большее расстояние. Разаумеется, связанное с этим сокращение промежуточных простоев должно превышать неизбежные дополнительные простои вагонов на станции формирования до накопления полного состава.

На величину простоев вагонов, как и на средний вес поездов, оказывает большое влияние относительное число сборных поездов. В отличие от транзитных поездов, проходящих по участку без остановок для сцепки и отцепки вагонов, сборные поезда предназначены для сборки и раздачи груженых и порожних вагонов на промежуточных станциях участка; поэтому естественно, что скорость следования и средний вес сборных поездов меньше, чем транзитных. Для ослабления отрицательного влияния сборных поездов принимаются особые меры для наилучшей организации их работы. Нормально на каждом участке обрабатывается лишь одна пара сборных поездов, а при малых размерах движения сборн. поезд назначается через день. При увеличении размеров сборной работы на участок назначаются 2—3 сборных поезда, при чем для уменьшения простоев работа их распределяется так, что один поезд обслуживает лишь первую (по ходу поезда) часть участка, а остальную часть проходит без работы—транзитом. Другой поезд, наоборот, проходит транзитом первую часть участка, а вторую обслуживает как сборный. По такому же принципу можно организовать работу и большего числа сборн. поездов. Для уменьшения простоев сборных поездов на промежуточных станциях необходимо: а) своевременно подготовить имеющиеся на станциях вагоны к сцепке и документам на них, а в нужных случаях и рабочую силу для возможной отгрузки или погрузки мелочных грузов; б) правильное формирование сборных поездов начальными станциями для устранения отцепок на одной станции из разных мест поезда; в) рациональное расположение станционных путей, пакгаузов и др. пунктов нагрузки и выгрузки для уменьшения маневров со сборными поездами.

Пассажирские перевозки. В отличие от грузовых, пассажирским перевозкам присущи некоторые особенности, а именно: а) большая скорость передвижения, б) срочность следования поездов, в) необходимость удобств для пассажиров. Для достижения больших скоростей движения требуются: обслуживание поездов быстроходными паровозами при меньших составах, лучшее технич. состояние ходовых частей вагонов, возможное уменьшение стоянок по станциям и, в связи с этим, форсирование всех работ с поездом во время стоянок. Для срочности следования пассаж. поездов движение поездов должно происходить по жесткому расписанию, при чем все назначенные в движение поезда д. б. в ходу, не считаясь с тем, достаточно ли они наполнены или нет. Удобства, к-рые необходимо предоставить пассажирам, зависят гл. обр. от дальности поездки. К числу удобств относятся: отдельные купе, спальные места, сцепка вагонов-ресторанов, организация беспередачных сообщений целыми поездами, отдельными вагонами или группами вагонов.

Расписания пассажирских поездов устанавливаются два раза в год—на зимний и летний периоды. Выработка расписаний происходит на специальных съездах, на которых, кроме представителей всех дорог, участвуют представители ведомств.

Меры безопасности. Правила технической эксплуатации. Так как ж.-д. перевозки совершаются в поездах большого веса и с большими сравнительно скоростями, то обеспечение безопасности движения является одной из основных задач ж.-д. эксплуатации. Безопасность движения зависит от целого ряда факторов: от надлежащего состояния пути и сооружений, от надлежащей сигнализации, от внимательного и добросовестного отношения агентов к своим обязанностям и от точного соблюдения ими установленных правил (см. *Безопасность ж.-д. движения*). Для обеспечения безопасности движения все основные операции ж.-д. агентов, связанные с движением поездов, выполняются по строго установленному порядку, регламентированному т. н. «Правилами техн. эксплуат. ж. д.» (П. Т. Э.), которые в основной своей части издаются НКПС и дополняются местными правлениями ж. д. в соответствии с местными условиями.

Способы движения. П. Т. Э. устанавливают способы движения поездов, т. е. определенный порядок приема и выпуска поездов со станции на перегон. При этом различаются основные способы движения и отступления от них. Основными способами движения поездов являются: 1) на дорогах однокольных—движение поездов только после предварительных сношений станций данного перегона между собой, т. е. по получении станцией отправления от станции назначения соответствен. разрешения; 2) на дорогах двухколейных—движение поездов исключительно распоряжением начальника станции отправления, при чем никаких предварительных сношений со станцией назначения не требуется, а обязательно только уведомление о прибытии предыдущего поезда; 3) как на двухколейных, так и на однокольных ж. д.—движение поездов под контролем участкового распорядителя движения; при этом способе ни один поезд не может отправиться на перегон без телеграфного или телефонного распоряжения участкового распорядителя, к-рый в этом отношении заменяет собой всех начальников станций участка. В отступление от основных способов движения, П. Т. Э. допускают еще следующие способы на однокольных дорогах: 1) сохранение пунктов скрещений—все поезда должны двигаться по расписанию, при чем для каждого поезда устанавливается определенный пункт скрещения, где поезд обязательно должен выждать встречный, с к-рым ему назначено скрещение; 2) пользование только одним паровозом—все поезда передвигаются по данному участку только одним паровозом; безопасность соблюдается полностью, но способ применим только при крайне незначительн. размерах движения; 3) жезловой способ—каждый перегон при этом способе движения имеет один жезл, отличающийся по форме и цвету от жезлов других перегонов, и

поезда могут отправляться только при получении машинистом указанного жезла; 4) система поездных проводников—этот способ аналогичен предыдущему, но жезл заменен здесь живым человеком-проводником, к-рый сопровождает поезд по данному перегону; 5) единоличное распоряжение начальника станции—на данной линии устанавливает преимущественное направление (обычно—то, по к-рому движутся нечетные поезда), и в этом направлении начальник станции имеет право отправлять поезд без всяких предварительных сношений, убедившись лишь в том, что на вверенной ему станции не имеется сведений о несвободе перегона или о неготовности для принятия поезда станции, на к-рую поезд отправляется. Все способы движения, являющиеся отступлениями от основных, при нормальных условиях и размерах движения не применяются; к ним прибегают только на участках с весьма слабым движением или при невозможности пользоваться основными способами движения, например при перерыве средств сношения, при закрытии одного из путей двупутн. участка, и пр. Во всяком случае, при каждом способе необходимы известные сношения между станциями—в одном случае для возможности отправить поезд, в другом—для извещения станции, что поезд отправлен или что он прибыл. Для сношений станций пользуются письменными сообщениями, телефоном, телеграфом, электрожезловой системой, блокировкой. Пользование письмом чрезмерно замедляет сношения, поэтому к нему прибегают только при невозможности всех других способов. Наиболее употребительный на наших дорогах способ сношений—телеграф, при чем предписано точно придерживаться установленному трафаретного текста телеграмм и считать недействительными телеграммы, отличающиеся от него хотя бы одним словом. При этом способе поезда отправляются только при выдаче машинисту и главному кондуктору копии разрешающей депеши. При электрожезловой системе из каждой пары аппаратов, установленных на соседн. станциях, можно вынуть только один жезл, и притом не иначе как с согласия соседней станции. Вынутый жезл является для машиниста разрешением на занятие перегона, и, пока поезд не придет на соседнюю станцию и жезл не будет вложен в аппарат, вынуть другой жезл невозможно, а следовательно и второго поезда на этот же перегон отправить нельзя (см. *Жезловая система*). При автомат. блокировке разрешением для поезда отправиться на перегон является открытие выходного семафора. При помощи специальных аппаратов, на соседних станциях достигается такое замыкание семафоров, при к-ром во время нахождения поезда на перегоне открыт выходной семафор нельзя, а следовательно, нельзя и выпустить следующего поезда. Способ сношений по электрожезловой системе применяется на однопутных дорогах, блокировка—главн. обр. на двупутных, хотя есть и т. н. «однопутная блокировка» (см. *Блокировка путевая, Блокировка станционная*).

Классификация и формирование поездов. Виды поездов приведены в табл. 5.

Табл. 5.—Классификация поездов.

Вид	Назначение	Категория	Назначение
I. По роду сообщения:			
1. Дальние	Проходят промежуточные станции без работы	а) Прямого сообщения	Сформированы из вагонов, следующих за пределы дороги
		б) Местного сообщения	Сформированы из вагонов, следующих на какую-либо станцию своей дороги
2. Участковые (товарные сборные)	Обслуживают один участок между распорядительными станциями, подают порожняк на промежуточные станции участка, собирают груженные вагоны и перевозят по участку вагоны со сборным грузом		
II. По роду перевозок:			
1. Пассажирск. движения	Перевозят пассажиров, багаж, грузы пассаж. скорости и почту	а) Экстренные	Для проезда правительственных лиц, администрации дороги, а также частных лиц и организаций за особую плату
		б) Курьерские	С большими скоростями и минимальным числом остановок
		в) Скорые	Скорость и число остановок средние между курьерскими и пассажирскими
		г) Пассажирские	С остановками почти на всех станциях
		д) Почтовые	Пассажирские поезда, имеющие специальный почтовый вагон
		е) Пригородные	Обслуживают районы, тяготеющие к большим городам
		ж) Товаро-пассажирские	Пассажирские, с присоединением вагонов для перевозки грузов
2. Военского движения			
3. Санитарного движения			
4. Массовых людских перевозок	Для нерегулярных перевозок людей большими группами (переселенцев, эвакуированных и т. п.)		
5. Товарного движения	Для перевозки грузов и порожних вагонов		
6. Служебного движения		а) Вспомогательные и пожарные	Для подачи помощи при несчастиях и пожаре
		б) Служебные	Для перевозки администрации дороги, ж.-д. рабочих, детей служащих и месту учебных занятий и т. п.
7. Хозяйствен. значения	Перевозят грузы ж. д.: балласт, рельсы, шпалы, снег и т. п.		

Число вагонов, соединяемых в один поезд, и вес последнего бывают различны не только для разных дорог, но и для разных участков одной дороги, в зависимости от силы тяги паровоза, от профиля и плана пути этого участка и рода топлива; число порожних вагонов в поезде ограничено допустимой длиной поезда, к-рая, в свою очередь, определяется длиной станционных путей для возможности

скрещения или обгона. Т. о., при формировании поезда прежде всего д. б. учтен предельный его вес, установленный для данного участка; кроме того, в поезда могут включаться только вполне исправные вагоны или платформы соответств. нагрузки и габарита. В каждый поезд, в зависимости от скорости движения, типа тормозов и профиля пути, д. б. включаемо определен. число тормозных

вагонов, при чем эти вагоны д. б. распределены по всей длине поезда согласно определенным правилам. Если в поезд включаются вагоны и груженные и порожние, то груженные, как правило, должны быть поставлены в голове поезда, а порожние в хвосте. Наконец, поезд должен быть снабжен всеми установленными сигналами, снарядами и материалами и надлежащим числом поездных служащих.

Контроль движения поездов. Все сведения о ходе поездов по отдельным участкам сосредоточиваются в конторе отделения эксплуатации у специального агента-диспетчера отделения, к-рый на основании получаемых им сведений вычерчивает график исполненного движения поездов. Этот график дает наглядную картину движения поездов по участку и облегчает диспетчеру возможность давать станциям необходимые указания и устранять затруднения. Успешность работы диспетчера в значительной мере зависит от степени совершенства связи со станциями. В этом отношении большой интерес представляет применяющаяся за последние годы на многих наших дорогах новая система регулирования и руководства движением при помощи так называемого американского диспетчера (см. *Диспетчерская система*).

А. Бабичков и В. Сакович.

II. КОММЕРЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ.

а) Извлечение доходов из ж.-д. перевозок.

В отношении извлечения доходов от ж. д. между условиями частного ж.-д. хозяйства и условиями государственного хозяйства существуют коренные различия. При частном хозяйстве предприниматель смотрит на эксплуатацию ж. д. как на средство получения максимальной прибыли. Путиями к увеличению прибыли являются уменьшение расходов и развитие грузооборота. Такая эксплуатация, проникнутая духом извлечения возможно более высокой выгоды, является коммерческой в точном значении этого слова. Однако, даже в таких странах классического частного ж.-д. хозяйства, как С. Ш. А., ж. д. все же находятся под известным воздействием государства. В условиях же полного сосредоточения ж. д. в руках государства, как это имеет место в СССР, ж. д. являются лишь государственным предприятием, предназначенным для перевозки пассажиров и грузов; их задачей становится не извлечение максимальных доходов, а плановое обслуживание клиентуры в соответствии с общей экономикой, политикой государства. Поскольку, однако, и в этом случае находят применение принцип платности транспортных услуг и самокупаемости предприятия, здесь также приходится говорить о коммерч. эксплуатации, придавая ей, конечно, лишь терминологич. значение для характеристики известной стороны государства. Источником доходов от ж.-д. предприятия служит взимание платы за перевозку пассажиров и грузов на основании утвержденных тарифов (см. *Железнодорожные тарифы*) и норм перевозочного права. Положения п е р е в о з о ч н о г о п р а в а, согласно Уставу ж. д. и изданным в его развитие правилами, сводятся к тому, что ж. д., с одной стороны, а с дру-

гой—отправитель и неразрывно связанный с ним получатель заключают между собою договор. Государственно-общественный характер ж.-д. предприятия выражается в том, что ж. д. обязана вступить в договор и отказ в выполнении перевозки может последовать лишь в тех случаях, когда пассажир или груз не удовлетворяют определенным требованиям закона. За неправильный отказ ж. д. несет материальную ответственность. При перевозке пассажиров основой заключения договора является б и л е т, к-рый пассажир должен приобрести до посадки в поезд, а при перевозке багажа — б а г а ж н а я к в и т а н ц и я. Под багажом разумеется клад пассажира, предназначенная для обслуживания его личных надобностей; однако, с разрешения начальника станции могут перевозиться и предметы, упакованные как товары; в особо же назначенных пассажирских и товаро-пассажирских поездах выполняется перевозка т о в а р о - б а г а ж а, т. е. товара, следующего независимо от следования пассажира. Договор на перевозку груза составляется на особом стандартном бланке, носящем название н а к л а д н о й. Накладная м. б. составлена на предьявителя или на имя определенного лица. После приема груза и накладной дорога выдает отправителю д у б л и к а т н а к л а д н о й, также написанный на предьявителя или на определенное лицо, как и накладная. Дубликат на предьявителя представляет собою товарораспорядительный документ: как получение груза на станции назначения, так и распоряжение грузом в пути принадлежит любому держателю дубликата. Именной дубликат значительно суживает круг обращения товаров между отправителем и получателем.

Отправление грузов в количестве, к-рое ж. д. может отправить в течение 24 ч., производится непосредственно, без обождания на складе; грузы, превышающие это количество, принимаются на хранение в складочных помещениях ж. д. и отправляются в порядке очереди. При записи на очередь грузы подразделяются на 4 категории, в зависимости от их свойств и назначения, и погрузка их начинается с высших категорий. Массовые горнозаводские грузы, как каменный уголь, руда, чулун, соль, а в нек-рых случаях и лесные материалы, отправляются в порядке разверстки вагонов между отправителями. Грузы перевозятся, в зависимости от указания отправителя, большою или малою скоростью. Расчет скорости перевозки складывается из трех основных элементов: срока на отправление, посуточной нормы движения в пути и срока передачи с одной дороги на другую; в случаях передачи груза с широкой колеи на узкую, переправы через реку или передачи на боковые и малодейственные ветви линии также добавляются особые сроки (табл. 6). Во время следования груза держатель предьявительского дубликата, а по именованному дубликату—отправитель, получатель или правопреемник получателя могут потребовать изменения первоначальных условий перевозки, а именно, выдачи груза обратно на станции отправления, выдачи на промежуточной станции или выдачи не тому лицу, к-рое было первоначально указано.

Табл. 6.—Нормы продвижения груза.

Скорость	Норма продвижения, км	На от-правл. (суток)	На переда-чу с одной дороги на другую (суток)	Примечание
Большая:				
Для магистралей . . .	320	1	1	При исчислении сроков доставки расстояние до 25 км включительно в расчет не принимается, а расстояние свыше 25 км считается за полное суточное расстояние
Для прочих направлений . . .	160	1	1	
Для малодействительных линий	100	1	1	
Малая:				
Для повагонных отправок	160	2	1	Расстояния менее 25 км при исчислении откидываются, а выше 25 км считаются за полное суточное расстояние
Для мелочных отправлений и местного сообщения	120	2	1	Соответств. нормы при исчислении 12,5 км
Для малодействительных линий	60	2	—	

На обязанность ж. д. возлагается правильное и своевременное выполнение перевозки. В случае утраты, порчи, повреждения груза ж. д. отвечает за причиненный ущерб в размере действительного размера убытка; в случае просрочки в доставке ж. д. уплачивает заинтересованному лицу вознаграждение в размере от 0,1 до 0,5 провозной платы, смотря по степени опоздания.

В связи с повышением доходности ж. д. стоит разработка мероприятий по улучшению условий пользования ж. д. для населения. Сюда относятся следующие меры. 1) Открытие городских станций. Городские станции являются средством вынести некие коммерч. операции ж. д. за пределы станции в близлежащие города и поселки. Городские станции производят как пассажирские операции по продаже билетов, плацкарт, по приему багажа, так и грузовые операции, принимая на дому у отправителя грузы для отправки и привозя ему на склад прибывшие по назначению грузы. Эти операции выполняются за особую комиссионную плату. 2) Развитие складов долгосрочного хранения. Эти склады дают клиентуре возможность пускать в оборот документы (складочные свидетельства), выдаваемые при приеме груза на хранение. Срок хранения на таких складах—до 6 мес. 3) Выдача ж. д. ссуд. Операция долгосрочного хранения теснейшим образом связана с операцией выдачи ссуд, к-рую жел. дорога имеет право производить с разрешения НКПС. В СССР выдаются лишь целевые ссуды, предназначенные для оплаты провозных жел.-дор. платежей за грузы одного и того же грузохозяина. 4) Развитие прямых смешанных железнодорожно-водных сообщений. Такое сообщение установлено для всех линейных и городских станций ж.-д. сети с портами и пристанями парокорпусов главных рек Союза.

На всем пути следования перевозочным документом является накладная, к-рая составляется на партию груза, соответствующую по весу подъемной силе вагона и по объему—его вместимости. Перегрузка производится парокорпусом, которое взимает за это особые сборы. Перевозка производится с соблюдением уставных сроков доставки по ж. д. и особых сроков доставки по воде (на Волге, вниз по течению 150 км и вверх—90 км в сутки). 5) Развитие ветвей необщего пользования. Такие ветви строятся государственным и кооперативными предприятиями для обслуживания нужд этих предприятий. Эксплуатация ветвей необщего пользования не подчиняется Уставу ж. д., а производится на особых договорных условиях между владельцем ветви и ж. д. 6) Международные перевозки. В настоящее время установлены прямые сообщения с

Латвией, Эстонией, Литвой, Польшей, Финляндией, Германией, Австрией, Чехо-Словакией, Францией, Италией, Китаем, Персией и Турцией. С некими из этих стран установлены грузовые и пассажирские сообщения, с другими одни только пассажирские или одни грузовые.

б) Порядок оформления договоров.

Коммерческая работа железных дорог выполняется по грузовому движению товарными станциями, по пассажирскому—пассажирскими станциями.

Грузовое движение. Товарные станции и бывают двух видов: 1) тарифные станции, открытые для постоянного производства всех или неких коммерч. операций с расчетом платы за действительное расстояние, 2) нетарифные станции, открытые для временного выполнения тех же операций и взимающие плату по расчету не за действительное расстояние, а за весь переезд до соседней тариф. станции. Тарифные и нетарифные станции противопоставляются станциям, производящим технич. операции, на к-рых ж. д. не обязана производить грузовых или пассаж. операций. На больших станциях коммерч. операции более дифференцированы, чем на малых станциях. Так, на больших станциях операция приема груза сосредоточена в особых пакгаузах отправления, а операция выдачи—в пакгаузах прибытия. Операции на больших станциях распадаются на операции грузовой двора и на операции товарной кассы. Соответственно этому и коммерч. персонал станции распределяется на две группы. Общее руководство коммерч. работой лежит на начальнике станции или иногда на его помощнике по коммерч. части. Товарный, или грузовой, двор служит для операций по приему и выдаче грузов, погрузке их в вагоны и для отправления нагруженных вагонов. Гру-

особых гнездах. На фиг. 7 представлен эскиз билетного шкафа на 121 место для бланковых билетов и 184 места для единичных. Система готовых билетов, помещаемых в шкафах, весьма громоздка и дорога. Поэтому за последние 25 лет неоднократно предпринимались попытки механизации работы станционных касс. За границей, особенно в Германии, механич. билетопечатающие кассы уже введены на многих станциях. Их особенность заключается в том, что билеты печатаются тут же при выдаче, и одновременно автоматич. касса подсчитывает выручку. Перевозка пассаж. багажа выполняется теми же поездами, с к-рыми следует пассажир; пассажир получает багажную квитанцию, а багаж передается в поезд при багажной дорожной ведомости.

Лит.: Устав ж. д. СССР, М., 1927; Положение о прямом сообщении между ж. д. СССР, М., 1929; Свод тарифов, М., 1928; Свод тарифов на перевозку пассажиров и багажа по ж. д. СССР, М., 1928; Положение об отчетности на путях сообщения. Отчетность по перевозкам пассажиров, багажа и грузов, М., 1928; Х о л о в Н. И., Коммерч. эксплуатация ж. д., 2 изд., М., 1926; С о к о в и ч В. А., Коммерч. эксплуатация в вопросах и ответах, М., 1927; И т о ш и н А. Н., Материалы к курсу коммерч. эксплуатации, М., 1927; Б ы к о в К. В., Работа станций, ч. 1 и 2, М., 1928; К о л е ш к о А. И., Практич. руководство по коммерческой эксплуатации ж. д., М., 1929; J o s s e r a n d L., Les transports, 2 éd., Paris, 1926; R u n d n a g e l R., Die Beförderungsgeschäfte, Handb. d. gesamten Handelsrechts, hrsg. v. V. Ehrenberg, B. 5, Abt. 2, Lpz., 1915; Das deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart, hrsg. v. Hoff, Kumbier und Anger, 3 Aufl., Berlin, 1927. А. Антошин.

III. ПЛАНИРОВАНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ПЕРЕВОЗОК.

Наиболее характерной чертой, отличающей транспортные предприятия в ряду других производственных предприятий, является невозможность накопления их продукции. В то же время, в силу своего общественно-правового характера, они всегда д. б., как исправный возчик, готовы к совершенно предъявляемым им перевозок в соответствующих направлениях. Отказывать в перевозке, задержать ее, а равно направить по тому или другому пути ж. д. могут только в рамках, строго очерченных уставом ж. д. Процесс согласования транспортных возможностей с требованиями на перевозки носит общее название регулирования перевозок. При этом комплекс мероприятий по приведению перевозочных средств в каждом пункте железнодорожной сети в соответствие с ожидающимися или уже совершающимися перевозками составляет область технич. с к о г о регулирования, а предусмотренные законом меры согласования предъявляемых перевозок с транспортными возможностями — область экономическое регулирования. В общей системе регулирования ж.-д. перевозок наблюдаются два момента: планирование перевозок, заключающееся в предварительном на известный период согласовании предложения транспортных услуг со спросом на них, и р е г у л и р о в а н и е перевозок, в тесном смысле, как система мероприятий, направленных к наилучшему проведению плана в жизнь и приспособлению его к конкретным условиям. Таким образом, общий цикл мероприятий по регулированию перевозок распадается на планирование экономическое, планиро-

вание техническое, регулирование экономическое и регулирование техническое.

Органами, планирующими перевозки, являются Центральный к-т (ЦКП) и районные к-ты (РК) по перевозкам—межведомственные организации, состоящие при Народном комиссариате путей сообщения; органами, регулирующими—Центральное управление ж. д. (Цужел), управления районных к-тов и правления ж. д. с их линейными организациями—отделениями службы эксплуатации. В соответствии с непосредственными целями планирования перевозок перевозочные планы распадаются на годовые, квартальные и месячные. На каждый год определяется бюджет ж.-д. транспорта; для этого раз в год составляются эксплуатационные сметы, производственные, ремонтные и строительные программы железн. дорог. Отсюда—потребность в годовом плане перевозок как основе смет и бюджета ж.-д. транспорта. Так как нек-рые элементы сметы (напр. подвижной состав), во избежание слишком жестких рамок перевозок, д. б. рассчитаны не по средней годовой работе, а по крайней мере по работе максимального квартала, и т. к. перевозки различного характера обычно достигают максимальных размеров в различные сезоны года, то годовой план дается с разделением на кварталы; особо при этом планируются массовые потоки грузов через перегруженные узлы и в выходных направлениях, как обоснование необходимых работ по усилению их пропускной способности. Годовые планы составляются РК и представляются к 1 августа предшествующего планируемому году на утверждение ЦКП. Этот срок представляется слабым местом годового плана. Он является слишком поздним, для того чтобы служить основой для составления смет дорог на май—июнь, и слишком ранним, для того чтобы подвести под него солидную экономическ. базу, т. к. главный распорядитель нашей экономики—урожай—определяется только в июле—августе. Последнее обстоятельство, делая годовой план недостаточно пригодным для непосредственно оперативных целей, заставляет прибегать к составлению еще и квартальных планов, применительно к соответствующему распределению бюджетного года; такое деление на кварталы близко совпадает и с сезонностью в колебании размеров и характера перевозок; для отдельных же видов перевозок, сезон к-рых не вполне совпадает с кварталным делением, предусматриваются специальные сезонные планы. Квартальные планы составляются в РК за месяц до начала планируемого квартала и к 12 числу представляются на утверждение в ЦКП. Квартальные цифры перевозок проектируются с распределением по месяцам и служат, по утверждению их ЦКП, контрольными цифрами для составления в РК оперативных месячных планов, выпускаемых для руководства дорогам к началу планируемого месяца.

Экономическое планирование. Экономическ. планирование перевозок осуществляется РК двумя путями. Все те перевозки, для к-рых м. б. с достаточной точностью определены отправитель, получатель, станция (участок) отправления и станция (участок) назначения

груза, подвергаются жесткому планированию и включаются в план на основании заявок отправителей с точным указанием всех перечисленных элементов и в календарных нормах, если не на каждый день, то на короткие 3—5-дневные периоды; выполнение жестких планов сопровождается обоюдной денежной ответственностью клиента и ж. д.: первого за невыполнение норм погрузки, второй—за неподачу вагонов. Жесткие планы уже применяются в настоящее время к определенному кругу перевозок нефти, угля, руды, постепенно расширяясь; директива СТО от 23 августа 1928 г. предлагает обратить особое внимание на расширение круга применения жестких планов, как наиболее совершенной формы планирования перевозок. Однако, пока еще менее четверти всех перевозок подчиняется жесткому планированию; вся остальная масса перевозок осуществляется по ориентировочным планам, создаваемым на основе статистико-экономич. метода. Динамика статистич. цифр перевозок по 15 главнейшим наименованиям, с учетом общеэкономич. конъюнктуры и с коррективками по ориентировочным заявкам отправителей, определяет планы перевозок основной массы грузов. Упомянутая директива СТО, перенося центр тяжести планирования и этой категории грузов на заявки клиентуры, позволяет из этой массы перевозок выделить нек-рую часть, способную уже и теперь подвергаться «полужесткому планированию» (т. е. жесткому планированию лишь нек-рых элементов, с ограниченной обоюдной ответственностью). В виду неоднобразия подвижного состава, требующегося для перевозки различных грузов, планировка перевозок ведется отдельно для грузов, требующих крытых или открытых вагонов, цистерн, изотермич. вагонов и т. д.

В деле экономич. планирования перевозок серьезным осложняющим моментом является необходимость планировать не только погрузку каждой дороги, но и полную ее работу, в к-рую входит не только ее собственная погрузка, но и прием груженых вагонов от соседних дорог; приходится иногда особо планировать работу отдельн. затрудненных участков, узлов и даже станций назначения грузов. Статистико-экономич. метод оказывается здесь недостаточным, и только жесткий план и уточнение заявок отправителей могут упорядочить эту сторону экономич. планирования перевозок. В этих целях с 1929 г. введено обязательство указывать в месячных заявках отправителей не только дороги отправления и районы назначения, но и участки (станции) отправления и дороги назначения грузов. Эти данные дают основания для установления норм сдачи груженых вагонов с дороги на дорогу по каждому передаточному пункту на каждый планируемый период. Эти нормы носят название «плановых норм» обмена в отличие от «максимальных норм» обмена, устанавливаемых раз в год и характеризующих максимальные размеры пропускной способности соответствующего направления. Последние нормы могут быть изменяемы только в порядке их установления; от плановых же норм могут допускаться отступления дорогами, сдаю-

щими вагоны, но лишь как исключение и в размере не более одного состава поезда.

Техническое планирование. Данные экономич. планирования перевозок служат основой их технического планирования и я. Последнее заключается в определении технич. средств, необходимых для выполнения запроектированных перевозок и, естественно, ведется по тем же годичным, квартальным и месячным срокам, как и экономич. планирование. Необходимый для выполнения заданной работы рабочий парк вагонов определяется как сумма

$$n = n_1 + n_2 = u \cdot \vartheta_1 + u_n \cdot \vartheta_n,$$

где ϑ_1 — время, затрачиваемое вагоном на его груженный рейс от нагрузки (или приема от соседней дороги) до выгрузки (или сдачи на соседнюю дорогу); ϑ_n — время, затрачиваемое вагоном на его порожний рейс от выгрузки (или приема от соседней дороги) до новой погрузки (или сдачи на соседнюю дорогу); u — работа дороги, выраженная суммой погруженных и принятых от соседних дорог груженых вагонов; u_n — работа порожней части вагонного парка, выраженная суммой загруженных или сданных на соседние дороги вагонов; n_1 и n_2 соответственно, общий вагонный парк дороги, груженная и порожняя его части, необходимые для выполнения заданной работы. Величина u является т. о. данным экономич. планирования, а u_n , ϑ_1 и ϑ_n — элементы технич. планирования, при чем ϑ_1 и ϑ_n планируются не в целом, а с разделением на их составные элементы: время, затрачиваемое на передвижение вагонов в поездах и простой под нагрузкой, выгрузкой, по станциям в пути. Все эти элементы планируются по данным статистики прошлого с учетом динамики статистич. цифр и той технич. конъюнктуры, к-рая ожидается в планируемом периоде. Общий пробег вагонов определяется как

$$\Sigma ns = \Sigma ns_1 + \Sigma ns_n = u \cdot l + u_n \cdot l_n,$$

где Σns_1 , Σns_n и Σns — пробег вагонов в груженом, порожнем состояниях и общий; l и l_n — рейсы груженого и порожнего вагонов, т. е. средние расстояния пробега вагонов в первом случае от нагрузки (приема груженых от соседних дорог) до выгрузки (сдачи груженых на соседние дороги), во втором — от выгрузки (приема порожних от соседних дорог) до нагрузки (сдачи порожних на соседние дороги). Он и дает основание для планировки рабочего парка паровозов, необходимого для выполнения заданной работы. Для этого общий пробег вагонов распределяется по тяговому (распорядительным) участкам дороги и, путем разделения на средний ожидаемый состав поездов и длину распорядительного участка и умножения на время оборота паровоза на участке, дает потребный рабочий парк паровозов для каждого участка:

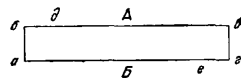
$$M = \frac{\Sigma ns' \cdot \theta}{m' \cdot L_D},$$

где $\Sigma ns'$ — пробег вагонов в грузовом направлении, m' — состав поездов в грузовом направлении, L_D — длина распорядительного участка, θ — оборот паровоза, т. е. время, необходимое для того, чтобы обслужить

паровозом пару поездов на каждом распорядительном участке. К величине рабочих парков паровозов и вагонов, определенной указанными выше методами, добавляется неизбежный расход их на ремонт, хозяйственное движение и прочие нужды, непосредственно к обслуживанию перевозок не относящиеся.

Техническое регулирование. Так как полученные в итоге технич. планирования паровозные и вагонные парки могут не совпасть с действительным их наличием на каждой дороге, то последние приводятся в соответствие с планом; это достигается методами технического регулирования. Простейшим приемом регулирования паровозного и вагонного парков является их переконандирование. Регулирование паровозного парка этим приемом и исчерпывается; вагонный же парк, как более гибкий и более нуждающийся в технич. регулировании в каждый данный момент и в каждом данном пункте железнодорожной сети, подвергается целой системе мероприятий. В основе их лежит автоматич. обмен вагонами—своеобразный прием, резко отличающийся вагонное хозяйство СССР от других стран. Заграничная практика обычно зиждется на срочном возврате вагонов, т. е. на обязательстве каждой дороги, получившей с грузом чужой вагон, в определенный срок вернуть его дороге-собственнице. На дорогах Союза такой порядок применяется лишь по отношению к вагонам специального типа, предназначенным для определенного вида перевозок и имеющимся на сети в ограниченном количестве: их, естественно, надо возвращать туда, откуда производится погрузка специфич. грузов. Весь же остальной парк на дорогах СССР обезличен; он м. б. загружаем или пересылаем порожняком в любом направлении. Для того чтобы при этом не получалось отлива вагонов от дорог-грузчиц, установлен порядок обмена—вагон за вагон на каждом пункте перехода вагонов с дороги на дорогу; дорога, принимающая к себе поток груженых вагонов, должна сдать обратно равное количество вагонов, дополняя их, при недостатке груженых вагонов, порожняками; могущие образоваться недостатки записываются за неисправной дорогой долгом, подлежащим немедленному погашению. Выполнение этого обязательства дорога находится под постоянн. наблюдением центра (ЦКП) и управления соответствующ. район. к-та (РК), имеющих право в целях регулирования корректировать обменные обязательства дорог. Корректирование производится 2 способами. Первый способ заключается в списывании всего или части долга одной дороги другой, чем достигается усиление парка одной дороги за счет другой; этот прием регулирования носит название «командировки вагонов путем зачета по обмену»; при этом, если дорога, на к-рую командированы вагоны, не имеет за командирующей дорогой долга, к-рый мог бы быть списан, то за последней образуется искусственный долг, который д. б. ею погашен в срок, указываемый управлением районного к-та. Второй способ носит название «кругового переучета вагонных долгов» и применяется в целях сокращения пробега порожних вагонов на сети. Сущность и порядок круго-

вого переучета м. б. пояснены на таком примере: имеются две дороги А и Б, состоящие из значительных параллельных магистралей, соединяющихся по концам сравнительно короткими ветвями (фиг. 8); обменными станциями являются станции а и в. Предположим, что погрузочными районами являются: а_б—грузящий по назначению в район е_г, и в_г—грузящий по назначению в е_д. При такой конфигурации грузовых потоков должно образовываться накопление вагонных долгов в а за дорогой Б и в в за дорогой А, вызывающее значительные и на большом протяжении магистралей встречные пробеги: по дороге Б—от е к а, а по дороге А от д к в, к-рые с полным успехом для дела м. б. заменены короткими пробегами от е к г и от д к б. Для возможности такой замены необходимо периодическое освобождение дороги А от ее долговых обязательств дороге Б по пункту в, а дороги Б—от ее долгов дороге А по пункту а. Это и осуществляется путем списывания на равную сумму встречных между дорогами А и Б долгов, образующихся



Фиг. 8.

по обменным пунктам а и в. Т. к. на практике в таком кругообороте порожняка зачастую участвуют не 2, а 3, 4 и более дорог, то списывание долгов проходит по ряду расположенных по кругу передаточных пунктов, почему эта система и получила название кругового переучета. В некоторых направлениях такой кругооборот порожняка, а следовательно, и списывание долгов имеют настолько постоянный характер, что это списывание дороги производят самостоятельно, без наряда РК, а по ежедневным или через каждые 2—3 дня взаимным уведомлениям пунктов, участвующих в переучете, о размерах образующихся у них долгов.

Второй большой областью технич. регулирования является забота об успешном продвижении грузового потока, потребность в к-рой возникает в силу загруженности отдельных направлений, узлов и пунктов отправления или прибытия груза. При этом различаются следующие случаи. а) Если затруднения возникают в пути следования, то применяется круговое направление груза, в обход затрудненного направления. б) Если затруднения произошли в пунктах выгрузки или если круговое направление неосуществимо за отсутствием или отдаленностью таких направлений, то устанавливается временное сокращение (а в нужных случаях и полное прекращение) течения груза в данном направлении, или же на станциях назначения принимаются меры к улучшению их работы (сокращаются сроки бесплатного хранения грузов и простой вагонов, передаются грузы за счет грузохозяина на хранение в специально нанимаемые дорогой склады, повышаются сборы за хранение груза и простой вагонов). Регулирование течения грузов в определенных направлениях проводится распоряжением регулирующих органов путем сокращения норм обмена между дорогами, а также сокращения или полного прекращения погрузки в регулируемом направлении. в) Если затруднения возникают вследствие запол-

нения складочных помещений и площадей для хранения грузов на станции отправления, то последняя закрывается для приема грузов впредь до улучшения ее положения. Перечисленные регулировочн. мероприятия на станциях отправления и назначения применяются распоряжением РК или ко всему грузовому потоку или к тем лишь категориям грузов, к-рые являются причиной создавшихся затруднений; в исключительных случаях распоряжением ЦКП эти мероприятия могут вводиться и по отношению к определенным неисправным грузохозевам.

Экономическое регулирование. Так как не всегда и не везде перевозочные средства могут иметься в количестве, достаточном для безотказного выполнения требований на перевозки, то приходится прибегать к т. н. обратному, или экономическому, регулированию, заключающемуся в приведении перевозки в соответствие с транспортными возможностями. Основой экономич. регулирования является предусмотренная Уставом ж.д. «очередная система перевозок». Все наименования грузов по степени их экономич. ценности разбиты на 4 категории с тем, что грузы каждой категории имеют преимущественное право на перевозку перед грузами низших категорий. Для каждой категории и каждого направления движения устанавливаются очередные книги, в к-рые и записываются предъявленные к перевозке грузы в случае невозможности их немедленного отправления. Т. к. экономическая градация отдельных видов грузов улавливается 4 категориями очередной системы не всегда достаточно полно, то Центральному и районным к-там предоставлено право повышать на определенный срок категорию отдельных наименований грузов для определенных станций отправления. В целях придания экономич. регулированию перевозок еще большей гибкости и достижения возможности регулировать потоки грузов определенных наименований не только в целом, но и в любом направлении, тем же органам предоставлено право выделять для отдельных станций отправления грузы, следующие в определенных направлениях, в особые «дополнительные» очередные книги, с правом погрузки значащихся по этим книгам грузов независимо от старшинства очередей в основных книгах. В исключительных случаях и этого бывает недостаточно: возникает необходимость выделить и обеспечить погрузку грузов не только по наименованию и направлению, но и по признаку отправителя или получателя груза. Такого вида регулирование, как исключительное, применяется только по отдельным каждый раз решениям ЦКП и является последним звеном в общей системе регулирования железнодорожных перевозок, окончательно увязывающим в этой сфере интересы промышленности, торговли и транспорта.

В. Померанцев.

Себестоимость перевозок.

Определение себестоимости перевозок играет весьма важную роль во многих вопросах эксплуатации и тарифной политики. Полная себестоимость перевозок P складывается из двух частей: одна соответствует погашению

затраченного капитала K_0 и процентам на него, а другая—годовым расходам Θ по эксплуатации дороги. Затраченный капитал K_0 с процентами д. б. погашен в течение определенного числа лет, при чем размер погашения Π в год выражается нек-рым процентом от погашенного капитала. Следовательно $P = \Pi + \Theta$. Измерителем результатов эксплуатации дороги, как коммерч. предприятия, служит отношение расходов по эксплуатации к валовому доходу дороги за год:

$$\varphi_{\Theta} = \frac{\Theta}{D}.$$

Эта величина φ_{Θ} называется коэффициентом эксплуатации. Если в большинстве предприятий по коэффициенту эксплуатации можно судить о хозяйственности ведения дела, то в ж.-д. предприятии значение коэфф-та эксплуатации характеризует лишь доходность предприятия; судить же по значению φ_{Θ} о хозяйственности ведения дела можно лишь при наличии ряда дополнительных данных. Действительно, для понижения значения φ_{Θ} необходимо понижение расходов эксплуатации Θ и увеличение дохода дороги D . Расходы по эксплуатации состоят из двух частей: одна часть зависит от размеров перевозки и работы подвижного состава, другая часть мало зависит от размеров движения, т. к. имеет место при любых размерах движения и, следовательно, с увеличением размеров движения относительно (на единицу продукции) уменьшается. Однако, если числитель коэфф-та эксплуатации, т. е. расходы эксплуатации, в значительной степени зависят от руководства ж.-д. предприятием, то знаменатель—доходы от перевозок—от последнего почти совсем не зависят, т. к. плата за перевозку или тарифы определяются родом груза и, следовательно, при одном и том же размере перевозок доходы дороги м. б. разные. Точное определение себестоимости железнодорожной перевозки как функции от ряда факторов является весьма сложной и до настоящего времени еще не решенной задачей. Некоторые авторы, на основании научного анализа расходов, предложили формулы, выражающие зависимость расхода эксплуатации от влияющих на нее факторов. Эти ф-лы весьма разнообразны, но общая их структура такова:

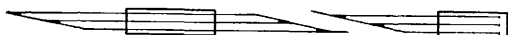
$$\Theta = a + bx + cy + \dots + ku,$$

где a, b, c, \dots, k —числовые коэфф-ты, x, y, \dots, u —эксплуатационные измерители, влияющие на расходы. Зная величину коэфф-тов и заданные значения измерителей, нетрудно определить величину Θ . Существуют 2 способа определения коэфф-тов себестоимости—математический и статистический, к-рые и применяются различными авторами. Однако, выборы измерителей и особенно нахождение коэфф-тов представляет весьма трудную задачу, почему практическое применение различных ф-л себестоимости весьма ограничено.

Лит.: Манос И. Я. и Фролов А. Н., Общий курс эксплуатации ж. д., ч. 1, М.—Л., 1926; Соколов В. А., Вагонное и паровозное хозяйство, 2 изд., М., 1926; Хальфин В. С., Использование перевозочных средств ж. д. и организация перевозок, 2 изд., М., 1928; Васильев И. И., Теория использования перевозочных средств, ч. 2—3, М., 1923—25; Лопуцко В., Правила технич. эксплуатации ж. д., М., 1927.

А. Бабичев.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ДЕПО, специальное теплое здание, предназначенное для стоянки, осмотра, промывки, чистки, ремонта (кроме капитального) и заправки паровозов. Жел.-дорожные депо разделяются на: а) основные (или коренные), где производятся все вышеуказанные операции по подготовке паровозов к движению, и б) оборотные, где паровоз простаивает только до отправки в основное депо и подвергается лишь мелкому ремонту, необходимому для следования. Депо должно быть оборудовано: 1) путями для стоянки паровозов, 2) смотровыми канавами (кожегарными ямами) для осмотра паровозов и спуска воды из котлов, 3) водопроводом с приспособлениями для набора воды, промывки и пр., 4) вентиляцией для удаления дыма и пара, 5) отопительными приборами для поддержания требуемой t° и 6) приспособлениями



Фиг. 1.

для сушки песка. Кроме того, при всех депо устраиваются помещения для дежурного по депо, дежурных кожегаров и круговоротчиков (при отсутствии механического поворота паровозов), кладовые для хранения паровозного инструмента, запасных частей паровозов и ходовых материалов, — смазочных, осветительных и обгирочных. При основных депо д. б. приспособления для промывки паровозов и помещения для среднего ремонта их (участковые паровозные мастерские). При оборотных депо устройство небольших мастерских (кузницы и слесарной) требуется только при обслуживании более 20 паровозов в сутки. Число стоек (стойло — часть депо, занимаемая одним паровозом) на ж.-д. магистралях нормального типа должно составлять не менее 60% от всего числа инвентарных паровозов. На ж.-д. магистралях облегченного типа и пионерных ж. д. эта норма должна соблюдаться только для северных районов; для средних районов СССР она снижается до 55, для южных — до 45, а для Закавказья и Ср. Азии — до 40%. Из этого количества $\frac{2}{3}$ должны приходиться на основные депо, а $\frac{1}{3}$ — на оборотные.

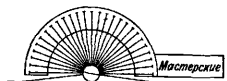
Типы Ж.-д. депо. В СССР приняты следующие типы депо по очертанию их в плане: прямоугольные (фиг. 1), ступенчатые (фиг. 2), и веерные (фиг. 3). На некоторых дорогах



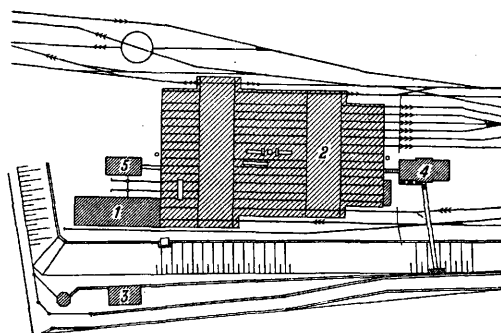
Фиг. 2.

наиболее ранней постройки имеются еще круглые депо с поворотным кругом в центре здания. Преимущества прямоугольных и ступенчатых депо: меньшая площадь ворот, пола и крыши, приходящаяся на одно стойло, и простота конструкции стен и перекрытий, а в ступенчатых депо, сверх того, — возможность увеличения числа стоек и легкость вписывания в общие контуры станционных

путей. Недостатками прямоугольной формы являются: а) ограниченность числа стоек (пределом можно считать три пути по три стойла на каждом, так как при большем числе путей усложняется перекрытие, требуется удлинение наружных путей и увеличение станционной территории, а при большем числе стоек на каждом пути затрудняется вывод паровозов); б) сквозняки при открытии противоположных ворот, затрудняющие поддержание ровной темп-ры. Недостатки ступенчат. депо: сквозняки и трудность удлинения стоек в средних секциях при введении в обращение более длинных паровозов. За границей в последнее время строят прямоугольные депо на большое число путей (до 14 и более), длиной на четыре паровоза и более каждый, при чем подача паровозов на любое из стоек производится при помощи тележек. Фиг. 4 изображает такое депо (в Эрфурте): 1 — мастерская, 2 — паровозный сарай, 3 — дежурные комнаты, 4 — контора, 5 — помещение для мастеровых. В этом случае здание перекрывается рядом двускатных крыш с перпендикулярными к путям коньками или пилообразным шедом, также расположенным перпендикулярно. Тележки находятся в открытом помещении, и ввод паровозов на них



Фиг. 3.



Фиг. 4.

производится по съездам с внешних путей через особые тамбуры. Преимущества этого типа: удобство ввода и вывода любого паровоза, минимальное протяжение наружных путей, минимальное число ворот (не более четырех на 1 тележку) при минимальной площади наружных стен, приходящейся на 1 стойло, и весьма экономичном использовании площади депо и станционной территории.

Преимущества веерного депо по сравнению с прямоугольным: несколько меньшая площадь наружных стен, приходящаяся на 1 стойло, удобство вывода любого паровоза независимо от других, легкость увеличения числа стоек, меньшее охлаждение при открытии ворот и малая длина наружных путей, а стало быть — и относительно небольшая площадь занимаемой территории. Недостатки веерного депо: полная зависимость вывода паровозов от исправности поворотного круга (самый важный недостаток); большее число ворот; большая площадь пола и крыши, приходящаяся на 1 стойло,

диаметру д. б. не менее 70 см. Трубы выше конька крыши при естественной тяге снабжаются специальными дефлекторами, а внизу—зонтами прямоугольного сечения в виде усеченной пирамиды таких размеров, чтобы паровоз при перемещении на половину окружности ведущих колес не выходил из предела зонта. Иногда вместо зонтов при каждой трубе устраивают общий жолоб, соединяющий все трубы одного пути. Материалом для вытяжных труб служат покрытое асфальтовой смолой железо, пропитанное огнестойкими составами дерево, этернитовые плиты (асбестоновые—инж. Карягина) и чугуны. В последнее время для более совершенного удаления дыма применяют побудительную вентиляцию при помощи эжектора или высоких дымовых труб с подогревателями. Кроме того, в повышенных местах поточных перекрытий устраивают отверстия для выхода скопляющихся наверху дыма и газов. Во избежание обратной тяги должен быть обеспечен приток чистого подогретого воздуха.

О т о п л е н и е. Для поддержания требуемой t° (не ниже 10° в основных депо и 5° в оборотных) депо должны отапливаться или отдельно стоящими печами с большой теплоотдачей (наприм. чугунные ребристые печи сибирского типа) или при помощи центрального отопления. В последнем случае иногда является выгодным использование пара находящихся на стоянке паровозов или отработанного пара силовой установки мастерских. Для сохранения тепла окна делаются с двойными рамами, ворота—с двойной обшивкой и прослойками из нетеплопроводных материалов (толь, войлок и др.). Для предупреждения охлаждения снизу к воротам подвешиваются на петлях подворотни или специальные эластичные тюфяки. Сушка песка производится или при помощи снеч. приспособлений или на простых печах с горизонтальными ходами в устроенных над ними ящиках. **Н. Иванов и Э. Штремер.**

Стойла для среднего ремонта. Для подъема паровозов и тендеров в основных депо устраиваются специальные стойла. Подъемка паровоза и выкатка всего комплекта колес вызывается прокатом на бандажах, требующих обточку, и соединяется с ремонтом ответственных частей паровоза. Объем этого ремонта зависит от пробега паровоза, от предыдущего среднего ремонта, условий его работы (вода и путь) и пробега, от капитального ремонта. Совокупность ремонта, сопровождающего подъемку, носит название **среднего ремонта паровозов.** До настоящего времени пробег этот в среднем был около 40 000 км, а наименьший пробег на некоторых дорогах доходил до 22 000 км. Согласно приказу НКПС (№ 715 от 16 января 1929 г.) в связи с применением понятия среднего ремонта, пробег между средними ремонтами для пассажирских паровозов повышен до 90 000 км, а для товарных до 75 000 км. При этом вводится промежуточная обточка для пассажирских паровозов через 30 000, а для товарных через 25 000 км пробега. Количество стойл для среднего ремонта определяется пробегом паровозов между двумя обточками и простоем, необхо-

димым для совершения круга работ, сопровождающ. обточку. Простой паровоза в среднем ремонте—26 дн., однако, при правильной организации и соответственных технич. условиях его можно считать в среднем до 14 рабочих дней. Пробег тендеров между подъемами можно допустить в 1,5—1,7 раз больше пробега паровозов, а простой в ремонте—от 4 до 6 рабочих дней.

Стойла д. б. снабжены кочегарными ямами и иметь по бокам фундаменты для установки подъемных козел Беккера. Фундаменты располагаются симметрично относительно двух соседних канав, для того чтобы поворотом козел можно было обслужить оба стойла. Комплект козел из 4 домкратов должен иметь общую подъемн. силу в 100 т. Вместо козел м. б. устанавливаемы краны.

Помещение стойл для среднего ремонта и помещение для мастерской могут или примыкать к зданию депо с эксплуатационными стойлами или находиться в отдалении от него. В обоих случаях проход в стойла для среднего ремонта д. б. помимо поворотного круга. Форма здания—прямоугольная, с наружными воротами для каждого паровоза или с внутренней тележкой, движущейся перпендикулярно осям одного или двух рядов стойл, на к-рых расположено по одному паровозу. Не следует располагать в стойле более одного паровоза без возможности самостоятельного для каждого из них выхода. Если помещения среднего ремонта находятся в значительном отдалении от эксплуатационных стойл депо, то в районе расположения последних надо устраивать небольшую механическую мастерскую для текущего ремонта. При расположении стойл в непосредственном соседстве с эксплуатационными стойлами, промывочные стойла должны располагаться ближе к помещениям среднего ремонта, так как на них сосредоточивается большой текущий и предупредительный ремонт.

Помещения для среднего ремонта должны заключать в себе, кроме стойл, и мастерские, площадью в 27 м^2 на каждый инвентарный паровоз. В состав этих мастерских входят: а) механическая я, из расчета 27 м^2 на каждый станок, включая в эту площадь и площадь, необходимую для ремонта арматуры, тормозов, аппаратов измерения скорости и давления и инструментов. Общее число станков определяется по норме 9 станков на 1 млн. км годового пробега; при больших депо, с большим годовым пробегом, норма площади на станок м. б. понижена до 22 м^2 ; б) кузнца, площадью в 22 м^2 на один ординарный горн; число горнов определяется нормой $N = \frac{A}{25} + 3$, где A —число инвентарных паровозов; при постановке молота в $0,25 \text{ т}$ прибавляют 27 м^2 для его размещения; в) медницкая и жестяницкая я, площадью в 30 м^2 на большой медницкий горн.

Примерное оборудование мастерских участка определяется следующими нормами на 1 млн. км годового пробега: колесно-токарные станки—4, токарные—3, карусельные—1, сверлильные—0,75, строгальные—0,6. Вне зависимости от пробега на каждую ма-

стерскую полагается один болторезный станок и не менее одного переносного станка для расточки цилиндров. Количество рабочей силы определяется следующими средними нормами: средний ремонт четырехосных паровозов—2 200 чв-ч., пятиосных—2 600 чв-ч.; текущий ремонт четырехосных паровозов на 100 паровозокilометров—8 чв-ч., пятиосных—10 чв-ч. На вспомогательные работы участка, не связанные с ремонтом подвижного состава, берется рабочих 15÷20% от занятых ремонтом подвижного состава. Работы по ремонту вагонного парка в указанные нормы не входят. Общая площадь тяговой территории, занятая хозяйством депо, колеблется в пределах от 1 до 15 га, в среднем 10—12 га.

В последнее время возникла тенденция к концентрации среднего ремонта примерно в отношении 3:1, т. е. к обслуживанию среднего ремонта трех участков средним из них. Предел концентрации обусловлен стоимостью пробега паровозов к месту ремонта и затратой времени. Примерная стоимость среднего ремонта—ок. 2 800 р., из к-рых рабочая сила составляет 60% и материал ок. 40%. Примерная стоимость пересылки холодного пятиосного паровоза на 100 паровозокilометров при суточном пробеге в 100 паровозокilометров и заводской его стоимости в 100 000 р. определяется в 135 руб.

Лит.: Положение по составлению проектов тяговых устройств, НКПС, вып. 46, М., 1926; Михалов В., Тяговое хозяйство, Л., 1926; «Жел.-дор. делов», М., 1926—27; C a n e r, Lokomotivschuppen, Enzyklopädie d. Eisenbahnwesens, hrsg. v. V. Röhl, B. 7, p. 199—222, В.—W., 1915; Lügers Lexikon d. gesamten Technik, B. 6, p. 217—228, В.—Lpz., 1910; Corneli us, Das Entwerfen u. d. Bau v. Lokomotivschuppen, «Ztschr. f. Bauwesen», B., 1909; Droeg e J., Freight Terminals of Trains, p. 387, N. Y., 1912; Maintenance of Way Cyclopedic, p. 301—306, N. Y., 1924; P o e t t g e n, Einzel- u. wechselbare Lokomotivschwenkbühnen, «Bahnbau», B., 1923, H. 45; P o e t t g e n, Lokomotivschuppen und Portalschiebebühnen, ibid., 1927, H. 9; P o e t t g e n, Lokomotivschuppen mit Drehwinkel, ibid., 1927, H. 43; «Proc. of the 22—28 Annual Conventions of the Amer. Railway Eng. Assoc.», Chicago, 1922—28; Das deutsche Eisenbahnwesen d. Gegenwart, B., 1923; «Glaser's Annalen», B., 1927, Jubiläums-Sonderheft. **А. Воронцов-Вельяминов.**

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО.

Сооружение ж. д. складывается из двух отдельных последовательных процессов: составления проекта и собственно постройки. О составлении проекта—см. *Железнодорожные изыскания*; что же касается постройки ж. д., то она обладает целым рядом специфич. особенностей, отличающих ее от других видов строительства. Сюда относятся: а) разнообразие и разнородность сооружений и работ; б) удаленность района постройки, во многих случаях на весьма значительные расстояния, от торгово-промышленных центров и населенных мест; в) обширность и растянутость территории постройки, иногда на тысячи км; г) разнообразие местных условий; д) необходимость большую часть работ производить под открытым небом. Кроме этих особенностей Ж. с., постройки каждой ж. д. часто имеет еще свои индивидуальные отличительные черты, зависящие от объема задания, от назначения, от местных условий и от вида дороги (см. *Железная дорога*). Особенно сильное влияние на способ и порядок постройки железных дорог оказывают местные

условия: климат, топография, степень населенности, растительный покров и орошение. Постройка каждой железной дороги распадается по характеру и времени исполнения работ на три стадии: 1) подготовительную, 2) основную (или производственную) и 3) ликвидационную.

Подготовительная стадия. Подготовительные к постройке ж. д. работы составляют весьма важную часть всех работ. Чем лучше произведена эта подготовка, тем с меньшими затратами, прочнее и скорее может быть произведена вся постройка. Особенно большое значение подготовительные работы имеют при постройке пионерных колонизационных дорог, проходящих в пустынных и отдаленных от центров местностях. Подготовительные работы, в свою очередь, разделяются на два периода. Первый период характеризуется неполным штатом административно-технич. персонала и очень малым количеством рабочих. Этот период служит как бы переходом от изысканий к постройке. Второй период проходит при постепенно пополняемом штате служащих до полного количества и при все увеличивающемся числе рабочих. Этого требует самый характер подготовительных работ, исполняемых в этот период, а также то обстоятельство, что в это время обыкновенно производятся и нек-рые основные работы, подготовка к которым уже закончена. Общий срок подготовительных работ, в зависимости от размера постройки и местных условий, колеблется от 2—3 месяцев до 1 года. Стадия подготовительных работ должна захватывать часть строительного сезона в виду необходимости производства ряда полевых работ. Для сокращения общего срока постройки целесообразно начинать подготовительные работы в конце сезона. Это позволяет с осени получить дополнительные и изыскательские данные, произвести зимнюю рубку леса, использовать для подвозки материалов дешевый санный путь (к-рый в нек-рых случаях является и единственным путем) и подготовиться за зиму все проекты, чертежи, расценки и т. п.

В состав первого периода подготовительных работ входит: 1) организация управления по постройке и наем первоначального личного состава; 2) тщательное изучение проекта линии; 3) восстановление проектной линии на месте с разбивкой осей всех сооружений и со съемкой дополнительных поперечных профилей, необходимых для составления детальных проектов отдельных сооружений; 4) производство изысканий по улучшающим вариантам; 5) наблюдение за горизонтами воды, за направлением течения в разных горизонтах в реках и ручьях, за проходом ливневых вод в оврагах и на косогорах и за ледоставом и ледоходом; 6) проверка расчета отверстий искусственных сооружений согласно полученным данным; 7) наблюдение за толщиной снежного покрова и за движением снега во время мителей, для выяснения возможности снежных заносов или особенно глубокого промерзания грунта; 8) дополнительное исследование грунтов на местах будущих земляных работ, искусственных сооружений и крупных гражданских сооружений; 9) пробная разработка выемок и резервов для получения более точных данных о стоимости производства работ; 10) дополнительные гидрогич. обследования для составления проектов водоснабжения линии; 11) составление типовых чертежей разного рода сооружений и составление детальных проектов отдельных крупных или свособразных сооружений; 12) собиране сведений о карьерах, строительных материалах, фураже и продовольствии, о помещении для складов и жилья, о средствах сообщения, о рабочей силе; 13) составление общего окончательного проекта линии на основании собранных

данных; 14) составление полных ведомостей требуемых работ; 15) составление общего плана постройки; 16) составление окончательной расценочной ведомости; 17) представление окончательного проекта линии, плана постройки и окончательной расценочной ведомости на утверждение высших инстанций; 18) составление инструкций для всех сотрудников.

В состав второго периода подготовительных работ входит: 1) заключение коллективного договора с Союзом строительных рабочих и персональных договоров с отдельными работниками; 2) приобретение и доставка к месту работ инструментов и инвентаря; 3) заготовка строительных материалов, фуража и продовольствия; 4) предварительная опись земель и строений, подлежащих отчуждению для надобностей строящейся линии; 5) устройство временных дорог вдоль линии и в сторону от нее для сообщения с ближайшими речными и ж.-д. путями и организация транспорта; 6) устройство телеграфной и телефонной связи; 7) осушительные работы в районе полотно и станций будущей дороги; 8) постройка временных домов (баранов); 9) организация медико-санитарного обслуживания линии; 10) пополнение личного состава административно-технического аппарата и рабочих.

Одной из самых важных и сложных подготовительных работ первого периода является составление плана постройки, т. е. распределение всех работ по времени и пространству. В план входят следующие задачи: 1) установление начального и конечного сроков постройки всей ж.-д. линии и отдельных ее частей, если они точно не установлены в законодательном порядке уже при самом разрешении постройки; 2) установление, в пределах этих общих сроков, последовательных сроков исполнения отдельных работ; 3) установление способа производства работ (хозяйственный, подрядный, смешанный); 4) установление границ административно-технич. деления линии в период ее постройки; 5) установление потребности в рабочей силе, в инструментах, материалах, машинах и прочем оборудовании в каждом отдельном пункте и в каждый отдельный период; 6) установление потребности в кредитах на постройку по годам и по месяцам.

Установление сроков постройки всей линии и ее отдельных частей прежде всего основывается на общегосударственных соображениях. При определении начального срока учитывается возможность получения необходимого для открытия работ кредита. При определении конечного срока взвешивается выгода того или иного срока постройки для государства, с учетом перспектив развития других видов народного хозяйства. Укорочение срока налагает на государство тяжелое бремя больших ежегодных ассигнований, но это может окупиться ускорением получения дохода от эксплуатации. Отсюда следует, что дороги, могущие давать большой доход тотчас после их открытия, выгодно строить быстрее. Далее, принимаются во внимание оборона страны, а также интересы и потребности отдельных районов. Сроки начала и конца работ, установленные совокупностью вышеприведенных соображений, проверяются с точки зрения технической выполнимости.

Иногда хозяйственные и строительно-технич. соображения выдвигают необходимость окончания некоторых участков линии ранее других. В этом отношении различают два способа исполнения работ: *последовательный* и *параллельный*. Первый способ заключается в открытии работ на какой-либо одной части линии и в по-

степенном, по мере ее выполнения, переходе к следующим частям линии. При втором способе работы открываются сразу по всей линии. Преимущества последовательного способа: меньшее количество административно-технического персонала на линии, меньшее количество инструментов, оборудования и барачков и лучшая их утилизация вследствие возможности их переброски с участка на участок, удобство надзора, сокращение гужевого подвоза материалов, скорейшее получение дохода на отстроенных участках. Недостатки его: увеличение общего срока постройки, недостаточная нагрузка центрального административно-технического аппарата, более ранняя организация отдела временной эксплуатации и недостаточная его нагрузка, меньшая возможность переброски освобождающихся рабочих на новую работу и необходимость вследствие этого отпустить часть привозных рабочих домой до окончания сезона. При втором способе избегаются перечисленные недостатки, но зато теряются соответственные преимущества. Поэтому в чистом виде тот или другой способ редко применяются, и обыкновенно прибегают к смешанному способу, т. е. некие работы производятся параллельно на всей линии, а другие—последовательно. В выборе наиболее выгоднейшей комбинации важную роль играют место расположения и число т. н. *строительных баз*, т. е. таких пунктов, где строящаяся линия может получать с наименьшими затратами на гужевой подвоз все необходимое для постройки: инструменты, оборудование, материалы и рабочую силу. Такими пунктами служат места примыкания строящейся линии (или наиболее близкие) к существующим ж. д. и судоходным путям. В этом отношении в особенно благоприятных условиях находятся дороги, строящиеся вдоль судоходных рек или вдоль берега моря; такие дороги могут иметь базу в любом месте.

В зависимости от принятого порядка постройки отдельных частей линии, от числа баз и от объема и характера работ строящаяся линия разделяется на отдельные *строительные участки*. При установлении порядка работ на строительных участках играют роль те же соображения, что и для всей линии вообще. Например, близость большого моста для сооружения к-рого требуется подвоз со стороны базы большого количества тяжелых материалов и громоздких предметов, обуславливает ускоренную постройку части участка от базы до моста, и т. д. Очередность постройки отдельных частей участка в числе прочих обстоятельств принимается во внимание при разделении участка на дистанции.

В рамках всех этих начальных и конечных сроков назначаются сроки для исполнения отдельных работ. Эта задача решается следующим образом. От конечного срока, т. е. от момента, назначенного для перехода линии в эксплуатацию, отсчитывается время, необходимое на самый процесс передачи линии в эксплуатацию, что составляет обыкновенно от одной недели до месяца, в среднем—две недели. Эти две недели являются

запасом времени для исполнения нек-рых запоздавших работ, полное окончание к-рых необходимо для открытия правильной эксплуатации. От полученного срока отсчитывается время на окончательную выработку рельсового пути (рихтовка и подбивка) после окончательной подъёмки его на балласт. Т. к. фронт этой работы весьма велик (вся линия), то необходимое на нее время определяется только числом могущих быть поставленными рабочими. К моменту передачи линии в эксплуатацию д. б. уже организованы околотки дорожных мастеров и рабочие отделения с необходимым количеством штатных ремонтных рабочих; поэтому обыкновенно работа по окончательной выправке пути производится одновременно по всей линии дорожными мастерами, каждым в пределах своего околотка со скоростью от 1 до 2 км в день. При наибольшей длине околотка в 32 км на эту работу требуется, следовательно, с учетом дней отдыха, от месяца до полумесяца. Вычет этого времени из календарного срока определяет срок окончания предыдущей работы, т. е. подъемки пути на второй слой балласта. Подъемка на балласт требует обычно 2 100 м³ балласта, или 7 поездов на 1 км; при подъемке в два слоя для 2-го слоя требуется ~1 000 м³. Т. к. на 1 км можно поставить весьма большое количество рабочих, то ежедневный результат этой работы зависит только от того количества балласта, к-рое м. б. подвезено в течение одного дня из карьеров, последнее же определяется расстоянием возки, развитием карьерных путей, способом нагрузки и выгрузки балласта, пропускной способностью линии и количеством имеющегося в распоряжении строителя подвижного состава.

Сроком балластировки до нек-рой степени, но не вполне, определяется и конец предыдущей работы, т. е. укладки пути. Иногда, однако, балластировку можно начать и ранее окончания укладки. Это зависит от взаимного расположения укладочной базы (т. е. склада рельсов и скреплений) и балластных карьеров. Тут м. б. три случая. 1) Балластный карьер находится там же, где и укладочная база. В этом случае, как только укладка рельсов отошла от исходного пункта на один перегон, т. е. достигла следующего остановочного пути (станции или разъезда), можно начать балластировку уложенного пути без риска помешать подаче укладочных материалов для дальнейшего производства укладки. Такая последовательность укладки и балластировки обычно и применяется, так как она, помимо сокращения общего срока работ, облегчает содержание в исправности пути во время укладки, позволяет укладочным поездам на забалластированном протяжении двигаться с большей скоростью и сохраняет рельсы от деформаций, которые являются следствием движения поездов по пути без балласта. 2) Балластный карьер находится на некотором расстоянии от укладочной базы. В этом случае, когда укладка пути дошла до балластного карьера, последний открывается, и начинается вывозка балласта в сторону, уже пройденную укладкой, а когда

укладка, подвигаясь в другую сторону, дойдет до ближайшего от карьера остановочного пункта, то начинается возка балласта из карьера в обе стороны, что значительно облегчает маневрирование балластными поездами. 3) Самый неблагоприятный случай, когда балластный карьер и укладочная база находятся на противоположных концах участка. В этом случае нельзя начать балластировку ранее окончания укладки.

Укладка пути обычно производится со скоростью 1—2 км в день. Если при составлении плана остановиться на скорости в 2 км, то для укладки участка пути протяжением в 100 км, при расположении базы на конце участка, потребуется почти 2 месяца. Если полученные так. обр. начальные сроки для балластировки и укладки приходятся на такое время года, когда исполнение этих работ неудобно или невозможно (зима, ранняя весна), то необходимо исключить и время, непригодное для работы, и перенести начало ее на предыдущий строительный сезон.

При дальнейшем составлении плана руководятся следующими правилами. Укладка может пройти по известному протяжению линии, если земляное полотно на этом протяжении настолько закончено к приходу укладки, что остающиеся недели и укладка не мешают друг другу. Поверхность земляного полотна должна быть спланирована и должны быть закончены все искусственные сооружения. Таким образом, момент прихода укладки в данное место определяет для этого места срок окончания земляных работ и искусственных сооружений. Но т. к. невозможно с точностью рассчитать окончание всякой строительной работы, а тем более—земляных работ, в виду их зависимости от погоды и целого ряда не могущих быть предвиденными случайностей, то между окончанием земляных работ и началом укладки оставляется известный запас времени. Этот запас необходим еще и для того, чтобы земляные насыпи успели осесть и уплотниться. Имея это в виду, обыкновенно стремятся земляные работы закончить осенью, а укладку начать весной; если же это невозможно, то во всяком случае оставляют запас времени: для крупных работ—около месяца, а для мелких—около 2 недель. В это запасное время производится поверочная нивелировка полотна и даются выписки на его планировку. Время производства земляных работ по устройству ж.-д. полотна определяется количеством времени, необходимым для исполнения наиболее крупных земляных работ на данном протяжении линии. Поэтому для установления в плане календарного срока окончания земляных работ вычисляется момент подхода укладки к месту крупных земляных работ и от этого момента, согласно вышеизложенным соображениям, вычитается один месяц.

Время, необходимое для исполнения земляных работ определяется объемом и характером работ, распределением земляных масс, способом производства работ, средн. дневной выработкой рабочего и средним числом рабочих, к-рое зависит от их общего количества и от фронта работ. Для облегчения и ускорения

сооружениям, после того как до них дойдет укладка, дает сравнительно небольшую прибавку к сроку окончания всех работ на остальной части линии, то никаких особых мер не принимается, но срок окончания всей постройки назначается в соответствии со сроком окончания тоннеля или большого моста. Если же разница в сроках окончания сооружений и остальной части линии велика, то или всю линию от базы до барьерных сооружений сдают в правильную эксплуатацию, не дожидаясь окончания тоннеля или большого моста, или же форсируют работы от базы до барьерных сооружений.

Если все подготовительные работы укладываются в остающийся в плане для них промежуток и остается еще некоторый запас времени, то или приближают начало основных работ к подготовительным, чтобы уменьшить напряженность основных работ и иметь в конце постройки большой запас времени для всяких случайностей, или же, наоборот, уделяют больше времени подготовительным работам. Если же окончание подготовительных работ заходит за календарный срок начала основных работ, то план пересоставляют, изменяя порядок и сроки производства основных работ.

Остальные работы, входящие в состав Ж. с. (путевые постройки, пассажирские здания, жилые дома, паровозные здания, мастерские, водоемные и водоподъемные здания, водопроводная сеть и пр.), не так тесно связаны между собою и могут быть размещены в плане с известной свободой. Они м. б. начаты в первый год или во второй и даже еще позже, если общий срок постройки больше трех лет. Вообще в этом случае руководствуются следующими правилами. Все гражданские сооружения, назначенные для жилья, д. б. исполнены не меньше чем в два года. В случае необходимости исполнить эти постройки в один год срубы деревянных сооружений делаются из сухого леса, заготовленного не менее чем за год до употребления, в дело, или искусственно высушенного, а кладка каменных — производится на цементном растворе. Паровозные здания и мастерские желательно иметь к началу укладки, чтобы избежать расхода на сооружение временных депо и мастерских. Тяжелые предметы оборудования мастерских подвозятся уже по рельсовому пути. Здания, относящиеся к водоснабжению, при наличии на месте материалов строятся до укладки пути. Водопроводные трубы, насосы, баки и другое оборудование привозятся уже по рельсовому пути. Если источником водоснабжения намечены артезианские или другие колодцы, то к устройству их приступают возможно раньше, т. к. здесь м. б. разные случайности, могущие затянуть эти работы. Если для получения источника водоснабжения намечена запруда оврага для сбора в нем атмосферных осадков, то плотина заканчивается с таким расчетом, чтобы до сдачи линии в эксплуатацию осталось еще время для накопления в пруде нужного количества воды. Телеграфная и телефонная связь для лучшего сохранения аппаратов обычно устраивается в три приема. В первую очередь — в самых ограниченных размерах,

строго необходимых для чисто строительных операций, по преимуществу телефонная, чтобы не иметь в составе служащих особых работников — телеграфистов. В период укладки и балластировки телефонное и телеграфное оборудование линии постепенно пополняется, а незадолго до сдачи линии в эксплуатацию развивается по останочным пунктам и устанавливается остальное предусмотренное проектом оборудование. Прочие принадлежности пути и станций развиваются по линии по рельсовому пути по мере возникновения в них надобности, главн. образом незадолго до сдачи линии в эксплуатацию.

Снабжение линии укладочными материалами (рельсами, скреплениями, шпалами, переводными брусками и стрелочными переводами) должно соответствовать принятому плану укладки пути. Укладка пути является именно такой работой, на к-рой чрезвычайно невыгодно отражаются, как в смысле качества, так и в смысле стоимости, всякие перемены и задержки. С другой стороны, доставка рельсов и шпал на линию производится часто из весьма отдаленных районов и по условиям движения товарных поездов не м. б. налажена с календарной точностью. В виду этого обыкновенно начинают укладку не раньше, чем на базе будет находиться количество укладочного материала, обеспечивающее непрерывный ход работ по укладке в течение всего сезона. Доставка подвижного состава также делается в несколько приемов. Первая партия доставляется в количестве, необходимом для укладки пути. Затем это количество пополняется при открытии работ по балластировке и по мере развития этих работ, а иногда — и для производства земляных работ при перемещении землян. масс на большие расстояния. Дальнейшее пополнение происходит при открытии времен. коммерч. движения, и последняя партия, в количестве, необходимом для поддержания правильного движения, предусмотренного заданием, доставляется на линию незадолго до сдачи ее в эксплуатацию.

На основании принятого в плане распределения работ определяется для каждой отдельной работы и для всех работ в сумме на каждый месяц, а при подробных планах и на каждый день, потребность в материалах и рабочей силе в абсолютных цифрах или в процентах от общего количества по окончательной расценочной ведомости. По этим же данным решается и последняя задача плана, а именно: исчисляются по годам и месяцам необходимые для производства работ ассигнования.

Внешняя форма плана бывает двоякая: в виде записки или в виде чертежа. График, изображении плана имеет следующие преимущества: а) наглядность всех элементов плана; б) возможность в самом процессе графического составления плана обнаружить вкрапшиеся ошибки; в) возможность просто и достаточно точно выяснить степень расхождения действительного хода работ с планом посредством периодического нанесения на чертеж линий и условных отметок, соответствующих фактическ. положению работ. Преимуществом плана в виде записки является возможность бóльших подробностей,

неосуществимых в графическом плане. Последний недостаток графич. планов, т. е. отсутствие подробностей, устраняется 2 способами. В дополнение к графич. плану, содержащему в себе все наиболее важные элементы, составляется записка, в к-рую включаются подробности, не поместившиеся на плане; или же план изображается в виде двух чертежей: основной чертеж содержит только главные элементы плана, а дополнительный, вычерченный на кальке или на

гда этот план осложняют более подробным наименованием работ в соответствии с главами и параграфами расценочной ведомости и включением в него данных об общем объеме каждой работы, подлежащей исполнению по расценочной ведомости, с указанием общей потребности в рабочей силе, материалах, кредитах и с распределением этих данных в %-ном отношении или в абсолютных цифрах по годам и месяцам постройки. Этот план дает возможность подсчитать на каж-

дый месяц потребность в раб. силе, материалах и кредитах. Но ни тот ни друг. планы не дают возможности видеть, где производятся работы, каков их фронт и какова взаимная связь отдельных видов работ между собой. Более совершенными являются планы 2-й группы. Наиболее распространенный у нас тип планов указан на вкл. л., 1. Этот тип плана связывает все работы не только с временем, но и с местом, и отчасти указывает взаимную связь отдельных видов работ между собой. План, еще более отвечающий всем существенным данным постройки ж. д., представлен на вкл. л., 2. Календарь постройки в годах и месяцах дает возможность дальнейшего деления на недели и дни. Через точки продольного профиля, обозначающие какой-либо в том или ином отношении важный для составления плана пункт (база, станция, большой мост, границы дистанции и т. п.), проведены пунктиром через весь чертеж вертикальные линии. Эти линии вместе с перекрещиваю-



Фиг. 1.

прозрачной бумаге в том же масштабе и с той же сеткой координат (времени и пространства), содержит только дополнительные подробности. Наложение в нужных случаях одного плана на другой дает полную увязку всех подробностей с основными элементами плана. Таких дополнительных планов м. б. несколько, при чем расчленение подробностей по отдельным планам может производиться по разным признакам, напр. по роду работ, по специальности рабочих, по характеру расходов и т. п.

Как у нас, так и за границей существует много разнообразных форм этих планов. Все они м. б. разбиты на две группы: 1) планы, в которых работы распределены только по времени без отнесения их к тому или другому пункту линии, и 2) планы, в которых работы распределены и по времени и по пространству. Простейший план 1-й группы, имеет вид, представленный на фиг. 1. Ино-

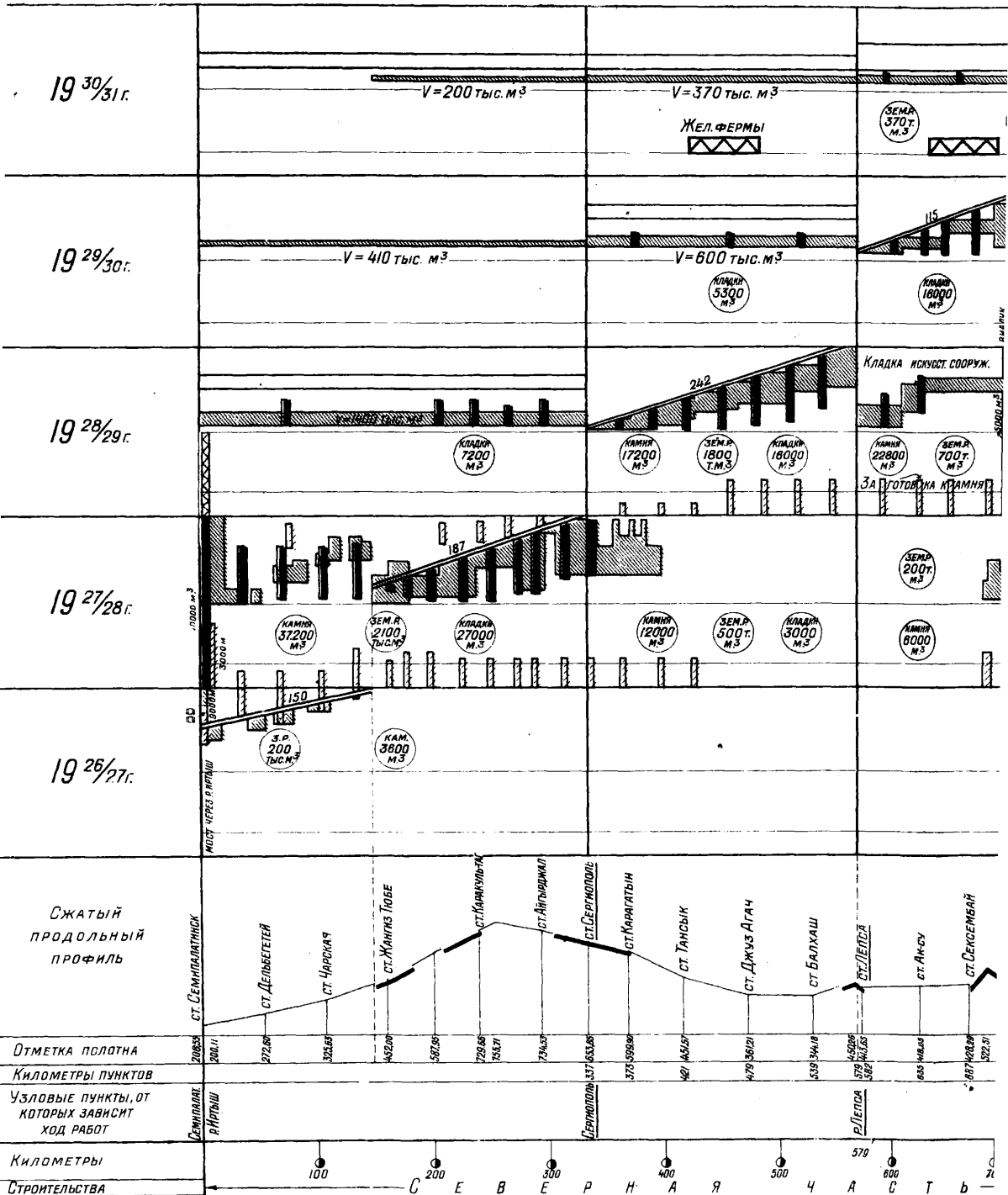
щившимися с ними горизонтальными линиями, отделяющими месяц от месяца и проведенными тоже через весь чертеж, составляют ту основную сетку, к-рая служит для начертания плана, т. е. для распределения работ по пространству и времени.

После плана работ важными подготовительными действиями являются: наем и доставка рабочей силы, заготовка материалов, инструментов, оборудования, продовольствия и фуража.

До приступа к найму рабочих управление по постройке заключает коллективный договор с Союзом строительных рабочих. По мере возможности, строители всегда стараются пользоваться местной рабочей силой, но это не всегда удается: иногда на месте вообще мало свободных рабочих рук, иногда нет рабочих необходимой квалификации, иногда местные рабочие в разгар строительного сезона уходят на с.-х. работы.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПЛАН РАБОТ ПО СООРУЖЕНИЮ

(в 1929 году план этот несконструирован)

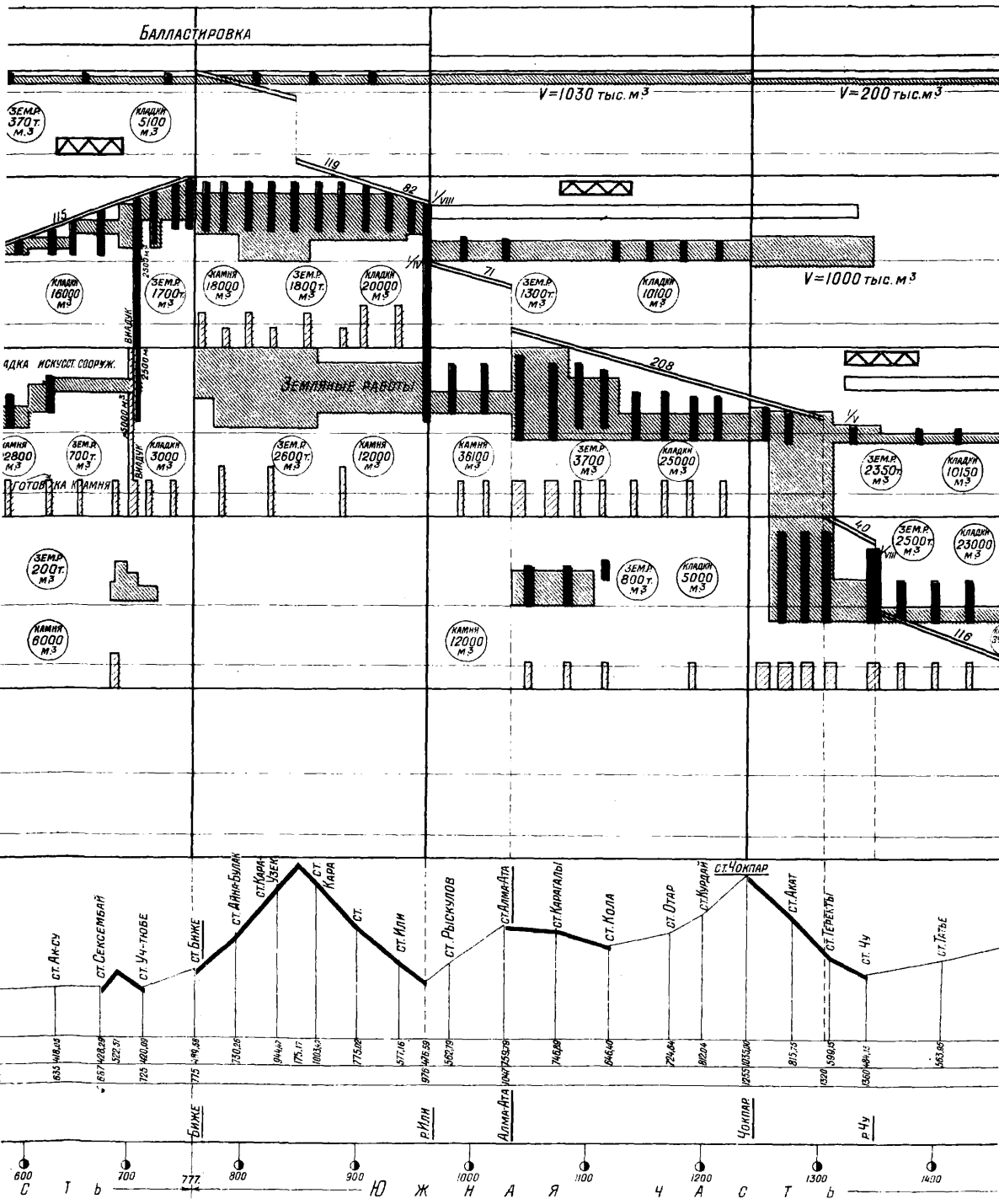


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- БАЛЛАСТИРОВКА
- ЗАГОТОВКА КАМНЯ
- ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ
- ЖЕЛ. ФЕРМЫ
- Кладка искусств. сооружений
- Места особо трудных р.

О СООРУЖЕНИЮ ТУРКЕСТАНО-СИБИРСКОЙ Ж. Д.

ПЛАН ЭТОТ НЕСКОЛЬКО ИЗМЕНЕН



ГОТОВКА КАМНЯ

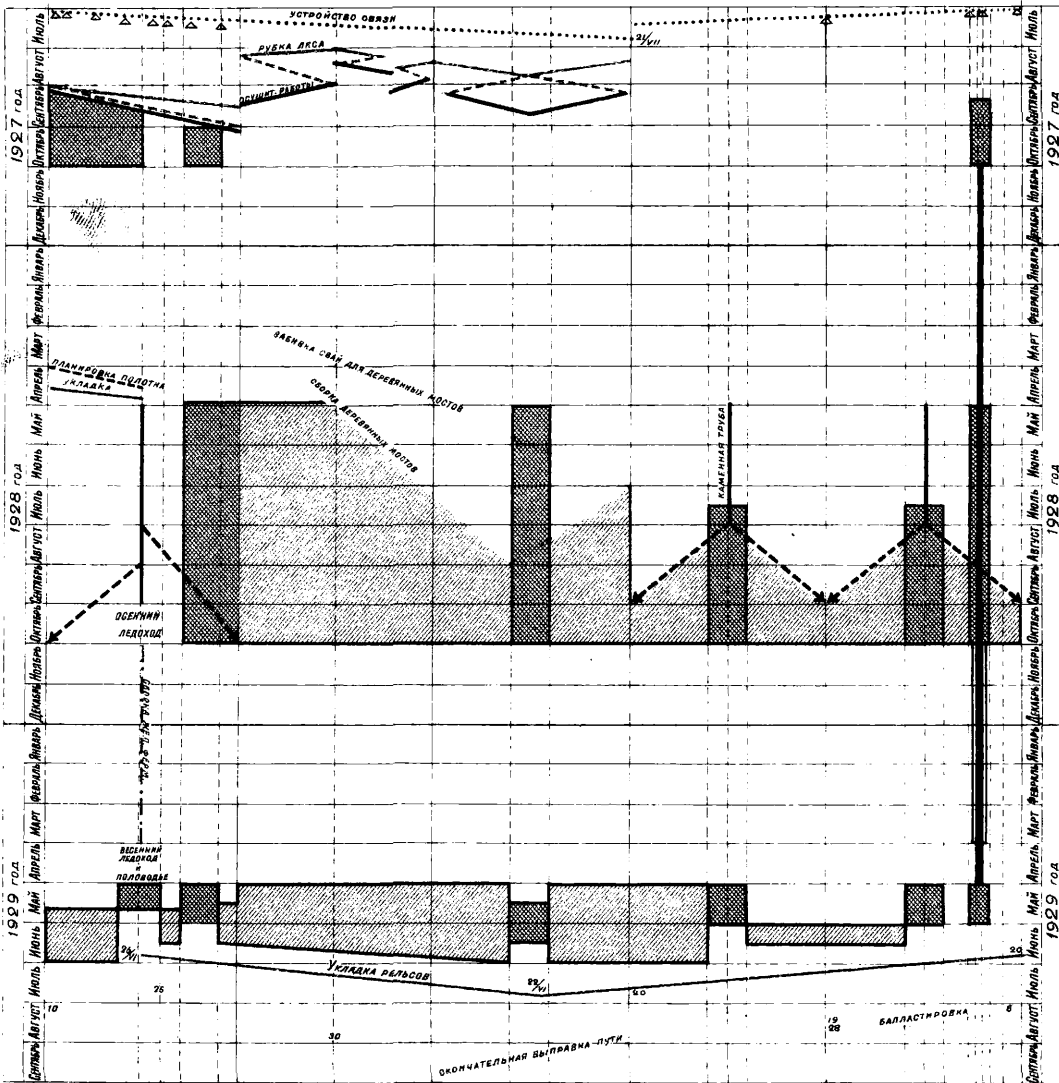
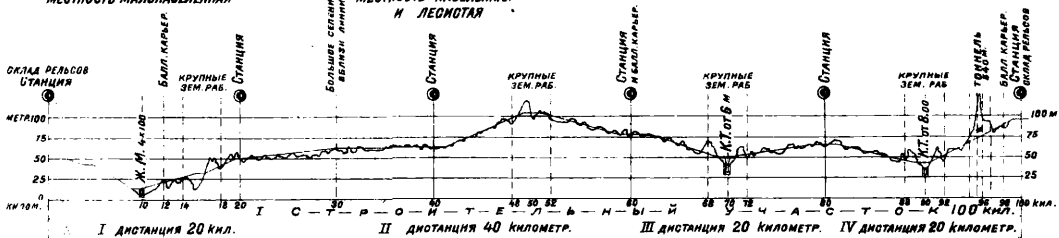
Л. ФЕРМЫ

СТА ОСОБО ТРУДНЫХ РАБОТ

- ЗАГОТОВКА ЦЕМЕНТА
- КОЛИЧЕСТВО РАБОТ В КРУЖКАХ
- УКЛАДКА ПУТИ

МЕСТНОСТЬ МАЛОНАСЕЛЕННАЯ

МЕСТНОСТЬ НАСЕЛЕННАЯ И ЛЕСНОТАЯ



- УСТРОЙСТВО СВЯЗИ
- РУБКА ЛЕСА
- - - - - КОРЧЕВКА ПНЕЙ
- ОСУШИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ
- - - - - ПЛАНИРОВКА И УКРЕПЛ. ПОЛОТНА
- УКЛАДКА РЕЛЬСОВ
- КАМЕННАЯ КЛАДКА
- - - - - СБОРКА ЖЕЛ. ФЕРМ
- БАЛЛАСТИРОВКА
- ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ВЫПРАВКА ПУТИ
- ЗАБИВКА СВАЙ ДЛЯ ДЕРЕВЯН. МОСТОВ
- СБОРКА ДЕРЕВЯН. МОСТОВ



▷ БАРАКИ, СКЛАДЫ, КОТОРЫ И ДРУГ. ВР. ПОМЕЩ.

Поэтому постройка ж. д. только в самых редких случаях обходится без привозных рабочих, и управление по постройке обычно выговаривает себе в коллективном договоре право иметь основное постоянное ядро привозных рабочих. Самый наем рабочих должен поручаться опытным ответственным агентам, хорошо знакомым с размером и характером предстоящих работ, а равно со всеми местными условиями, и, кроме того, знающим, к каким работам и условиям привыкли рабочие той местности, где производится массовый наем. При найме рабочих обязательно производится их медицинское освидетельствование.

Доставка рабочих от места найма до места работ производится тремя способами; индивидуальным порядком, партиями и эшелонами. При индивидуальном порядке каждый рабочий, получив от нанявателя проездной билет или деньги на проезд и суточные на время нахождения в пути, едет самостоятельно в качестве обыкновенного пассажира, пользуясь имеющимися в расписании поездами. Этот способ не гарантирует нанявателю прибытия рабочих и применяется в редких случаях. Второй способ заключается в отправки отдельными партиями под руководством старшего рабочего, десятника или специального проводятого. Этот способ применяется часто, но имеет свои неудобства: т. к. посадка рабочих происходит обыкновенно на небольших станциях, то иногда партии не удается сесть целиком в поезд за отсутствием мест; кроме того, перевозка совершается обычно товаро-пассажирскими поездами, что значительно удлиняет время пребывания рабочих в пути. Поэтому при найме большого числа рабочих, в особенности при доставке их из отдаленных местностей, предпочтительнее третий способ — перевозка эшелонами в отдельных прямых поездах по специальному расписанию. К остановкам этих поездов м. б. приурочено снабжение рабочих горячей пищей, а при дальних перевозках — предоставление возможности пользоваться баней, стиркой белья и медицинским наблюдением.

Снабжение постройки инструментами и другим необходимым для работ инвентарем д. б. сделано заблаговременно, и инструменты д. б. доставлены на линию до прибытия рабочих. Первоначально приобретается и высылаются лишь самое необходимое на первое время количество. Дальнейшая доставка делается уже в соответствии с результатами опыта работы с высланными инструментами, при чем перевозка новых партий инструментов в пределах линии производится уже по лучшему дорогам.

При заготовке материалов стараются все, что можно, получить в пределах строящейся линии или поблизости от нее. Место и время для этих заготовок выбирают с таким расчетом, чтобы для подвоза заготовленных материалов можно было воспользоваться наиболее удобными и дешевыми дорогами. К упомянутым материалам относятся гл. обр. лес, камень, известь и кирпич. Наиболее удобным временем для заготовки леса является зима, т. к. зимой, во-первых, дешевле местная рабочая сила, при помощи которой в большинстве случаев эта работа производится; во-вторых, для развозки бревен можно воспользоваться более удобным и дешевым санным путем, и, в-третьих, лес зимней рубки отличается лучшими строительными качествами. Если в пределах линии есть лес, годный для шпал, то он тут же разделяется на шпалы, и последние складываются в штабеля, по правилам НКПС, по возможности ближе к полотну, но так, чтобы не мешать земляным или другим работам на линии. Получаю-

щиеся на линии от заготовки леса дрова обыкновенно никуда не увозятся, а складываются в штабеля в местах, удобных для погрузки их на паровоз, и служат для снабжения топливом укладочных поездов. По проходе укладки пути оставшиеся дрова перевозятся поездами в необходимом количестве в балластные карьеры и в другие пункты, где имеется надобность в дровах. Строительный камень заготавливается на линии в специальных карьерах, или собирается на полосу отчуждения и в прилегающих к ней районах, или отсортировывается при разработке каменных и скальных выемок или тоннелей. Ломку камня в карьерах можно производить и зимой, чем и пользуются, чтобы по санному пути подвести камень из карьера к линии. Но если приходится работать во вновь открываемом карьере и камень в нем залегает не с поверхности земли, то вскрытие карьера, т. е. съем верхнего грунта, производится осенью до наступления морозов, т. к. разработка мерзлого грунта обходится дорого и совершается медленно. Булыжник тоже собирается до наступления морозов и до выпадения снега и складывается в кучи, которые по санному пути развозят по местам работ. Для развозки камня, получаемого из разработок в пределах самого полотна ж. д., также стараются пользоваться санным путем; с этою целью выемки в сплошной скале иногда разрабатывают зимой перед первым строительным сезоном, хотя это несколько и удорожает стоимость работы. Если же особой надобности получить камень в первый строительный сезон нет, то ждут второй зимы или укладки рельсового пути для облегчения развозки. Если в районе строящейся линии можно получить кирпич кустарного производства хорошего качества и в достаточном количестве, то закупают его; в противном случае управление по постройке организует собственное производство или привозит кирпич со стороны. Выбор способа снабжения линии кирпичом зависит от экономических подсчетов. При производстве кирпича на линии заготовка глины производится с осени для ее вымораживания, а зимою подвозят дрова для обжига. Обжиг извести обыкновенно организуется управлением по постройке.

Материалы, к-рые распространяются между потребителями лишь в общегосударственном плановом порядке (как то: цемент, железо, рельсы и скрепления), заказываются управлением по постройке через НКПС. Остальные материалы и предметы оборудования заготавливаются, в зависимости от местных условий, или управлением по постройке для всей линии, или начальниками строительных участков и дистанций и др. линейными агентами, для подведомственного каждому району, или же в смешанном порядке.

Для производства работ, при к-рых применяется конная тяга (земляные работы, укладка, подвоз материалов и проч.), заблаговременно скупается фураж. Обыкновенно привозится только зерновой фураж, сено же б. ч. заготавливается на месте. Количество фуража определяется числом лошадей и временем нахождения их на работе, но в частности количество овса, необходимое для

исполнения возки земляных работ, определяются с достаточ. точностью из расчета 1,6 кг на каждый м³ перевезенного грунта при обычном среднем расстоянии конной возки.

Для продовольствия людей заготавливается главн. образом мука (иногда—зерно, если в соответствующих пунктах линии имеются мельницы). В отношении продовольствия также придерживаются правила приобретать все, что можно, на месте. Род продовольствия зависит в известной степени от вкусов и привычек рабочих; в качестве обязательного продовольствия заготавливаются овощи и кислая капуста. Мясом рабочие снабжаются обычно при помощи доставки на линию гуртов живого скота. При правильной организации этого дела все расходы, сопряженные с пригоном скота, его пастбой и убоем, обыкновенно покрываются стоимостью кож и другого отхода и сокращением расходов на хранение мяса и его развозку по пунктам. Для ориентировочного подсчета необходимых запасов и объема перевозок требуется на человека в день количество продуктов принимают обыкновенно в 3 кг.

Из остальных подготовительных работ большое внимание обращают на устройство временных дорог вдоль линии и в сторону от нее, на устройство связи между управлением и отдельными пунктами работ, на постройку временных жилищ для рабочих и на предварительное осушение и оздоровление местности работ.

Временные дороги обычно устраиваются в два приема. Первоначально—простейшего типа, лишь бы дать поскорее проезд и возможность перевезти первые небольшие партии груза; затем эти дороги постепенно улучшаются. Затраты на эти дороги, колеблющиеся в среднем 500—1 500 руб. на км, окупаются удешевлением гужового подвоза.

Устройство в связи (телефонной или телеграфной и почтовой), в особенности там, где отсутствует правительственный телеграф, обыкновенно идет впереди всех других работ, т. к. хорошая связь не только является необходимым условием для рационального ведения работ, но имеет и большое психологич. значение в смысле поддержания у рабочих масс и отдельных работников бодрого и спокойного настроения, что является не последним фактором в успехе работ.

Устройство и оборудование временных жилищ (барачков) для рабочих и служащих в отношении площади, объема воздуха, степени освещения и т. п. регулируется изданными НКТ правилами. Материал и конструкция барачков бывают весьма разнообразны и определяются климатическими и другими местными условиями, характером работ и предположительным сроком службы этих сооружений.

Производственная стадия (основные работы). Вторая стадия Ж. с. характеризуется тем, что возводимые в этой стадии сооружения и приобретаемое оборудование (земляное полотно, искусственные сооружения, верхнее строение, связь, принадлежности пути, путевые постройки, станционные постройки, водоснабжение, принадлежности станции, подвижной состав) являются постоянными составными частями создаваемой ж. д.

Земляные работы по устройству полотна ж. д., отражая своим характером и километровым объемом, т. е. объемом на 1 км главного пути, все местные особенности, являются главным мерилом сложности и трудности постройки данной ж. д. Эти работы лишь в редких случаях уступают по своей общей стоимости искусственным сооружениям или верхнему строению, но по количеству требуемой рабочей силы всегда занимают первое место: в среднем земляные работы требуют в два раза больше рабочих дней, чем все остальные работы взятые вместе. Почти всегда эти работы занимают первое место и по количеству времени, необходимому для их исполнения. Исключением в этом отношении являются те сравнительно немногочисленные линии, на к-рых имеются большие тоннели или мосты. Поэтому земляные работы по устройству полотна требуют особого внимания строителя. Всякая рационализация, повышающая производительность труда хотя бы на небольшой процент, дает при этих работах большой эффект, вследствие большого количества рабочих; удешевление 1 м³ земляных работ на несколько копеек дает экономию в тысячи руб. на каждый км, а на всю линию—в сотни тысяч и миллионы рублей. К мерам для повышения производительности труда относятся: 1) правильное распределение земляных масс, подлежащих перемещению для образования выемок и насыпей (т. е. правильное решение задачи о том, какое количество перемещать из выемок в насыпи—т. н. двойные транспортные работы,—какое вывозить из выемок в сторону, складывая в виде так наз. кавальеров, и какое брать для насыпи из т. н. резервов); 2) правильный выбор способов разработки, перемещения грунтов и образования выемок и насыпей; 3) правильный выбор последовательности работ. Общий метод для решения всех этих задач заключается в том, что из всех технических допустимых комбинаций выбирается экономически наивыгоднейшая при данных условиях (см. *Земляные работы*).

После разрешения этих основных вопросов составляется подробный план производства земляных работ, и выписки или копии этого плана вместе с выписками из продольного профиля полотна дороги выдаются непосредственным исполнителям работ. Перед приступом к работам производится разбивка продольной оси полотна и линий пересечений боковых поверхностей полотна (откосов полотна) с естественной поверхностью земли. В виду того, что находящиеся на поверхности земли знаки разбивки продольной оси полотна по мере хода работ в выемках уничтожаются, а в насыпях засыпаются, все знаки разбивки продольной оси полотна (пикеты, плюсы, тангенсы, середины кривых, углы, точки перелома) выносятся по перпендикулярам к оси полотна за пределы работ на такое расстояние, чтобы они по возможности не повреждались во время работ и сами не мешали производству работ.

При открытии работ руководители распределяют рабочую силу соответственно плану и фронту работ, а также квалификации рабочих, не упуская из виду так наз. принцип

«слабейшего звена», к-рый заключается в том, что все работы, взаимно между собою связанные в виде цепи последовательных процессов (напр., добыча грунта, погрузка его на вагонетки, отгонка, выгрузка, возвращение вагонеток, передвижка рельсовых путей), должны равняться в своем темпе по слабейшему звену, во избежание простоев отдельных групп рабочих.

Перед приступом к работам выясняется качество грунта, и в тех случаях, когда это необходимо для технич. надобностей, а также для расчета с рабочими и для составления исполнительный расписочной ведомости, о нем составляются соответствующие акты. На болотах (если это не было сделано во время подготовительных работ) определяют посредством бурения глубину болота, его характер, толщину его коры (если она имеется), толщину слоя ила, грунт и уклон дна, а также горизонты высоких и низких вод, скорости течения воды под корой и т. п. На основании этих данных определяется наиболее рациональный способ возведения полотна на болоте. Особенно тщательные геологич. и гидрологич. исследования необходимы при устройстве полотна ж. д. в пределах неустойчивых косогоров и в районах плывучих грунтов. Т. к. проведение ж.-д. линии в таких местах часто сопряжено с чрезвычайными трудностями и громадными издержками, то на это решаются только в случае полной невозможности обойти эти места. В таких случаях, для обеспечения устойчивости земляного полотна и для уменьшения издержек по его возведению, принимается целый ряд мер, основанных гл. обр. на следующих трех принципах: 1) возможно меньшее нарушение естественного бьга; 2) возможно полное улавливание и отвод поверхностных, а в соответствующих случаях и грунтовых вод; 3) создание в непосредственной близости от полотна осушенных и приведенных в устойчивое состояние мощных массивов, к-рые могли бы служить достаточными контрфорсами для удержания в равновесии вышележащих неустойчивых масс или самого полотна.

Окончательная планировка выемок и поверхности насыпей производится срезкой и подсыпкой, при чем в отношении откосов более целесообразна срезка. Вслед за планировкой в соответствующих местах производятся работы по укреплению земляного полотна для защиты его от разрушающего действия ветра, атмосферных осадков, солнца, мороза, поверхностных и грунтовых вод. В виду затруднительности в сравнительно короткий срок постройки жел. дороги изучить в достаточной мере все местные условия, а равно учесть те изменения в гидрологическом режиме местности, которые вносятся самой постройкой, обычно ограничиваются лишь безусловно необходимыми укреплениями, имея в виду, что все недоделанное может быть исполнено впоследствии.

Работы по возведению искусственных сооружений тесно связаны по своему объему и характеру со всею совокупностью местных условий. Главными вопросами, возникающими при постройке их, яв-

ляются: 1) размеры отверстий отдельных сооружений, назначенных для пропуска воды, 2) их количество, 3) их род (мост, труба), 4) их расположение, 5) выбор материалов, 6) время постройки. Первые два вопроса решаются еще при изысканиях, во время же постройки производится лишь проверка принятого при изысканиях решения. Эта проверка может привести к сокращению числа отдельных сооружений при объединении смежных бассейнов посредством водоотводных канав, если это окажется экономически целесообразным. Род искусственных сооружений для пропуска водотока (мост или труба) определяется прежде всего величиной необходимого отверстия и высотой насыпи, а также наличием материалов. При равных условиях преимущество отдается трубе, при к-рой достигается непрерывный однородный путь без толчков, при чем неточность или случайная ошибка в разбивке не влечет за собой искривления пути. При разбивке моста или трубы возникают вопросы: о выборе в пределах лога точного места для сооружения, о направлении продольной оси сооружения и об отметке обреза фундамента. При узком логе с крутыми берегами, для уменьшения работ по выкопке русла и по его укреплению, сооружение ставится, как правило, в пониженной точке тальвега, и обрез фундамента входного конца назначается в одном уровне с дном тальвега у входного конца, а если тальвег имеет крутой продольный уклон, то несколько ниже, чтобы уменьшить уклон или величину и число ступов русла в пределах самого сооружения. При широком логе без определенного водотока и незначительном поперечном уклоне дна, сооружение ставится обычно по середине лога, и обрез фундамента его входного конца назначается на отметке дна резерва у искусственного сооружения и канав, подводящих к нему воду, при чем наименьшая глубина канав обычно принимается в 0,6 м, а наименьший продольный уклон в 0,002.

Из указанного правила расположения сооружений делается иногда исключение в виде выноса сооружения со дна лога на один из его берегов. Это делается для спрямления русла, или для получения более надежного и более дешевого основания, или для расположения сооружения у меньшей высоты насыпи, т. е. для уменьшения высоты моста или длины трубы. Продольную ось сооружения, для сокращения длины сооружения и для упрощения его конструкции, располагают обычно по нормали к оси полотна, за исключением тех случаев, когда пересечение полотна с логом происходит под очень острым углом, когда лог очень узок и грунт его дна и берегов очень тверд и когда лог имеет очень большой продольный уклон или дает большое количество наносов.

По мере готовности земляного полотна и искусственных сооружений (эти части ж.-д. пути в совокупности называются нижним строением) приступают к работам по укладке и балластировке пути (верхнее строение). Во избежание больших производительных расходов, вызываемых перерывом укладочных работ, к ним следует приступать только тогда, когда

степень готовности нижн. строения вполне обеспечивает безостановочное продолжение укладки с намеченною по плану скоростью. Сезон для работ по укладке пути обычно бывает значительно длиннее, чем для работ по устройству нижнего строения, т. к. нет технич. препятствий к производству укладки и в зимнее время, что иногда и производится по экономическим или государственным соображениям. При организации укладочных работ существенное значение имеют: во-первых, правильное определение количества необходимой рабочей силы и правильное ее распределение, а во-вторых, своевременная подача укладочных материалов из базы. В основу исчисления общего количества рабочей силы кладется: намеченный по плану работ суточный результат этой работы; тип рельсов, определяющий вес металл. укладочных материалов; число шпал на км; порода дерева и способ пропитки (чем определяется их вес и трудность работы); число остановочных пунктов и число и длина станционных путей. В виду того что все отдельные процессы укладки пути тесно связаны между собой определенной технич. необходимостью последовательностью, рабочую силу между ними распределяют с таким расчетом, чтобы темп каждого отдельного процесса соответствовал общему темпу всей работы, не забегая вперед и, в особенности, не отставая. Своевременная подача укладочных материалов обеспечивается необходимым количеством грузчиков на базе и движением поездов по гибкому расписанию, учитывающему возможную технич. скорость и другие обстоятельства движения по незабалластированному пути, при чем, несмотря на непрерывно изменяющуюся длину пути, должно сохраняться одно и то же время прибытия материального поезда на конец укладки. Во избежание схода с рельсов путь между базой и концом укладки должен своевременно ремонтироваться и охраняться, так как статистика несчастных случаев при постройке ж. д. показывает, что укладка пути принадлежит к наиболее неблагоприятным в этом отношении работам. В связи с этим при данной работе повышаются все требования, относящиеся к безопасности работ, и обычно издается на этот предмет специальные постановления.

Перед приступом к укладке пути, если она проходит по готовому спланированному полотну, производится точная поверка разбивки оси полотна. При этом знаки разбивки (в виде кольев) при пологие под два пути ставятся по оси полотна (посередине между путями), а при полотне под один путь выносятся к бровке полотна на расстоянии 2 м от оси полотна и прочно забиваются в полотно на глубину до 0,50 м. На прямых частях пути такие колья ставятся через каждые 100 м, т. е. на пикетах (иногда еще на 50 м), а на кривых—на тангенсах, через каждые 20 м.

При укладке пути рабочие делятся на отдельные группы соответственно отдельным процессам работы, при чем в каждой группе может работать несколько партий, делающих одну и ту же работу. Если укладка пути начинается непосредственно от склада шпал и рельсов, то 1-я группа рабочих разносит на руках шпалы по полотну на расстояние до 50 м в необходимом для каждого звена количестве. Брусковые

шпалы, дающие благодаря своей меньшей ширине большую осадку, нежели пластинные шпалы, кладут отдельно от последних, целями звеньями, а иногда даже по пикетам и км. для получения более плавного пути, при чем брусковые шпалы стараются класть в выемках, где можно ожидать пучин, т. к. запас в толщине шпалы важен при опускании пучинных горбов. Равным образом, для получения более однородного пути и для облегчения наблюдения за сменой шпал, отделяют одну породу от другой, пропитанные—от непропитанных. 2-я группа рабочих раскладывает шпалы по середине полотна, равняя их концы с одной стороны по шнуру, натянутому параллельно оси пути на расстоянии от нее, равном половине длины шпал. За второй группой в случае надобности следуют группы: 3-я—зарубчиков и 4-я—осмольчиков. 5-я группа при начале укладки, тоже на расстоянии до 50 м, подносит со склада рельсы на руках специальными клещами. На расстоянии более 50 м рельсы, равно как и шпалы, подвозятся на вагончиках. При подножке рельсов клещами количество людей на каждый рельс назначается из расчета нагрузки на каждые клещи в 80 кг, т. е. 40 кг на человека. Так как при прокатке рельсы не всегда получают вполне симметричными, заводские же марши всегда выдвигаются на одной и той же стороне, то при укладке рельсы в каждой нитке кладутся маршами в одну сторону, обычно внутрь пути, что дает в стыках более правильное примыкание рельсов друг к другу. Для того чтобы зазор в стыках между рельсами соответствовал той т, при которой укладка производится, между ними вставляются необходимой толщины железные прокладки, называемые зазорниками.

6-я группа разносит по стыкам накладки и болты, и идущая за ней 7-я группа ставит на место стыковые накладки и не туго сбаливает их двумя болтами, после чего производится выемка зазорников. Далее следует 8-я группа, размещающая (по рейне) цветным карандашом на шейке рельсов положение осей шпал. В этой же группе двое рабочих с деревянными угольниками, прикладывая угольник к размеченному рельсу, точно переносят отметку на противоположный рельс. Далее идет 9-я группа: двое рабочих приподнимают ломами рельсы, а двое других особыми клещами, ломами и кувалдами подгоняют шпалы точно по меткам на рельсах. Вслед за этим 10-я группа разносит по шпалам подкладки и костыли, а 11-я группа ставит подкладки на место, при чем двое рабочих приподнимают ломами рельс, а третий подсовывает под него подкладки. После этого идет 12-я группа, которая пришивает рельсы к шпалам только в стыках и к одной шпале по середине звена для того, чтобы можно было скорее пропустить вперед ручные вагончики, подвозящие укладочный материал. Эта группа состоит из 9 человек: четыре из них шьют «холостую», т. е. пришивают к шпалам первую нитку рельсов, при чем двое подвешивают шпалы с обоих ее концов, двое забивают костыли, а пять остальных пришивают по шаблону вторую нитку рельсов. При шпалах из твердых пород дерева имеется еще одна группа рабочих, к-рая перед забивкой костылей сверлит для них дыры на глубину двух третей длины костыля, при чем бур д. б. на 3 мм тоньше костыля. Равным образом, при прикреплении рельсов шурупами, в шпалах также предварительно просверливаются дыры; в этом случае дыры просверливаются на всю длину шурупов, и диаметр бура при твердых породах равен диаметру шурупа, а при мягких породах—на 2 мм меньше.

После этой предварительной пришивки 13-я группа делает предварительную рихтовку пути, после чего проносятся вперед вагончики с материалами, а за ними 14-я группа в таком же составе, как и 12-я группа, производит окончательную пришивку рельсов к шпалам. Затем 15-я группа делает окончательную рихтовку пути, 16-я вставляет в стыки остальные болты и завинчивает все гайки на болтах до отказа, и, наконец, 17-я группа делает т. н. черный ремонт пути, т. е. подбивку (подitolку) шпал местным грунтом, к-рый берется преимущественно с берм и из резервов, чтобы по возможности меньше портить самое полотно. После этого путь готов для пропуска укладочного поезда, к-рый первый раз пропускается со скоростью, не превышающей 5 км/ч.

Подвозка укладочных материалов поездом начинается тогда, когда укладка отойдет от базы на расстояние свыше 2 км. До этого расстояния подвозка производится на подводах по времянке или на вагонетках по уложенной части пути, при чем тяга вагонеток производится обычно лошадами, идущими сбоку пути по бровке полотна. Если укладка пути производится со скоростью

1 км в сутки, то материальный поезд прибывает на конец укладки обыкновенно один раз в сутки—или утром до начала работ или вечером к моменту окончания работ. Он разгружается рабочими 1-й и 5-й групп (подносчиками и подвозчиками шпал и рельсов), к-рые раньше других групп начинают утром и кончают вечером работу.

Рабочие и административно-технич. персонал по укладке пути, в виду непрерывного продвижения этой работы по линии, не помещаются в бараках, а живут в особом поезде, к-рый называется укладочным городком. Для укладки в 8-часовой рабочий день 1 км пути при сдельной оплате труда требуется в среднем от 100 до 120 рабочих; укладочный городок состоит из 10—11 вагонов (5—6 для жилья рабочих, 1 для конторы и заведующего укладкой, 1 для десятников, дорожного мастера и табельщика, 1 для инструментальной кладовой и кладовщика, 1 для кухни и 1 санитарный).

Поезд с укладочным материалом подается к месту укладки вагонами вперед; на некотором расстоянии от конца укладки он встречает укладочный городок, сцепляется с ним и продвигает его как можно дальше на конец укладки. Затем начинается выгрузка материалов, по окончании к-рой паровоз протягивает весь состав назад, чтобы городок миновал выгруженные материалы и освободил путь для подачи их вперед вагонетками. Здесь городок отцепляется от поезда и надлежащим образом затормаживается. Для укладки стрелочных переводов и станционных путей организуется особая артель рабочих, которая последовательно переходит с одной станции на другую.

Вслед за укладкой пути производится вторая работа по устройству верхнего строения—балластировка. С этой работой связано отыскание балластных карьеров, по возможности равномерно расположенных вдоль всей строящейся линии. По мере подхода укладки к какому-либо из выбранных для разработки карьеров в нем открывается работа. К этому времени в карьере д. б. произведены все подготовительные работы, а также должен быть подготовлен специальный подвижной состав. Количество вагонов и паровозов в каждом карьере определяется дальностью возки из этого карьера, назначенным сроком балластировки и числом и длиной возможных погрузочных путей в карьере. Если балласт вывозится на недалекое расстояние от карьера, то один паровоз работает с двумя составами. Подъемка пути на балласт производится в два слоя, по объему приблизительно равных. Подъемка на первый слой начинается от карьера, и потому сначала вывозится из карьера на все протяжение пути половинное количество балласта, а затем по этому поднятому на балласт пути вывозится остальное количество балласта, и делается подъемка пути до полной высоты.

В зависимости от отведенного по плану постройки времени для балластировки эта работа открывается иногда во всех намеченных для разработки карьерах немедленно вслед за подходом к ним укладки, иногда же она открывается только в нескольких карье-

рах и затем по закрытии этих карьеров последовательно переносится в другие. Первый способ сокращает общий срок балластировки, сокращает время движения поездов по незабалластированному пути и позволяет материальным поездам двигаться с большей скоростью, что ускоряет и удешевляет укладку. Второй способ значительно удешевляет работу по балластировке. Перед приступом к балластировке еще раз восстанавливают разбивку оси линии, т. к. при работах по укладке пути знаки разбивки часто сбиваются и уничтожаются; производят также поверочную нивелировку, т. к. за период укладки пути возможны новые значительные осадки. На основании этой нивелировки составляется окончательная выписка отметок головки рельса на пикетах и на точках перелома продольн. профиля, с учетом крытых, сопрягающих переломы в вертикальной плоскости, и дальнейшей возможности осадки больших насыпей. Высота головки рельса обозначается на бровке полотна кольями, забитыми по нивелиру.

Подъемка делается сразу на высоту не более 0,15 м. После выгрузки балласта путь приподнимается домкратами на соответствующую высоту с прибавлением 10—12% на осадку. Углубления в полотне под шпалами заравниваются грунтом полотна или глиной, взятой со стороны; излишняя же земля, подсыпанная под шпалы при черном ремонте, удаляется с полотна. Затем под шпалы подбрасывается лопатами балласт, и шпалы подбиваются, после чего засыпаются балластом промежутки между шпалами (ящики). Поднимаемый путь содержится всегда в таком виде, чтобы по нем могли безопасно ходить поезда. Для этого к каждому пропуску поезда делается беглая рихтовка для сглаживания крутых переломов пути в плане, ослабляются болты накладок в крайних звеньях поднимаемой части пути, и на протяжении не менее 4 звеньев делается плавный спуск с поднятого места к неподнятому, при чем уклон перехода допускается не более 0,020. После подъемки на первый слой делается правильная рихтовка с проверкой разбивки кривых.

Когда определен участок пути (напр. перегон между 2 станциями) поднят на первый слой и завезено достаточно балласта для подъемки на первый слой следующего перегона, то на первом перегоне производят подъемку на второй слой и т. д. По окончании подъемки засыпают ящики сначала между рельсами, а потом у концов шпал, с утрамбовкой балласта и с приданием поверхности небольшого уклона от середины к концам шпал, после чего оправляют бровки балластного слоя. Излишний балласт складывается в виде призм вдоль балластного слоя и передается при сдаче линии в эксплуатацию в счет обязательного 5%-ного запаса.

Производство работ по устройству в е р х него строения для второго пути и значительно отличается от описанного выше в смысле порядка, простоты, быстроты и дешевизны работы, т. к. уже существует один путь. В этом случае работа обыкновенно начинается с балластировки. По первому пути возводится поездами балласт и

раскладывается на месте второго пути иногда половинным слоем, но б. ч. полным слоем, с определен. запасом на осадку. Затем по первому же пути развозят поездами шпалы, рельсы и скрепления и разгружают их в нужном количестве по возможности против каждого звена; шпалы раскладывают по выровнен. балласту, к ним пришивают рельсы, при чем сбалчивают последние сразу на все болты и сразу пришивают ко всем шпалам.

По мере укладки пути линия снабжается путевыми приборами и инструментами, необходимыми для содержания и ремонта пути и для правильного и безопасного движения поездов. Сюда относятся: 1) путевые знаки, т. е. указатели км, уклонов, кривых, границ околотов, рабочих отделений, обходов, переездов; 2) дрезины, вагонетки, сигнальные диски и флаги, инструменты для ремонта пути; 3) деревянные щиты с кольями для защиты линии от снега.

При расстановке столбов, указывающих число км от начала линии, не руководствуются построечным пикетажем, т. к. в нем всегда бывают неточности вследствие перенесения его с естествен. поверхности земли на поверхность полотна, а производят тщательный промер. Дрезины, вагонетки и путевой инструмент всегда высылают из центрального склада на линию первоначально лишь в количестве, строго необходимом для пополнения того инвентаря, к-рый уже был в употреблении при укладке пути. Остальное количество, во избежание преждевременного износа, порчи и утраты, развозится лишь перед самой сдачей дороги в эксплуатацию.

Переносные деревянные снеговые щиты заказываются заблаговременно в количестве, необходимом для ограждения заносимых мест линии, и доставляются поездами на место к началу первой зимы, в которую предполагено производить движение поездов. В течение этой зимы производятся наблюдения за движением снега в районе линии; на основании этих наблюдений вносятся поправки в распределение щитов по линии и дозаказываются недостающее их количество.

Вопрос о времени производства работ по возведению путевых станционных построек решается в зависимости от наличия материалов и тех общих соображений, к-рые указаны выше. В качестве материала применяют дерево, кирпич, бетон и камень.

Если основным материалом служит дерево и лесной материал имеется по всей линии, то лес доставляется по возможности по санному пути к местам будущих построек, и с ранней весны, а иногда и зимой организуется работа по изготовлению срубов, при чем рубка стен производится прямо на фундаментах, а если фундаментов еще нет, то на клетках, к-рые впоследствии разбираются и заменяются фундаментами; иногда сруб заготавливается отдельно, тщательно размечается, а весной, по возведении фундамента, разбирается и снова собирается на фундаменте. Если же лес имеется только на одном участке, то заготовленные здесь бревна подвозятся к линии в места, удобные для погрузки на поезд, и лежат там до прокладки по участку рельсового пути, после чего и развозятся поездами по другим участкам. Чаше, однако, на лесном участке организуется изготовление срубов для всех участков, и готовые срубы с балками, стропилами, оконными и дверными косяками и подушками, тщательно размеченные, развозятся поездами на места и там собираются на заранее приготовленных фундаментах. Такая организация имеет целый ряд преимуществ в смысле экономии времени, материала, рабочей силы и накладных расходов. При возведении зданий из других материалов все работы производятся на месте.

Перед приступом к земляным работам по устройству полотна строители входят через соответствующие советы и исполнительные комитеты в соглашение с местным населением о числе и месте необходимых переездов и скотопрогонов через полотно ж. д. При этом обычно несколько полевых дорог сводятся в одну, и часто дороги отклоняются от своего первоначального направления для устройства более дешевого и безопасного переезда. Иногда дороги пропускаются под верхним строением ж. д. в существующие в полотне отверстия мостов и труб, если величина этих отверстий и другие местные условия не препятствуют этому. Постановлениями НКПС устанавливается, в каких случаях недопустимо устройство переезда на одном уровне с рельсами (в этих случаях д. б. устроен путепровод или для безрельсовой дороги или для ж. д.), а также какие переезды д. б. охраняемы барьерными сторожами. Чтобы не нарушать движения по безрельсовым дорогам, переезды устраивают обычно одновременно с земляным полотном. Если же это почему-либо невозможно, то в насыпях на месте переездов оставляют прогалы, а в выемках—недобренные места или временно отводят дороги на нули, т. е. на места, где выемка соприкасается с насыпью.

Для того чтобы построенная линия могла тотчас после передачи в эксплуатацию правильно работать, необходимо, кроме известной законченности всех зданий, сооружений и оборудования, наличия достаточных запасов материалов для текущих надобностей. На первом месте по значению, объему и стоимости стоит топливо для паровозов, для мастерских и водокачек, для вагонов и для жилых помещений. В особенности этот вопрос имеет важное значение, если топливом служат дрова. Т. к. заготовка дров требует продолжительного времени, то дрова для правильной эксплуатации линии заготавливаются за год до передачи линии в количестве годовой потребности, исчисленной на основании ожидаемого размера движения поездов. На мастерские, водоснабжение и вагоны принимается расход топлива в 20% от расхода на паровозы, а на отопление жилых зданий, в зависимости от числа зданий и климата,—от 20 до 40 м³ на км линии. В случае замены дров углем или нефтью количество их определяется эквивалентным соотношением, при чем в этом случае больших запасов не делают, тем более что теплотворная способность нек-рых сортов угля уменьшается при продолжительном хранении на воздухе.

Кроме топлива, эксплуатационному управлению вместе с линией передаются, по нормам, установленным НКПС: смазочный и обтирочный материалы, керосин для освещения и запасный укладочный материал—рельсы, скрепления и шпалы. Все запасные материалы заготавливаются и передаются эксплуатационному управлению за счет предусмотренного по расчетной ведомости оборотного капитала, наличные остатки к-рого тоже передаются эксплуатационному управлению. Кроме того, при сдаче линии передаются, также по нормам НКПС, приобретенные за счет соответствующих статей рас-

печени. ведомости инструменты для мастеровских тяги, пути и связи и для ремонта пути.

Ликвидационная стадия. Постройка считается законченной, когда все сооружения и все оборудование линии приведены к такой степени готовности, что является возможным приступить к правильной эксплуатации, т. е. открыть и поддерживать непрерывное движение поездов в размере, соответствующем технич. заданию, положенному в основание постройки. С этого момента начинается т. н. ликвидационная стадия постройки. Она характеризуется тем, что в это время производственная работа ограничивается лишь исполнением мелких недоделок и текущего ремонта. Поэтому небольшое количество рабочих, оставшихся к этому времени, постепенно сокращается, равно как и административно-технич. персонал на линии и в центральном управлении. Ликвидационный период бывает обычно очень краток, так как всякое его удлинение влечет за собой непроизводительные расходы.

Как бы тщательно работы по постройке ни производились, нек-рые недоделки неизбежны. Недоделки разделяются на две категории: препятствующие открытию правильной эксплуатации и не препятствующие этому. Первого рода недоделки всегда исполняются строительным управлением до передачи линии в эксплуатацию, вторые—иногда исполняются строительным управлением, но чаще передаются для исполнения будущему эксплуатационному управлению с передачей ему необходимых для этого кредитов, однако, размер этих кредитов обычно исчисляется уже не по расценочной ведомости, а по повышенным ценам, в связи с разбросанностью этих работ и малым объемом каждой отдельной работы. Кроме исполнения недоделок, в ликвидационный период производятся на линии еще следующие работы. а) Разборка бараков и других временных строений, не принимаемых эксплуатационным управлением. б) Очистка местности около сооружений и зданий от мусора. в) Сборка, подноска в удобные для погрузки места, отсортировка и складка в штабеля материалов, оставшихся от постройки, с составлением соответствующей ведомости (часть этих материалов передается эксплуатационному управлению для исполнения недоделок в счет кредита на эти недоделки, другая часть передается ему же в счет оборотного капитала, напр. дрова, образовавшиеся от распиловки разных остатков и лесного материала, полученного от разборки временных сооружений, а остальное увозится на другие строящиеся линии. г) Сборка построечного инвентаря. д) Развозка эксплуатационных запасов, инструментов, оборудования по линии.

Заблаговременно, до установленного плано́м срока передачи линии в эксплуатацию, начальник работ заявляет в ЦОС о готовности линии к сдаче к указанному сроку. В случае возможности сдать линию в эксплуатацию ранее установленного срока, начальник работ об этом также извещает ЦОС заблаговременно. По докладу ЦОС, НКПС назначает комиссию по приемке построенной линии. В состав комиссии обыкновенно входят представители от будущего эксплуата-

ционного управления, от Научно-технического комитета, от Главной инспекции при НКПС, от ЦОС, Центр. управления ж. д., от НКРКИ и от Союза железнодорожников. Комиссия выделяет из своей среды несколько подкомиссий, формируя их или по строительным участкам или по роду сооружений. Подкомиссии обычно выезжают на линию, где подробно все осматривают и составляют ведомости недоделок. Управление по постройке предъявляет подкомиссиям составленные к этому времени: а) окончательный продольный профиль; б) график административного деления линии; в) покิโลметровые ведомости исполненных сооружений и работ, размеров и всех относящихся к этому документов; г) общую покิโลметровую ведомость, в к-рой в порядке км и пикетов перечисляются все сооружения.

Ко времени окончания работ подкомиссий на линию выезжает комиссия, к-рая осматривает всю линию, рассматривает ведомости, составленные подкомиссиями, составляет из них сводную ведомость, разрешает все спорные вопросы, возникшие при работе подкомиссий, и составляет акт окончательной приемки. В заключительной части акта устанавливается возможность или невозможность открыть правильную эксплуатацию и указывается срок окончания недоделок, если исполнение их возлагается на строительное управление. После передачи линии в эксплуатацию часть построечных служащих увольняется, а оставшиеся заканчивают составление общего исполнительного отчета по постройке по форме, установленной НКПС. К отчету обыкновенно прилагаются: краткое технич. описание построенной линии, альбом чертежей главнейших сооружений и иногда альбом фотографич. видов сооружений и различных моментов производства работ.

Лит.: Энгельгардт Ю. В., Железные дороги, т. 1, Москва, 1924; Карейша С. Д., Руководство по сооружению и содержанию в исправности железных дорог, т. 1, Москва, 1923; В i r k A., Der Wegebau, T. 2—Eisenbahnbau, 2. Aufl., Wien—Leipzig, 1921, T. 5—Bauleitung, Wien—Leipzig, 1922; B o u r d e J., Manuel des chemins de fer, Paris, 1922; T r a t m a n-R u s s e l E. E., Railway Track a. Track Work, 3 ed., New York, 1908.

А. Ливеровский.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ УПРАВЛЕНИЕ. Организация управления ж. д. стоит в непосредственной связи с формой ж.-д. хозяйства. До войны 1914—18 гг. основными формами ж.-д. хозяйства были частное и государственное хозяйство. Во время войны участвовавшие в ней государства сосредоточили ж. д. в своих руках. Почти во всех этих странах, в результате военного хозяйствования, дороги стали дефицитными. Стремление, с одной стороны, сделать ж.-д. предприятия выгодными в финансовом отношении, а с другой стороны, сохранить за государством руководящую роль в ж.-д. деле вызвало изменение форм ж.-д. хозяйства и форм управления им. Сущность изменения заключается во внедрении коммерч. начал в ж.-д. хозяйство в странах, где была принята государственная форма ж.-д. хозяйства, и в углублении государственного вмешательства в частное ж.-д. хозяйство в других странах. Это выразилось в Германии в создании Об-ва герм. ж. д. (Deutsche Reichseisenbahn-Gesellschaft), во Франции—в учреждении Высшего ж.-д. совета

(Conseil superieur des chemins de fer) и Комитета управления (Comité de direction), в Англии—в принудительном слиянии существовавших до войны 214 ж. д. в 4 больших об-ва и в параллельном учреждении Министерства транспорта и Тарифного трибунала, в С. Ш. А.—в усилении влияния Междугосударственной транспортной комиссии, в СССР—в учреждении правлений ж. д. при национализации всех ж. д. В результате, во всех этих странах ж. д. возглавляются об-вами ж. д. или правлениями ж. д., стоящими или в тесной зависимости от государства или под его наблюдением.

Хозяйственное значение мероприятий по созданию об-в крупн. масштаба заключается в объединении ж.-д. сетей в крупные единицы и в создании условий для хозяйственно-технической рационализации. С созданием крупных об-в идет изучение наиболее удобных форм ведения линейного хозяйства ж. д. Германия и Америка решают этот вопрос диаметрально противоположными методами. В Германии вся сеть объединена в одном об-ве государственных герм. ж. д. Сеть разделена на 30 дирекций, распоряжающихся линиями протяжением от 874 до 3 394 км. Дирекции непосредственно связаны с линейной и линейными органами надзора. Линейные органы надзора (Amter, прежде именовавшиеся Inspektionen) имеют в своем ведении участки, на к-рые разбита линия. Организация участков различна. Так, в Пруссии начальники участков эксплуатации ведают и эксплуатацией и путем. В защиту объединения в одних руках эксплуатации и путевого строительного дела герм. железнодорожники приводят те доводы, что безопасность движения стоит в теснейшей связи с технич. устройствами, почему объединение обеих отраслей упрощает выполнение работ по ремонту и строительству; наконец, объединение этих двух функций облегчает условия подготовки, подбора и продвижения средних и высших служащих. Независимо от участков эксплуатации, в Пруссии имеются и коммерч. участки. В Баварии на тех участках, где нет больших станций и сложной работы, учреждены смешанные участки, в ведении к-рых объединены точно также движение, путь и коммерч. дело. В других странах—Вюртемберге, Бадене—объединяются коммерч. дело и движение. Служба пути в этих государствах имеет самостоятельные участки. Кроме участков эксплуатации и пути, есть участки тяги, мастерских и депо, электротехнические, материальные и др. Между дирекцией и линией нет посредствующей организационной единицы, обнимающей полностью или частично все ж.-д. хозяйство в пределах своего участка. Этот вид организации можно характеризовать как систему управления сетями небольшого протяжения. С другой стороны, ее можно наименовать системой департаментской, так как она характеризуется прямой связью местной служебной единицы отделов эксплуатации, тяги и коммерческой части с дирекцией, и функциональной, так как работник, управляющий известной отраслью в центре, ведает лишь строго ограниченным кругом вопросов, но зато в пределах своей компетенции исчерпывает

данные вопросы. Характернейшей особенностью герм. ж.-д. управления является система децетернентов, составляющих основной кадр оперативн. работников дирекции. Дирекция разбивается обычно на 3 отдела, возглавляемых одним децетернтом, играющим роль руководителя, объединяющего работу остальных децетернтов; основным контингентом деловых работников являются децетернты; они имеют точно определенный оперативным планом круг работ, которые они самостоятельно ведут и за которые несут ответственность. Децетернты непосредственно решают вопросы и сами их исполняют; они непосредственно связаны с линией. Подобная форма управления непосредственно из центра встречается в других странах при наличии небольших сетей.

Противоположностью ей является американская система. Железные дороги С. Ш. А. находятся в руках частных компаний, сосредоточивших в своих руках сети больших протяжений, почему управление линией не может вестись из центра. Линия делится на отделы протяжением в 1 500—2 500 км; в свою очередь отделы дробятся на отделения протяжением в 300—500 км. Как начальники отделов, так и начальники отделений объединяют в своих руках все отрасли эксплуатации, т. е. движение, путь и тягу. Начальники отделов и отделений, являясь специалистами по эксплуатации, имеют в своем распоряжении специалистов по пути и тяге. Этот вид организации является организацией децентрализованной (Divisional System) и широко принят на крупных дорогах Америки. Однако, некоторые дороги, напр. Нью Йоркская центральная, применяют департаментскую систему управления (Departmental System).

Англия после объединения в 1921 г. всей сети в четыре больших об-ва имеет различные системы линейного управления. Одна из крупнейших компаний L. & N.-E. Co (London & North-Eastern Company), имеющая сеть протяжением в 10 186 км, осуществила систему разделения дороги на три отделения, во главе которых стоят начальники отделений, объединяющие все хозяйство отделения. Другая, еще более крупная компания, L. M. & S. Co, с сетью протяжением в 10 900 км, до 1927 г. руководила линией централизованно при посредстве департаментов, а с 1927 г. разделила дорогу на три отделения, сохранив, однако, за департаментами значительное влияние. Остальные два об-ва—West Co и South Co управляют линией при посредстве департаментов.

Франц. система построена на принципе централизованного управления ж. д. при посредстве служб. Общий надзор государства сосредоточен в Министерстве общественных работ, где имеются: общее управление ж. д. (Direction générale des chemins de fer), комиссия проверки счетов ж.-д. компаний и контроль над ж. д. общего пользования. Франц. дороги распределены между пятью частными об-вами и двумя казенными управлениями. Во главе каждой сети стоит совет, выделяющий дирекцию. Управление дороги характеризуется распределением работы между тремя основными службами: службой эксплоа-

тации, службой материальной и тяги и службой пути и сооружений. Кроме этих служб, в центре имеется общая администрация, секретариат, бухгалтерия и иногда врачебная служба. Основной является служба эксплуатации, к-рая сосредоточивает в себе части: движения, коммерческую, сборов, электротехнич. анализа движения. Следует отметить, что полного однообразия в номенклатуре частей на различных дорогах нет, но по существу все дороги проводят основное деление управления на три основные службы. Линия разбивается на участки по признаку трех основных служб.

Система управления ж. д. в СССР основана на полном сосредоточении ж. д. в руках государства; поэтому дороги, являясь важнейшей отраслью народного хозяйства, осуществляют свою экономику. политика в соответствии с общими государственными принципами. Основные положения ж.-д. политики диктуются верховными органами государства, а именно Съездом советов, ЦИК, СНК и СТО. Высшим органом управления является НКПС, а единоличным руководителем НКПС, ответственным за его работу, является народный комиссар путей сообщения, при к-ром состоит коллегия, имеющая совещательное значение. Однако, члены коллегии, помимо совещательных функций, играют роль активных работников, являясь начальниками оперативных управлений и возглавляя коллегияльные ведомственные и междуведомственные органы НКПС. В составе НКПС имеются коллегияльные междуведомственные органы: Центральный комитет по перевозкам (ЦКП) и Тарифный комитет (Тарком) для согласования ж.-д. хозяйства с требованиями государственной и кооперативной торговли и промышленности и коллегияльный ведомственный орган — Центральный технико-экономический совет (ЦТЭС), представляющий собой орган, в задачу которого входят: общее руководство нормативной работой в области техники транспорта, технико-экономическая оценка капитальных сооружений и консультация. Научно-исследовательская работа НКПС объединяется Центральным научно-исследовательским управлением (ЦНИУ). К числу ведомственных совещательных органов относится Совет правлений, который стоит, однако, несколько особо в системе органов управления, являясь органом советской общественности, высказывающим свое мнение по общим и хоз. вопросам жел.-дор. транспорта. К составу высших органов НКПС относятся также высший плановый орган на транспорте — Центральное плановое управление (ЦПУ) и Главная инспекция (ГИПС), являющаяся органом верховного наблюдения за технич. благоустройством транспорта. В составе ЦПУ находится орган транспортной статистики — Отдел статистики и картографии (ЦСК). Оперативными органами НКПС являются центральные управления по основным видам транспорта: железнодорожного (Сужел), водного (Суводуть), морского (Сумор) и местного (Сумт), а также Центральное управление государственных речных пароходств (Центрорека). Наряду с управлениями, имеются центральные

отделы: Центральный отдел по снабжению ж. д. (ЦОС), Центральный мобилизационный отдел (ЦМ), Центральный отдел просвещения (Цутранпрос), Центральный хозяйственно-материальный отдел (ЦХ) и Центральное финансово-бюджетное управление (ЦФБУ). Функции всех этих органов ясны из их названий. Для обслуживания народного комиссара и коллегии имеется секретариат НКПС, а для руководства личным составом — Управление делами. Органом, руководящим охраной путей сообщения, является Управление начальника охраны. Основные оперативные управления делаются на отделы, к-рые разбиваются на группы. Отделы Центрального управления ж. д. транспорта: эксплуатации, пути, связи и электротехники, тяги и тарифно-экономический соответствуют отделам правлений ж. д. на местах.

Хозяйственным и хозяйствующим органом на местах являются правления ж. д. В отличие от дореволюционных правлений частных ж.-д. об-в теперешние правления являются органом управления части государственного имущества, выделенного в виде отдельной жел. дороги. Ж. д. сами по себе составляют правовую единицу, органом к-рой является правление. Правление имеет обширные права по эксплуатации ж. д. в финансовой, коммерч. и хозяйственной областях. Во главе правлений стоят председатели, они же уполномоченные народного комиссара путей сообщения, назначаемые им же. Как председатели правлений они несут хозяйственные функции, а как уполномоченные народного комиссара — функции политич. руководства и связи с общественными и профессиональными организациями. В правление входят от 3 до 5 членов, назначаемых НКПС. Особое значение имеет член правления по технич. части, несущий ответственность за технич. состояние ж.-д. сооружений, подвижного состава и всех инженерных устройств на дороге и, кроме того, осуществляющий технич.-инспекторск. функции на дороге. Оперативная работа правлений ведется в отделах, из к-рых основными являются отделы: эксплуатации, тяги, пути, связи, материальный и коммерческо-экономический. Кроме этих отделов, имеются отделы: финансовый, сборов, юридический, охраны и плано-экономический (включающий в себе статистич. аппарат ж. д.). Правления имеют право, с разрешения НКПС, создавать особые отделы, необходимые по хозяйственным особенностям дороги. Такими являются лесозаготовительные отделы на некоторых дорогах и отдел керосинопровода на Закавказских ж. д. В организации правлений имеется тенденция привить новые усовершенствованные методы работы учреждением ответственных исполнителей — децернентов. Система децернентов в виде опыта применяется на дорогах Южных и Пермской. Пока достаточного материала для суждения о целесообразности этой системы в условиях СССР еще не имеется.

Линейная организация ж. д. СССР основана на управлении линиями значительно протяжения; самая малая ж. д. — Сызрано-Вяземская — имеет протяжение 1 418 км, а самая большая — Рязано-Уральская —

4 336 км. Систему управления линией можно характеризовать, как систему, соответствующую департаментской организации, т. е. наши линии развиты на участки (иногда отделения) пути, участки связи, участки тяги и на отделения эксплуатации, подчиненные непосредственно отделам правления. На линии нет лиц, объединяющих в своих руках все отрасли ж.-д. дела, подобно начальникам отделов и отделений америк. ж. д. Границы отделений эксплуатации и участков тяги, а по возможности участков пути и связи, должны совпадать. Отделения эксплуатации, возглавляемые начальниками отделений, руководят движением поездов под углом зрения безопасности, срочности и правильности движения. У начальника отделения имеются помощники, к-рые осуществляют те же функции, что и сам начальник отделения, и обязаны непосредственно инструктировать линию. В числе помощников имеется специалист по коммерч. вопросам эксплуатации, ведающий этой отраслью работы. На некоторых дорогах существуют ревизоры движения, имеющие задачей наблюдать за правильностью исполнения всех функций эксплуатации на своем участке и инструктировать станции. Низшими ячейками эксплуатации являются станции, возглавляемые начальниками станций. Хозяйство и организация станций весьма разнообразны и дифференцируются в зависимости от размеров станции и величины производимой работы. Участки пути делятся на околотки, поручаемые каждый дорожному мастеру; околотки делятся на рабочие участки и сторожевые обходы, поручаемые соответствующему старшему рабочему или путевому сторожу. Участки тяги совпадают с нахождением коренного и оборотного паровозного депо и являются основной ячейкой линейной службы в области тяги. Участки отдела связи делятся на околотки, во главе к-рых стоят электро-техники. Независимо от эксплуатационной работы стоит организация главных мастерских, непосредственно подчиненная правлению в лице члена правления по технич. части. Задачей главных мастерских является выполнение капитального ремонта подвижного состава и тяговых устройств. Кроме указанных служб, несущих технич. функции на линии, имеются агенты других отделов—материального, коммерческо-экономического, сборов, охраны, осуществляющие на линии задачи, отнесенные к компетенции отделов. Работа всех этих линейных единиц увязывается в центре соответствующими отделами правлений.

Ж. д., кроме своих непосредственных органов, имеют еще исполнительные органы других комиссариатов: Наркомфина—в виде финансово-контрольных отделов, Наркомздрава—в виде врачебных отделов, ОГПУ—в виде транспортных отделов и Наркомвоенмора—в лице военных представителей. В организации местных органов существенную функцию согласования интересов клиентуры и ж. д. несут районные комитеты по перевозкам, учрежденные в крупнейших городах СССР (именно: Ленинграде, Смоленске, Москве, Харькове, Ростове-на-Дону, Самаре, Новосибирске), охватывающие по две

и более дороги, и местные к-ты по перевозкам, охватывающие одну дорогу (учреждены в Тифлисе, Свердловске, Ташкенте и Хабаровске). Работа районных комитетов по перевозке объединяется Центральным комитетом по перевозке (ЦКП), от к-рого они получают общие указания и задания и к-рому представляют свои соображения для соответствующих мероприятий ЦКП по НКПС. С органами управления ж. д. тесно связан Профессиональный союз работников ж.-д. транспорта. Его высшим органом является Съезд работников ж.-д. транспорта, избирающий Центральный к-т. На дорогах органы Союза являются дорожные комитеты союза (дорпрофсожи), участковые комитеты (учкпрофсожи) и, наконец, местные комитеты (месткомы).

Лит.: Фролов А. Н., Об административной организации ж.-д. установлений в России, «Труды Особой высшей комиссии для всест. иссл. ж.-д. дела в России», СПб, 1910, вып. 11: егo же, Общие основы ж.-д. хозяйства, 2 изд., стр. 199—209, П., 1920; Соколов И. В. А., Организация ж.-д. перевозок, стр. 65—74, М., 1926; Общее положение о нар. комиссариатах СССР, Постановления 3-й Сессии ЦКР СССР, М., 1923; Положение о НКПС СССР, там же; Положение о правлениях ж.-д., «Вестник путей сообщения», М., 1925, 848; Антошин А. Н., Современная организация управления ж.-д. транспортом СССР, М., 1928; Грунин И. и Губанов В., Общая организация управления германскими ж. д., вып. 1—Учет и отчетность на германских гос. ж. д., М., 1928; Джонсон Э. Р. и Ван-Метр Т. В., Основы экономики ж.-д. транспорта, пер. с англ., М., 1923; Зайцев А. Ф., Очерки ж.-д. политики, вып. 1—Великобритания, С.-А. С. Ш. и Франция, М., 1924 (лит.); S a r t e r A. u. K i t t e l Th., Die Neue deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, V., 1922 (лит. о герман. управлении); H e r m a n n W., Gesetze u. Verordnungen, betreffend die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft u. ihr Personal, V., 1925; S c h m i d E., «Ztschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverwaltungen», Berlin, 1927, 3, p. 75; H a e f f n e r K. E., Aufbau u. rechtliche Natur d. Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, «Archiv f. Eisenbahnwesen», Berlin, 1927, 5—6; W e r n e c k e F., Die Eisenbahnen v. Grossbritannien, ihre gesetzliche Grundlagen, ihre Gliederung und ihre wirtschaftliche Lage, «Jahrbuch f. Eisenbahnwesen», Mch., 1925—26; D e n f e l d G. A., A Practical Scientific Treatise on Traffic Management, chapter 12—Traffic Administration, p. 229—255, Portland, Oregon, 1921; S p e r l i n g A., Die Entwicklung d. engl. Eisenbahnen seit d. Jahre 1921. Die Organisation d. engl. Eisenbahnen, «Archiv f. Eisenbahnwesen», V., 1928, H. 4.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ.

Общие планы ж.-д. строительства должны основываться прежде всего на обследовании потребности страны в ж. д. Т. н. «показатели обслуженности» (см. *Железная дорога*) представляют собою недостаточно обоснованный и мало разработанный метод обследования и большого практического значения не имеют. Поэтому при проектировании и сооружении новых ж. д. необходимо гл. образом исходить из экономики. Для составления общих планов строительства в целой стране или в районе необходимо иметь отчетливое представление об экономич. нуждах страны или района. При проектировании же отдельной конкретной линии необходимо произвести специальные экономические изыскания с целью определения грузооборота, доходности, а также технич. работы будущей дороги; затем, если линия оказывается целесообразной,—произвести подробные технич. изыскания и составить общий проект и расценочную ведомость.

Экономические изыскания. Существуют два главных метода экономич. изысканий: метод коэфф-тов (или аналогии) и метод не-

посредственного обследования. Первый применяется, когда уже имеется другая эксплуатируемая дорога, пролегающая в условиях, во многом сходных с проектируемой. Тогда, основываясь на этом сходстве, можно вывести коэф-ты для определения грузооборота будущей дороги и ее экономич. значения. Второй метод заключается в определении площади района, к-рый будет тяготеет к новой дороге, его населенности, состояния сельского хозяйства, промышленности, естественных ресурсов и перспектив их развития.

Границы тяготеющего к дороге района определяются экономич. возможностью массовой подвозки груза к дороге и вывоза прибывающих грузов с дороги. Обычно ширина такой полосы принимается не свыше 25—30 км в каждую сторону, но там, где гужеваля доставка особенно дешева, эта площадь м. б. значительно шире. В местах сближения или пересечения проектируемой дороги с существующими за линией раздела районов тяготения разных дорог обычно принимают геометрич. место точек, равноотстоящих от обеих дорог. Для разграничения районов влияния судоходной реки и ж. д., близко друг к другу расположенных, условно считают, что район реки занимает одну треть, а ж. д.—две трети площади, сообща обслуживаемой ими; основанием для такого расчета служит прекращение судоходства на наших реках зимою.

Все данные относительно населенности, продуктивности и природных ресурсов района необходимо определять к моменту открытия движения, но с учетом перспективного развития в течение 5—10 лет после постройки дороги. Весьма часто развитие природных ресурсов страны под влиянием ж. д. дает народному хозяйству такие выгоды, которые во много раз превышают доходность самой ж. д. (напр., сибирское маслоделие, развитие хлопководства в Средн. Азии). Эти выгоды именуется «косвенными» и должны учитываться особо в каждом данном случае.

Главным элементом, определяющим выгоду ж. д. для страны вообще и как отдельного предприятия в частности, является грузооборот. Он определяет величину будущей работы ж. д., на нем же базируется и выбор технич. элементов проекта. Изменение грузооборота может очень существенно влиять на доходность дороги, т. к. уменьшение или увеличение валового дохода прямо пропорционально грузообороту, расходы же эксплуатации при колебаниях грузооборота изменяются значительно меньше.

Для суждения о выгоде ж. д. имеет серьезное значение распределение ее грузооборота по направлениям. На одних дорогах перевозки идут примерно в равных количествах в обоих направлениях, на других же, наоборот, большая часть грузооборота совершается в одном направлении (грузовое направление), в обратном— количество перевозок значительно меньше (негрузовое, порожняковое направление). Пропускная способность обычно рассчитывается по грузовому направлению. Дорога с ярко выраженным грузовым направлением, при всех прочих рав-

ных условиях, очевидно, менее выгодна, чем дорога с одинаковым грузовым движением по обоим направлениям.

Технические изыскания. Выбор типа дороги зависит от предполагаемого грузооборота. В этом отношении существующая у нас классификация (принятая пока лишь для ж. д. нормальной колеи), подразделяет дороги на три класса:

Тип дороги	Густота движения
Магистраль усиленного типа (сверхмагистраль)	Более 8 млн. т.км/км
Магистраль нормальной типа	8 млн. ÷ 800 тыс. »
Магистраль облегченного типа	800 тыс. и менее »

При малых грузооборотах, в целях снижения капитальных затрат, м. б. целесообразным применение узкой колеи.

Технические условия. В соответствии с будущей работой дороги и с ее типом и разрядом к ней предъявляются определенные технич. требования. Объединенная и утвержденная в надлежном порядке совокупность таких требований носит наименование «Технич. условий проектирования и сооружения N-й железной дороги». Такие индивидуальные условия для данной дороги д. б. разработаны соответственно основным «Технич. условиям проектирования и сооружения», изданным НКПС для линий разных типов и разрядов.

Главными элементами ж. д. являются поперечный и продольный профили полотна, тип верхнего строения и тип локомотива. На выбор этих элементов д. б. обращено особенно серьезное внимание. Выгодность перевозок по ж. д. обуславливается гл. обр. весом поездов, зависящим от веса и мощности локомотива, что, в свою очередь, зависит от типа верхнего строения. Для данного типа локомотива вес поезда зависит от предельной крутизны подъема, на к-рый должен входить поезд. Основное сопротивление влечение вагонов поезда на прямой и площадке при проектировании ж. д. нормальной колеи определяется по формуле:

$$w_0 = 1,5 + \frac{V}{20},$$

где w_0 —уд. сопротивление в кг на t веса поезда, а V —скорость поезда в км/ч. Для узкой колеи сопротивление несколько повышается (см. *Железные дороги узкой колеи*).

Подъем, по крутизне к-рого рассчитывается вес поезда, называется п р е д е л ь н ы м, или р у к о в о д я щ и м, подъемом. Число тысячных долей подъема выражает зависящую от подъема величину уд. сопротивления (в кг на t веса всего поезда). Величина руководящего подъема дается на прямой, в тысячных долях, а при совпадении с кривой она д. б. уменьшаема, исходя из принятых ф-л сопротивления поезда на кривых. Для ж. д. нормальной колеи и для двухосных вагонов обычно берется ф-ла $w_r = \frac{750}{R}$, где w_r —удельное сопротивление от кривой, выраженное в кг на t веса поезда, а R —величина радиуса кривой в м. Для ж. д. узкой колеи в 750 мм у нас установлена формула $w_r = \frac{425}{R}$, но, повидимому, она дает

преувеличенные значения, и правильное было бы принять $w_r = \frac{375}{R}$.

Полное удельное сопротивление вагонов поезда нормальной колеи

$$w = 1,5 + \frac{V}{20} + w_r + i,$$

где i —величина подъема в тысячных долях. Все данные для тяговых расчетов по наиболее распространенным у нас типам паровозов можно почерпнуть в т. н. паспортах паровозов; эти данные являются результатами опытов, произведенных на наших дорогах специальной комиссией под руководством Ю. В. Ломоносова. О производстве тяговых расчетов см. *Тяговые расчеты*.

Если технич. или экономич. соображения заставляют на нек-рых участках ж. д. применять уклоны больше нормальных, то для возможности сквозного пропуска полных составов поездов на таких участках вводится двойная, тройная или вообще кратная тяга, т. е. в состав поезда в помощь основному локомотиву вводятся добавочные. Добавочные локомотивы могут помещаться в голове или хвосте поезда; в последнем случае они называются толкачами. Подталкивание удобно в том отношении, что сила тяги толкача не увеличивает напряжения сцепных приборов и, следовательно, не грозит опасностью их разрыва. Поэтому помещение добавочных локомотивов в конце поезда считается типовым, и уклоны, отвечающие этому типу тяги носят название подталкивательных. Руководящий уклон, как и пропускную способность, в проекте дороги рассчитывают на грузовое направление, и поэтому, там где имеются резко выраженные грузовое и порожняковое направления движения, можно применять неодинаковые величины руководящих уклонов для обоих направлений, что дает иногда серьезные выгоды. Уклоны, построенные по такому принципу, называются уравновешенными.

На скатах сопротивление движению поезда преодолевается полностью или отчасти слагающей силой тяжести спускающегося поезда. Если при этом поезд не развивает излишней скорости, требующей торможения, так что сила тяжести скатывающегося поезда полностью утилизируется на его движение, то такие скаты (или уклоны) именуются безвредными. Если учитывать сопротивление паровоза с закрытым регулятором, то пределом крутизны безвредных скатов (уклонов) можно принять 0,005. Уклоны круче 0,005, на которых необходимо тормозить спускающиеся поезда, именуются вредными. Если имеется уклон на кривой части пути, то для восходящих поездов уд. сопротивление от действительного уклона $w_i = i$ увеличивается на величину сопротивления от кривой $w_r = i_r$. Эта общая величина сопротивления м. б. представлена как величина воображаемого уклона на прямой, дающего то же сопротивление, как и данное сочетание уклона и кривой: $i_k = i + i_r$. Такой уклон именуется приведенным или фактическим. Наконец, если подсчитать среднюю величину уд. сопротивления поезда для данной линии (или участка ее) и

определить, какой средней величиной уклона оно могло бы быть заменено, то получается эквивалентный уклон.

Зная тип паровоза, профиль пути и вес поезда, можно по правилам тяговых расчетов определить скорости хода поездов обоих направлений по любому элементу профиля. Необходимость скрещения встречных и обгона попутно идущих поездов разных скоростей только на пунктах скрещения (на однопутных дорогах) требует рационального размещения разъездов по принципу стремления к равномерному занятию всех перегонов. Перегоны, примыкающие только к разъездам, на к-рых не производится набор воды и топлива, подчиняются этому требованию. Перегоны, примыкающие к станциям, д. б. короче, чтобы дать время для набора воды или топлива.

Определение числа поездов по грузообороту. На основании тяговых расчетов м. б. установлен предельный состав поезда при предельном числе полногрузных вагонов, т. е. наибольший теоретич. вес поезда. Практически, отдельные вагоны загружаются не полностью, и потому составы бывают неполного веса. Руководствуясь статистич. материалом, можно выяснить, насколько средний практич. вес поезда меньше теоретического. Кроме того, нужно учесть неравномерности грузовых потоков и по направлениям и по времени. В среднем, при загрузке вагона на 70%, при соотношении грузооборотов по направлениям (грузовому и порожняковому) 70 и 30%, при неравномерности во времени 1:1,2, фактич. полезная нагрузка поезда м. б. принята в 45—50% от максимальной определенной по тяговым расчетам. Отсюда можно получить и требуемое число поездов для данного грузооборота.

Ход работ по изысканиям. Нанесение линии на карту. Выбрав карту возможно более крупного масштаба, соединяют на ней прямыми линиями те пункты, через к-рые прохождение новой линии обязательно, и затем ищут долины или ровные водоразделы, попутные в общем направлении начерченным прямым, с тем чтобы пройти линию с наименьшими работами полотна и без особого удлинения. Чем подробнее карта, тем больше она дает указаний для выбора трасы. Пониженные точки пересекаемых водоразделов обычно находятся в тех пунктах, откуда расходятся от водораздела тальвеги долин или водотоков.

Рекогносцировочные изыскания. Изучив по карте местность и наметив на плане несколько возможных и желательных направлений (вариантов), переходят к рекогносцировке на месте. Для этого с изученной картой в руках обходят (или объезжают) весь район, в к-ром допустимо наметить варианты, пополняя указания карты осмотром местности, расспросами местных жителей, а иногда глазами съемками и барометрич. определениями высот важнейших точек. Обследование должно охватить всю площадь, где возможно было наметить варианты, но сосредоточивать внимание надлежит на труднейших местах, значение которых иногда оказывается

решающим, почему с них и следует начинать рекогносцировку. При рекогносцировочных съемках допускаются промеры длины шагами, измерение углов бусолью и т. д., в зависимости от степени точности, к-рой требуют задания. Рекогносцировка является очень важным и ответственным делом и требует большой опытности. Если необходимы более точные данные, то рекогносцировки выполняются при помощи геодезич. инструментов, и тогда они получают название рекогносцировочных, или летучих, изысканий. Они ведутся с большей подробностью, чем простая рекогносцировка, но не вдаются в разработку деталей.

Подробные изыскания. Рекогносцировка обычно намечает несколько вариантов искомой трасы. Чтобы сделать выбор между ними и выяснить наиболее целесообразные технич. условия проекта, назначаются предварительные изыскания. Они ведутся с полной точностью геодезич. работ, т. е. измерение углов производится гониометром, пантометром или теодолитом, промер—стальной лентой, делается двойная нивелировка, разбивка крытых в трудных местах, съемка топографически сложных мест в горизонталях и т. д. Если условия местности представляют возможность различных частичных решений, то может явиться необходимость повторных изысканий, иногда с изменением технических условий. На основании предварительных изысканий устанавливаются наиболее выгодное и целесообразное направление линии, а также технич. условия проектирования и сооружения. В результате составляется общий проект и расценочная ведомость, согласно к-рой м. б. испрашен кредит на постройку.

Окончательные изыскания. По получении кредита и перед приступом к постройке производятся окончательные изыскания, детально разрабатывающие то из направлений, которое оказалось наилучшим. Они дают подробный профиль и план линии со всеми данными, необходимыми для доказательства правильности избранного решения, для разработки детальных проектов и для составления подробной расценочной ведомости. При этом должны быть тщательно исследованы грунты будущих выемок и резервов для насыпей, глубина болот, грунтовые условия будущих оснований для искусственных сооружений, вопросы укрепления полотна, опасные и внушающие сомнения места. Кроме того, должны быть собраны подробные данные о местах нахождения строительных материалов, их количестве, стоимости, а равно выведены единичные цены на все работы. Вопрос о водоснабжении, источниках воды, ее количестве и качестве также должен быть детально проработан. Подробный состав проекта указан в «Наставлении начальникам изысканий», изд. НКПС 1925 г.

Составление окончательного проекта требует много труда и времени. Обычно вопрос о проекте крупных новых линий большого экономич. значения изучается и исследуется повторно в течение ряда лет. По мнению амер. инженеров, для составления проекта

новой линии нормально нужно до 5 повторных изысканий, включая рекогносцировку.

Организация изысканий в СССР. Изыскания организуются в Центральном отделе строительства (ЦОС) НКПС. Основной крупной единицей, непосредственно ему подчиненной, является экспедиция, к-рая обычно состоит из нескольких партий, при чем каждая получает для разработки свой участок. На одну партию можно в среднем назначать 80—150 км при окончательных изысканиях (кроме чисто горных изысканий, где эти участки бывают до 40—50 км), 125—250 км при предварительных и до 600 км при рекогносцировочных изысканиях. В обязанности экспедиции входят и полевые и камеральные работы. Последние состоят в разработке теоретич. вопросов, обработке результатов полевых работ и составлении проекта по собранным данным. Обычный срок работы экспедиции 9—10 месяцев. Из них 3—4 недели идет на организацию, сборы к месту работ, 4—4½ месяца—на полевые работы и возвращение и примерно столько же—на составление проекта. К организационной работе относится и утверждение в подлечающих инстанциях основных технич. условий проекта.

В состав партии нормально (при подробных изысканиях) входят: начальник партии, старший инженер, младший инженер (он же первый нивелировщик), два техника (второй нивелировщик и пикетажист) и один или два десятника, а всего 15 чел. Если приходится производить рубку леса, это число д. б. соответственно увеличено. Измерение углов при рекогносцировке м. б. сделано бусолью, при рекогносцировочных и предварит. изысканиях—гониометром (цилиндрич. астролябией), при более подробных изысканиях—пантометром или теодолитом. Обязательно записывают рубм каждой прямой линии. Внешние линии обычно ведутся при помощи круглых деревянных вешек, длиной ок. 2 м, окрашенных поперечными полосами красного (или черного) и белого цвета. Вешки должны иметь железные наконечники. Первые вешки от вершины угла выставляются по визирной линии волосков инструмента, дальнейшие—обычно при помощи бинокля. Пикетажист должен ставить столько промежуточных точек, сколько их требуется для определения объема земляных работ полотна будущей дороги. Пикетажист ведет пикетантную книжку, в которой наносит набросок плана полосы, шириною около 50 м по обе стороны от оси линии. Нивелировка ведется в два столера, с периодической сверкой результатов. Точность нивелировки задается в зависимости от требуемой точности результатов; обычно на n км длины допускается невязка в $0,02 \sqrt{2n}$ м.

В трудных местах изменения трасы линии должны основываться на подробном изучении топографии местности, для чего она заснимается поперечными профилями, тахеметрической или воздушной съемкой. В настоящее время задача съемки топографически трудной местности весьма облегчена стереофотоъемкой при помощи фототеодолита—засечками из точек разбитых и пронивелированных магистралей, или аэросъемкой.

Дополнительные изыскания. Кроме продольного профиля, даваемого основными изысканиями, для составления проекта и расценки нужно еще иметь следующие сведения, получение которых составляет предмет так наз. дополнительных изысканий: поперечные профили для косогорных мест трасы (круче 0,2) и для мест расположения станций; данные о грунтах выемок и резервов для насыпей, о геологич. строении мест, могущих угрожать обвалами, сплывами, сдвигами, провалами, осадками почвы, а также о глубине пересекаемых болот; сведения для определения отверстий сооружений в полотне для пропуска текущих вод. Для малых сооружений наибольший расход (приток) воды получается при ливнях; для таких бассейнов нужно определить величину площади бассейна, длину и средний уклон. Для больших бассейнов наибольшие количества стекающей воды получаются при таянии снегов; здесь расход воды определяется по живому сечению, наивысшему горизонту и уклону высоких вод. В местах расположения искусственных сооружений должно быть

произведено исследование грунта для определения типа и стоимости их фундаментов.

Одной из крупнейших задач дополнительных изысканий являются данные для составления проекта водоснабжения дороги (см. *Водоснабжение*, II).

Наконец, для составления расценочной ведомости изысканиями д. б. собраны сведения о рабочей силе и ее стоимости, о строительных материалах, местах их нахождения, количестве и качестве их (особенно камня), о залеганиях песка и гальки, годных для балласта, о способах и стоимости доставки материалов к месту работ и т. д.

Особые случаи изысканий. Сюда относятся, прежде всего, изыскания без карт или, выражаясь точнее, при наличии весьма несовершенных карт, что сильно осложняет задачу. В таких случаях надлежит прежде всего составить при помощи съемок, рекогносцировок и т. п. мер надлежащего типа карту и в дальнейшем ею руководствоваться. З и м н и е и з ы с к а н и я, вообще говоря, непродуктивны, но иногда, для выигрыша времени или по местным условиям, особенно в малоснежных странах или на сильно заболоченных местах, приходится производить изыскания в зимнее время. Промеры больших рек и изыскания на их поймах также иногда бывает удобнее производить зимой.

Составление проекта. Составление подробного проекта по собранным данным требует, как показала практика, не меньше времени, чем полевые изыскания. Основными документами технич. проекта являются: 1) план линии на карте возможно более крупного масштаба; 2) подробн. продольный профиль линии (при рекогносцировке иногда допускается представление сокращенного профиля), 3) техничские условия проектирования данной линии, 4) пояснительная записка к проекту, 5) расценочная ведомость с пояснениями относительно выбранных норм, единичных цен и т. п. Помимо указанных документов следует прилагать к общему проекту схематич. план работ по постройке проектируемой линии, т. к. он может выяснять срок сооружения линии и влиять на расценочную ведомость проекта. При составлении его удобно начать с плана и сроков укладки путей, к-рые ведутся от существующих ж.-д. линий и от портов или пристаней, куда м. б. подаваемы без задержки укладочные материалы и подвижной состав. Сроки укладки по каждой части линии определяются сроками готовности земляного полотна дороги, при чем особо крупные работы — тоннели, большие мосты — можно иногда обойти временными обходными путями, стоимость которых должна войти в расценку работ. Иногда бывает выгодно для ускорения постройки отдельных крупных искусственных сооружений частично строить их зимой в теплицах. Равным образом возможны временные мосты, временное водоснабжение, временные паровозные депо и другие устройства. Обычно большая часть работ ведется в безморозное время, но плотничные работы, равно как возведение насыпей из песка или гальки на болотах, мало доступных летом, и т. п. работы, м. б. производимы и зимой.

План работ вообще нужно считать необходимой частью проекта всякой крупной линии, а иногда и мелких (см. *Железнодорожное строительство*).

Экономика изысканий. Экономика изысканий имеет целью выбрать из всех техничски возможных вариантов линии такой, который, удовлетворяя условиям безопасности и срочности движения, давал бы по своим технич. элементам наи выгоднейшее решение вопроса. Технич. элементами, имеющими главное значение, являются: а) паровоз, б) профиль, в) длина линии и г) план линии. При оценке этих факторов учитывают действительные расходы эксплуатации за прежние годы и исследуют влияние того или другого техничск. элемента дороги на отдельные расходные статьи. По абсолютной величине эти расходы с течением времени меняются, но относительные их величины, выраженные в % от общей величины всего расхода эксплуатации, оказываются достаточно устойчивыми. В качестве основной единицы измерения принимается поездоклометр (поездоверста), и для перевода в денежные единицы берется средняя стоимость поездоклометра (за последние годы перед войной 1914—18 гг. стоимость 1 поездоклометра для всей сети равнялась 1 р. 70 к., что составляет на поездоклометр 1 р. 60 к.). Все расчеты ведутся при постоянной величине грузооборота. Влияние типа вагонов, автотормозов и автосцепки, пока, за отсутствием достаточного материала, учитывать не приходится.

Наше современное ж.-д. хозяйство еще нельзя считать вполне установившимся, и потому пока приходится для выводов пользоваться довоенной статистикой. Для нижеприводимых расчетов приняты в основание средние величины за последние три довоенных года: 1911, 1912 и 1913. Расходы эксплуатации берутся по управлению и службам (отделам). Статистика до 1913 года делила расходы эксплуатации на 305 очередных №, сгруппированных в 5 отделов. Из них расходы по отделам I и II (центральное и местное управления), составляющие 14,4% всех расходов, никакими технич. элементами проекта не затрагиваются. Расходы по остальным отделам: III (путь)—20,3%, IV (движение)—21,8% и V (тяга и подвижной состав)—43,5%, в большей или меньшей степени зависят от техничских элементов проекта дороги.

Влияние мощности паровозов. Паровозные расходы (отопление, освещение, вода, смазка, ремонт и обслуживание самих паровозов и связанных с ними устройств) составляли за 1911—13 гг. в среднем 31,5% всех расходов по управлению и службам. Главнейшими из этих расходов являются: расходы на паровозные бригады 5,6%, топливо для паровозов 15,2%, ремонт и возобновление 6,6%, что в сумме дает 27,4%. Наиболее крупной статьей расхода по этой рубрике является отопление паровозов. Для исследования необходимо иметь более детальное распределение этого расхода. Так как наша статистика этих сведений не имеет, то приходится руководиться данными американской практики, а имен-

по (принимая полный расход топлива за 100%): а) маневры 20%, б) растопка 5%, в) охлаждение 12%, г) остановка и трогание с места 6%, д) подъемы продольн. профиля и кривые части пути 12%, е) сопротивление рельсовой колеи, за вычетом подъемов и кривых, 45%.

Опыт показывает, что увеличение веса поезда ведет к значительному понижению расходов эксплуатации. Поэтому следует считать выгодным применение мощных паровозов, если, конечно, грузооборот настолько велик, что можно ежедневно формировать достаточное число (примерно 2—4 пары) тяжелых поездов, соответствующих по весу мощным паровозам. Выгода более мощных паровозов состоит в уменьшении числа поездов, нужных для переработки данного грузооборота. Расчет ведется для случая n поездов при слабых паровозах и $(n-1)$ поездов—при мощных. Общий вес вагонов всех поездов в обоих случаях один и тот же. Считая, что при рациональном проектировании паровозов (товарных) мощность их пропорциональна их весу, получим, что и общий вес всех паровозов будет одинаков. Расходы по отделу пути почти не меняются с изменением типа паровоза, раз общий вес последних один и тот же. По отделу эксплуатации и телеграфа уменьшается расход на кондукторские бригады и пр. По отделу тяги расходы на паровозные бригады сберегаются почти полностью (0,9); расход топлива сокращается на 25%. В общем сберегается 14,7—15% от среднего расхода эксплуатации, отнесенного на поездоклометр. Если предельный вес поезда при слабом паровозе равен Q_1 и расход эксплуатации при этом \mathcal{E}_1 , а при мощном паровозе они будут соответственно Q_2 и \mathcal{E}_2 , то соотношение расходов эксплуатации для обоих типов паровоза будет:

$$\frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1} = 0,85 + 0,15 \frac{Q_1}{Q_2}.$$

При этом каждый поездоклометр более тяжелого поезда обходится дорожке, чем при легком паровозе, но общий расход эксплуатации понижается благодаря сокращению числа поездов. Выгоды мощных паровозов распространяются только на те поезда, которые могут пропорционально мощности паровоза увеличить свой вес. Осторожнее—принимать число таких поездов не более 0,75 всего их числа и соответственно умножать на 0,75 полученный размер выгоды от введения мощных паровозов.

Влияние уклонов. Влияние величины руководящего уклона аналогично влиянию мощности паровоза: от нее зависит состав поезда, а, следовательно, число поездов, необходимое для переработки данного грузооборота. Смягчение уклона и связанное с этим уменьшение потребного числа пар поездов с n до $(n-1)$ поездов, т. е. на один поезд, создает следующие выгоды. В виду уменьшения общего веса паровозов уменьшается их воздействие на путь, и, следовательно, расходы по отд. III (путь) уменьшаются (на 3,1% из 20,3%); по отд. IV (движение) уменьшается число поездных бригад; по отд. V (тяга) на каждый сберегаемый поездоклометр сберегается 0,9 от расхода по бригадам (5,04% всего расхода эксплуа-

тации), 0,75 от расхода на топливо (11,4% всего расхода эксплуатации) и 0,8 от расхода на ремонт паровозов и тендеров (53,6% всего расхода эксплуатации). Указанные три статьи дают 21,8% экономии от полного расхода. Всего по отд. V имеем 25,05% экономии, а по всем отделам 30,5—31%, т. е. вдвое больше экономии, получаемой от введения мощных паровозов, при том же увеличении веса поезда. Т. о., если до смягчения уклона возможный вес поезда был Q_1 и расход эксплуатации \mathcal{E}_1 , а после смягчения он будет Q_2 (при том же паровозе) и расход эксплуатации \mathcal{E}_2 , то влияние смягчения руководящего уклона выражается ф-лой:

$$\frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1} = 0,69 + 0,31 \frac{Q_1}{Q_2}.$$

Если принять за единицу наиболее распространенную у нас величину руководящего уклона 0,009 на прямой, то получим след. соотношение расходов при разных уклонах.

Руковод. уклон в %	Относит. стоимость эксплуатации*	Руковод. уклон в %	Относит. стоимость эксплуатации*
0,000	0,73	0,008	0,97
0,001	0,76	0,009	1,00
0,002	0,79	0,010	1,03
0,003	0,82	0,012	1,10
0,004	0,85	0,015	1,20
0,005	0,88	0,020	1,39
0,006	0,91	0,025	1,63
0,007	0,94	0,030	1,84

В среднем смягчение на 0,001 уменьшает расходы эксплуатации на 3%. При смягчении уклонов, как и при увеличении мощности паровозов, полная выгода получается только от тех поездов, к-рые увеличат свой вес до возможного предела, и потому размер выгоды от смягчения уклонов нужно также умножать на 0,75.

Руководящий подъем ограничивает вес поезда—в этом его главное значение. Вообще же всякий подъем вызывает дополнительную работу по поднятию поезда на известную высоту. Наоборот, при движении поезда под уклон сберегается топливо. Поэтому, если на скате поезд не нужно тормозить, то вся сила тяжести будет утилизирована, и работа подъема поезда на данную высоту будет использована. Если учесть сопротивление паровоза с закрытым регулятором (от 13,5 до 20 кг на m паровоза с тендером, при скоростях ок. 40 км/ч) и среднюю величину веса вагонов поезда, то средняя величина полного уд. сопротивления всего поезда на скате будет ок. 6 кг на m веса поезда (включая сопротивление машины паровоза). При паровозе с открытым регулятором, идущем на подъем, среднее уд. сопротивление поезда того же веса—около 4,75—5,00 кг на m . Поэтому вообще среднее уд. сопротивление поезда для расчетов экономики изысканий, базирующихся на средних отчетных данных, следует принять не менее 5 кг на m , чему соответствует эквивалент подъема 0,005. Подъемы 0,005 и положе (если они не менее руководящего) почти не влияют на расходы эксплуатации и считаются безвредными. Уклоны круче 0,005 считаются вредными, но только в той их части, которая превышает

* Измеритель выгодности подъема.

крутизну 0,005, и только эта часть составляет высоту вредных подъемов.

Из сказанного получается вывод, что подъем 0,005 удваивает сопротивление поезда по сравнению с прямой и площадкой. Произведенные на основе этих данных подсчеты показывают, что каждая тысячная подъема сверх безвредного дает увеличение расходов: по отд. III на 0,3, а по отд. V на 1% от общей суммы всех расходов (на расходы по отд. IV увеличение подъема влияния не оказывает). Эта общая величина 1,3% относится к поездокилометру, а т. к. подъем 0,001 на протяжении 1 км дает поднятие поезда на 1 м, то получается, что подъем поезда на 1 м дает повышение расходов на 1,3% на каждый поездокилометр, что при стоимости поездокилометра в 1 р. 60 к. дает в год на каждую пару поездов добавочного расхода 15 р. на каждый м вредного подъема. Капитализируя этот ежегодный расход из установленного процента, можно определить размер капитала, который выгодно затратить на уничтожение соответственного числа m вредных подъемов.

Влияние длины пути. При оценке наиболее часто встречающихся на практике случаев небольших изменений длины пути, не меняющих числа станций, все расходы, связанные со станциями, не играют роли. Крупное значение получают расходы по отделу III. Статистика показывает, что большая часть этих расходов, а именно, ремонт и содержание пути, зданий и сооружений, составляющая 12,67% от полного расхода эксплуатации, изменяется, при небольших колебаниях длины, пропорционально длине линии. По отд. IV от длины частично зависят только покилометровые расходы на кондукторские бригады и по ремонту и содержанию телеграфных линий, составляющие 2,9% от полного расхода эксплуатации. По отд. V пропорционально длине изменяется значительная часть расходов на топливо, на ремонт паровозов и вагонов и на содержание поездных бригад; эта часть составляет в общем 17,52% от всего расхода эксплуатации. Т. о., сумма всех расходов, изменяющихся пропорционально небольшому изменению длины линии, составляет (округленно) $\frac{1}{3}$ полного расхода эксплуатации. Если изменение длины значительно и влечет за собою изменение числа малых станций, то изменяющуюся часть расходов можно принять в $\frac{1}{2}$ всего расхода эксплуатации.

Уменьшение длины линии иногда может быть достигнуто применением более крутых руководящих подъемов. Задача изыскания в этом случае—выбрать наиболее выгодный из вариантов.

Допустим, что имеется два варианта, в к-рых S_1 и S_2 (соответственно)—длина линии в км, ϑ_1 и ϑ_2 —расход эксплуатации на 1 км, P_1 и P_2 —полный расход эксплуатации, k_1 и k_2 —коэфф. зависимости расхода эксплуатации от руководящего подъема.

Из условия $P_1 = S_1 \cdot \vartheta_1 = P_2 = S_2 \cdot \vartheta_2$ имеем:

$$\frac{S_2 - S_1}{S_1} = \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{\vartheta_2} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} - 1 = \frac{k_1}{k_2} - 1.$$

По этой формуле можно определить, при каком изменении длины линии данное изменение руководящего подъема не вызовет изменений в общей сумме расхода эксплуатации.

Влияние кривых. Дополнительный расход эксплуатации, вызываемый кривыми,

обусловлен работой по преодолению тех добавочных сопротивлений, к-рые развиваются при прохождении кривых. Уд. сопротивление в кривых принимается, как уже сказано, обратно пропорциональным радиусу кривой, т. е. $w_r = \frac{C}{R}$, где C —числовой коэффициент, постоянный для данной ширины колеи и для данного типа подвижного состава. Длина кривой $S = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180}$, где α —центральный угол кривой в градусах. Вся работа сопротивления поезда на кривой равна:

$$\begin{aligned} (P + Q) \cdot w_r \cdot S &= (P + Q) \cdot \frac{C}{R} \cdot \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180} = \\ &= (P + Q) \cdot \frac{\pi \cdot C \cdot \alpha}{180} = (P + Q) \cdot M \cdot \alpha, \end{aligned}$$

где P —вес паровоза с тендером, Q —вес вагонов поезда. Т. о., работа сопротивления, вызываемого кривою, зависит только от угла кривой. Радиус кривой, при к-ром уд. сопротивление от кривой дает 5 кг на m веса, т. е. удваивает среднее сопротивление на прямой и площадке, определяется из ф-лы:

$$w_r = \frac{750}{R} = 5, \text{ откуда } R = 150 \text{ м.}$$

Один км кривой такого радиуса соответствует центральному углу в 380° (точнее 382°). Чтобы оперировать практически более удобными величинами, берется кривая, радиусом в 750 м и соответственно—центральный угол 76°. Подсчеты показывают, что поворот на 76° вызывает для каждого поезда расход в 7,23% от полного расхода эксплуатации, отнесенного на поездокилометр. Исходя из этого, можно при сравнении вариантов экономически оценивать количество кривых в них. Надо заметить, что из всех расчетов экономики изысканий оценка значений кривых является наименее точной, т. к. статистика расходов эксплуатации ж. д. не дает достаточных материалов, чтобы выделить влияние кривых.

Влияние добавочных паровозов. Сила 2-го и послед. добавоч. паровозов не используется полностью. Коэфф. использования обычно принимается в 0,80—0,90. Между тем расходы на добавочный паровоз идут в той же мере, как и на основной, за исключением расхода на маневры (20%). По отд. III добавочный паровоз вызывает дополнительно расходы на рабочую силу по ремонту пути, на ремонт рельсов и скреплений, а также на шпалы и балласт; эти расходы составляют 3,97% от всего расхода эксплуатации. По отд. IV добавочный паровоз новых расходов не создает. По отд. V нужно исключить лишь расходы на маневры (20%); содержание мастерских—отнести лишь в доле 40% на второй паровоз. Всего на этот паровоз по отделу V приходится 24,80% полного расхода эксплуатации. По всем же отделам расход на второй паровоз (толк) составляет на обслуженный им поездокилометр 28,77 \approx 29% от полного среднего расхода на поездокилометр вообще. На этой основе можно рассчитать выгодность варианта двойной тяги. В виду возможности следования изредка поездов малого состава одиночной тягой принимается поправочный коэфф. 0,95. Кроме того, необходимо учесть сокращение длины линии благодаря крутому ру-

ководящему уклону, обслуживаемому двойной тягой. Выше указано, что небольшие сокращения длины дают экономии в 0,33 от полной средней стоимости сокращаемых поездокилометров. Двойная тяга увеличивает на 0,29 расходы на обслуживаемые ею поездокилометры. Отношение $\frac{0,29}{0,33} = 0,88$ показывает, что если сокращение линии при введении двойной тяги составляет около 88% от длины участка, обслуженного двойной тягой, то двойная тяга не увеличивает расходов эксплуатации.

Сравнение вариантов по расходам эксплуатации м. б. выражено в виде следующей ф-лы:

$$\begin{aligned} \Delta_2 = & \left(0,25 + \frac{k_2}{k_1} \cdot 0,75 \right) \left[0,25 + 0,75 \left(0,85 + 0,15 \frac{Q_1}{Q_2} \right) \right] \left[S_1 + \right. \\ & + (S_2 - S_1) \cdot 0,33 + 0,29 \cdot 0,95 (s_2 - s_1) + (\Sigma H_2 - \Sigma H_1) 0,0125 + \\ & \left. + (\Sigma \alpha_2 - \Sigma \alpha_1) \cdot 0,00091 \right] \cdot A, \end{aligned}$$

где S_1 и S_2 (соответственно)—длина вариантов в км, s_1 и s_2 —длина участков двойной тяги в км, ΣH_1 и ΣH_2 —сумма вредных высот в м, $\Sigma \alpha_1$ и $\Sigma \alpha_2$ —сумма углов поворота в Градусах, k_1 и k_2 —эксплуатационные измерители подъема, A —расходы эксплуатации на 1 км в год при известном числе пар поездов.

При резких изменениях топографии района может оказаться целесообразным уменьшение основного руководящего уклона на легких частях линии и увеличение его на трудных участках, что влечет за собою уменьшение расходов эксплуатации и увеличение пропускной способности линии; в этих случаях на трудн. участках применяется двойная или тройная тяга. Если, для простоты сравнения, длину обоих вариантов принять одинаковой и если вариант с однообразным руководящим уклоном k_1 , эксплуатационный измеритель подъема к-рого равен k_1 , имеет длину S' , а второй вариант—соответственные значения k_2 , k_2 и длину участков с двойной тягой S'' , то равенство расходов эксплуатации обоих вариантов получается при условии:

$$\frac{S''}{S'} = \frac{(k_2 - k_1) \cdot 100}{\beta k_2},$$

где β —величина возрастания расхода эксплуатации от двойной тяги (выше величина β была определена равной 0,29). Отсюда можно найти, какой процент длины всей линии S' можно обслуживать двойной тягой для смягчения руководящего уклона на остальной части $S' - S''$. В среднем получается, что допущение двойной тяги на 12% длины линии оправдывается смягчением руководящ. уклона на 0,001 на остальном протяжении.

Электрическая тяга уместна и выгодна на линиях с большой густотой движения, в частности на линиях пригородного движения с большим числом поездов и на городских ж. д. Экономика, к-рую дает электрич. тяга по сравнению с паровой, достигается гл. обр. по трем статьям расхода: 1) топливо, 2) ремонт и возобновление локомотивов, 3) содержание паровозных бригад. Поэтому смягчение уклонов, дающее главную экономию по тем же статьям, производит при электрич. тяге значительно меньший эффект, чем при паровой; следовательно, при электрич. тяге допустимы более крутые руководящие уклоны. Этим объясняется применение электрификации перевальных участков. При тяжелых условиях водоснабжения электрич. тяга также м. б. выгоднее

паровой. Однако электрич. тяга требует гораздо больших капитальных вложений, и поэтому ее целесообразность д. б. проверена соответственными финансовыми расчетами.

Тепловозная тяга дает экономию в топливе, но как постройка, так и ремонт мощных тепловозов пока обходятся очень дорого. Они уместны пока гл. обр. на безводных участках большого протяжения; окончательное же суждение о роли тепловозов в ж.-д. хозяйстве принадлежит будущему.

Лит.: Экономические вопросы—Антошин А. И., Исчисления грузооборота и доходности вновь проектируемых железных дорог и действительные результаты по некоторым из них, М., 1913; Белоусов М. П., Рентабельность сооружения железных дорог с точки зрения общегосударственной экономики, Москва, 1927; Бернцки И. Л. Н., Сверхмагистраль и сверхмагистральная ж.-д. транспорта СССР, М., 1925; Гибшман Е. А., Коммерч. изыскания, М., 1915; Экономика, обслуживание и экономика ж. д. Сборн. статей под ред. Е. А. Гибшмана и Н. Н. Дегтерева, М., 1926; Кашкин К. Н., Экономика изысканий ж. д., 3 изд., М., 1928; Чупров В. А. И., Ж.-д. хозяйство, М., 1910; Яценко В. Л., Отыскание выгоднейшего направления проектируемых ж.-д. линий, СПБ, 1908; его же, Экономика постройки ж. д., М., 1924; Узоб В., Экономика ж. д., пер. с англ., М., 1923; de Freycinet Ch., Des pentes économiques en chemins de fer, P., 1861; Lauthardt W., Theorie d. Trassierens, 2. Aufl., Hannover, 1887—88; Leugue L., Chemins de fer. Notions générales et économiques, P., 1892; Webb W. L., The Economics of Railroad Construction, 2 ed., N. Y., 1912; Wellington A. M., The Economic Theory of the Location of Railways, N. Y., 1924.

Технические изыскания—Антощенко И. Л., Изыскания и проектирование железных дорог, т. 1, Киев, 1925, т. 2, Киев, 1927; Близияк Е. В., Руководство к барометрическому швелерованию, 2 изд., М., 1925; Кашкин К. Н., О проведении линии ж. д. в безводной местности и об электрич. тяге на таких линиях, «Железнодорожное дело», М., 1903, 27—28; Кашкин К. Н., К вопросу о паровой и электрич. тяге, там же, 1905, 5; Краевский Г., Ж.-д. изыскания и составление проекта, СПБ, 1902; Любимов И. Н., Ж.-д. изыскания и разбивка линий, М., 1924; Опенгейм К. А., Проектирование ж. д., ч. 1—2, М., 1928, ч. 3, М., 1925, ч. 4, М., 1926; Патон Е. О., Железные мосты. Составление эскизов, Киев, 1925; Розенталь В. Г., Новый способ производства барометрич. рекогносцировок, СПБ, 1909; Фельдт В. К., Новый принцип водоснабжения ж. д., СПБ, 1901; Штольцман С. А., Из практики постройки ж. д., СПБ, 1906; его же, Западно-Уральская жел. дор., П., 1917; Штукенберг Л. А., Производство ж.-д. изысканий, 2 издание, СПБ, 1904; Энгельгардт Ю. В., Железные дороги, том 1—Общий обзор и проектирование железных дорог, М.—П., 1924, т. 3—Узкоколейные железные дороги, М.—П., 1929; Ягодин В. Г., Жел.-дор. изыскания и составление проекта железных дорог, М.—П., 1927; Birka A., Der Wegebau, V. 4—Linienführung d. Strassen u. Eisenbahnen, 2. Aufl., W.—Lpz., 1922; Dufour M. A., Cours des chemins de fer, P., 1918; Searles W. H. A., Ives H. Ch., Field Engineering, N. Y., 1907; Webb W. L., Railroad Construction, 7 ed., N. Y., 1922; Die Eisenbahntechnik d. Gegenwart, hrsg. v. Blum, B. 2, Abschn. 1—Linienführung u. Bahngestaltung, 2. Aufl., B., 1906.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ МАСТЕРСКИЕ предназначаются для: а) ремонта подвижного состава и разных предметов оборудования дорог и б) для массового изготовления запасных частей подвижного состава. В некоторых странах с развитой промышленностью (например в Германии) последняя функция мастерскими не выполняется, и снабжение складов запасными частями производится от посторонних заводов. По объектам ремонта, Ж. м. бывают специализированные (паровозные или вагонные) и смешанные (паровозо-вагонные). Практика последних лет за границей и у нас остановилась на постройке исключительно специализированных мастерских, смешанные же

мастерские старой постройки постепенно специализируются. При этом специализация идет не только в направлении отделения ремонта паровозов от ремонта вагонов, но и внутри этих двух классов мастерских, по типам и видам паровозов и вагонов.

По отношению к паровозам существуют два вида ремонтной политики. При одном из них весь ремонт, невыполнимый во время простоя в депо между поездами и на промывке сосредоточивается в главных мастерских; при другом—ремонт разделяется между главными и мастерскими, производящими капитальный ремонт паровозов, и участковыми и мастерскими, выполняющими остальной ремонт между двумя смежными капитальными. Различие этих видов ремонтной политики сказывается на размерах сборочных цехов главных мастерских, на характеристике ремонта и на длительности периодов, через к-рые паровоз поступает в мастерские. Различие в размерах сборочных цехов главных мастерских обуславливается неодинаковым количеством паровозов, проходящих через главные мастерские в том и другом случае. Характеристика ремонта, т. е. сумма требований, предъявляемых к состоянию паровоза, выпускаемого из мастерских, м. б. понижена в тех случаях, когда паровоз чаще попадает в главные мастерские; это в особенности касается котельных работ, т. к. работы по другим частям паровоза претерпевают в этом отношении значительно меньше изменений. Благодаря, наконец, более частому возвращению паровозов в главные мастерские при первом виде ремонтной политики, снижение характеристики ремонта не отражается на состоянии паровозов, работающих на линии. Сопоставление германских и наших норм пробега и сроков ремонта паровозов может иллюстрировать разницу между обоими видами ремонтной политики (табл. 1).

Табл. 1.—Нормы пробега и сроки ремонта паровозов.

Виды ремонта	Сроки ремонта в годах	Пробег (предельный) для пасс. в км	
		для пасс.	для тов.
I (Германия)			
Капитальный	1½	130 000	90 000
Средний	По мере надобности	—	—
II (СССР)			
Капитальный	6	300 000	220 000
Средний	—	90 000	75 000

Что касается вагонов, то для их ремонта существуют следующие сроки:

Пассаж. вагоны: кап. рем. через 6 л., средн.—3 г.

» жесткие: » » » 9 » » 3 »

Тов. с металлич. кузовом, металлич. стойками и деревянной обрешеткой: конвенционный ремонт через 4 г.

Прочие товарные: конвенц. ремонт через 3 г.

Кроме того, на нек-рых железн. дорогах в главных мастерских производится также и ежегодный осмотр пассажирских вагонов.

Распределение и состав Ж. м. При распределении мастерских по сети дорог руководятся или нуждами отдельн. дороги, или нуждами целой группы дорог, или, наконец, нуждами района, охватывающего части нескольких дорог. Районирование мастерских по тому или другому принципу, в связи со специализацией мастерских, начинает применяться во многих странах по соображениям технич. и экономич. целесообразности.

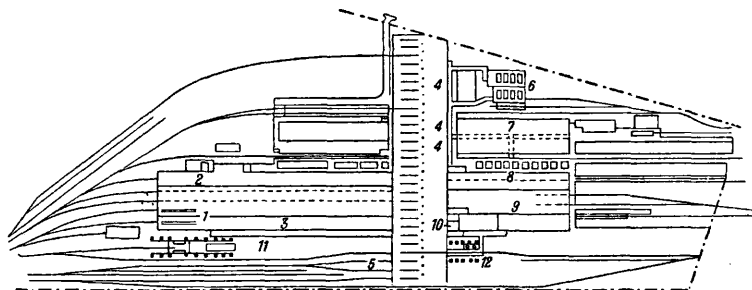
В состав паровозных мастерских входят цехи: сборный, пригоночный, медницкий, тендерный, котельный, трубный, малярный, механический, колесный, кузнечный, литейный, электросварочн., а, кроме того,—электрич. станция, центральная кладовая, главная контора, проходные будки, столовая, приемный покой и другие вспомогательные части. Состав вагонных мастерских отличается от паровозных отсутствием тендерного, котельного, трубного, медницкого и литейного цехов, вместо к-рых устраиваются цехи тележечный, деревообделочный, столлярный и жестяничный. В соответствующих случаях м. б. развиты в отдельные помещения нек-рые отделения основных цехов, или, наоборот, неотчетливые цехи—обращены в отделения больших цехов, располагаясь в одном с ним помещении. Цехи литейный, кузнечный, механический называются подготовительными. Постройка их при каждой вновь строящейся мастерской не является обязательной и зависит от задач, возлагаемых на мастерские. В настоящее время, при интенсификации вспомогательных цехов существующих мастерских, мыслима и в СССР постройка мастерских, имеющих исключительно ремонтные задачи, по образцу германских, без всяких задач снабжения дорог запасными частями. Выгоды концентрации производства и массового изготовления могут вызвать постройку исключительно вспомогательных цехов, объединенных в центральный заготовительный з-д, приближенный к району нахождения сырья и не включающий в себе цехов с ремонт. задачами.

Мастерские м. б. тупиковыми и проходными, по расположению путей, связывающих их с территорией станции. Далее, мастерские могут состоять из отдельных построек или представлять собою здание под одной крышей. Подготовительные цехи располагаются отдельно от сборных. Различные типы расположения указаны на фиг. 1—4. Для транспортной связи между цехами употребляются передвижные дворовые тележки. Недостатки тележек: заносимость котлованов снегом и неудобство поперечного перемещения через котлован помимо тележки; преимущества тележек: простота маневрирования с единицами подвижного состава, помещающимися на тележке, уменьшение территории между цехами, удобство расположения цехов.

Устройство цехов. Паровозосборные цехи бывают: поперечные—с наружн. тележкой, поперечные—с внутренней тележкой и продольные. Первый тип устарел и при новых постройках не применяется вследствие сильного охлаждения и затемнения помещения большим числом ворот, выходящих на тележку. Поперечный тип с вну-

тренней тележкой свободен от этих недостатков, но представляет свои неудобства: излишнюю крытую площадь, производи-

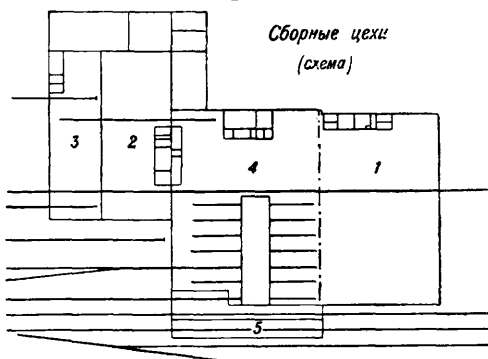
поточн. систему ремонта. Продольные сборные бывают тупиковые и сквозные, а в последних пути могут выходить на дворные тележки, что для поточной системы ремонта вагонов менее удобно. Примерные размеры площадей сборных цехов и соотношения их частей приведены в табл. 2 и 3. В паровозосборной вспомогательные помещения в % от общей площади составляют: разборочная 5, медницкая 4, механическая 5, обшивочная 5, кладовые 7, уборные и раздевалки 5, контора 3, заправочная 5. Нужно, однако, иметь в виду, что данные, приведенные в табл. 2 и 3 относительно



Фиг. 1. Мастерская в Денатуре (С. Ш. А.): 1—место для заправки паровоза; 2—котельная; 3—тендерная; 4—машина; 5—место для разборки паровоза; 6—силовая станция; 7—кузница; 8—юлесокарная; 9—пригоночная; 10—распределительное бюро; 11—кран на 10 т; 12—кран на 5 т.

тельно занятую под тележку; необходимость иметь, помимо тележек, краны для поднятия котлов и рам; ограниченность использо-

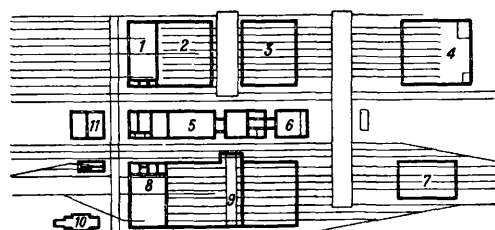
существующих в СССР 2 размеров площадей цехов, взятые по дореволюционным нормам, в настоящее время в значительной степени устарели в результате введения новых методов работ, рационализации производства и нового законодательства в области охраны



Фиг. 2. Сборные цехи Муромских мастерских: 1—механический; 2—котельный; 3—тендерный; 4—сборный; 5—малярный.

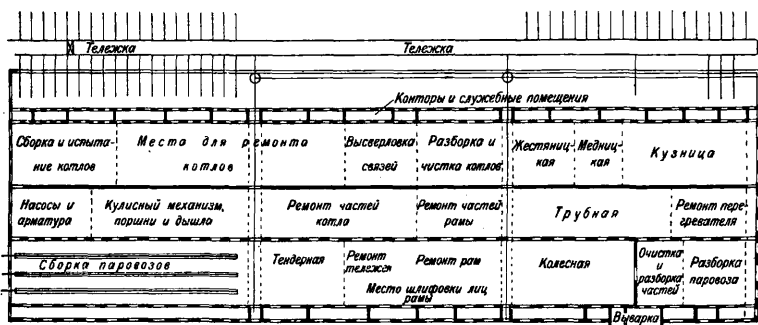
вания цеха, т. к. в него м. б. вводимы те типы подвижного состава, к-рые умещаются на тележке и в поперечном стойле. С удлинением базы подвижного состава приходится такие сборные цехи перестраивать. Продольный тип имеет следующие преимущества: простое маневрирование кранами, возможность разнообразных способов расположения объектов ремонта, применения различной последовательности работ, и возможность ввода подвижного состава любой длины. Недостатком такого типа является лишь сильное охлаждение при открывании ворот в лобовых стенах.

Вагоносборные цехи бывают таких же типов, как и паровозосборные, с теми же преимуществами и недостатками. Продольные сборные для вагонов имеют еще то преимущество, что в них легче осуществить



Фиг. 4. Вагоносборная мастерская: 1—токарная; 2—сборная пассаж. ваг.; 3—малярная; 4—сборная пассаж. ваг.; 5—кузница; 6—столярная; 7—малярная тов. ваг.; 8—древобделочная; 9—сборная тов. ваг.; 10—контора; 11—силовая станция.

труда. Для этих новых условий не установлено еще строго определенных норм и не имеется статистич. материала. Кроме того,



Фиг. 3. Паровозосборная в Бранденбурге (Германия).

отношения площадей вспомогательных цехов к площади сборного цеха и к стойлу зависят от относительных объемов продукции вспомогательных цехов, идущей для потребностей самих мастерских и для потребностей складов и участков дороги.

Табл. 2.—Основные данные по паровозосборным цехам.

Основные данные	Поперечная сборная		Продольная сборная	
	германская	русская	америк.	русская
Общая ширина здания, м	70	53,2	30	21,2
Ширина здания у стоек, м	23	17	—	—
Ширина помещения тележки, м	24	19,2	—	—
Длина тележки, м	14	12,7	—	—
Высота от пола стойла до затяжки стропил, м	12	7	15	12
Высота над тележкой, м	5	7	—	—
Высота от пола до рельса верхнего крана, м .	10	—	12	—
То же—до нижнего, м	7	6	9	9
Расстояние между осями стоек, м	6,4	6,4	—	6,4*1
Глубина ямы у тележки, м	0,3	0,20—0,60	—	—
Число путей	—	—	3	3
Мощность мостового крана верхнего, т	80	40*2	80—120	25—40
То же—нижнего, т	5	5	5	5
Площадь сборной на 1 стойло, м ²	210	170	200	108
То же—со вспомогат. помещениями, м ²	300	250	300	150

*1 Расстояние оси крайнего пути от стены 4,2 м.
*2 Имеется только в одной мастерской.

Табл. 3.—Основные данные по вагоно-сборным цехам.

Основные данные	Поперечная сборная	Продольная сборная
Ширина для пассаж., м	80	—
» товарн., м	69	—
Длина стойла, м	23	—
Длина тележки для пассаж., м	20	—
Длина тележки для товарных, м	13	—
Глубина канавы, м	0,3	—
Расстояние между осями колонн тележного помещения пассаж. вагонов, м	26	—
То же—товарн. вагон., м	19	—
Высота *1, м	7,2	7,2
Общая площадь на 1 стойло *2, м ²	256	147 пасс. 77 тов.
То же—без тележного цеха, м ²	320	6,4 3—6
Расстояние между осями путей, м	6,4	—
Число путей	—	—

*1 При отсутствии кранов.

*2 При наличии особого тележного цеха.

Площадь вспомогательных помещений	В м ² на 1 стойло	
	С. Ш. А.	СССР
Дезинфекционная для вагонов	1,0	—
Для смены тележек	2,0	—
Тележная	13,0	—
Плотницкая: для тов. ваг.	3,5	—
» пасс. »	4,0	—
Ремонт котлов пасс. ваг.	2,4	—
Ремонт отопления	0,5	—
» тормозов	1,8	—
» замков, сеток, сидений	0,5	—
Кровельная: для тов. ваг.	2,3	—
» пасс. »	1,8	—
Листопробная	3,6	—
Жестяницкая	2,8	—
Кузничная	6,0	—
Медницкая	1,0	—
Механич.: для тов. ваг.	5,8	—
» пасс. »	9,0	—
Малая деревообделочная	2,3	—
Ремонт освещения	1,5	—
Полировочная и никелировочная	1,8	—
Мастиковая и лакировочная	3,0	—
Обойная	7,5	—
Волосотрепальная	0,5	—
Стлярная	12,5	—
Дезинфекционная для обойных материалов	0,5	—
Прачечная	0,6	—
Краскотерочная	0,6	—
Стекольная	0,8	—

Котельный цех. Площадь на 1 стойло котельного цеха—180 м², на 1 стойло паровозосборной—185 м². Из этой площади приходится на площадь горячей котельной 35 м², механической—20 м², вспомогательных помещений—20 м². Высота котельной 12 м до рельса крана. Указанные площади определены при существовавших простоях котлов в ремонте в 45—60 раб. дн. При сильном снижении простоя котлов в ремонте размер площади котельной, приходящейся на 1 стойло сборного цеха, должен быть понижен до ~60% указанной нормы.

Механический цех. Площадь цеха на 1 стойло паровозосборной—170 м², на 1 стойло вагоноосборной—9 м², на 1 станок—20 м². Современная организация работ требует оставления в механич. цехе станков лишь для таких работ, к-рые м. б. сделаны по чертежу без всяких индивидуальных данных или размеров, снятых с объекта ремонта; выполнение же работ по индивидуальным размерам, отклонившимся от проектного чертежа в результате износа или условий сборки, переносится на станки пригоночного цеха. Эти обстоятельства должны уменьшить площадь механич. цеха на 1 стойло паровозо- и вагоноосборной, увеличив площадь, приходящуюся в сборном цехе на размещение механич. оборудования. Это увеличение последней площади равняется

Табл. 4.—Станковое оборудование цехов.

Род станков	Число станков механич. и лесного цехов на 1 стойло паровозосборной		Число станков в % к общему числу станков (для СССР)	
	С. Ш. А.	СССР	в паровозосборн.	в вагоноосборн.
Токарные	4,80	2,79	42	31
Строгальные	1,00	0,22	7,5	4
Шеинги	0,50	0,29	—	—
Долбежные	0,46	0,18	3	2
Фрезерные	0,38	0,44	12	7
Сверлильные	1,08	0,70	18	26
Шлифовальные	0,67	0,44	13	22
Болто- и гайкорезные	—	—	4,5	8
Разные	0,70	0,27	—	—

Кузнечный цех. Площадь цеха на 1 стойло паровозосборной—125 м², ширина здания—по числу пролетов, высота 7—10 м, кран 5—10 м. Распределение поковки: молоты и прессы—50%, ковочные машины—15%, бульдорезы—15%, ручная—20%. В вагонных кузницах долю молотов можно несколько снизить в пользу ковочных машин (около 5—10%). Каждый молот производит в год 130—150 т поковки, ковочная машина—160 т. Потребность в новой поковке указана в табл. 6.

Затрата рабочей силы на ремонтную поковку—около 20% от новой поковки в паровозных мастерских и 30—40% в вагонных мастерских. Число требующихся новых частей:

	Рес-сор	Ко-пру-жин	Цилин-пру-жин
На 1 паровоз с тендером, капит. ремонт	1	} 20%	} 40%
На 2 вагона пасс., капит. и сред-ний ремонт	1		
На 4 вагона пассаж., годичный осмотр	1		
На 1 вагон товарн., конвенцион-ный осмотр	1		

Литейный цех. Площадь чугуно- и меднолитейной—75 м² на 1 стойло паровозосборной. Площадь литейного зала определяется из расчета годовой производительности: для чугуна 4 т и для меди 1 т на 1 м². Площади вспомогательных сооружений (в % от размеров зала): стержневая 15—20, сушильная 12, заготовка формовочной земли 8—10, обрубная 15—20, вагранка 5—6. Потребность в литье:

	Чугунное литье, т	Медное литье, т
На паровоз с тендером, капит. ремонт	5	1
На паровоз с тендером, средний ремонт	2	0,3
На пассажирский вагон, капит. ремонт	0,6	0,06
На пассажирский вагон, средний ремонт	0,5	0,05
На товарный вагон, конвенционный ремонт	0,25	—

Деревообделочный цех. Размеры цеха определяются из расчета 1 м² на 0,55—0,60 м³ перерабатываемого леса, считая в том числе и от 20 до 25% на отходы. Потребность в лесе при ремонте показана в табл. 7.

Табл. 7.—Потребность в лесе при ремонте.

Род ремонта	Расход в м ³	
	дуб	сосна
Капит. ремонт 4-осн. пассаж. вагона	1,68	3,36
» » 3-осн. » »	1,26	2,52
» » 2-осн. » »	1,40	4,20
Средн. » 4-осн. » »	0,84	1,68
» » 3-осн. » »	0,63	1,26
» » 2-осн. » »	0,56	1,68
Ежегодный осмотр 4-осн. пассаж. вагона	0,08	0,16
Годов. осмотр 3-осн. пасс. вагона	0,06	0,12
» » 2-осн. » »	0,05	0,16
Постройка 2-осн. тов. вагона с железным каркасом	—	3,50
Постройка 4-осн. тов. вагона	—	5,60
Конвенционный осмотр 2-осн. тов. вагона	0,29	0,64

Вспомогательные помещения. Общая площадь всех крытых помеще-

ний в паровозных мастерских на 1 стойло паровозосборной—1 100 м², в вагонных мастерских—400 м². Отношение площади территории к общей площади крытых помещений в среднем ок. 10. Общая площадь вспомогательных помещений составляет 150 м² на 1 стойло паровозосборной. В современных мастерских силовая станция (по Неезену) д. б. рассчитана по среднему потреблению 0,5 kW на работника, при возможных колебаниях (шпицах) до 40%. Отдельные установки для электросварки, нагрева бандажей, сварки труб и т. п. должны быть учтены в размере 25—30% от их полной потребности. Установки для сжатого воздуха Неезен рекомендует определять из расчета 1,2 м³, а кислородные установки в 0,1 м³ на работника в день. Вспомогательные помещения для уборных рассчитывают по следующим нормам: 1 умывальник на 3 чел. и 1 очко уборной на 20 чел.

Простой в ремонте. Простой подвижного состава в ремонте имеет колоссальное экономич. значение. Планирование возможно меньшего простоя подвижного состава, нанесенное на бумагу, называется теоретич. графиком работ; фиксирование фактич. течения работ в характерных фазах называется исполнительным графиком. Примеры графиков приведены на фиг. 5—7. Цепь последовательных работ в графике определяет простой каждой единицы подвижного состава. Группа работ, производство которых не требует последовательного выполнения, — так называемые параллельные работы — вписывается в календарное время производства последовательной цепи. Простой в различных видах ремонта в ж.-д. мастерских СССР таковы:

Капитальный ремонт паровозов	30—60	раб. дн.
Средний » » » »	14—26	» »
Капитальн. ремонт пасс. вагонов	30—45	» »
Конвенцион. ремонт тов. вагонов	3—8	» »

Дальнейшее понижение простоев идет достаточно сильным темпом. Герм. мастерские имеют простой паровозов при капитальном ремонте 30—20 и даже 15 дн. Объединяя все виды ремонта, в Германии понижают данные среднего простоя паровозов; германские мастерские, напр., в 40% случаев практикуют замену котла запасным, в 25% не вынимают котла из рамы, и лишь в 35%, подобно нашим мастерским, возвращают котел на его раму. Простой отдельных частей паровоза составляет:

В СССР		В Германии	
Рама	12—15 дн.	Рама	7,5 дн.
Сборка	6—10 »	Сборка	9 »
Разборка	1—2 »	Разборка и чистка	2,5 »
Окраска и сдача	4—6 »	Взвешивание и заготовка	1 »
Тендер	10—15 »	Котел	30—40 »
Котел	20—45 »		

В Германии простой котла складается из следующих элементов (цифры—в днях):

Операции	Класс ремонта		
	I	II	III
Разборка	5	4	4
Сверловка	4	2	2
Заварка	1	3	3
Сборка	25	16	16
Холодная проба	2	2	2
Горячая проба	1	1	1
Итого (округленно)	40	30	30

Главным фактором простоя в ремонте пассажирских вагонов является окраска их и персонал (шпательники, вагранщики, модельщики, слесари, чернорабочие)—40% от чис-



Фиг. 5.

последующая сушка, которая занимает в СССР от 15 до 18 дней. Механизация окраски (разбрызгивателями) при скоросохнущих красках сводит указанный простой до 5—7 дней.

Рабочая сила. Затрата рабочей силы на различные виды ремонта (без учета времени, потребного на изготовление запасных частей, взятых для замены) при современных условиях СССР выражается в среднем в следующих цифрах:

Капитальный ремонт паровозов	16 500 чв-ч. на	1 паровоз
Средний ремонт паровозов	8—10 » »	100 пар.-км
Капитальный ремонт пасс. ваг.	3 500 » »	1 вагон
Средний ремонт пассаж. ваг.	1 860 » »	1 »
Конвенционный ремонт тов. ваг.	150 » »	1 »

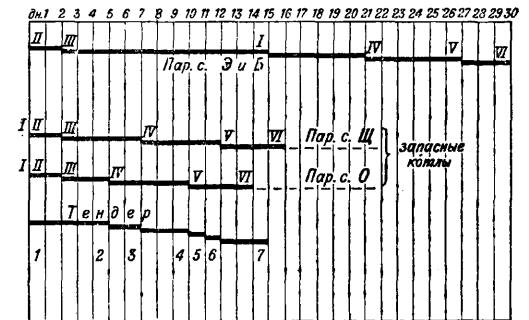
Дальнейшее снижение затраты рабочей силы будет иметь место в зависимости от темпа организационных и технических мероприятий.



Для определения общей потребности мастерских в рабочей силе подсчитанная по этим данным потребность д. б. увеличена на 13—14% на хозяйственные нужды. Число рабочих для изготовления запасных частей определяется следующими нормами. При отсутствии разделения процесса литья —

1 формовщик на каждые 50 т чугуна или 20 т медного литья в год; вспомогательный

ла формовщиков; 1 кузнец (с молотобойцем) на каждые 22—24 т поковки в год. При разделении процесса литья производительность формовщиков повышается на 25—30%.



Фиг. 7. График ремонта паровоза в Воронежских мастерских: I—подача котла; II—разборка; III—отправка в рем. котла и колес; IV—готовность котла; V—проба; VI—окраска и сдача; I—разборка; 2—готовность колес; 3—окончание котельных работ; 4—окончание электросварки; 5—опрессовка бака; 6—окончание сборки; 7—проба паровоза.

Число рабочих различных специальностей, которые требуются в сборных цехах для ремонта 1 паровоза в год (по данным мастерских СССР):

Слесари	1,80	Плотники	0,02
Котельщики	0,70	Маляры	0,10
Кровельщики	0,23	Станочники	1,10
Медники	0,06	Чернорабочие	0,33

Число рабочих, требующихся для ремонта одного вагона в год, приведено в табл. 8. Распределение производственной рабочей силы по различным функциям мастерских, которые выделены в самостоятельную хозяйственную единицу, обслуживающую все

Табл. 8.—Число рабочих для ремонта 1 вагона в год.

Специальности	Пассаж. вагон		Товарн. вагон
	капит. ремонт	средний ремонт	конвенц. ремонт
Слесари	0,48	0,38	0,022
Столяры и плотники	0,58	0,27	0,016
Жестяники	0,08	0,06	—
Кровельщики	0,04	0,03	0,002
Обойщики	0,15	0,07	—
Маляры	0,35	0,29	0,007
Кузнецы и молотобойцы	0,01	0,01	0,004
Котельщики	0,02	0,01	—
Рабочие прочих наименований	0,11	0,13	0,007
Чернорабочие	0,27	0,13	0,009
Всего	2,09	1,38	0,067

свои нужды (по данным Пролетарского завода за 1927 г.), составляет в процентах:

Ремонт подвижного состава	68,20
Колесные работы	3,80
Изготовление запасных частей	16,32
Работы для других служб	4,40
Работы для других учреждений	7,10
Вспомог.-хоз. персонал	30% от производствен.
Адм.-техн. персонал	4,30% »
Конторск.	7,10% »

По данным германских ж. д., общее количество рабочих в мастерских составляет 45 чел. на каждый ремонтируемый паровоз; содержание административно-технического персонала—10%, а вспомогательного—8% от производственных расходов.

Расходы. Общая стоимость ремонта подвижного состава распределяется след. образом: а) при капитальном ремонте паровозов: рабочая сила 40%, материал 60%, б) при ремонте классных вагонов: рабочая сила 50%, материал 50% и в) при конвенционном ремонте товарных вагонов: рабочая сила 30%, материал 70%. Накладные расходы на производственную рабочую силу составляют 115—125%, из которых общезаводских от 25 до 30% и цеховых от 90 до 95%. В частности, по данным Пролетарского завода за 1927 г., они распределялись следующим образом:

Общезаводские расходы в %.

Содержание личного состава заводоуправления	7,91
Расходы на помещение и инвентарь заводоуправления	0,36
Содержание телефона и сигнализации	0,29
Почтовые и телеграфн. расходы	0,68
Налоги и повинности	0,001
Сторожая и пожарная охрана	2,96
Содержание склада и расходы по нему	1,96
Ремонт путей и зданий	2,15
Содержание и обслуживание транспорта	3,80
Ассенизация	0,22
Содержание дворов и улиц в районе завода	1,67
Водоснабжение	1,03
Содержание школы ученичества	0,16
» больничн.	1,02
» клуба	0,23
» яслей	0,16
Специальные расходы по дератизации и дезинфекции	0,001
Расходы по охране труда	1,63
Непредвиденные расходы (пенсии, пособия и т. п.)	0,05
Итого	26,28

Распределение цеховых расходов между цехами в % от стоимости рабочей силы.

Литейный	111,2
Кузнца паровозоремонтного отдела	182,4

Кузнца вагоноремонтного отдела	116,3
Механический	112,5
Инструментальный	82,0
Колесный	123,7
Паровозосборный	89,0
Медницкий	69,5
Котельный	99,2
Вагоносборный	55,3
Товарный	67,7
Столярный	47,5
Обойный	52,0
Малярный	56,9
Дереводелочный	222,4
Лесопилка	166,9
Электрич. станция	93,9
Ремонтный	52,2

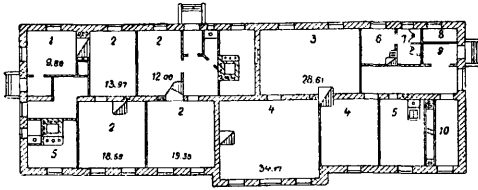
Внешнее административное положение мастерских довольно разнообразно. За границей мастерские иногда входят в состав тех отделов дороги, к-рые ответственны нашим отделам тяги, а иногда составляют в структуре дорог самостоятельную единицу. За последнее время Германия, специализировав свои мастерские, подчинила мастерские нескольких дирекций одной из них; это подчинение не всегда совпадает с центром округа, к-рому подчинены дирекции. Мастерские нашей сети за последнее время также стали подвергаться выделению из ведения отделов тяги с непосредственным подчинением правлению дороги. Такое выделение должно сопровождаться и большою финансовою самостоятельностью. К тому же побуждают и соображения районирования, на путь к-рого вступает ремонтная политика нашей сети. В условиях районирования мастерские будут ремонтировать подвижной состав нескольких дорог, что создаст мотив для выделения их из хозяйства дорог вообще с самостоятельным бюджетом и имуществом, выделенным из основного капитала дороги.

Лит.: Пуш и В. М., Главные мастерские ж. д., М., 1927; Пузанов М. П., Организация производства и учет производительности мастерских ж. д., М., 1925; Воронцов-Вельяминов А. В., Организация ж. д. мастерских, М., 1926; Транспортн. Hütte, ч. 2, в. 7, 8, М., 1927; Михайлов В. Т., Тяговое хозяйство ж. д. Справочник, 2 изд., Л., 1926; Osthoff M., Новейшие паровозоремонтные мастерские, пер. с нем., «Ж.-д. мастерские по ремонту подв. состава», М.—П., 1923, 3 (7); Янушевский П. С., Из практики Ростовских ж.-д. мастерских, там же, 1922, 1—4; Зодер, Новые паровозные мастерские в Ниде, пер. с нем., там же, 1922, 4, 1923, 1(5)—5(9); Янчев П. И., Трудовая мастерская в Пильзенских мастерских, пер. с нем., там же, 5(9); е го же, Типы и размеры зданий паровозосборных в главн. ж.-д. мастерских, там же, 1(5); Воронцов-Вельяминов А. В., Новый нем. тип мастерских для капит. ремонта паровозов, там же; е го же, Из опыта мастерских Екатеринбургской дороги, там же, 1922, 4; Дмоховский К. К., Ремонт паровозов в нов. главн. мастерских Пенсильванской ж. д., «Ж.-д. дело», М., 1926, 10—19; Выборова П. М., Паровозоремонтные мастерские Вранденбург-West, там же, 1926, 6—7; Дашкевич, Организация ремонта пассажирских вагонов, там же, 1927, 5—6; Уваров В. В., Реорганизация ремонта товарных вагонов в СССР, там же, 1926, 8—9; «Transport für die Grundlagen f. d. Bau u. d. Einrichtung v. Lokomotiv-Ausbesserungswerken, В., 1926; «Glases Annalen», В., 1927, Jubiläums-Sonderheit; «Das deutsche Eisenbahnwesen d. Gegenwart», В., 1923; «Maschinenbau», В., 1926, 1927; «Werkstattstechnik», В., 1926, 1927; «Z. d. VDI», 1928, 9; «Railway Mechanical Engineer», N. Y., 1928, 1.

А. Воронцов-Вельяминов.

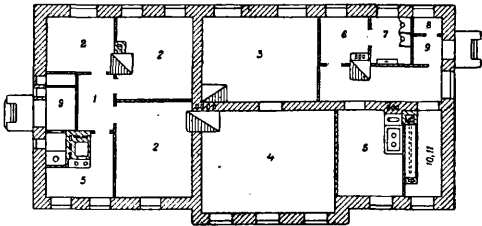
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПУТЕВЫЕ ЗДАНИЯ, жилые дома для рабочих и служащих по содержанию и ремонту пути (казармы, полуказармы, сторожевые дома) с относящимися к ним службами (кладовыми, сараями, банями, отхожими местами и проч.). Казарма (фиг. 1) называется помещением для дорожного мастера, его конторы, артельного старосты, ремонтных рабочих и, в соответствующих случаях, для путевых и переездных сторожей. Полуказарма (фиг. 2)—такое же помещение, но без квартиры дорожного мастера. Сторожевый дом—помещение для путевых или переездных сторожей (путевые или переездные будки). В зависимости от количества помещае-

мых сторожей, сторожевые дома бывают одиночные (фиг. 3), двойные и (редко) тройные.



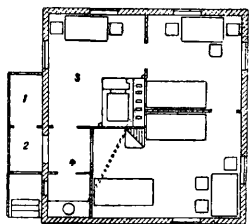
Фиг. 1. 1—табельная, 2—жилые комнаты, 3—столовая, 4—спальни, 5—кухни, 6—умывальная, 7—уборная, 8—кладовая, 9—сени, 10—раздевальня, 11—сушильный шкаф.

Число зданий и их распределение определяется графиком административного деления линии, т. е. разделением линии на путевые участки, околотки дорожных мастеров, рабочие отделения и обходы путевых сторожей. Протяжение участков, околотков, рабочих отделений и обходов зависит от местных условий, крайние же пределы этих протяжений в ту и другую стороны устанавливаются постановлениями НКПС, при чем



Фиг. 2. 1—передняя, 2—жилые комнаты, 3—столовая, 4—спальня, 5—кухни, 6—умывальная, 7—уборная, 8—кладовая, 9—сени, 10—11—раздевальня и сушильный шкаф.

деление рабочих отделений на обходы требуется лишь при движении по линии не менее 5 пар поездов в сутки; при меньшем движении отдельные путевые сторожа не назначаются, а осмотр линии производится ремонтным рабочим. Границы обходов должны совпадать с границами рабочих отделений,



Фиг. 3. 1—кладовая, 2—тамбур, 3—кухня, 4—сени.

границы рабочих отделений — с границами околотков, а границы околотков — с границами участков, при чем границы околотков не должны делить станции и разъезды на части. Размеры путевых зданий определяются соответствующими постановлениями НКТ и НКПС о нормах площади и кубатуры на каждого служащего и рабочего. При расположении железнодорожных путевых зданий руководствуются следующими соображениями. Казармы, для лучшей связи дорожного мастера с участком пути, располагаются по возможности на станциях, на одном из концов станционной площадки. Если является необходимость поставить казарму на перегоне, то ставят ее на месте будущего разъезда. Полуказармы тоже желательно располагать возле стан-

ций и разъездов, и притом по возможности посредине рабочего отделения. Сторожевые будки ставят по возможности посредине обхода. При детальном выборе места под постройки стараются их расположить так, чтобы расстояния от них до естественного источника воды было не более 300 м, т. к. в противном случае необходимо для питьевой воды рыть колодец; кроме того, соблюдаются общие правила расположения жилых зданий в смысле незатопляемости, отвода поверхностных вод, осушения местности, солнечного освещения и т. п., а также установленные НКПС правила о приближении строений к пути.

Полезная площадь путевых зданий, т. е. вся площадь, за вычетом площади сечения стен, перегородок, печей и коренных труб, д. б. следующая (в м²):

- 1) Квартира дорожного мастера с конторой.

Жилая площадь (не менее 2 комнат) для семьи	35,0
» » для домашней работницы	10,0
Контора	23,0
Кухня	9,0
Передняя	4,5
Коридор (не уже 1,5 м)	1,5
Люфт-кювет	1,0
- 2) Квартира артельного старосты (старшего рабочего).

Жилая площадь (не менее 2 комнат) для семьи	30,0
» » для домашней работницы	10,0
Кухня	9,0
Передняя	4,5
Коридор (не уже 1,0 м)	1,0
Люфт-кювет	1,0
- 3) Квартира подстаршего рабочего и сторожей.

Жилая площадь (не менее 2 комнат) для семьи	30,0
Кухня	9,7
Передняя	4,5
Люфт-кювет	1,0
- 4) Казарменные помещения для арти ремонтных рабочих.

Спальня, для четырех рабочих, не менее	30,0
Сверх 4 рабочих на каждого добавляется по	6,0
Помещение для кухни	10,0
Кухня со столовой, для четырех рабочих, не менее	20,0
Сверх 4 рабочих на каждого добавляется по	2,0
Сушилка на каждого рабочего 0,7, но не меньше	2,8
Раздевальня на » 0,5 » » »	2,0
Умывальня на » 0,7 » » »	2,8
Душ (по возможности)	4,5
Коридор (не уже 1,5 м)	1,5
Люфт-кювет	1,0

5) Сторожевые дома. В сторожевых домах, расположенных далее 3 км от казарменного помещения, д. б. устроено особое отапливаемое помещение, площадью не менее 6,0 м², для отдыха и обогрева ремонтных рабочих.

В местах, где ремонтные рабочие комплектуются преимущественно из пришлого элемента, при казармах и полуказармах д. б. устроены помещения для 2—4 семейных рабочих, жилою площадью на каждую семью не менее 30,0 м² (не менее двух комнат) и вспомогательной площадью на первую семью 14,4 и на каждую следующую по 5,0 м².

Площадь служб при казармах и полуказармах должна составлять не менее 1/3, а при сторожевых домах — не менее 1/2 площади жилых помещений.

С. Земблинов.
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ, пункты ж. д., на к-рых производятся коммерч. и технич. операции. К числу первых относятся прием и выдача перевозимых грузов, посадка и высадка пассажиров и продажа билетов; к числу вторых — формирование

составов, регулировка движения, смена паровозов, ремонт и осмотр вагонов, набор воды и топлива, смена паровозных и кондукторских бригад, и пр.

Классификация станций. По месту своего расположения Ж. с. бывают: конечные, промежуточные и узловые, а по роду операций: пассажирские, товарные, сортировочные, портовые, и пр. Узловые станции предназначаются для передачи грузов и пассажиров с одного направления на другое. Пункты, служащие только для посадки и высадки пассажиров и совершения багажных операций, именуются платформами, а пункты, к-рые предназначаются только для технич. надобностей, как то: скрещения и обгона поездов или для деления перегона на более короткие части, называются в первом случае *разъездами*, а во втором—*постами*. При конкуренции между отдельными дорогами в узлах создаются самостоятельные товарные и даже пассажирские станции, что приводит к нерациональной планировке узлов и параллелизму работы на отдельных станциях. При укрупнении хозяйства или при переходе всей сети в руки государства и введении на дорогах единой системы управления, переустройство таких станций затруднительно и связано с большими расходами. Большинство станций и узлов в дореволюц. России, построенных на принципе раздельного хозяйства, обладало, кроме того, еще одним значительным недостатком, а именно: станции обычно строились без учета будущего расширения. При развитии железнодорожного движения это создает большие затруднения и вызывает дорогостоящую ломку существующих капитальных сооружений.

По принятой в СССР классификации (Технические условия проектирования станций, 1926 г., раздел I, § 2), Ж. с. разделяются на три основные группы: малые, средние и большие станции. Малые станции характеризуются: а) по технич. операциям—обгоном поездов, скрещением, маневрами по отцепке и прицепке вагонов лишь со сборными поездами, набором воды и топлива и технич. осмотром проходящих поездов; б) по коммерч. операциям—посадкой и высадкой пассажиров, приемом и отправкой багажа, а также грузов в сборных поездах. Средние станции, кроме того, выполняют ряд технич. операций: осуществляют распределительные функции, т. е. являются участковыми в отношении вагонного хозяйства; погашают и формируют пассаж. поезда местного сообщения, сборные поезда для обслуживания примыкающих участков и транзитные поезда, имеющие данную станцию исходным или конечным пунктом; перерабатывают нек-рые транзитные поезда; сортируют и обменивают вагоны в узлах, где сходятся дороги разных направлений; производят смену паровозов и текущий ремонт подвижного состава, сортировку и перегрузку грузов, прибывающих и отправляемых в нек-рых прямых и транзитных поездах, и распределяют грузы по направлениям в узловых пунктах. Наконец, большие станции характеризуются большими размерами перечисленных операций и разделяются на пассажирские, товарные и

сортировочные, при чем на последних сосредоточены исключительно технич. операции.

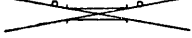
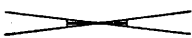

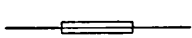

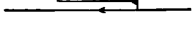
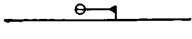

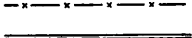





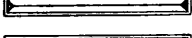
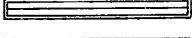

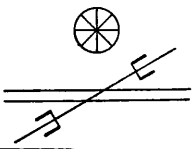
Проектирование станций. Для составления проекта как переустраиваемых и развиваемых станций, так равно и вновь сооружаемых, прежде всего необходимо определить предстоящие размеры движения, анализировать существующие условия его, выяснить максимальную пропускную способность имеющихся устройств, установить соотношения транзита к сортировке, и пр. Затем требуется определение объема отдельных операций, установление размеров необходимых устройств (число путей для приема и отправления поездов, размеры сортировочных устройств, тягового хозяйства, водоснабжения и пр.) и выбор схемы станции или узла. Последующая стадия проекта состоит в анализе вариантов и определении выгодности схемы. Наконец, последним вопросом при проектировании станции является определение стоимости эксплуатации проектируемой станции и определение рентабельности сооружения. Весьма часто для выявления наиболее выгодной схемы приходится пользоваться приблизительными подсчетами, эскизами и ориентировочными расчетными ведомостями.

Технические условия. По технич. условиям НКПС (1926 г., разделы III—V, § 34—64), длина путей в м определяется по формуле: $8n + 40$, где n —число вагонов в составе. Расстояние между осями путей—5,20 м; для путей, проводимых рядом со стрелочными улицами, для главных пассажирских и ходовых путей—5,70 м. Каждые 5—8 путей должны разделяться междупутем в 6,5 м. Расстояние от первого пути до пассажирского здания от б. не менее 20 м. Высота пассажирских тоннелей 2,25—2,75 м. Расчетные сроки хранения грузов в пакгаузах для отправления—2, для прибытия—3 суток. Длина пакгаузов нормальн. типа не более чем на 12 вагонов (~100 м). Ширина перегрузочных платформ в открытой части 2—3 м, в крытой части—4,5—6 м. Ширина сортировочных платформ для мелочных грузов 7—9 м. Товарные конторы на тех промежуточных станциях, где число отправок за сутки не превосходит 100, располагаются в пассажирском здании, во всех же остальных случаях—в отдельных зданиях. Нормальный масштаб для представляемых в НКПС проектов больших и средних станций берется 1:2 000, а для малых станций 1:1 000. На чертежах, как правило, указываются лишь оси путей, при чем для обозначения путей на проектах и чертежах станций приняты след. цвета. А) главные—черным цветом (жирными линиями), Б) пассажирские (разъездные и парковые)—зеленым (вердер), В) товарные: а) разъездные—синим (кобальт), б) объездные и тракционные—желтым (кадмий индийский желтый), в) погрузочн. и выгруз.—светлосиним (берлинская лазурь), г) сортировочные и грушировочные—фиолетовым. Остальные условные обозначения—см. табл. 1.

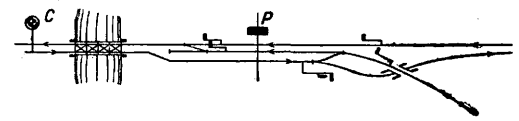
В тех случаях, когда в силу местных условий устройство непосредственного примыкания ветви или линии к станции затруднительно, устраиваются особые предстанционные посты—разъезды, наиболее характерные случаи которых приведены на фиг. 1—3

(С—станция, Р—постовое здание). Схемы парков на больших станциях и размеры элементов пакгаузов и складов топлива показаны на фиг. 4: I—обычный парк старого типа; II—приемно-отправочные парк; III—парки основной сортровки; IV—группировочный веер; V—типы угольных складов; VI—типы пакгаузов.

Табл. 1.— Условные обозначения для планов станций.

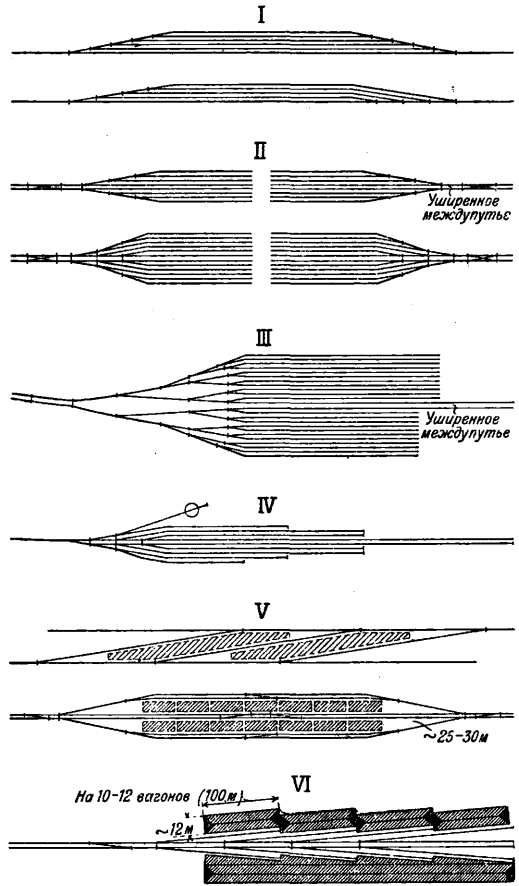
	Одиночные стрелочные переводы, образующие съезд
	Английский стрелочный перевод
	Глухое пересечение
	Вагонные весы
	Кочегарная яма
	Семафор двукрылый
	Диск
	Граница отчуждения
	Забор
	Канализационная сеть
	Водопроводная сеть
	Централизацион. пост
	Каменный пакгауз
	Деревянный пакгауз
	Деревянный пакгауз с каменными стенами
	Крытая платформа деревянная
	Крытая платформа каменная
	Нефтяной бак
	Путепровод

ков на станциях устраиваются т. н. стрелочные улицы, представляющие собой ряд уложенных друг за другом стрелочных



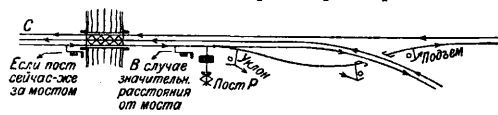
Фиг. 3.

переводов. Угол наклона стрелочных улиц, а равно и переходов между отдельными путями может быть или равным углу крестовины (α) или быть больше указанного угла,



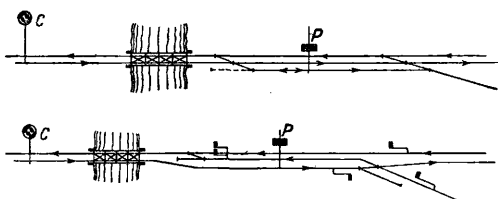
Фиг. 4.

Для правильного определения предстоящей работы станций, а также для установления места и характера примыкания



Фиг. 1.

линий, составляются схемы движения грузовых и пассажирских потоков. На фиг. 5 приведен пример простейшего построения схемы грузовых потоков на станции, имеющей одну примыкающую линию.



Фиг. 2.

Разбивка стрелочных улиц и переходов. Для возможности приема и отправления поездов на различные пути пар-

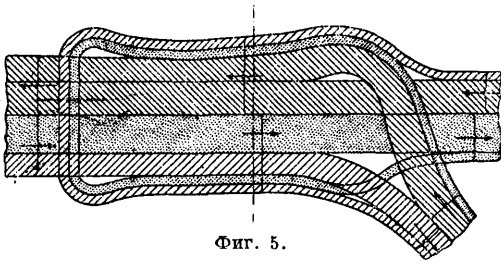
но в известных пределах. На фиг. 6 показан переход (съезд) между двумя параллельными путями. Элементы перехода для возможности построения проектируются на горизонтальную и вертикальную оси. При проектировании хвостов крестовины q , искомой прямой вставки x и ширины колеи s на вертикаль имеем:

$$e - \frac{s}{2} - \frac{s}{2} = q \sin \alpha + s \cos \alpha + (x + q) \sin \alpha,$$

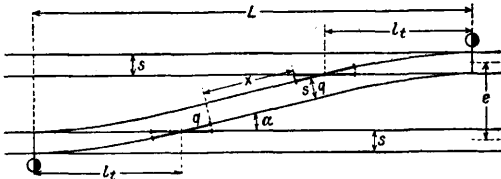
откуда определяется значение x . Полная длина перехода составит:

$$L = 2l_1 + 2q \cos \alpha + x \cos \alpha - s \sin \alpha.$$

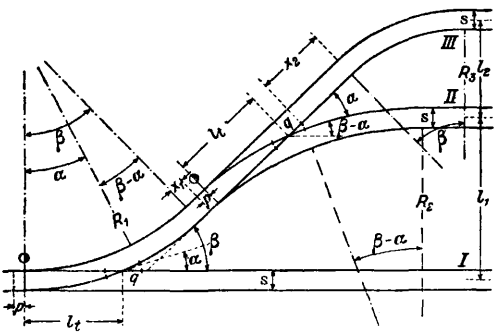
Для расчета стрелочных улиц (фиг. 7) применяется тот же метод, что и для расчета



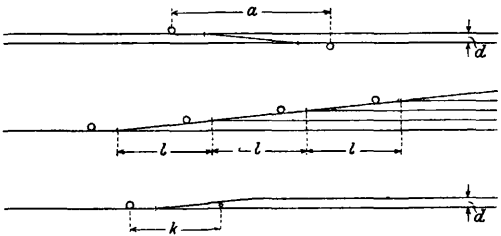
Фиг. 5.



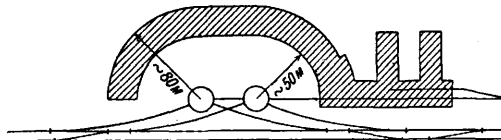
Фиг. 6.



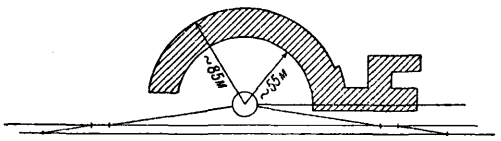
Фиг. 7.



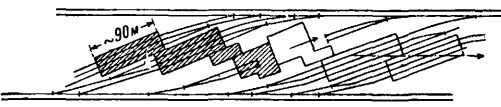
Фиг. 8.



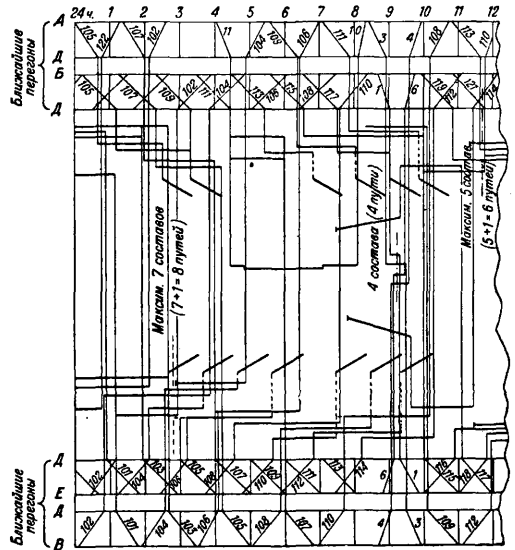
Фиг. 9а.



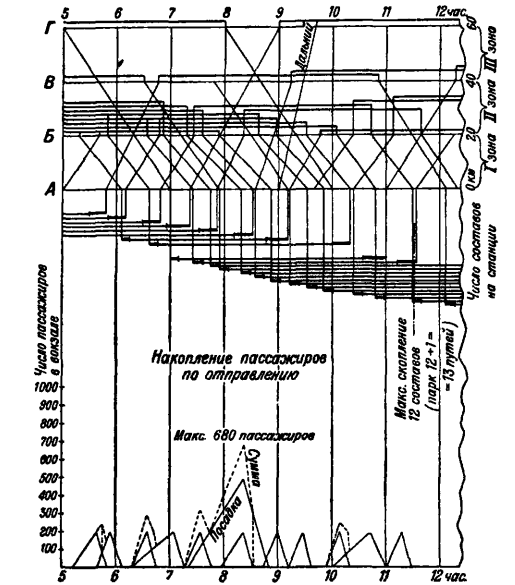
Фиг. 9б.



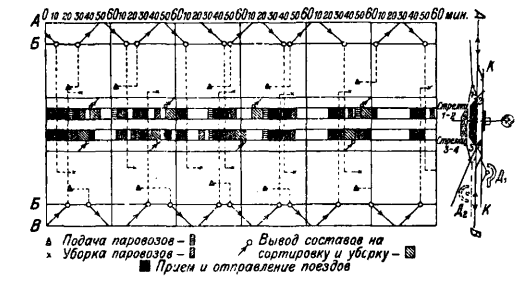
Фиг. 9в.



Фиг. 10.



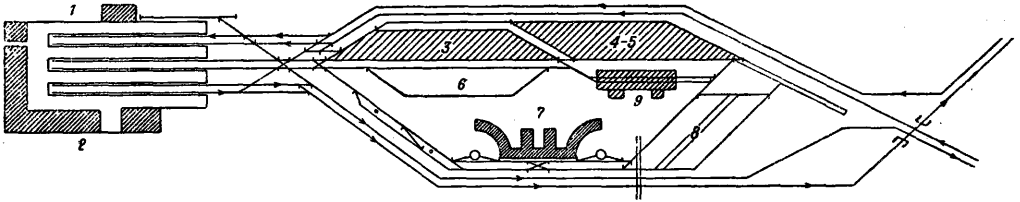
Фиг. 11.



Фиг. 12.

Расчет числа путей. Для определения числа путей на Ж. с. существует два основных способа: графический и аналитический. Графич. способ заключается в нанесении графиков движения на ближайших

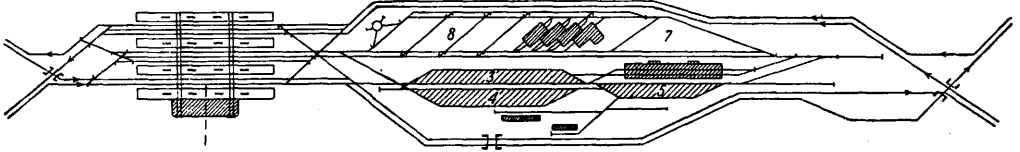
Загруженность стрелок и горловин. Одной из важнейших частей расчета является определение загруженности стрелок и целых горловин, образуемых головами парков. Для определения загружен-



Фиг. 14.

к станции перегонах и изображении последовательных операций с поездами и группами составов помощью линий, вычерчиваемых различными цветами, соответственно операциям. Т. о. на чертеже получается ряд линий различного значения; суммируя их в определенные моменты суток, можно определить число составов или поездов, совершающих те или иные операции на станции.

ности горловин существуют также два способа—графический и аналитический. Первый состоит в обозначении различными цветами или условными знаками времени занятия каждой стрелки соответственными операциями (прием поезда, отправление, пропуск паровоза, вывод состава при сортировке, и пр.), при чем получается наглядное представление о загрузке стрелок. Аналитич.



Фиг. 15.

Аналитическ. способ заключается в подсчете числа путей по ф-лам, исходя из задания числа поездов, без построения графиков движения. Основная формула для расчета числа приемно-отправочных путей имеет вид:

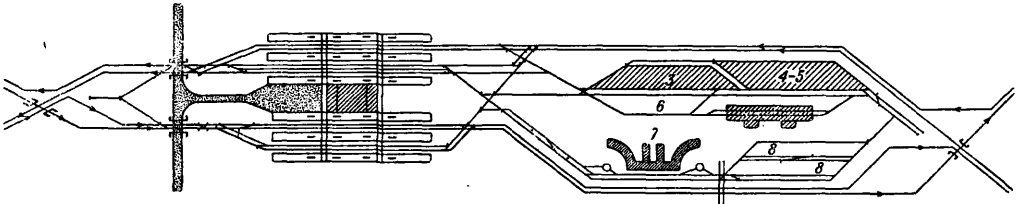
$$N = \sum \frac{nTh}{24} + 1,$$

где n —число поездов, проходящих в течение суток через данный парк, T —простой состава или поезда на этих путях в часах, k —суточный коэфф. неравномерности движения

способ заключается в расчете загруженности стрелок и горловин по формулам. Основная формула имеет вид:

$$T = \sum tnk,$$

где T —общее время загрузки стрелки, t —времени занятия стрелок различными операциями в мин., n —число занятий стрелки различными операциями, k —коэфф. неравномерности загрузки стрелки. И здесь графич. способ дает более точные результаты.



Фиг. 16.

поездов (от 1,2 до 2, а в отдельных случаях и выше). Для уточнения расчета ф-ла расчленяется по роду поездов и их простоев и имеет тогда вид:

$$N = \frac{(n_c \cdot T_c + n_m \cdot T_m + n_n \cdot T_n)k}{24} + 1,$$

где индексы c , m и n относятся (соответственно) к сортируемым, транзитным поездам и передачам. Графическому расчету в настоящее время отдается предпочтение, как более точному и наглядному. Пример такого расчета числа путей станции показан на фиг. 10, а на фиг. 11 приведен пример расчета числа путей пассажирской станции и график накопления пассажиров на вокзале.

Пример графич. определения загруженности стрелок и горловин изображен на фиг. 12.

Проектирование горок (без автоматич. замедлителей и ускорителей). Здесь необходимо иметь в виду два условия: а) скорости при спуске не должны превосходить 25 км/ч, т. к. иначе невозможно торможение башмаками. Проверка делается по формуле:

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2g(h - h_1)},$$

где v_0 —начальная скорость (при скорости осаживания состава на горку в 2 км/ч, $v_0 = 0,6$ м/сек), $g = 9,81$ м/сек², $(h - h_1)$ —свободная высота падения в м; б) порожний вагон не должен нагоняться на стрелках отцепом из двух груженых вагонов (разрыв между от-

дельно идущими вагонами на стрелках должны быть не менее 7 ск. для возможности перевода стрелки).

Смета стоимости. Примерные единичные цены и нормы амортизации по отдельным статьям станционных устройств для 1928 г. приведены в табл. 4 (коэфф. вздорожания против 1913 г. ~2,5).

Табл. 4.—Единичные цены и нормы амортизации, утвержденные Научно-Техническим комитетом НКПС.

Наименование работ или расходов	Род единиц	Стоимость единицы в руб.	Отчисл. в амортизацион. фонд в %
Земляные работы	м ³	1,00	0,5
Балласт песчаный	»	1,20	4,0
Шпалы пропитанные	шт.	3,70	10,0
Рельсы (III-а)	т	107	4,0
Скрепления (III-а)	»	225	4,0
Укладка пути	км	600	—
Переводные брусья	компл.	375	10,0
Стрелка и крестовина (III-а)	шт.	850	5,0
Пасс. здания каменные	м ²	125	1,3
Жилые дома каменные	»	100	1,3
Пасс. здания деревянные	»	105	3,4
Жилые дома деревянные	»	75	3,4
Пасс. платформы с каменными бортами	»	8	3,4
Пасс. платформы деревянные	»	6	12,5
Пакгаузы деревянные	»	50	10,0
Товарные платформы крытые	»	30	10,0
Товарные платформы открытые	»	10	10,0
Гидравлические колонны	шт.	2 500	5,0
Семафоры однокрылые	»	2 000	4,0
Иски	»	1 100	4,0
Переустройство пути с дообавлением шпал и скреплений	км	3 000	—
Укладка стрелок	шт.	60	—
Паровозное стойло	»	27 000	—
Поворотный круг	»	50 000	—
Кочегарная яма	»	4 000	—
Централизация (ручная) с рычага	»	2 500	4,0
Централизация (электрич.) с рычага	»	4 000	4,0

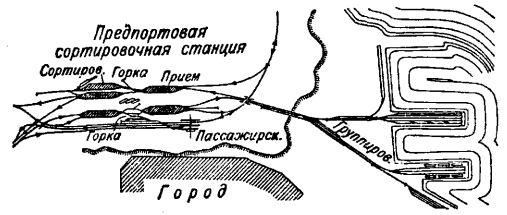
Схемы станций. Одним из сложнейших вопросов для ж.-д. транспорта является установление и выбор схем станций, зависящие от самых разнообразных условий. Главнейшими факторами, влияющими на выбор схемы, служат: топографич. условия, размеры движения, соотношения между пассажирским движением и товарным, транзитом и сортировкой, размеры самой сортировки, удобства эксплуатации, способы сортировки, требования воен. ведомства, благоустройство и планировка населенных мест, наличие основных или оборотных депо, близость к границе, профили подходов к станции, местная посадка пассажиров, химич. оборона, и пр. В виду наличия громадного числа различных схем станций и значительной разницы в их оценке с точки зрения различных операций и условий, ниже приведены табл. 5—7, дающие возможность сравнить наиболее характерные схемы.

На фиг. 13 приведены примеры трех станций: I—с развитием станции в ширину и одним общим парком для сортировки; II—с развитием в длину и с двумя сортировочными парками C_1 и C_2 ; и III—двусторонняя сортировочная станция с последовательным

расположением приемного, сортировочного и отправочного парков.

На фиг. 14 представлена схема конечной пассаж. станции; на фиг. 15—схема промежуточной станции с односторонним пассаж. зданием; на фиг. 16—схема промежуточной станции с островным расположением пассажирского здания. Обозначения: 1—двор прибытия; 2—двор отправления; 3—отправление; 4—прием; 5—сортировка; 6—вагонный резерв; 7—ремонт и депо; 8—склад топлива; 9—вагонный сарай.

Сеть сортировочных станций. Основным и одним из наиболее сложных вопросов в станционном деле является целесообразное распределение работы между отдельными станциями. При решении этой задачи необходимо точно установить ту роль, которая д. б. возложена на данную станцию, т. к. с этим связано распределение сортировочной работы, устройство депо, назначение пунктов детального технич. осмотра и ремонта подвижного состава, установление мест снабжения



Фиг. 17.




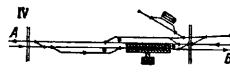

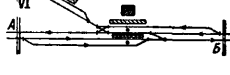
войск продовольствием и пунктов переформирования пассаж. составов и т. д. Между пунктами основной сортировки нормальным считается среднее расстояние в 400—500 км. Как общее правило, пункты технич. осмотра и ремонта д. б. обязательно совмещаемы с пунктами массовой сортировки (сортировочные станции), длительной стоянки и значительной погрузки и выгрузки (портовые станции, заводские районы и т. д.).

Портовые станции. Почти для всех портов, оборудованных жел.-дор. путями, требуется устройство сортировочных станций; при достижении грузооборота по ж. д. свыше 500 000 т в год сортировочные устройства получают столь значительными, что приходится сооружать особую портовую станцию (фиг. 17).

Большие узлы, образуемые пересечением или слиянием большого числа магистралей или обслуживающие большие города, имеют обычно и значительное число пассажирских, товарных и сортировочных станций, при чем линии, расположенные рядом и имеющие однородную работу, в большинстве случаев объединяются в общие пассаж., сортировочные и другие станции. В больших городах для решения узловых проблем предпочтительно устройство кольцевых окружных дорог для товарного движения, с выносом сортировочных станций за кольцо и устройство диаметров для пассажирского движения.

Пограничные станции. В случае разной колес в СССР и в пограничных государствах принят для большинства пунктов принцип работы станций на паритетных началах: на каждой из сторон устраивается самостоятельная пограничная станция, при чем станция, лежащая в пределах СССР, производит импортные операции, а станция, лежащая по другую сторону,

Табл. 5. — Главнейшие типы промежуточных станций

Схемы станций	Длина станционной площадки	Переход на двупутное движение при прокладке второго пути	Пересечение маршрутов прибытия и отправления поездов	Пересечение маневровой работой гл. путей при работе сборных поездов	Число стрелочных постов при ручном обслуживании стрелок	Степень безопасности движения
	Длина станции минимальная, определяемая длиной одного товарн. поезда наибольшей длины и несколькими стрелочными переходами	Превращается в схему III, но с сохранением пакгауза	—	Пересечение имеется для обоих направлений	Два поста	Ослабленная из-за пересечения маневровой работой главного пути
	То же	Превращается в схему III	—	Пересечений не имеется	Два поста	Вполне достаточная
	То же	—	Пересечение прибытия тов. поездов из А с отправлением пассаж. поездов на А и пересечением прибытия пассаж. поездов из В с отправлением тов. на В	То же	Два поста	Без применения централизации недостаточная
	Длина станции максимальная, определяемая длиной двух тов. поездов и несколькими стрелочными переходами	—	Пересечений нет	Пересечения имеются для одного из направлений	Три поста	Достаточная
	Длина станции средняя, определяемая суммой длины тов. и пассажир. поездов и несколькими стрелочными переходами	—	То же	То же	Три поста	То же
	Длина станции больш., определяемая длиной двух тов. поездов и двух стрелочных переходами	—	То же	То же	Три поста	То же

с набором воды пассажирскими и товарными поездами.

Посадка и высадка пассажиров	Надзор за движением поездов	Набор воды паровозами	Разгон при отправлении в пределах площадки	Есть ли урезание пропускной способности благодаря схеме	Надзор за местными товарными операциями	Объезд станции и переезд через пути	Подъезд гужа к товарному двору
При скрещении пассаж. поездов один поезд перекрывает другой; необходим обход поезда	Дежурн. по станции имеет все поезда перед глазами; середина пассаж. поездов против пассаж. здания; неудобно наблюдение за концом станции Б	В виду значительной длины разводящей сети необходимы большой диам. труб и 4 гидравлич. колонны	В пределах станционной площадки разгона нет, кроме пассажир. поездов, следующих на Б	Есть в конце Б	Надзор очень хороший	Переезды расположены достаточно близко друг от друга	Удобен, если снизу (по чертежу) нет ни поселков, ни пунктов, дающих груз
Переход пассажиров происходит перед головой скрещивающихся поездов	Оба поста равно удалены от станции; максимум удобства наблюдения за обоими постами; удобное наблюдение за поездами	Как и в схеме I, но нужны только 3 гидравлические колонны	Для товарных поездов разгона нет; для пассажирских поездов разгон есть	Нет	Надзор ослабленный	Как в схеме I	Удобен, если грузы преимущественно идут с противоположной стороны поселка
Как в схеме II	Надзор за поездами как в схеме II	Длина сети, как в схеме I; нужны 3 гидравлические колонны	Как в схеме II	Есть в обоих концах	Надзор ослабленный	Как в схеме I	Как в схеме II
Как в схеме I	Максимум удобства надзора за поездами	Длина сети средняя; нужны 3 гидравлич. колонны	Разгон есть для всех поездов, кроме пассажирск., следующих на Б	Есть, но небольшое	Надзор достаточно хороший	Переезды чрезвычайно удалены друг от друга, и необходим сложный третий переезд по середине станции	Как в схеме II
Как в схеме II	Надзор за поездами удобен для направления движения от Б к А; для обратн. движения неудобен	То же	Разгон есть для всех поездов, кроме тов., следующих на Б	Есть, но небольшое	Надзор очень хороший	Переезды удалены друг от друга на значительные расстояния	Как в схеме I
При соединении платформ с пассажирским зданием пешеходным мостином достаточно удобные; без него — неудобные	Надзор за поездами затруднен	Минимальная длина разводящей сети; нужны 2 гидравлические колонны	Разгон есть для всех поездов	Нет	Надзор очень хороший	Как в схеме V	Как в схеме I

Табл. 6. — Типы участко

Схемы станций	Общая длина станции в км	Общая длина станц. площади (от входа до выхода ст.) в км	Способ примыкания линии	Для какого рода работы удобнее станция: транзита или сортировочной		Число парков сортировочных	Число вытасек для сортировки	Сколько вагонов можно отсортировать*2	Удобство для угловых переезд	Пересечения выводимыми составами главн. путей при сортировке		Пошерстный или противощерств. ввод составов в приемно-отпр. парк*3	
				для направл.						для парка			
				от А к В	от В к А					ПО ₁	ПО ₂		
	1 1/2	1	Водномуровнев	Транзит	а	1	1	350	о	Отправление тов. поездов в А	н	Противощерстный	Противощерстный
	1 1/2	1				1	1	350		Прием тов. поездов из В и Е		Противощерстный	Противощерстный
	1 1/4	1				1	2	450		Прием тов. поездов из В и Е		Пошерстный	Пошерстный
	1 1/4	1				1	2	450		Отправление тов. поездов в А		Пошерстный	Пошерстный
	2 1/4	1				1	1	350		Отправление тов. поездов в А		Противощерстный	Противощерстный
	2 1/2	1				1	1	350		Прием тов. поездов из В и Е		Противощерстный	Противощерстный
	2 3/4	1				1	2	450		Прием тов. поездов из В и Е		Пошерстный	Пошерстный
	2 1/4	1				1	2	450		Прием тов. поездов из В и Е		Пошерстный	Пошерстный
	2 1/2	1 1/2				В разнуровнях	Длина транзит	а		1		2	450

*1 Для возможности сравнения схем приняты двупутные линии с примыканием однопутных линий, при пассажирских зданиях приняты также одинаковыми.
 *2 При подсчете сортировочной способности учтены выкладки больших вагонов из транзитных составов
 *3 ПО—приемно-отправочные, С—сортировочные парки.

ВЫХ УЗЛОВЫХ СТАНЦИЙ. *1

Пересечение организованныго приема с отправлениями	Пересечение главных путей товарн. паровозами		Удобство вывозки и подачи товарн. паровозов под поезда		Пробег поездных паровозов товарн. поездов в км		Перепробег для сортируемых составов		Приспособлен. пассаж. станций для местн. посадки или транзита	Удобство станций для агентов, обслуживающих станции	Общая длина путей одинак. размеров движения в км	Удобство развития станции	Степень безопасности движения	Снижение пропускной способности приемо-отправочной в %	Примерная стоимость станции без земляных работ, местной товарной станции, поселка и технических зданий в тыс. руб.
	для парка		для парка		для парка		для направл.								
	ПО ₁	ПО ₂	ПО ₁	ПО ₂	ПО ₁	ПО ₂	от А	к В							
	Нет	Имеется	Удобно	Удобно	1,25	0,25	Нет				18	Неудобно	Весьма слабый	Для E 40 » E ₁ 35	600
	Нет	Нет	Весьма удобно	Удобно	0,25	1,25	При работе двумя маневр. паровоз. есть				18,7	Неудобно	Слабая	Для E 35 » E ₁ 32	615
	Нет	Нет	Удобно	Удобно	0,50	1,50	Нет				20	Недостаточно удобно	Достаточно слабая	Для E 32 » E ₁ 30	635
	Имеется	Имеется	Неудобно	Неудобно	1,25	0,25	Нет				17	Неудобно	Чрезвычайно слабая	Для E 50 » E ₁ 44	625
	Нет	Нет	Удобно	Удобно	1,25	0,25	При работе двумя маневр. паровоз. есть				19	Неудобно	Весьма слабая	30	810
	Нет	Нет	Весьма удобно	Удобно	0,25	1,25	При работе двумя маневр. паровоз. есть				19,7	Неудобно	Слабая	28	815
	Нет	Нет	Удобно	Удобно	0,5	1,50	Нет				21	Недостаточно удобно	Достаточно слабая	25	845
	Имеется	Имеется	Удобно	Неудобно	0,25	1,25	Нет				19	Неудобно	Очень слабая	30	815
	Нет	Нет	Весьма удобно	Удобно	0,00	1,00	Есть				23,5	Удобно	Удовлетворительная	15	900

чем в нек-рых схемах двушпунтность подходов соблюдена до предстанционных постов. Размеры движения, депо и пополнение их здоровыми и всякого рода занятием стрелок на вытяжках внутренней работой станции.

Л о в ы х с т а н ц и й. *1 (Продолжение.)

Пересечение организо- ванного приема с от- правлением	Пересечение главных пу- тей товарн. паровозами		Удобство вы- возки и пода- чи товарн. па- ровозов под поезда		Пробег поезд- ных парово- зов товарн. поездов в км		Перепробег для сорти- руемых со- ставов			Приспособлен. пассаж. станций для местн. по- садок или транзита Удобство станций для агентов, обслуживаю- щих станции Общая длина путей однак. размеров дви- жения в км Удобство развития станций Степень безопасности движения Снижение пропускной способности приемо- отправочной в % Примерная стоимость станций без земляных работ, местной товар- ной станции, поселка и технических зданий в тыс. руб.						
	для парка		для парка		для парка		для направл.									
	ПО ₁	ПО ₂	ПО ₁	ПО ₂	ПО ₁	ПО ₂	от А	к В	от В к А							
Нет	Нет	Нет	Весьма удобно	Удобно	0,00	1,00				Для местной посадки	У д о б н о	24	Удобно	Хорошая	0	1 175
Нет	Нет	Нет	Весьма удобно	Удобно	0,00	1,00				Для местной посадки	У д о б н о	25,5	Удобно	Очень хорошая	0	1 400
Нет	Нет	Пересечение вытяжек	Удобно	Крайне неудобно	0,25	1,00				Для транзита	Неудобно	30	Удобно	Хорошая	10	1 850
Нет	Нет	Имеет- ся	Весьма удобно	Неудобно	0,00	0,25				Для мест- ной по- садки	Неудобно	23	Весьма удобно	Хорошая	10	825
Нет	Имеет- ся	Нет	Неудобно	Весьма неудобно	1,25	1,25				Для мест- ной по- садки	Неудобно	23	Удобно	Слабая	35	825
Нет	Имеет- ся	Нет	Неудобно	Удобно	0,25	1,00				Для местной посадки	Удобно	24,5	Удобно	Хорошая	10	1 000
Имеется по- шертные	Нет	Нет	Неудобно	Неудобно	$\frac{0,20 + 1,00}{2} = 0,60$	$\frac{0,20 + 1,00}{2} = 0,60$				Для транзита	Удобно	26	Неудобно	Слабая	25	1 150
Нет	Нет	Пересечение вытяжек	Удобно	Крайне неудобно	0,25	1,00				Для транзита	Неудобно	26	Удобно	Слабая	25	1 250
Нет	Нет	Нет	Удобно	Удобно	1,00	1,00				Исклю- чительно для транзита	Оч. не- удобно	28	Крайне не- удобно	Слабая	25	1 500

Табл. 7.—Главнейшие типы

Схемы станций *1	Наименование станций	Приблизит. длина площадки км	Для какого из направлений более удобна	Примерная сортировочная способность при обычн. горочных устройствах (в вагон.) *2
	Односторонняя с последовательным расположением парков	3,5	От Б к А	1 700
	Односторонняя с параллельным расположением парков	2,5	От Б к А	1 700
	Двусторонняя с параллельным расположением парков	2,5	Для обоих направлений	3 400
	Двусторонняя с комбинированным расположением парков	3,5	Для обоих направлений	3 400
	Двусторонняя с последовательным расположением парков	3,5	—	3 400
	Двусторонняя с последовательным расположением парков	3,5	—	3 400
	Двусторонняя с двойным комплектом сортировочных устройств	3,75	—	6 000
	Двусторонняя с последовательным расположением парков и общей горочной системой	4,5	—	6 800

*1 На схемах: П — приемный парк. О — парк отправления. С — парк основной сортировки. Гр. — парк группы.

*2 При 20-час. работе и составах по 50 ваг.

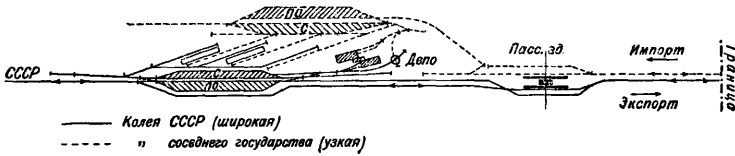
сортировочных станций.

Пробеги поездных паровозов в км	Удобство подачи и уборки паровозов	Удобство угловых передач	При каком соотношении транзита и сортировки станция удобна	Какое направление должно быть для обслуживания порожняка	При расположении депо не внутри парков, с какой стороны по чертежу выгоднее его поместить	Удобство управления станцией	Примерная стоим. без земляных работ и подходов при одинаковом числе стоек (в млн. р.)
Для парков П и ПО незначительные; для парка О ок. 2,5	Подача и уборка удобны для всех парков	Удобны	При наличии в направлении от А к Б преимущественно транзита, а от Б к А сортировки	От А к Б	С верхней стороны в районе горки	Затруднено для направления от Б к А в виду растянутасти парков	5
Для парков П и ПО незначительные; для парка О ок. 1,5	Подача и уборка удобны для парка ПО и П; для парка О неудобны	Удобны	При преобладании транзита для обоих направлений, в особенности для направления от А к Б	От А к Б	То же	Удобно в виду компактного расположения парков	4,5
Для парков П ₁ и П ₂ незначительные; для парков О ₁ —О ₂ ок. 1,0 для каждого	Подача и уборка удобны для всех парков	Неудобны, так как надо пересенать отправление поездов из парков О ₁ и О ₂ в горловинах Р ₁ и Р ₂	При преобладании транзита в обоих направлениях	Безразлично	Безразлично, но в районе горок	Удобно в виду небольшой длины станции	6,5
Для парков П ₁ и О ₂ пробеги большой, для О ₁ и П ₂ небольшой	Подача и уборка удобны для всех парков	Затруднены для парка С ₂	При преобладании сортировки для направления от Б к А и транзита от А к Б	От А к Б	С верхней стороны в районе горки	Затруднено для направления от Б к А в виду растянутасти парков	7
Пробеги значительные	Подача и уборка удобны для всех парков	Удобны, в особенности если есть полукольцо, по-казанное пунктиром	При преобладании сортировки в обоих направлениях	Безразлично	Безразлично	Затруднено для обоих направлений в виду растянутости парков	7,5
Пробеги весьма значительные	Подача и уборка удобны для парков О ₁ и О ₂ ; для парков П ₁ и П ₂ неудобны	Для всех паровозов осложнены наличием общего хода	То же	Безразлично	Безразлично, но сообразуясь с внутренним ходом, т. е. в районе горок	Неудобно в виду растянутости парков и сложного сообщения между обеими сторонами	8,5
Пробеги значительны, даже если устроены путепроводы: без них вообще движение паровозов крайне трудно	Подача и уборка для парков О ₁ и О ₂ удобны; для парков П ₁ и П ₂ осложнены двойными пробегами	Удобны	То же	Безразлично	Безразлично (обязательно нужны путепроводы)	Затруднено в виду растянутости парков и одновременной работы четырех горок	12
Пробеги велики	Для подачи и уборки паровозов должны быть выстроены путепроводы, иначе будут чрезвычайно неудобные подача и уборка паровозов	Очень удобны	То же	Безразлично	Схема предусматривает лишь боковое положение депо, а не внутреннее	Неудобно в виду слишком большой длины станции	13,5

ровки по станциям.

операции с экспортом (фиг. 18). Основной досмотр груза каждой из сторон производится на своей станции.

Заграничные Ж. с. Заграничные методы проектирования в общем мало отличаются от методов, принятых в наст. время



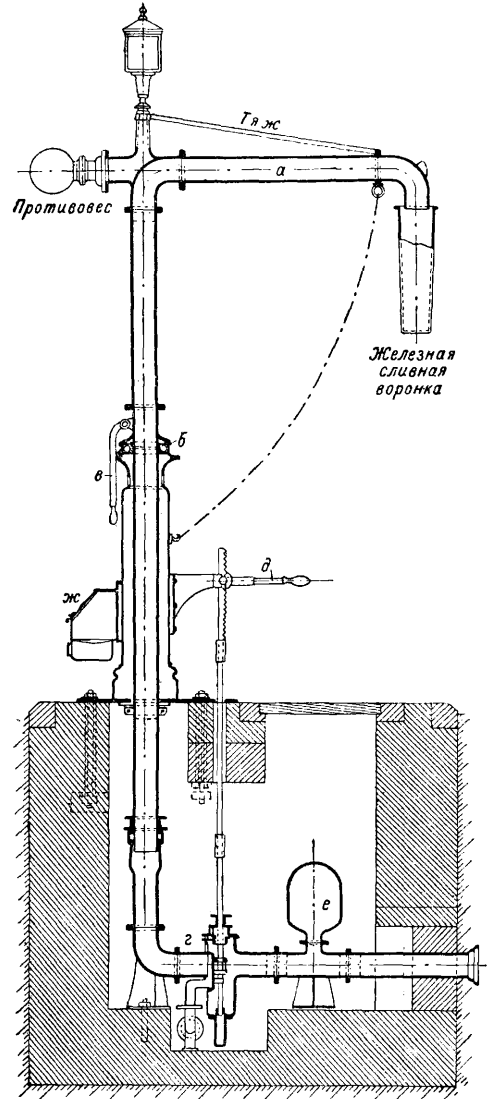
Фиг. 18.

в СССР, за исключением Америки, где, по условиям движения поездов (пачками), устраиваются весьма длинные станции для возможности приема двух следующих друг за другом поездов на один путь. В связи с мощным грузооборотом многих заграничных дорог и громадной работой по сортировке в узлах, устраиваются мощные сортировочные станции с переработкой по 4 000 и более вагонов в каждом направлении в сутки, причем для успешности работы устраиваются особые автоматич. приспособления—замедлители (тормоза) и ускорители. В отношении развязки движения в разных уровнях на подходах к узлам единства взглядов нет; в то время как англ. и франц. дороги придерживаются пересечений в одном уровне, герм. и другие дороги, наоборот, в большинстве случаев прибегают к внеуровневой развязке, помощью путепроводов.

Принадлежности станций, специальные устройства для приема и отправления поездов и производства технических и коммерческих операций, как то: набора воды и топлива, поворота паровозов и вагонов, чистки паровозных топков, взвешивания вагонов, проверки габарита предметов, грузящихся на открытый подвижной состав, точной установки поездов и вагонов на путях, предупреждения сходов на тупиковых путях и т. д. К наиболее важным станционным устройствам относятся: сигнализационные устройства (см. *Железнодорожная сигнализация*), поворотные устройства (см.), гидравлич. колонны, пожарные, водоразборные и промывные краны, нефтехранилища, кочегарные ямы, путевые упоры, предельные столбики, запорные брусья, вагонные весы и габаритные ворота.

Гидравлические колонны (фиг. 19) служат для набора воды паровозами и устанавливаются на междупутьях приемо-отправочных путей (набор воды без отцепки паровозов) и на тракционных путях. Расстояние между осями путей в месте установки гидравлическ. колонны д. б. не менее 5,7 м. Высота гидравлич. колонны находится в зависимости от типов обращающихся тендеров. Верхняя часть гидравлич. колонны вместе с выливным рукавом *a* вращается (на шариках *б*) около вертикальной оси при помощи рукоятки *в*, к-рая служит также и запором. Обычно выливной рукав стоит параллельно оси путей, а при наливке поворачивается примерно на 90°. Для предупреждения повреждений при проходе поездов устанавливается сигнализация, для чего над гид-

равлической колонной устанавливается фонарь, а сливной рукав окрашивается в красный цвет. Гидравлическая колонна устанавливается на каменном, кирпичном или бетонном фундаменте. Внутри фундамента помещаются запорный клапан *г*, управляемый снаружи маховичком или соответствующим другим приспособлением *д*, и воздушный колпак *е* для скопления воздуха. Запорный клапан устроен так, что оставшаяся в гидравлич. колонне после набора вода вытекает и собирается на дне фундамента, откуда обычно отводится в поглощающий колодец. Во избежание



Фиг. 19.

замерзания воды зимой, внизу гидравлической колонны устраивается печь *жс*. В теплом климате для ускорения набора воды

сходящихся соседн. путях. Положение предельных столбиков определяется двумя полными габаритами с зазором между ними в 25 см. Предельный столбик обычно делается из обрубленного рельса с выкрашенным в красный цвет верхом и закрепляется в земле в вертикальном положении.

Запорные или ветровые поворотные брусья употребляются для предупреждения угона подвижного состава и ставятся возле предельных столбиков ограждаемого пути. Они устанавливаются преимущественно на тех путях, к-рые не служат для приема и отправления поездов и маневров с ними (как то: пакугаузных, арендных, погрузочных, карьерных, материальных, тяговых и пр.) в тех случаях, когда эти пути имеют выход на пути следования организованных поездов. В особо серьезных случаях они снабжаются сигналами путевого ограждения и запираются контрольными замками.

Весы—см. *Весы и Вагонные весы.*

Габаритные ворота устанавливаются на станцион. путях близ мест погрузки и предназначаются для проверки правильности произведенной погрузки грузов на открытом подвижном составе. Габаритные ворота представляют собою ворота из рельсов или дерева с навешенными грузами или колокольчиками, в соответствии с установленным габаритом.

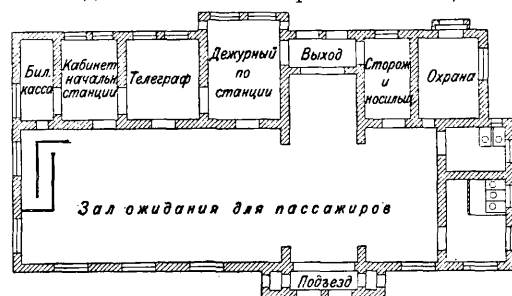
Лит.: Технич. условия проектирования и сооружения магистральных жел. дорог нормального типа, М., 1925; Технич. условия проектирования станций для дорог нормальной колеи, НТК НКПС, вып. 41, Москва, 1926; Пропускная способность станций, НТК НКПС, вып. 83, Москва, 1929; Гибшман Е. А., Об устройстве пассажирских и сортировочных станций, М., 1929; его же, Графич. расчет путевого устройства малых станций, 2 изд., М., 1924; его же, Соединения путей, М., 1924; его же, Станции. Общая часть и малые станции, М., 1926; его же, Жел. дороги. Общая часть, ч. 1, М., 1927; его же, Расчет стрелочных переводов, М., 1916; Образцов В. Н., Курс станций и узлов, М., 1929; Васильев И. И., Станционные маневры, М., 1927; Энгельгардт Ю. В., Железные дороги, т. 3, Москва, 1929; Сеньковский М. В., Жел.-дор. станции, Москва, 1924; Васильев М. И., Станционные маневры. Обследование методами НОТ, М., 1924; Глазырин В., Расчет пассажирских зданий (литогр. изд.), М., 1918; Купжинский С. Н., Основные элементы проектирования станций, ч. 1, П., 1922; Транспортный Hütte, т. 4—4, М., 1927; «Труды Моск. института инженеров транспорта», М.; «Ж.-д. дело», М., 1926—28; F r ö l l i c h, Rangieranlagen u. ihre Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb, В., 1926; C a u e r W., Personenbahnhöfe, 2 Auflage, В., 1926; O d e r M., Betriebskosten der Verschiebebahnhöfe, «Archiv f. Eisenbahnwesen», Berlin, 1914; A m a n n, Über d. Ausstattung d. Verschiebebahnhöfe, В., 1920; B ä s e l e r, Ziele u. Wege d. Verschiebetechnik, «Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens», В., 1926, Н. 12; Enzyklopädie d. Eisenbahnwesens, hrsg. v. V. Röhl, В. 5, Berlin—Wien, 1914; Railway Engineering and Maintenance Cyclopaedia, New York, 1926; D u f o u r M. A., Cours de chemins de fer, Paris, 1922; S c h m i t t E., Empfangsgebäude d. Bahnhöfe und Bahnsteigüberdachungen, Handbuch der Architektur, hrsg. v. J. Durm und E. Schmitt, В. 4, Т. 2, Н. 4, Stuttgart, 1911. С. Земблинов.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИОННЫЕ ПОСТРОЙКИ, расположенные на территории станции здания: пассажирские вокзалы, паровозные депо, вагонные сараи, паровозные и вагонные мастерские, пакугаузы, пассажирские, товарные, перегрузочные, сортировочные и иные платформы, товарные конторы, служебные помещения для отдыха бригад, здания централизованных и блокировочных постов, водоподъемные здания с

водоприемниками, водоёмные здания, нефтекочки, жилые дома для станционных агентов, постройки для врачебной службы, амбары для хранения материалов, отхожие места и пр. В зависимости от интенсивности движения и назначения станции часть зданий иногда отпадает, а некоторые операции совмещаются в одних общих зданиях.

П а с с а ж и р с к и е з д а н и я можно подразделить на следующие основные группы: а) здания, обслуживающие почти исключительно пассажиров дальнего следования, заканчивающих или начинающих на данной станции путь следования (тупиковые станции); б) здания для посадки и высадки пригородных пассажиров (тупиковые или промежуточные станции); в) здания для посадки и высадки как пассажиров дальнего следования, так и местных (промежуточные и тупиковые станции) и г) здания, служащие преимущественно для пересадки пассажиров (вокзалы в жел.-дор. узлах, на пограничных станциях и в портах).

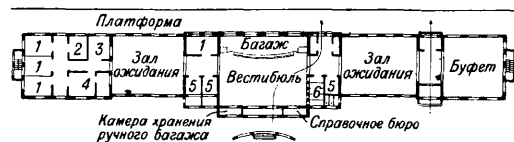
На большинстве граничных дорог, как было и у нас в условиях дореволюционного времени, пассаж. здания имеют помещения различных классов применительно к разной плате за проезд. На дорогах СССР помещения пассажиров обезличены, и деление имеется лишь в отношении дальних и пригородных поездов. По отношению к путям пассаж. здания бывают островного типа, т. е.



Фиг. 1.

расположенные между путями, или островного—расположенные снаружи путей. В случае затруднения подъезда к островному пассаж. зданию устраивается предпутный навильон со стороны наибольшего притока пассажиров. Предпутный навильон соединяется с островным пассаж. зданием тоннелем или мостиком. На тупиковых станциях пассаж. здание располагается как параллельно путям, так и поперек их. Наиболее удобное расположение пассаж. здания по отношению к путям зависит от местных условий. В пассаж. зданиях обычно от 25 до 50% площади занято служебными помещениями. Взаимное расположение отдельных помещений пассаж. здания (залы для пассажиров, служебные комнаты, билетные и багажные кассы и пр.) д. б. приспособлено для быстрых и беспрепятственных операций по посадке и высадке пассажиров, по приему и выдаче багажа. Помещение дежурного по станции размещается с расчетом хорошей видимости всего происходящего на путях и удобной отдачи распоряжений (телеграф—рядом с распорядителем движения, непо-

средственный выход на перрон и пр.). На больших пассаж. станциях, где производится очень большая посадка и высадка пассажиров и имеется значительное число перронных путей, устраиваются переходы вне уровня путей. На фиг. 1—3 приведены примеры расположения отдельных помещений в пассаж. зданиях, при чем на фиг. 1 показано пассажир. здание для малой станции, на фиг. 2—для станции с интенсивной работой

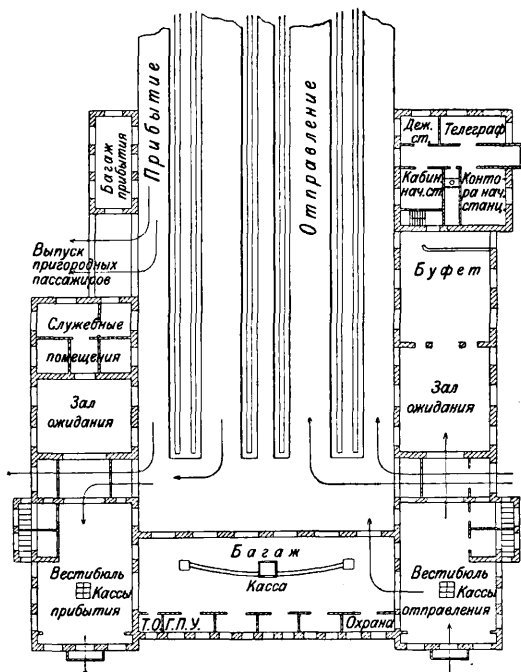


Фиг. 2.

по приему и отправлению пассажиров, а на фиг. 3—для большой тушиковой пассаж. станции. Для защиты пассажиров и багажа от дождя и снега применяются навесы или целые перекрытия не только над платформами, но и над пассажирскими путями.

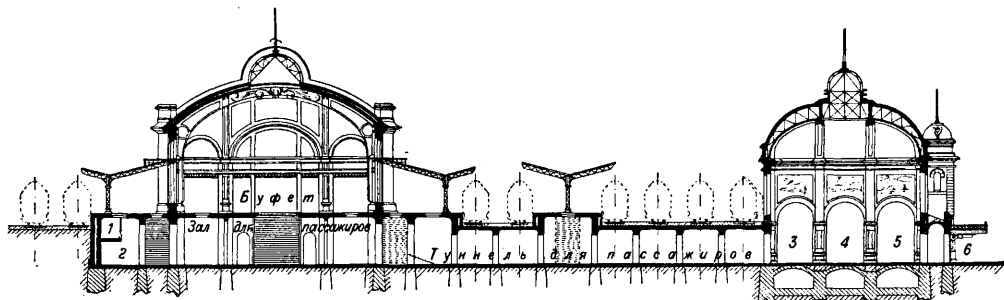
Пассажирские платформы между путями устраиваются преимущественно низкого типа с вертикальной стенкой со стороны пути, с возвышением в 0,20 м над головкой рельса. Наибольшая ширина пассажирской платформы в пределах пассаж. здания 6 м, а на остальном протяжении 3 м. Длина платформы должна соответствовать наибольшей длине обращающихся пассаж. поездов. Пассаж. платформы при малой интенсивности движения соединяются между собой на уровне рельсов переходами шириной не менее 2 м; при густом движении устраиваются переходные мостики или тоннели. Ширина мостика или тоннеля д. б. не менее 3 м, высота тоннелей колеблется от 2,25 до 2,75 м, уклон лестницы—не круче 1:2. Тамбур тоннеля на промежуточных платформах должен занимать не более половины ширины ее и отстоять от края платформы не менее как на 2 м. На фиг. 4 показан разрез

стороны путей 1,5 м, а со стороны двора 1 м. Козырьки (навесы), устраиваемые у пакгаузов и крытых платформ для предохранения



Фиг. 3.

от дождя и снега, должны со стороны путей по возможности заходить за середину вагонов, а со стороны экипажей заходить на 3,5 м от наружного края пакгаузов. Пакгаузы для удобства маневрирования вагонами устраиваются по длине не более как на 12 вагонов. На больших товарных станциях как платформы, так и пакгаузы часто устраиваются ступенчатыми или зубчатыми (фиг. 5). При расчете площадей время хранения грузов принимается: для прибывающего груза



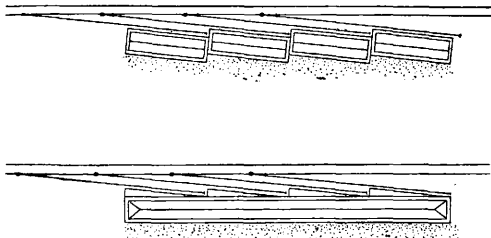
Фиг. 4.

большого пассажирского здания с тоннелями, где 1—почтовый тоннель, 2—багажный тоннель, 3—кассовая, 4—зал, 5—вестибюль, 6—подезд.

Товарные помещения бывают разных видов. Основными типами являются пакгаузы, крытые и открытые платформы. При крытых платформах и пакгаузах вдоль поддерживающих стенок с обеих сторон снаружи устраиваются площадки шириной со

3 дня, для отправляемого груза 2 дня, для навалочных грузов в обоих случаях 3 дня и более. В случае тесноты и значительного грузооборота пакгаузы устраиваются в два этажа и более (фиг. 6). В случаях большой работы целесообразно механизировать товарные помещения, особенно при наличии электрич. энергии на станции. Пакгаузы предпочтительно строить из огнеупорного материала и специализировать по роду грузов. При

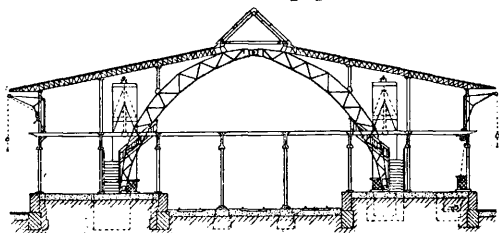
значительной работе при пакгаузах и товарных платформах устраиваются отопляемые помещения для весовщиков.



Фиг. 5.

Товарные конторы устраиваются на товарных дворах станций со значительной работой, где число отправок за сутки больше 100; в противном случае их совмещают с пассаж. зданием. На фиг. 7 представлен план товарной конторы большой товарной станции.

Перегрузочные платформы предназначаются для перегрузки грузов из вагонов, поврежденных в пути, и для перегрузки в вагоны другой колеи. Они устраиваются частью открытыми, а частью крытыми. Ширина открытых платформ от 2 до 3 м, а крытых 4,5—6 м. Сортировочные платформы служат для распределения мелочных отправок по направлениям, когда грузы разных назначений идут в одном вагоне. Эти платформы снабжаются



Фиг. 6.

навесом и имеют ширину 7—9 м. Сортировочные и перегрузочные платформы располагаются близ сортировочных путей; при этом сортировочные платформы снабжаются по концам складочными помещениями по типу пакгаузов. Крытые сортировочные платформы, как более широкие, должны иметь верхний свет и запирающиеся помещения для отгрузки тех отправок, к-рые почему-либо не могли быть отправлены.

На станционных пассажирских платформах устраиваются мужские и женские отхожие места, холодные или отопляемые. Они располагаются близ пассаж. здания или мест большого скопления пассажиров. Кроме того, на станциях с водоснабжением устраиваются в пассаж. зданиях теплые ватер-клозеты.

Помещения для паровозных и поездных бригад устраивают в большинстве случаев на участковых станциях и в пунктах смены бригад, исходя из предельной продолжительности пребывания бригад в работе. Размер этих помещений рассчитывается по числу одновременно скопляющихся бригад, по графику оборота. Помещения

снабжаются всеми необходимыми принадлежностями для сна, хранения вещей, умывальными, столовыми, читальными залами и т. п. (фиг. 8). Помещения должны иметь удобное сообщение с местами посадки на паровозы и поезда, но находиться не у самого депо, а по возможности в тихом месте, недалеко от ж.-д. поселка, приемного покоя и других служебных зданий. Изложенным требованиям должны удовлетворять и дежурные помещения в пунктах, где производятся операции по передаче составов с одной дороги на другую, и в пунктах технического осмотра поездов.

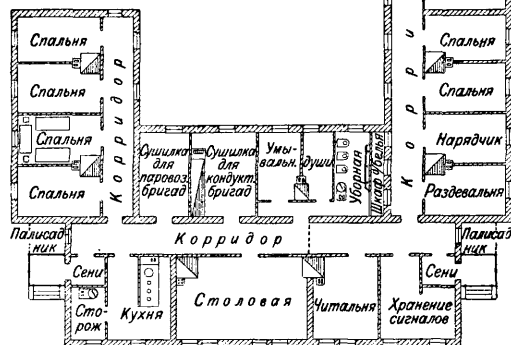
Постовые здания располагаются обычно в концах станции или в середине ее (электрич. централизация) и для лучшей видимости здания д. б. высоки и снабжены специальными балконами; в нижних этажах



Фиг. 7.

постовых зданий могут устраиваться конторы, помещения для временного отдыха станционных агентов, склады принадлежности, а при механич. централизации—компенсаторы для гибких тяг.

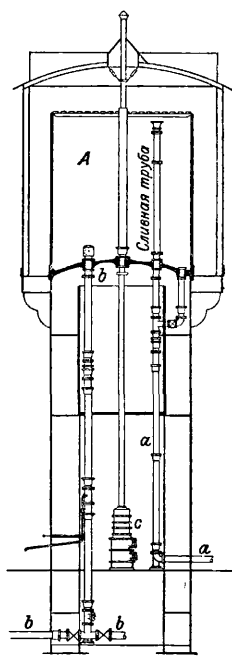
Водоемные здания. На всех станциях, где предусмотрен набор воды и где имеется самостоятельное жел.-дор. водоснабжение, устраиваются водоемные здания. в общем аналогичные обычным городским водоемным зданиям, но рассчитанные на более короткую разводящую сеть при значительном напоре. При соответствующих топографич. условиях водоемные здания устраиваются на возвышениях, а в холмистой местности баки иногда располагаются в земле. В тех случаях, когда сооружение высоких построек нежелательно, прибегают к



Фиг. 8.

т. н. пневматич. водоснабжению, при к-ром напор в разводящей сети получается благодаря высокому давлению воздуха в баках, расположенных обычно ниже уровня земли. Разрез водоемного здания приведен на фиг. 9.

Подача воды в бак А производится с водокачки помощью напорной трубы; для устранения переполнения бака и для опораживания его ставится труба а. Пуск воды в разводящую сеть производится по трубе в.

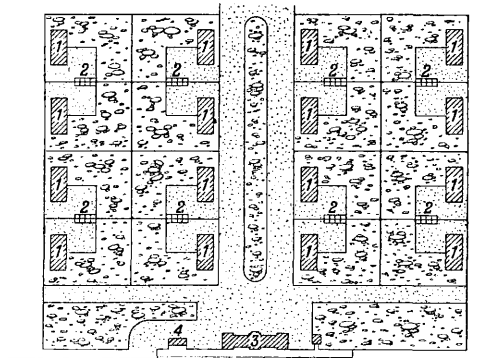


Фиг. 9.

Отопление водоемного здания производится при помощи печи с дымоходом, проходящим через бак для подогревания воды. В старых водоемных зданиях устраивалась вращающаяся наружная труба для непосредственного набора воды паровозом из водоемного здания. В настоящее время для набора воды паровозами у путей устраиваются специальные гидравлические краны, называемые иногда гидравлическими колонками. На магистралях водоемные здания располагаются не ближе 15 м от оси ближайшего пути. Емкость баков д. б. не менее $\frac{1}{4}$ полного суточного расхода воды, потребной для паровозов при одиночном оборудовании, и не менее $\frac{1}{8}$ при двойном, но во всяком случае она должна быть не менее 120 м³.

Нефтекачки. Для подачи нефти на тендеры (при нефтяном отоплении паровозов) возле пути, предназначен. для набора нефти паровозами, устраиваются специальные здания, имеющие в уровне второго этажа нефтяной бак. Нефть хранится в особых цилиндрич. баках (металлич. и железобетонных) диаметром 10 ÷ 12 м, соединенных с нефтекачкой трубопроводами.

Жилые дома на станциях по существу мало отличаются от обычных жилых



Фиг. 10.

построек; особенностью их является однотипность и соответствующее расположение по отношению к прочим элементам станции. При этом расположении имеют в виду удобство сообщения с местом работы, отдельные жилых построек от путей, депо и про-

чих служебных зданий широкими участками с древесными насаждениями и удобство вызова к месту постоянного работы. Жилые дома при станции устраиваются преимущественно для тех служащих, для которых требуется постоянное присутствие на станции. Жилая площадь жилых домов рассчитывается соответственно штатам служащих по установленным нормам. Для вновь строящихся ж. д. эта площадь должна составлять не менее 40 м² на км протяжения однопутной магистрали и не менее 60 м² на км двухпутной на первое время эксплуатации; при этом на каждый узел и на каждую конечную станцию добавляется сверх указанных норм еще 450 м²; для магистралей облегченного типа указанные нормы снижаются до 30 м² на км и до 350 м² на узел или конечную станцию, а для пионерных дорог—соответственно до 20 и 150 м². При жилых домах устраиваются надворные постройки в размере не менее $\frac{1}{3}$ площади жилых помещений. На фиг. 10 представлен пример расположения жилых зданий на территории станции: 1—жилые дома, 2—дворы с сараями, 3—пассаж. здание, 4—багажное отделение.

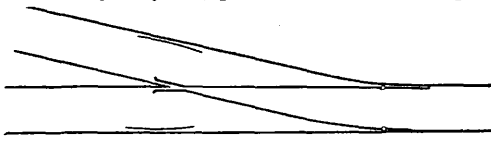
Лит: Катикман А. А., Путевые и станционные постройки, М., 1927; Коллонтай В. Л., Жел.-дорожное дело, СПБ, 1912; Карейша С. Д., Курж. д. М.—П., 1923; Глазырин В., Графич. расчет пассажирских зданий, П., 1918; его же, Основы проектирования ж.-д. гражданских сооружений, П., 1918; Энгельгардт Ю. В., Железные дороги, т. 3, М.—Л., 1929; Ляхницкий В. Е., Механизация перегрузочных операций в ж.-д. транспорте, Л., 1927; Бернгард В. Р., Курс гражданской архитектуры (литогр.), СПБ, 1900; Гибшман Е. А., Об устройстве пассаж. и сортировочных станций, М., 1929; Цеглинский К. Ю., Курс ж.-д. (литогр.), т. 1, М., 1913; Гибшман Е. А., Соединения путей, М., 1924; Транспортный Hütte, М., 1927; Технич. условия проектирования ж.-д. магистрального типа, М., 1923; Sauer W., Personenbahnhöfe, 2 Auflage, В., 1926; Enzyklopädie d. Eisenbahnwesens, hrsg. v. Röhl, В. 5, В.—W., 1914; Railway Engineering a. Maintenance Cyclopaedia, N. Y., 1926; Schmitt E., Empfangsgebäude d. Bahnhöfe u. Bahnsteigüberdachungen, Handbuch d. Architektur, hrsg. v. J. Durm und E. Schmitt, В. 4, Т. 2, Н. 4, Stuttgart, 1911.

С. Земблинов.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТРЕЛОЧНЫЕ ПЕРЕВОДЫ, приспособления, дающие возможность ж.-д. подвижному составу переходить с одного пути на другой.

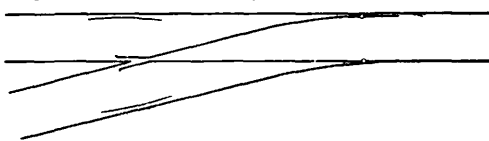
Устройство и виды Ж. с. п. Обыкновенный стрелочный перевод состоит из трех частей: стрелки, крестовины и переходного пути. Стрелка—устройство в начале перевода, служащее для отклонения колес подвижного состава на боковой путь; крестовина—устройство, укладываемое в месте пересечения рельсов основного и бокового путей для свободного прохода колес через эту точку; переходный путь—часть между стрелкой и крестовиной. Стрелка называется правой (фиг. 1) или левой (фиг. 2), в зависимости от того, вправо или влево, глядя от стрелки к крестовине, боковой путь отходит от основного. В первом случае крестовина расположена на правой нитке основного пути, во втором—на левой. Если оси разветвляющихся путей составляют одинаковые углы с осью основного пути, то получается симметричный стрелочный перевод (фиг. 3), при разных углах—несимметричный стрелочный перевод. Если основной путь разветвляется на три взаимно пересекающихся пути, то такой перевод называется

двойным или сдвоенным переводом; в таком переводе, кроме двух острых крестовин на основном пути, появляется еще одна острая крестовина с большим углом на пересечении двух путей, расходящихся в стороны



Фиг. 1.

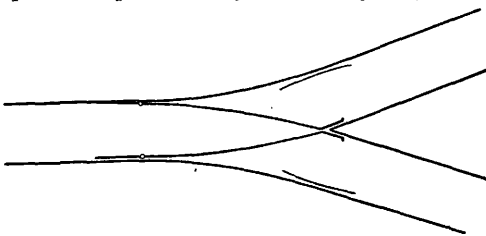
от прямого. Сдвоенный перевод со стрелками, сходящимися в одной точке, как показано на фиг. 4, называется симметричным сдвоенным переводом. Сдвоенный перевод со стрелками, расположенными одна за другой, называется несимметричным сдвоенным переводом, при чем если две крестовины расположены на двух нитках основного пути, то он называется разносторонним (фиг. 5), а если на одной нитке основного пути, то односторонним несимметричным переводом. Соединение переводами двух крест-накрест пересекающихся путей называется перекрестным, или англ., переводом (фиг. 6). Перекрестный перевод служит как для прямого прохода по каждому из пересекающихся



Фиг. 2.

путей, так и для перехода с одного из них на другой. Полный перекрестный перевод состоит из четырех стрелок, двух острых крестовин, двух тупых крестовин и четырех переходных путей—двух прямых и двух кривых. Если из перекрестного перевода устранить один кривой путь, то получится односторонний перекрестный перевод; если устранить один прямой путь, то получится сплетенный перекрестный перевод без тупых крестовин (фиг. 7).

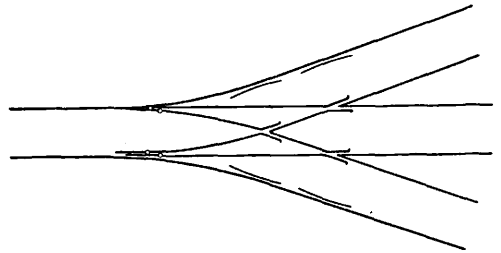
Американская стрелка. Простейший вид перевода показан на фиг. 8. В этом переводе стрелкою служат два куска рельсов



Фиг. 3.

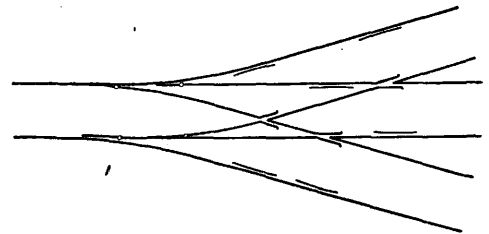
ab и $a'b'$, вращающиеся около точек a и a' , а крестовиною—кусок рельса cd , вращающийся около точки пересечения осей рельсов. Такая, т. н. американская, стрелка очень проста по конструкции, но имеет весьма важное неудобство: путь по одному из направлений всегда прерван, почему при движении по этому пути подвижного состава неизбежно должен произойти сход его.

Обыкновенная стрелка. Для удержания указанного неудобства два наружных рельса в стрелке, т. н. рамные рельсы, b_1b_2 (фиг. 9) делаются непрерывными и неподвижными, а два внутренние, заостренные острую по направлению к острию стрелки, так наз. остряки, или стрелочные перья, делаются вращающимися в точках d_1 и d_2 . Указанное устройство обыкновенной стрелки предохраняет состав от схода при движении как в ту, так и в другую сторону, даже в том случае, когда при поперстном движении состава стрелка стоит неправильно и состав взрывает ее. Остряки



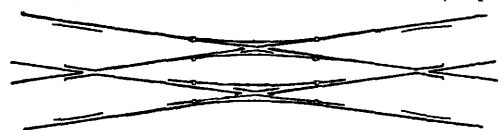
Фиг. 4.

у стрелок делаются кривые и прямые. Стрелки с кривыми остряками дают более плавный и постепенный переход с прямого пути на боковой, почему укладка таких стрелок применяется на главных и разъездн. путях, проходимых поездами с значительной скоростью. Кривые остряки применяются также в перекрестных переводах, для того чтобы насколько возможно увеличить радиус переходной кривой. Стрелки с прямыми остряками симметричны, и каждая из них м. б.



Фиг. 5.

уложена как для перевода вправо, так и для перевода влево. Кроме того, стрелка с прямыми остряками значительно дешевле стрелки с кривыми остряками, т. к. изготовление ее значительно проще и остряки для нее м. б. изготавливаемы из обыкновенных рельсов, тогда как для стрелок с кривыми остряками необходимо применение железа специальных профилей. Наивыгоднейшей конструкцией остряков для безударного прохода по ним подвижного состава является та, при



Фиг. 6.

к-рой кант остряка соприкасается с рамным рельсом по касательной; однако, эта конструкция практически невыполнима, т. к.

в корне. Величины ω и γ для кривых острьяков определяются по формулам:

$$\omega = \frac{q}{l} - \frac{l}{2g}, \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{q}{l} + \frac{l}{2g}. \quad (4)$$

Зависимость между элементами прямого острьяка определяется выражением:

$$\sin \gamma = \frac{q}{l}. \quad (5)$$

Для расчетов весьма удобно принимать для угла γ условие: $2 \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{1}{n}$, где n —целое число, большее 1. В таком случае тригонометрич. величины целых и половинных углов для угла γ определяются через $\frac{1}{n}$; для угла крестовины они определяются ее маркой (см. ниже). Длина остружки k прямого острьяка определяется из выражения:

$$k = \frac{c}{\sin \gamma} = \frac{cl}{q}, \quad (6)$$

где c —ширина головки рельса. Длина хода острьяков:

$$t = i + c + y, \quad (7)$$

где y —уширение в начале острьяков. Обычно величина t не превосходит 140—150 мм. Чтобы не делать острьяка чрезмерно тонким в начале острья и не утончать без надобности его шейки, острьяк в конце остружки головки перегибают внутрь колеи таким образом, чтобы после остружки головки его с внутренней стороны он подходил под головку рамного рельса на 20—25 мм при острьяках из фасонных рельсов и на 8—10 мм при острьяках из обыкновенн. рельсов. На фиг. 11 показаны профили грибообразных рельсов и рельсов Вильямса, применяемых на дорогах СССР при нормальных типах стрелок, а на фиг. 12 показаны профили остружки острьяков толщиной до 50 мм из специальных профилей (А—для рельсов типа I-a и II-a, В—для типа III-a, С—для типа IV-a) и из обыкновенного рельса (D—для рельсов типа III-a).

Основные данные, характеризующие полные профили стрелочных острьяков к стрелкам нормальных типов, согласно действующим у нас правилам, приведены в табл.

Характеристики полных профилей стрелочных острьяков.

Д а н н ы е	Грибообразн. симметричный профиль		Профиль Вильямса несимметричный	
	I-a	II-a	III-a	IV-a
Теоретический вес 1 п. м, кг	57,222	53,285	50,934	45,224
Площадь поперечного сечения, см ²	72,91	67,885	64,90	57,64
Расстояние ц. т. до подошвы, см	5,004	4,792	6,409	5,95
Момент инерции относительно оси, проходящей через п. т., см ⁴	837,6	714,49	1022,72	777,14
Момент сопротивления, см ³	144,5	129,7	159,58	127,4
Высота, мм	108	103	128	120,5
Ширина подошвы полная, мм	120	120	85	76,75
Ширина широкой части подошвы, мм	—	—	55	50
Толщина шейки, мм	42	42	40	40

К р е с т о в и н ы. Если марка крестовины задана величиною $\frac{1}{M} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$, то

$$\sin \alpha = \frac{4M}{4M^2 + 1}; \quad (8)$$

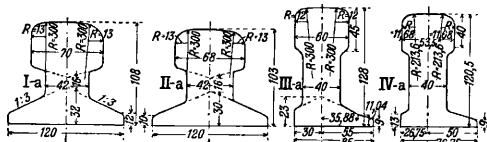
$$\cos \alpha = \frac{4M^2 - 1}{4M^2 + 1}; \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4M}{4M^2 - 1}; \quad (10)$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4M^2}}; \quad (11)$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{2M}{\sqrt{1 + 4M^2}}. \quad (12)$$

Пользуясь этими величинами, можно все элементы крестовин и разбивки переводов определять без тригонометрич. величин.

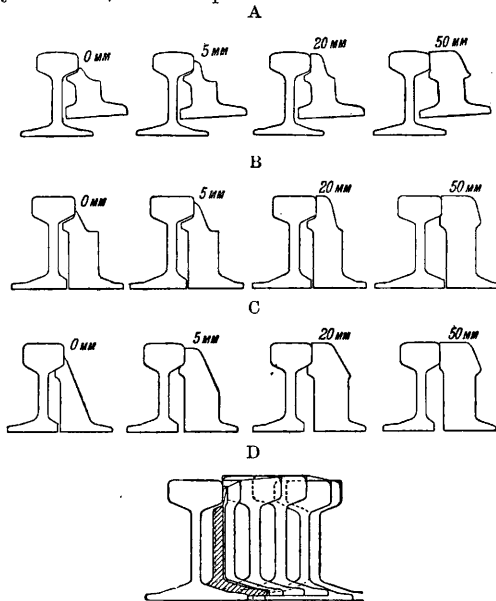


Фиг. 11.

Острая крестовина. Для прохода ската с узкой насадкой через крестовину необходимо, чтобы

$$v_1 + v_2 \geq 1524 - (1437 - 2) = 89 \text{ мм}, \quad (13)$$

(где v_1 —ширина жолоба между рельсом и контррельсом, v_2 —между сердечником и усовиком, и 2 мм принимается на изгиб оси),



Фиг. 12.

а чтобы не было удара в острие крестовины полным гребнем порожнего вагона, необходимо, чтобы

$$v_1 + 1443 + 33,5 \leq 1524, \text{ т. е. } v_1 \leq 47,5 \text{ мм} \quad (14)$$

(1437 мм—минимальное, при узкой насадке, расстояние между колесами каждой пары в свету, а 1443 мм—максимальное). В нормальных типах крестовин величина v_2 делается равной 45 мм, а v_1 равной 44 мм,

т. е. на износ рамного рельса оставляет-ся 47,5 — 44 = 3,5 мм. Величина перерыва (см. фиг. 10):

$$BO + OW = \frac{v_2}{\sin \alpha} + \frac{\delta}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \text{ мм}, \quad (15)$$

где δ — ширина острья крестовины, равная 15—20 мм, в том сечении крестовины, где острие ее уже может поддерживать бандаж колеса. Расстояние от горла крестовины до математич. центра крестовины

$$AO = \frac{v_2}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}. \quad (16)$$

Если c — ширина головки рельса, p — ширина подошвы рельса, k — просвет между подошвами рельсов, то ширина крестовины между гранями катания в тех сечениях, где м. б. примкнуты к ней путевые рельсы, без остружки их подошвы, будет в хвосте:

$$DE = (c + p + k) \cos \frac{\alpha}{2}, \quad (17)$$

в передней части:

$$FG = (p - c + k) \cos \frac{\alpha}{2}. \quad (18)$$

Длина крестовины по грани катания от математич. центра до хвоста:

$$OD = \frac{p + c + k}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (19)$$

до передней части:

$$OF = \frac{p - c + k}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (20)$$

Для литых крестовин и для литых сердечников величина k в ф-лах (17), (19) и (20) принимается равной 2—3 мм. Ф-ла (18) к литым крестовинам не применяется, т. к. длина передней части получается настолько малой, что на ней нельзя поставить накладок. Длина передней части литой крестовины определяется как сумма теоретич. величин перерыва и половины длины накладок:

$$OF' = \frac{v_2}{\sin \alpha} + \frac{N_k}{2}, \quad (21)$$

где N_k — длина короткой накладки, специально изготовляемой для соединения крестовины с путевыми рельсами. Для русских нормальных типов рельсов длина N_k , определяемая расстояниями между дырами в стыке, имеет следующую величину:

$$N_k = 120 + 110 \times 2 + 64 \times 2 = 468 \text{ мм}. \quad (22)$$

Для крестовин, собранных из рельсов, и для усовиков крестовин с литыми сердечниками величина k в ф-лах (17) — (20) принимается равной 50 мм, а величины OD и OF' , определенные по ф-лам (19) и (20), увеличиваются на величину $\frac{N}{2}$, где N — длина нормальной накладки. Глубина жолоба в крестовине д. б. не менее 45 мм. На фиг. 10 показан след SS' края бандажа, катящегося по крестовине. Точка S — место полного схода колеса с усовика — определяется из условия

$$BS = \frac{ST}{\sin \alpha}, \quad (23)$$

где ST равно 130 мм минус толщина гребня бандажа. До точки S усовик от горла крестовины идет параллельно грани катания острья крестовины, отстоя от него на рас-

стоянии v_2 , равном 45 мм, как было определено выше. От точки S на длине SV , равной 600—900 мм, усовик отгибается и отходит в сечении XV от острья крестовины на расстояние 65 мм. Самый конец усовика VY на длине 150—200 мм отгибается на величину YZ , равную 90—100 мм. При переходе бандажей через перерыв в крестовине всегда получается удар, избежать которого никакою конструкцией в крестовине с неподвижными частями не представляется возможным. На фиг. 13 показано очертание типовых крестовин (в продольном профиле по биссектрисе) для стрелок из рельсов нормальных типов, принятых в СССР:

А — цельнолитая односторонняя для рельсов I-a и II-a, марка 1/11;

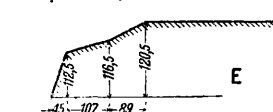
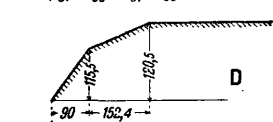
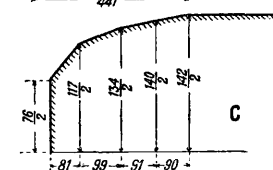
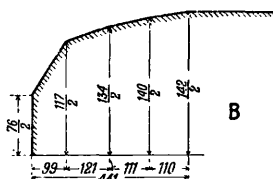
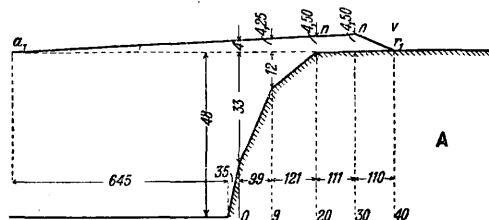
В — сборная с литым двусторонним сердечником, марка 1/11, тип III-a;

С — сборная с литым двусторонним сердечником, марка 1/6, тип III-a;

Д — сборная из рельсов, марка 1/11, тип IV-a;

Е — сборная из рельсов, марка 1/6, тип IV-a.

Чтобы избежать удара гребнем бандажа в вершину угла NCP (фиг. 10) в горле крестовины, образуемом перегибом острьяков,



Фиг. 13.

горло уширяют до 62 мм, срезая вершину угла или скругляя его радиусом r или производя остружку по хордам, которые параллельны биссектрисе крестовины. Радиус скругления r должен иметь наименьшую величину, чтобы не создавать помехи для установки накладок в цельнолитых крестовинах. Контррельсы делаются длиной от 3 до 5 м. Жолоб между путевым рельсом и контррельсом, шириною в 44 мм, делается посредине контррельса на длине, определяемой ф-лой (15). От узкой части делаются на длине не менее 1 000 мм в каждую сторону перегибы для уширения в конце этой длины жолоба до 68—70 мм. Самые концы контррельсов на длине 150—200 мм отгибаются до расстояния 90—100 мм от путевого рельса.

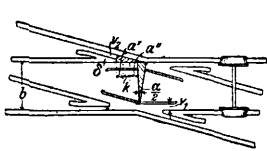
Тупая крестовина. Характерная особенность тупых крестовин, в отличие от острых, — невозможность обеспечения

перерыва сплошными контррельсами на протяжении всего перерыва. Ширина перекрестных желобов в тупых крестовинах по всей своей длине д. б. одинакова, т. е. $v_1 = v_2$ (фиг. 14). Для безопасного прохода скатов с наименьшей насадкой необходимо, чтобы $v_1 = v_2 \geq \frac{1\ 524 - (1\ 437 - 2)}{2} = 44,5\ \text{мм}$ ($\cong 45\ \text{мм}$).

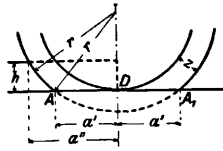
Благодаря наличию на бандаже гребня высотой $z = 27 \div 29\ \text{мм}$ длина неогражденного перерыва уменьшается на величину (фиг. 15)

$$2a' = 2\sqrt{2rz - z^2}, \quad (24)$$

где r — радиус колеса, равный 525 мм. Если, кроме того, сделать контррельс тупой крестовины повышенным на величину h сверх



Фиг. 14.



Фиг. 15.

головки рельса, то длина неогражденного перерыва еще уменьшится на величину:

$$a'' - a' = \sqrt{2r(h+z) - (h+z)^2} - \sqrt{2rz - z^2}. \quad (25)$$

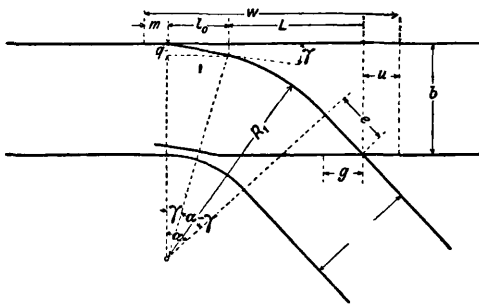
Т. о., действительная величина перерыва k (фиг. 14) при повышенном контррельсе будет

$$k = \frac{v_2 + \delta}{\sin \alpha} - (b - v_1) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \sqrt{2rz - z^2} - \sqrt{2r(h+z) - (h+z)^2}. \quad (26)$$

При подстановке соответственных числовых величин последняя формула принимает вид:

$$k = \frac{60}{\sin \alpha} - 1\ 479 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - 166 - \sqrt{1\ 050(h+27) - (h+27)^2}. \quad (27)$$

При отсутствии повышения контррельса четвертый член в этом выражении делается равным третьему члену, т. е. 166. Наибольшая величина h принимается равной 50 мм.



Фиг. 16.

Ф-да (23) устанавливает предельную длину части усовика, на которой он может еще поддерживать новый бандаж, идущий своим гребнем вплотную к сердечнику. Если предположить, что по крестовине проходит скат с наибольшим износом гребня по толщине и притом с плотным прилеганием сношенного гребня к противоположному рельсу, то величина части бандажа, поддерживающей колесо на усовике при прохождении по перерыву, будет равна $130 + 1\ 440 + 22 - 1\ 524 = 68\ \text{мм}$. Для того же, чтобы коле-

со не провалилось в перерыв, необходимо, как это видно из фиг. 10, чтобы

$$\frac{v_2 + \delta}{\cos \alpha} > 68\ \text{мм}, \quad (28)$$

откуда

$$\cos \alpha < \frac{v_2 + \delta}{68}; \quad (29)$$

при $v_2 = 45$ и $\delta = 15\ \text{мм}$, $\cos \alpha < \frac{60}{68} = 0,882353$; $\alpha = 28^\circ 5'$; $\operatorname{tg} \alpha = 0,5336$, что соответствует марке крестовины в $1/1,9$ ($\sim 1/2$). Этот расчет показывает, что в крестовинах с маркой $1/2$ и круче необходимо делать в жолобе подушку для поддержания гребня бандажа. Верхняя поверхность подушки д. б. ниже поверхности катания рельсов на величину возвышения круга катания над низом гребня бандажа, т. е. на 29 мм. Края подушки на длине 150—200 мм плавно опускаются до нормальн. глубины жолоба крестовины, равной 45 мм.

Очертание обыкновенного стрелочного перевода в плане (фиг. 1 и 2) аналитически определяется двумя ур-иями, получаемыми путем проектирования наружной нитки перевода на продольную ось пути и на направление, к ней перпендикулярное. Эти ур-ия, как явствует из фиг. 16, следующие:

$$w = m + l_0 + R_1(\sin \alpha - \sin \gamma) + e \cos \alpha + u, \quad (30)$$

$$b = q + R_1(\cos \gamma - \cos \alpha) + e \sin \alpha, \quad (31)$$

где w — полная длина перевода, m — забег рамного рельса за начало остряка, l_0 — проекция остряка на продольную ось пути, e — прямая вставка перед крестовиной, u — расстояние от математич. центра крестовины до стыка хвоста крестовины с нормальным путевым рельсом, b — ширина пути, α — крестовины, определяемый из условия $\frac{1}{M} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$, q и γ имеют значения, указанные ранее, и определяются типом и конструкцией стрелки, R_1 — радиус переходной кривой по наружной нитке. Для радиуса переходной кривой на переводах магистралей проф. Винклер считает возможным допустить след. размеры. 1) Для стрелок, по к-рым проходят, не останавливаясь, организованные поезда: нормальный радиус 300 м, наименьший 180 м. На дорогах Америки, Англии и др. стран в тех случаях, когда поезда должны проходить по стрелке на ответвление с предельной допускаемой скоростью (70—100 км/ч), радиусы переходных кривых берутся от 500 до 1 000 м. 2) Для стрелок, по к-рым проходят одни паровозы без вагонов: нормальный радиус 240 м, наименьший 150 м. 3) Для стрелок, по к-рым продвигают вручную только одни вагоны: нормальный радиус 180 м, наименьший 120 м. На концах станционных путей, где скорость еще очень велика, не следует допускать радиусов меньше 300 м; для стрелок же, укладываемых на середине станционной площадки, даже при условии прохода по ним полных поездов, возможно (хотя и нежелательно) уменьшение радиуса до 180 м. На ветвях можно допустить размеры радиуса значительно меньшие, а именно, до 0,8 от размеров, допускаемых при тех же условиях для магистралей. Если величину

$w - (m + l_0 + u)$ положить равной L , то уравнение (30) примет вид:

$$L = R_1 (\sin \alpha - \sin \gamma) + e \cos \alpha. \quad (32)$$

Координаты для разбивки переходной кривой от внутренней грани рельса прямого пути определяются следующими двумя ф-лами:

$$X = q + x = q + \sqrt{R_1^2 \sin^2 \gamma + 2R_1 y \cos \gamma - y^2} - R_1 \sin \gamma, \quad (33)$$

$$Y = R_1 \cos \gamma - \sqrt{R_2 \cos^2 \gamma - 2R_1 x \sin \gamma - x^2}. \quad (34)$$

Очертание в плане симметричного стрелочного перевода определяется приведенными выше ф-лами; для этого необходимо только в ф-лах (30)—(34) уменьшить b, q, γ и α вдвое. Очертание в плане симметричного тройника определяется ф-лами для обыкновенного стрелочного перевода, для чего необходимо в тех же ф-лах уменьшить вдвое a и b и определить элементы разбивки за среднюю крестовину. Проекция на ось прямого пути и линию, ей перпендикулярную, хвоста средней крестовины, кривой между двумя крестовинами и прямой вставки перед крестовиной, лежащей на прямом пути, выражаются следующими уравнениями:

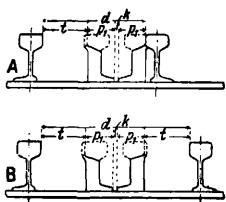
$$L_2 = u \cos \frac{\alpha}{2} + R_2 (\sin \beta - \sin \frac{\alpha}{2}) + e_2 \cos \beta, \quad (35)$$

$$\frac{b}{2} = u \sin \frac{\alpha}{2} + R_2 (\cos \frac{\alpha}{2} - \cos \beta) + e_2 \sin \beta, \quad (36)$$

где β — угол крестовины на прямом пути. Пользуясь этими уравнениями, можно определить элементы разбивки по каждой ветви отдельно. Последнее является обязательным, т. к. математич. острия крестовин, лежащих на прямом пути, д. б. уложены с забегом одно перед другим на величину не менее длины разрыва от горла до математич. острия.

Если для сокращения длины перевода перед крестовиной не предполагается делать прямой вставки, то во всех предшествующих ф-лах величина e принимается равной нулю, при чем передняя часть цельнолитых крестовин, рассчитанных как прямая, принимается в расчетах как очерченная радиусом переходной кривой. Такое предположение возможно вследствие незначительной длины передней части и значительного уширения желоба перед математич. центром. Если крестовина сборная, то длинные прямые рельсы передней части крестовины при пришивке к брускам изгибаются, как продолжение переходной кривой. Если крестовины изготовляются по специальным заказам с кривыми сердечником и желобами, то тогда и величину e в расчетах также принимают равной нулю.

Очертание в плане обыкновенного перекрестного перевода.



Фиг. 17.

В перекрестном стрелочном переводе все 4 острия либо передвигаются в одну сторону (несимметричное передвижение острия), либо передвижение их таково, что, когда внешние острия сходятся, внутренние расходятся, и наоборот (симметричное передвижение острия). При симметричном передвижении острия наименьшая величина расстояния между рамными рельсами в начале острия

$$d_{min} = 2t + 2p_1 + k, \quad (37)$$

где t — ход острия, p_1 — толщина острия, считая от головки рамного рельса до наружного края подошвы острия, k — просвет между подошвами острия (2—3 мм). При не-

симметричном движении острия величина d на один ход меньше, т. е. меньше на величину t , как это видно из сравнения фиг. 17, А и В. С целью уменьшения величины d иногда срезают подошвы острия на довольно значительную величину, так что величина p_1 уменьшается до 40—45 мм. Стороны ромба перекрестного соединения (фиг. 18) определяются из условия:

$$O_1 O_2 = \frac{b}{\sin \alpha}; \quad (38)$$

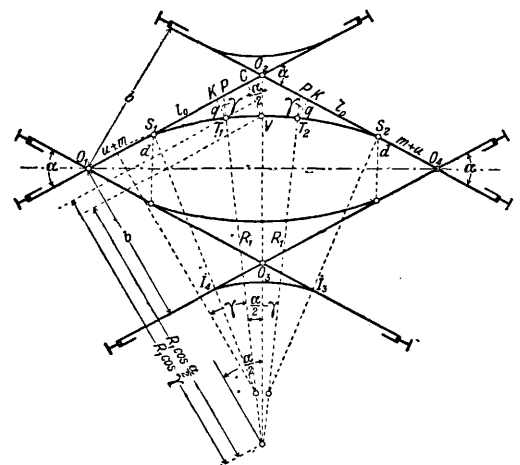
короткая диагональ ромба равна

$$O_2 O_3 = \frac{b}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad (39)$$

длинная диагональ ромба равна

$$O_1 O_4 = \frac{b}{\sin \frac{\alpha}{2}}. \quad (40)$$

Для определения конструктивн. элементов и элементов разбивки простого перекрестного



Фиг. 18.

перевода ломаная линия $O_1 S_1 T_1 V T_2 S_2 O_4$ проектируется на ось, перпендикулярную продольной оси пути:

$$b = q + R_1 [\cos \gamma - \cos (\alpha - \gamma)] - q \sin (90^\circ - \alpha) + (l_0 + m + u) \sin \alpha. \quad (41)$$

Присоединяя к этому уравнению условие

$$m + u = \frac{d}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (42)$$

после соответств. преобразований находим радиус наружной нитки переходной кривой:

$$R_1 = \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\sin (\frac{\alpha}{2} - \gamma)} \left[\frac{b}{\sin \alpha} - q \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{d}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - l_0 \right]. \quad (43)$$

Расстояние кривой $T_1 V T_2$ от угла ромба O_2 определяется из условия:

$$O_2 V = \frac{CO_2}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{CV \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{CV}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{q + R_1 (\cos \gamma - \cos \frac{\alpha}{2})}{\cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (44)$$

Перекрестный перевод с вынесенными за острия острия

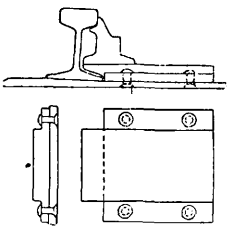
крестовин острьяками. Для того же, чтобы увеличить радиус переходной кривой на перекрестном соединении стрелочных переводов, в последнее время прибегают к такому устройству, при к-ром стрелочные острьяки переводов выносятся за пределы ромба, а внешние нитки кривых переходных путей соприкасаются в точке O пересечения диагоналей ромба или наружными краями головок рельсов или же серединами своих головок (фиг. 19). В таких стрелках, при $\frac{1}{M} = \frac{1}{9}$, радиус кривых получается значительно больше, чем в простом перекрестном переводе с острьяками внутри ромба, при чем является возможность применять крестовины $\frac{1}{M} = \frac{1}{7}$ и $\frac{1}{M} = \frac{1}{8}$, благодаря чему в тупых крестовинах уменьшается вредное пространство; кроме того, применением марки $\frac{1}{7}$ вместо $\frac{1}{9}$ длина перевода сокращается по каждому



Фиг. 19.

пути примерно на 10 м, что является большим преимуществом. Единственным недостатком такого перевода является некоторое усложнение его конструкции по сравнению с простым перекрестным соединением, а именно, необходимостью устройства еще двух добавочных крестовин с каждой стороны длинной диагонали ромба.

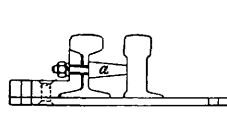
Конструкция деталей. Стрелка. Рамный рельс соединяется с ближайшим путевым рельсом нормальным стыком, для осуществления чего величина t забега рамного рельса перед острьяком обычно делается более $1\frac{1}{2}$ шпальных пролетов. Тяжелые стрелки нормальных типов *I-a* и *II-a* в СССР монтируются на сплошных основных листах, идущих под острьяком и рамным рельсом на всю длину острьяка. К основным листам рамные рельсы прикрепляются лапками-удержками и подушками, по к-рым скользят низкие грибообразные острьяки (фиг. 20). Стрелки из рельсов типа *III-a* и *IV-a* устраиваются на одиночных башмаках, к к-рым рамный рельс прикрепляется упорным болтом. Башмак служит в то же время и подушкой для высокого острьяка из рельса Вильямса (фиг. 21). Упорные болты a служат для прикрепления рамного рельса к башмакам и для передачи



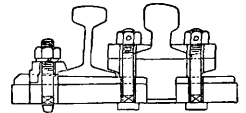
Фиг. 20.

горизонтального давления на острьяк рамному рельсу, который прочно прикрепляется к переводным брускам. В корне острьяки соединяются с путевыми рельсами или при помощи простых плоских накладок (способ, принятый для всех видов стрелок в Америке и Англии, а в СССР—для стрелок нормальных типов *III-a* и *IV-a*) или же при помощи специальных устройств с особой пря-

той вращения (эта конструкция имеет наибольшее распространение в Германии, откуда и перешла к нам). На фиг. 22 показано укрепление острьяка в корне, принятое на дорогах СССР для тяжелых стрелок типа *I-a* и *II-a*. Стык низкого грибообразного острьяка с путевым рельсом осуществляется на специальной плите (корневой мостик), лежащей на конце основного листа. Путевой рельс



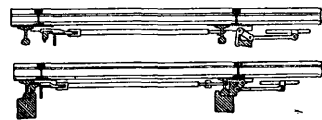
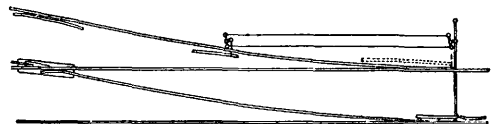
Фиг. 21.



Фиг. 22.

прикрепляется к этой плите при помощи лапок-удержек, как и рамный рельс; острьяк же прикрепляется заклепками к особому башмаку, нижняя часть к-рого, обделанная в форме цилиндра, входит в цилиндрич. отверстие в плите. Чтобы цилиндрич. часть башмака не выскочила вверх из плиты, башмак прикрепляют к плите двумя сквозными болтами. Оба рамных рельса должны соединяться в одну прочную раму при помощи 4 длинных сквозных полос, из к-рых 2 располагаются в корне и у острья острьяков, а 2 другие делят расстояние между корнем и острием на 3 равные части. Для того чтобы оба острьяка передвигались вместе как одна система, их связывают соединительной тягой, помещенной у острья между переводными брусками, на которых расположен переводный стык. К соединительной тяге в середине ее длины присоединяют переводную тягу. Стрелочные тяги устраиваются на шарнирах в виду того, что углы, составляемые тягами с острьяками, меняются при передвижении последних.

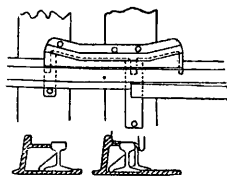
Особые виды стрелок. Когда желают сохранить непрерывный путевой



Фиг. 23.

рельс по главному пути и в то же время иметь ответвление от главного пути (что именно и встречается на главном пути в пределах между станциями), тогда прибегают к устройству специальных стрелок, при к-рых примыкание бокового пути осуществляется при помощи одного внутреннего и одного наружного острьяка. На фиг. 23 показана стрелка системы Блауеля: здесь острьяк наружной нитки переходной кривой имеет обыкновенное устройство, а острьяк внутренней нитки кривой сделан снаружи, но так, что он специальными рычагами кладется набок. Оба острьяка в начале рельса находятся на одном уровне с головками путевых рельсов; там же, где кончается острьяк головки острьяка, оба острьяка, постепенно поднима-

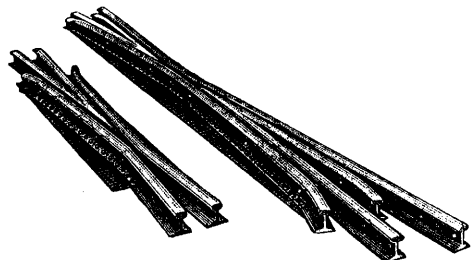
ясь, имеют высоту 50 мм над головками путевых рельсов, благодаря чему реборды колеса, идущего по внутренней нитке кривой, переходят беспрепятственно через рельс главного пути. Крестовина при таких стрелках также устраивается без перерыва главного пути. Переход на боковой путь возможен здесь только с весьма малой скоростью; по главному же пути поезд может следовать без ограничения скорости. На американ. ж. д. такого рода стрелки устраиваются не с перекладывающимся острием по внутренней нитке кривой, а с передвижным, вращающимся в корне острием, при чем у наружного острия и перед ним установлен длинный контрольель, обеспечивающий накатывание бандажа на поднимающийся вверх придвинутый снаружи к рамному рельсу остриак.



Фиг. 24.

Меры против сходов на стрелке. Вследствие заедания на ползунах вагонных и паровозных тележек происходит неправильное движение их с постоянным прижатием к одной стороне, в результате чего на переднем колесе, идущем с прижатием к рельсу, вырабатывается острый гребень. Острый гребень представляет большую опасность при проходе по стрелкам против шерсти на боковой путь, отвечающий от прямого в сторону, противоположную той, на

которой имеется острый гребень; бандаж с острым гребнем вкатывается по лезвию острия вверх и направляется по прямому пути, тогда как все впереди и сзади идущие колеса идут на боковой путь; последствием такого явления может быть крупное крушение. Чтобы по возможности парализовать вредное влияние острого гребня, на америк. ж. д. применяются два устройства. Первое из них, изготовляемое The American Frog and Switch Co (фиг. 24), прикрепляют к рамному рельсу снаружи колес против острия



Фиг. 25.

к-рой имеется острый гребень; бандаж с острым гребнем вкатывается по лезвию острия вверх и направляется по прямому пути, тогда как все впереди и сзади идущие колеса идут на боковой путь; последствием такого явления может быть крупное крушение. Чтобы по возможности парализовать вредное влияние острого гребня, на америк. ж. д. применяются два устройства. Первое из них, изготовляемое The American Frog and Switch Co (фиг. 24), прикрепляют к рамному рельсу снаружи колес против острия



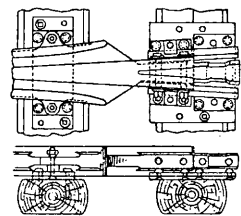
Фиг. 26.

стрелочного пера, ведущего на боковой путь; действуя как повышенный контрольель на наружный край бандажа, это приспособление сталкивает его внутрь колес, удаляя гребень колеса от опасного места. Второе устройство, системы J. R. Fleming & Son Co,

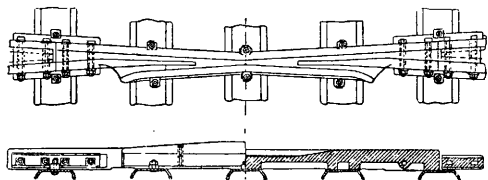
представляет собою накладку, к-рая ставится на рамный рельс с внутренней стороны колес перед самым пером и действует непосредственно на гребень бандажа, отводя его от острия пера.

Крестовины. По материалу и по конструкции крестовины можно подразделить следующим образом.

а) Сборные крестовины из рельсов. На фиг. 25 показаны устройства острой и тупой крестовин, собранных из рельсов; коленчатые рельсы и рельсы, образующие острие, прикрепляются подошвами к основному листу; между шейками рельсов закладываются чугунные вкладыши-распорки; через шейки



Фиг. 27.



Фиг. 28.

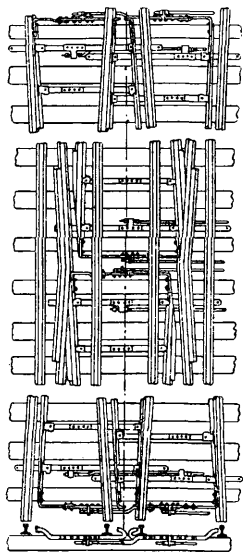
и вкладыши проходят болты, туго стягивающие крестовины в одно целое. б) Сборные крестовины из рельсов с цельнолитыми стальными сердечниками, односторонними и двусторонними. Двусторонние сердечники изготовляются с той целью, чтобы после износа одной стороны их можно было перевернуть на другую. На фиг. 26 представлена крестовина америк. конструкции, интересная в том отношении, что входящие в нее рельсы изнашиваются наравне с путевыми рельсами, т. к. переход бандажа с изогнутого рельса на острия и обратно происходит только в пределах отливки, рельсы же, входящие в крестовину, никаких ударов не испытывают. в) Крестовины цельнолитые, односторонние и двусторонние, в плане почти совершенно одинаковы и отличаются только в поперечном сечении. На фиг. 27 показана часть двусторонней цельнолитой острой



Фиг. 29.

крестовины; на фиг. 28—тупая односторонняя цельнолитая крестовина марки $\frac{1}{10}$ с повышенным на 40 мм контрольельсом. г) Крестовины без перерыва рельса главного пути составляют часть стрелочного перевода Блауеля. д) Крестовины с подвижным коленчатым рельсом (фиг. 29). Шарнир 1, ок. которого вращается коленчатый рельс, помещается в передней части крестовины между двумя изогнутыми рельсами. В горле крестовина стянута двумя сильными двойными пружинами 2, помещенными в чехлах. Крестовина укладывается таким образом, что открытый жолоб ложится по направлению пути, по которому происходит наиболее интенсивное

движение. Колеса, идущие по этому пути, проходят без ударов, т. к. на всем протяжении поддерживаются прижатым колесчатым рельсом. При проходе поездов на боковой



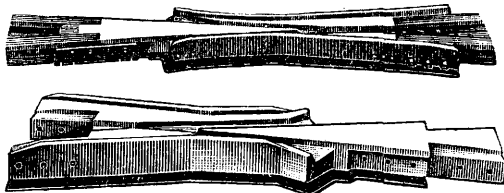
Фиг. 30.

пути или же при выходе с бокового пути гребни колес подвижного состава отодвигают примкнутый изогнутый рельс и проходят по этой крестовине так же, как по обыкновенной глухой крестовине. Чтобы изогнутый рельс не выкаптовался, он укреплен специальн. направляющими 3. е) Острые крестовины с неподвижными изогнутыми рельсами и подвижным острием, которое вращается около оси, укрепленной в хвосте, имеют большое практическое значение при необходимости сделать ответвление под очень малым углом без ограничения скорости прохождения по обоим путям. Язык такой крестовины должен быть введен в общую связь с острьяками стрелки. ж) Тупые крестовины с передвижными рельсами (фиг. 30) очень широко применяются в Америке, где глухие пересечения, а равно перекрестные стрелки с маркой $\frac{1}{8}$ и менее делаются с



Фиг. 31.

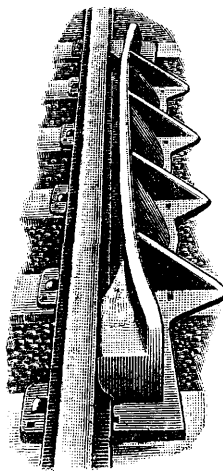
передвижными острьяками, при чем острьяки тупых крестовин введены в общее управление со стрелками. з) Острые крестовины с повышенными контррельсами, присоединенными к самой крестовине, при полном упразднении отдельных контррельсов у неразорванных рельсовых шпиком прямого и бокового путей. Крестовины этого рода в



Фиг. 32.

изготовлении стоят несколько дороже обыкновенных, но не дороже, нежели обыкновенная крестовина плюс два контррельса. Главное их преимущество заключается в том, что износ шек в их повышенных контррельсах, идущих вдоль траектории наружного канта бандажа, м. б. допущен значительно больший, нежели износ обычных

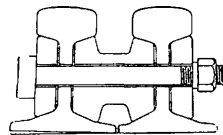
контррельсов (12 мм против 3,5 мм). На фиг. 31 представлено устройство такой крестовины, целиком собранной из рельсов; на фиг. 32 показаны цельнолитые острые крестовины с повышенными гребнями вдоль траектории наружного канта бандажа. Крестовины этого типа применяются пока преимущественно в Америке. и) Крестовины смешанные (острые и тупые), составленные из нескольких, специально проектируются и изготавливаются для особо сложных соединений путей с многократным пересечением таковых.



Фиг. 33.

Контррельсы. Для того чтобы из обыкновен. путевого рельса изготовить контррельс, его изгибают по требуемому шаблону, затем острюгивают подошву со стороны примыкания к путевому рельсу настолько, чтобы возможно было забить костыль между рельсом и контррельсом, где жолоб между ними имеет наименьшую ширину. На америк. ж. д. иногда, вместо четырехкратного перегибания контррельса для образования отводов, не изгибают самого контррельса, а острюгивают у него головку наискось с обоих концов со стороны жолоба; иногда же контррельсы делают цельнолитыми (фиг. 33).

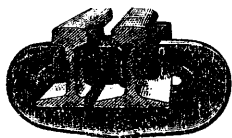
Одним из главных условий спокойного, без боковых ударов, прохождения подвижного состава по крестовине является соблюдение нормального расстояния между путевым рельсом и контррельсом, к-рое для нормальных типов переходов СССР равняется 44 мм, при чем уширение этого расстояния от износа контррельса допускается отнюдь не свыше, чем на 3 мм. Чтобы сделать это расстояние неизменным, между путевым рельсом и контррельсом вставляют распорки или в виде



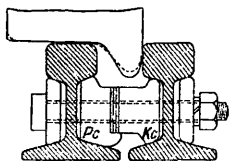
Фиг. 34.

трубок или в виде стальных или чугунных вкладышей (фиг. 34). Сквозь вкладыши и оба рельса проходят болты, плотно стягивающие путевой рельс и контррельс в одно целое. Износ контррельса до предельной ширины жолоба в 47 мм является весьма скоро. Чтобы не выбрасывать контррельса с таким износом, на некоторых американск. дорогах вкладыши делают составными из двух клиньев, снабженных по поверхности соприкосновения зубцами; вместо болтов путевой рельс и контррельс стягиваются мощными скобами, при чем плотное соединение всей системы в одно целое достигается заклачиванием стального клина между скобой и путевым рельсом (фиг. 35). Инж. Н. Н. Теновым сконструировано более дешевое устройство (фиг. 36), к-рое применяется теперь на Моск.-Киево-Воронежской и на нек-рых

других дорогах: литой вкладыш разрезан на две части, между к-рыми вставлены три прокладки из 3-мм железа, к-рые по мере износа рельса вынимаются. Для применения вкладышей Тенова в подкладках под контрольсом наружные дыры удлиняются на 9 мм



Фиг. 35.

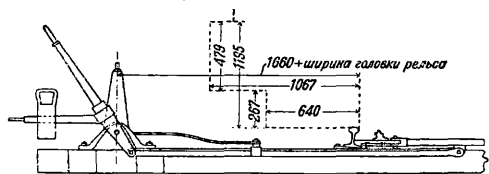


Фиг. 36.

и по мере вынута прокладок и передвижки контрольса за костыль забиваются планки-костылики.

Переводные механизмы. Стрелочные острия переводятся при помощи переводного механизма, к-рый для полного обеспечения безопасности движения должен удовлетворять следующим условиям: а) он должен легко переставляться усилием одного человека; б) остриек д. б. плотно прижат при всех условиях движения; в) при проходе подвижного состава по шерsti, в разрез неправильно стоящей стрелки остриек должен, без какой-либо порчи устройства, автоматически вновь прижиматься к рамному рельсу после ухода состава, взрезающего стрелку; г) если переводный механизм снабжен сигнальным указателем или фонарем, то показания сигнала и фонаря должны точно соответствовать положению стрелки и не допускать двусмысленного толкования.

По своей конструкции переводные механизмы делятся на рычажные и колоратные. В свою очередь каждая из этих конструкций м. б.: 1) без противовесов и пружинок, 2) с противовесами и 3) с пружинами. Противовесы и пружины бывают трех родов: а) простого действия, стремящиеся вернуть острия всегда в одно и то же постоянное положение; б) двойного действия, стремящиеся



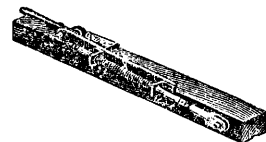
Фиг. 37.

отбросить острия в первоначальное положение, к-рое стрелка занимала до взреза ее подвижным составом, и в) двойного действия, стремящиеся перебросить острия в новое положение, соответствующее правильному положению стрелки в отношении взрезавшего ее подвижного состава.

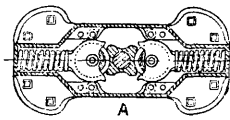
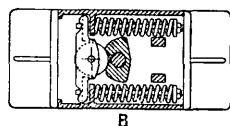
На дорогах СССР применяются почти исключительно переводные механизмы герм. образца, рычажной конструкции, с противовесами двойного действия, стремящимися отбросить острия в первоначальное положение, к-рое стрелка занимала до момента взреза ее подвижным составом. На фиг. 37 показан переводный механизм к тяжелым стрелкам нормальных типов I-а, II-а и III-а. Из вышеуказанных четырех условий этот пере-

водный механизм удовлетворяет полностью только двум: (а) и (б), остальным же условиям он совершенно не удовлетворяет, вследствие чего на дорогах постоянно происходят сходы, т. к. на ручных стрелках, взрезанных подвижным составом, острия остаются по середине, не доходя до рамных рельсов. Наиболее совершенными являются америк. переводные стрелочные механизмы. На фиг. 38 показан рычажный переводный механизм, снабженный пружиной; он всегда сохраняет стрелку с плотно прижатым острием в том положении, в котором она поставлена. На фиг. 39 показаны в плане два основания колоратных переводных механизмов Ramapo Patent Automatic Safety Switch; сильные пружины действуют на фасонные стальные части, надетые на низ фонарной стойки, к-рою поворачивается переводящая стрелку мотыль; механизм А по взрезе стрелки переводит ее в новое положение, а механизм В возвращает стрелку в то положение, в котором она находилась до взреза.

Стрелочные замки. Так как в европейских типах, и в частности в русских ручных переводных механизмах, остриек может отскакивать от рамного рельса при проходе по нему



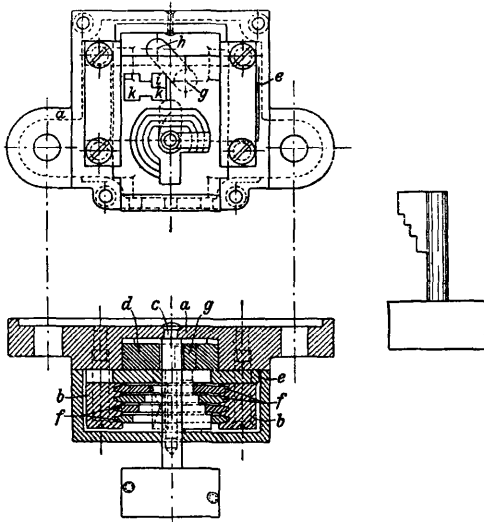
Фиг. 38.



Фиг. 39.

подвижного состава, что является часто причиной схода поезда при движении против шерsti на боковой путь, то с давнего времени на стрелках стали ставить устройства, обеспечивающие плотное прижатие острия к рамному рельсу независимо от баланса переводного механизма. Эти устройства бывают весьма разнообразны и осуществляют следующие способы: 1) В длинные деревянные брусья, на к-рых установлен переводный механизм, вколачиваются пробой с накладками, а под болт, закрепляющий балансир на поворотном рычаге станка, устанавливается петля, на которую м. б. надета накладка, в зависимости от положения стрелки; накладка запирается на петле обыкновенным висячим замком. 2) Накладка устанавливается по середине пути, образуя мостик между двумя брусьями, где проходит переводная соединительная штанга. Пробой от накладки вколачивается в один брус, а пробой, на к-рый накладывается накладка и вешается замок, вколачивается в друг. брус. При этом запор устраивается взрезным, т. к. замыкание стрелки в том или ином положении осуществляется посредством железной планки, прикрепляемой двумя 6-мм болтиками к штанге, соединяющей два острия в одно целое. Эта планка в зависимости от положения остриков упирается в тот или другой край накладки. При неправильном прохождении подвижного состава происходит взрезание стрелки, и тогда болтики, к-рыми прикреплена планка к соединит. штанге,

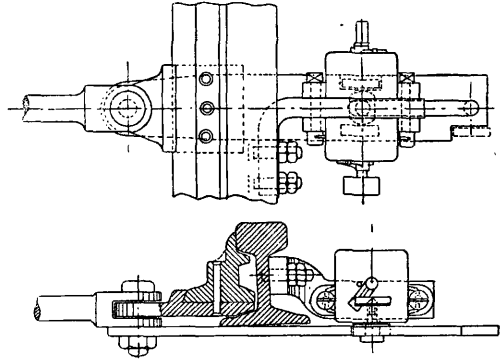
срезаются, а самое запорное устройство остается неповрежденным. 3) На переводном бруске у начала остряков посредине пути устанавливается короткая штанга-упорка, к-рая вращается в горизонтальной плоскости вокруг болта, укрепленного посредине бруса. Упорка имеет такую длину, что при надвигании ее на примкнувший к рамному рельсу остряк она плотно поджимает его к рамному рельсу. На середине длины упорки имеется кольцо, к-рое подходит к другому неподвижному кольцу-пробой, вбитому в брус. Таких колец-пробоев в брус забивается два, по обе стороны от болта, на котором вращается упорка, для запирания стрелки в обоих положениях. Неподвижное кольцо-пробой замыкается с кольцом поворотной штанги обыкновенным висячим замком. 4) Иногда одна длинная штанга с кольцом заменяется двумя еще более короткими вращающимися упорками, замыкающими каждая только один остряк. 5) Остряк свинчивается с рамным рельсом разъемным болтом, проходящим сквозь остряк и шейку рамного рельса; болт имеет трехгранную головку и м. б. вывинчен только при помощи специального трехгранного ключа-насадки. 6) При помощи специальных стрелочных замков, устанавливаемых или посредине пути между остряками, или сбоку пути на переводных брусках, или же на специальных скобах, привернутых к рамному рельсу. Цель всех



Фиг. 40.

этих приспособлений—прижатие остряков и невозможность их отскакивания. Кроме того, они создают замкнутый неподвижный маршрут, исключаячий возможность несчастного случая вследствие неправильной установки или перевода стрелки перед составом или под составом. Все указанные устройства обеспечивают безопасность движения лишь при условии вполне внимательного и добросовестного отношения старших стрелочников к своим обязанностям. Т. к. последнее условие не всегда осуществляется в действительности, то пришлось по отношению к этим замкам поставить еще допол-

нительное требование: ключ от стрелочного замка, находясь в руках у дежурного по движению агента, должен служить вещественным доказательством того, что стрелка, запирающаяся этим ключом, замкнута именно в том положении, какое требуется для

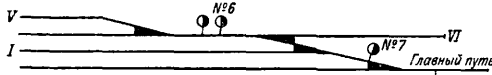


Фиг. 41.

заданного маршрута. Осуществляя это требование, техники-конструкторы пошли еще далее, в результате чего появились такие контрольные замки к стрелкам, к-рые дают возможность нецентрализованные стрелки или сигналы вводить во взаимную друг с другом или же с централизованными элементами механич. или электрич. связь. Такая конструкция замков оказалась крайне ценной, т. к. дала возможность связать с соседними станциями и замки от стрелок, уложенных на перегонах между станциями, а также спаривать стрелки в маршрутах. Контрольные стрелочные замки имеют самые разнообразные конструкции и способы установки. На дорогах СССР применяются контрольные стрелочные замки систем: Мелентьева, Федотова, бывш. Владикавказской ж. д., Дмитренко, Недзельского, Петухова, Дзиковского, Семенова, Антонова, Адамского, Шустова, Путиловского з-да, Бюссинга, Заустынского, Фаворского и др. Наиболее распространенными являются первые три типа, при чем замок Мелентьева является наиболее совершенным и в то же время весьма простым. Небольшой по величине, он имеет достаточно прочную конструкцию, чтобы противостоять взлому; его нельзя открыть отмычкой или подобранным ключом; он легко работает летом и зимой, удобно приделывается к стрелке и надежно запирает ее. На фиг. 40 показано внутреннее устройство замка. На основании *a* укреплены щеки *b* и шпенек для ключа *c*. В углублениях основания движется вертикальный ригель *d*, в вырезах же щек *b* движутся горизонтальный ригель *e* и четыре снычи *f*. Ригель *e* и снычи *f* передвигаются непосредственно ключом, ригель же *d* передвигается ригелем *e* посредством вклепанного в последний штифта *g*, ходящего в косом прорезе *h*, так что при каждом отпирании или замыкании замка оба ригеля движутся одновременно. На ригеле *e* укреплен еще четырехгранный штифт *i*, проходящий через Н-образный вырез *k* всех трех снычей и служащий для взаимного замыкания снычей и ригеля *e* в его крайних положениях. На

фиг. 41 показан способ прикрепления замков Мелентьева к рамному рельсу и связь их с остряком.

С помощью стрелочных замков может осуществляться полное замыкание маршрутов. На фиг. 42 показан один конец однопутной станции. Замки на этом конце расположены так, что на стрелке № 7 поставлен один, а на стрелке № 6—два стрелочных замка. Замок стрелки № 7 и один из замков стрелки № 6 имеют одинаковую форму личинки и один общий ключ; другой замок стрелки № 6 имеет форму личинки и ключ, отличающийся от формы и ключа первых двух замков. Тяга стрелки № 7 имеет один прорез, и стрелка запирается только в одном положении на главный путь *I*. Тяга стрелки № 6 имеет два прореза, и стрелка запирается в двух положениях на косую и на прямую в тупик *VI*. Нормальный стрелка № 7 направлена по главн. пути *I* и заперта на замок; ключ от этого замка вставлен в нейтральный замок стрелки № 6 в ее переведенном положении и постановочную этой стрелки в нормальное положение на тупик *VI* заперт в замке. Стрелка № 6, поставленная нормально на тупик *VI*, заперта вторым контрольным замком, а контрольный ключ от этого замка находится у дежурного по движению. Наличие контрольного ключа у дежурного по движению дает ему уверенность, что стрелки №№ 6 и 7 стоят правильно для приема поезда на *I* путь, и маневрирующий состав на *V* и *VI* путях, вытягиваемый на тупик *VI*, не может врезаться в бок принимаемому поезду. Для производства маневров по передаче составов на другую сторону от главного *I* пути или других маневров с вытяжкой на главн. путь и, след., для перевода стрелки № 6 на косую и свободного управления стрелкою № 7 дежурный по движению выдает контрольный ключ от нормального



Фиг. 42.

положения стрелки № 6 стрелочнику. Стрелочник полученным контрольным ключом отпирает стрелку № 6, переводит ее на косую и запирает в переведенном положении, при чем с переводом стрелки контрольный ключ из его замка уже вынуть нельзя. Вынутым из запертого замка ключом стрелочник отпирает стрелку № 7 и ставит ее, смотря по надобности, в то или другое положение. По окончании маневров перевод стрелок и запираение замков производится в обратном порядке, после чего освобождается контрольный ключ и передается дежурному агенту. Общий для двух замков ключ имеет выбитыми цифры 6/7 и не имеет окраски, а ключ контрольный имеет выбитой лишь одну цифру 6 и окрашен в красный цвет. Только имея в руках этот красный ключ, свидетельствующий о том, что стрелка № 7 стоит на главный *I* путь, а стрелка № 6 на тупик *VI*, дежурный агент может приказать открыть входной семафор.

Неисправности переводов. Наиболее опасные неисправности переводов, могущие повлечь за собою сход подвижного состава на стрелке, следующие: 1) неплотное прилегание остряка к рамному рельсу; 2) облом головки остряка у остряка на большую длину; 3) значительный износ верха головки остряка; 4) уширение колеи близ остряка пера против назначенного размера; 5) неправильные размеры упорных болтов; 6) выступание балансира стрелки за пределы габарита приближения строений к пути. Отступления от норм содержания переводов допускаются лишь как неизбежные последствия от действия подвижного состава и влияния атмосферных явлений и не должны превышать следующих пределов. 1) Уширение пути против нормальных размеров допускается не более как на 2 мм (кроме пути у крестовины и у остряков, где никакое уширение не допускается). 2) Сужение пути против установленных размеров не допускается. 3) На ходовых путях не допускается понижение наружного рельса переходной кривой и соответственного остря-

ка относительно внутреннего рельса кривой и остряка. 4) Уклонение по уровню на ходовых путях допускается не свыше 2 мм при плавности просадки не круче $1/2000$ и при отсутствии перекосов. 5) Уклонения по уровню на прочих путях допускаются не свыше 4 мм при плавности просадки не круче $1/1000$ и при отсутствии перекосов. При отступлениях, превышающих указанные допуски, перевод считается неисправным и должен быть ремонтируем.

Лит.: В и н к л е р Э., Лекции о сооружениях ж. д., вып. 2—Стрелки и крестовины, СПб, 1878; Б е м А. К., Расчет, разбивка и укладка стрелок и пересечения путей, 3 изд., СПб, 1896; В а с ю т и н с к и й А. Л., Жел. дороги. Лекции, читан. в Варшавском политехнич. ин-те в 1901—02 гг. (литогр.); Б л у м, ф.-Б о р р и с, Б а р к г а у з е н, Совр. техника ж.-д. дела, отд. 2—Сооружение ж. д., т. 3—Устройство ж.-д. станций, пер. с нем., СПб, 1904; Ш е р м и н о в В. В., Взаимное соединение путей на станциях ж. д., ч. 1, Киев, 1903; К а р е й ш а С. Д., Сев.-американск. ж. д., СПб, 1896; П е г л и н с к и й К. Ю., Жел. дороги Англии, М., 1899; е г о ж е, Курс ж. д., ч. 2—Верхнее строение пути, М., 1916 (литогр.); П р у т к о в с к и й Н. В., Ж.-д. дело, П., 1913; Г и б ш м а н Е. А., Расчет стрелочных переводов, 2 изд., М., 1916; е г о ж е, Соединение путей, М., 1924; Наставление по укладке и содержанию стрелочных переводов (Код. 7229), М., 1925; К н о п ф В. М., Сборник постановлений и систематич. указатель к трудам совещательных съездов инж. служб пути за 1881—1926 гг. (1—36 сьезды), М., 1929 (печатается); П и с т о л ь к о р с Э., Упрощенный расчет стрелочных переводов, «Техника и экономика путей сообщ.», П.—М., 1923, 4; Б о р и с о в В. И., Новые формулы для расчета стрелочных переводов, «Инженер», Киев, 1910, 14 февр.; Поиснит. записка к проектам стрелочных переводов к рельсам норм. типов I, II, III, СПб, 1907; Railway Eng. a. Maintenance Cyclopeda, 2 ed., N. Y., 1926; «Proc. of the 28th Annual Convention of the Am. Railway Eng. Assoc.», Chicago, 1928. **В. Кнопф.**

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ТАРИФЫ, провозные платы, взимаемые ж. д. за перевозку пассажиров и грузов. В понятие тарифа входит как цена ж.-д. услуги, так и условия применения тарифов. При установлении тарифов возможны три типа взаимоотношений между государством и ж. д. В первом типе государство относится к ж. д., как к обычным торговцам, сбывающим свою продукцию на свободном рынке на основе игры естественных законов экономики. При таком положении тарифы устанавливаются в результате нерегламентированной государством деятельности ж. д., а размеры тарифов определяются интересами ж.-д. предприятий и законами конкуренции. Этот тип существовал в Англии до 1888 года (т. е. до издания акта о движении по ж. д. и каналам) и в Америке до 1887 г. (т. е. до учреждения Междугосударственной торговой комиссии для регулирования торговли и транспорта). Второй тип характеризуется вмешательством государства в тарифное дело, при чем за ж. д. сохраняется инициатива в создании тарифов. Такой тип взаимоотношений существует в настоящее время во Франции, Англии, Америке и Германии. Третий тип характеризуется установлением тарифов непосредственно самим государством. Этот тип существует в СССР, где тарифы устанавливаются особым междугосударственным органом НКПС—Тарифным к-том, в к-ром участвуют представители гос. промышленности, торговли, кооперации и ведомства путей сообщения. Тарифным комитетом устанавливаются тарифы, действующие по всей сети; помимо этого, правлениям ж. д. предоставляется

устанавливать своим распоряжением местные тарифы в пределах своей дороги, однако, на расстояния не свыше 535 км.

Тарифы могут устанавливаться: 1) на основе себестоимости перевозок; 2) на основе рыночной конъюнктуры (спроса и предложения на транспортные услуги), в зависимости от платежеспособности груза; 3) на основе государственного регулирования народного хозяйства для осуществления общей политики государства.

Принцип себестоимости был осуществлен наиболее рельефно в системе натуральных Ж.т., примененных Пруссией после оккупации Эльзаса и Лотарингии. Эта система учитывала разницу издержек ж. д. в зависимости от скорости (малой или большой), величины предъявляемой партии (вагонного или мелочного груза) и рода подвижного состава. При практич. применении натуральной системы был сделан ряд отступлений, сильно изменивших применение принципа собственных издержек. Стремление строить тариф по себестоимости усиливается при сосредоточении ж.-д. сети в руках государства. Так, вопрос о применении принципа собственных издержек оживленно обсуждался в Германии в 1921 г. перед созданием О-ва германских ж. д. В СССР сосредоточение не только ж. д., но и всех видов промышленности в руках государства, а равно ослабление влияния рынка на цены особенно остро выдвигают принцип построения тарифов по собственным издержкам производства; при сосредоточении производственной деятельности и транспорта в руках государства транспорт становится продолжением производства, и по мнению многих только действительные издержки производства д. б. мерилом тарифных плат. Этот принцип себестоимости предполагается положить в основу ныне разрабатываемой в НКПС системы тарифов.

Принцип платежной способности заключается в том, что ж. д. взимают тариф в соответствии со способностью груза переносить издержки транспортирования. Этот принцип имеет своей предпосылкой самостоятельную деятельность частных хозяев и их согласие при предъявлении спроса на перевозку заплатить за нее соответствующую цену. Тарифы, основанные на платежеспособности, вырабатываются исторически, путем длительного приспособления к потребностям самостоятельно хозяйствующих единиц.

Принцип государственного регулирования народного хозяйства заключается в пользовании тарифом как орудием общей экономич. и социальной политики государства. При этом для отдельных местностей и районов страны, для отдельных групп перевозчиков или производств м. б. установлены особенно благоприятные или, наоборот, неблагоприятные условия пользования транспортом. При этом принципе тарифы могут устанавливаться вне зависимости от издержек производства или условий доходности дороги, а по соображениям государственной или общественной целесообразности.

Разработанные тарифы должны удовлетворять ряду формальных требований. Они д. б. опубликованы, для чего в СССР су-

ществует специальное издание «Сборник тарифов ж. д. и водного транспорта СССР», издаваемый НКПС, и применяются только после опубликования. Далее, тарифы должны иметь постоянство и устойчивость и быть одинаково обязательными для всех клиентов в рамках установленных государством подразделений, без каких-либо произвольных льгот или скидок, непредусмотренных опубликованными тарифами. В соответствии с политикой социалистич. строительства и разделением народного хозяйства СССР на два сектора—государственный и кооперативный, с одной стороны, и частный, с другой, для ряда основных грузов государственных и кооперативных органов установлен особый льготн. тариф № 100.

Действующие в СССР ж.-д. тарифы распадаются на грузовые, пассажирские и багажные тарифы. Грузовые тарифы состоят из нормальных классов и специальных в себе нормальные классы и специальные схемы, исключительных, льготных и местных тарифов. Пассажирские тарифы состоят из общего нормального, пригородного, исключительных, льготных и местных тарифов. Грузовые тарифы помещены в «Своде тарифов»; пассаж. и багажные тарифы приведены в «Своде тарифов на перевозку пассажиров и багажа по железным дорогам СССР».

Нормальный грузовой тариф, действующий с 1 января 1929 г., охватывает все грузы, к-рые распределяются на 129 групп. Группы распадаются на позиции, число к-рых неодинаково и в нек-рых группах свыше трехсот. Позиции, в свою очередь, содержат иногда по несколько наименований. Провозная плата для каждого из грузов, перечисленных в одной группе, рассчитывается по соответствующей тарифн. схеме. Действующая система состоит из 38 нормальных классов, 77 специальных и 3 литерных схем А, Б и В для определения провозных плат для товаро-багажа и нек-рых грузов большой скорости по льготному тарифу № 100. Все схемы построены на принципе постепенного понижения покилометровой ставки с увеличением расстояния перевозки. Построенные т. о. тарифы именуются д и ф е р е н ц и а л ь н ы м и. Провозные платы на груз составляются из двух частей: 1) тоннокилометровой платы, зависящей от пробега груза, и 2) дополнительных сборов, взимаемых за различные услуги до отправления груза и после его прибытия. Провозную плату на потонную отpravку можно изобразить следующей формулой:

$$A_{np.} = q(d_{map.} l + \Sigma d_{об.}),$$

где $A_{np.}$ —провозная плата, q —вес груза в m , $d_{map.}$ —тарифная ставка на тоннокилометр, l —расстояние от станции отправления до станции назначения в км, $\Sigma d_{об.}$ —сумма дополнительных сборов на m груза. Расстояние от станции отправления до станции назначения определяется по части VI «Свода тарифов».

Все грузы делятся на потонные (мелочные), партионные, повагонные, тяжеловесные и длинномерные. Для того чтобы обеспечить наилучшее использование вместимости вагонов при перевозке массовых грузов, ус-

тановлены, наряду с потонными тарифами, определяющими ставки мелочных грузов, повагонные тарифы. Они применяются в случае предъявления груза повагонной партией. Для повагонных грузов установлены тарифные нормы погрузки, по возможности ближе к полной подъемной силе нормального вагона (табл. 1). Для повагонных грузов установлено положение, что провозная плата взимается за действительный вес груза, но не

Табл. 1.—Повагонные нормы.

Наименование груза	Повагонная норма в т
Дрова дубовые	16,5
» березовые	15
» сосновые, ольховые и осиновые	12,5
Масло коровье нетопленое, топленое, сливочное	10,0
Железо сортовое	16,5
Руды	16,5
Рыба живая, мороженая, свежая	10,0
Каменный уголь на платформах	11,5
» » в крытых вагонах	16,5
Пшеница, рожь, ячмень	16,5
Овес	13,1

ниже повагонной нормы. Однако, если для отправителя окажется более выгодным потонный расчет, то применяется этот более выгодный расчет. Для мелочных отправок провозная плата определяется по потонным тарифам за действительный вес груза, однако, не менее чем за 20 кг. Для того чтобы стимулировать их укрупнение, в действующую систему введено в настоящее время понижение тарифов для групповых отправок мелочных грузов. Это понижение установлено: 1) в виде партионных тарифов и 2) в виде скидок для сборных отправок. Партионные тарифы применяются к отправлениям однородного груза, перевозимым по одной накладной в количестве не менее 8 т. Партионный тариф дает понижение провозных платежей против потонных отправок на 10—30%. Скидка для сборных отправок применяется в размере 10% при перевозке по одной накладной товарных мест разных наименований, также в количестве не менее 8 т. Некоторые особенностями отличается определение провозных плат для грузов тяжеловесных, длинномерных и не могущих быть погруженными в вагон нормальным порядком через двери.

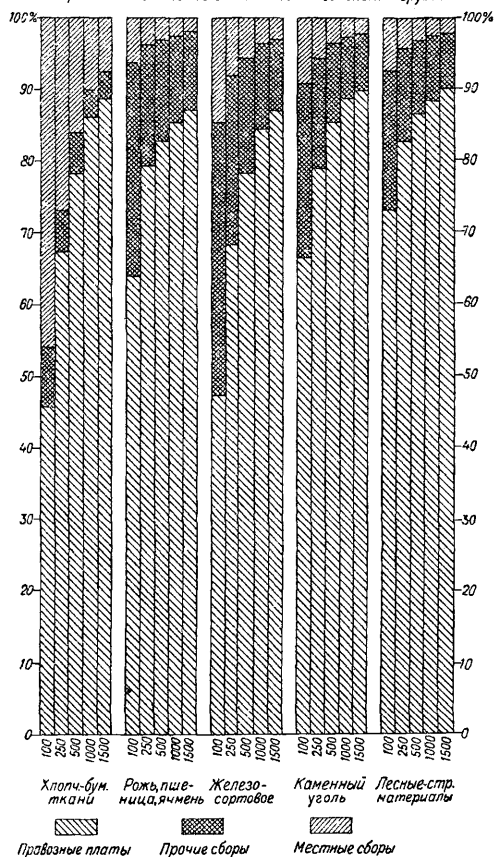
Исключительные тарифы, действующие с 1 января 1929 г., применяются к перевозке отдельных указанных в тарифе грузов в сообщении от или до определенных в тарифе станций. Исключительные тарифы установлены как для внутренних направлений, так и для экспортных. Л ь г о т н ы м и именуется тарифы, определяющие пониженные провозные платы для отдельной перевозки или для совокупности их по соображениям общегосударственного или общественного характера. Эти тарифы применяются при условии предъявления удостоверения или свидетельства на льготную перевозку. Они установлены для перевозки как грузов, так и пассажиров. К числу льготных грузовых тарифов относятся тарифы: воинский, почтовый, на перевозку книг и печатных произведений для высшей школы, бумаги для га-

зеты «Гудок» и т. п. Особенное значение имеет упомянутый выше льготный тариф № 100.

Дополнительные сборы можно распределить на две группы: 1) сборы, взимаемые дорогами в свою пользу, и 2) сборы, взимаемые в пользу других учреждений. Обычно с отправок взыскиваются следующие сборы: станционный, за нагрузку и выгрузку, организационный на грузочно-выгрузочные работы, за взвешивание, на оборудование станций складочными помещениями, гербовый, на просвещение на транспорте и местный налог для нужд местного дорожного хозяйства.

Техника применения тарифа (таблица и рисунок) заключается: 1) в определении расстояния по особой схематич. карте и по

Схема тарифных плат в % на расстояние от 100 до 1500 кило для нескольких грузов



сборнику расстояний, 2) в отыскании номенклатурного наименования груза, 3) в определении тарифного класса, 4) в расчете платы по расчетным таблицам и 5) в определении дополнительных сборов. В табл. 2 приведены примеры расчета тарифных ставок для некоторых наиболее ходовых грузов, с указанием процента, падающего на каждый вид платежей, а на фиг. представлен график для тех же грузов.

Общий пассажирский тариф, введенный с 1/VI 1929 г., также построен по системе понижения начальной тарифной ставки с увеличением расстояний. В основе расчета лежит тариф за проезд в жестких вагонах.

Табл. 2.—Тарифные платы по наиболее ходовым грузам (в рублях за т).

Расстояние перевозки	Провозные платы	Станционные расходы	Нагрузка	Выгрузка	Взвешивание	Гербовый сбор за накладную	Сбор на просвещение	Местный сбор при отправлении	Местный сбор при прибытии	Особый сбор на ремонт, постр. снл. помещ.	Итого
I. Хл.-бум., льняные ткани, кроме особо поименованных											
100 км	15,98	0,61	0,48	0,48	0,31	0,27	0,36	4,84	4,84	0,25	28,42
%	56,2	1,88 6,7				0,9	1,3	9,68 34,1		0,8	100,0
250 км	39,95		1,88			0,63	0,84	15,98		0,25	59,53
%	67,3		3,1			1,0	1,3	26,9		0,4	100,0
500 км	79,74		1,88			1,22	1,63	15,98		0,25	100,70
%	79,2		1,9			1,2	1,6	15,9		0,2	100,0
1 000 км	140,79		1,88			2,14	2,86	15,98		0,25	163,90
%	85,8		1,1			1,4	1,7	9,8		0,2	100,0
1 500 км	188,28		1,88			2,85	3,80	15,98		0,25	213,04
%	88,4		0,9			1,4	1,7	7,5		0,1	100,0
II. Рожь, пшеница, ячмень и пр. (повагонный тариф)											
100 км	3,96	0,46	0,44	0,44	0,24	0,8	0,11	0,20	0,20	0,05	6,90
%	64,0	1,58 25,5				1,4	1,7	0,40 6,4		1,0	100,0
250 км	8,95		1,58			0,16	0,21	0,40		0,05	11,35
%	78,8		13,9			1,4	1,8	3,6		0,5	100,0
500 км	12,01		1,58			0,20	0,27	0,40		0,05	14,51
%	82,8		10,9			1,4	1,8	2,8		0,3	100,0
1 000 км	15,28		1,58			0,25	0,34	0,40		0,05	17,90
%	85,4		8,8			1,4	1,9	2,2		0,3	100,0
1 500 км	17,93		1,58			0,29	0,39	0,40		0,05	20,64
%	86,9		7,6			1,4	1,9	1,9		0,3	100,0
III. Железо сорговое (повагонный тариф)											
100 км	2,37	0,61	0,48	0,48	0,12	0,06	0,08	0,36	0,36	0,05	4,97
%	47,6	1,69 34,0				1,4	1,6	0,72 14,4		1,0	100,0
250 км	5,93		1,69			0,10	0,15	0,72		0,05	8,64
%	68,6		19,5			1,3	1,8	8,2		0,6	100,0
500 км	10,40		1,69			0,18	0,24	0,72		0,05	13,28
%	78,4		12,8			1,4	1,6	5,5		0,3	100,0
1 000 км	17,15		1,69			0,28	0,38	0,72		0,05	20,27
%	84,6		8,3			1,4	1,8	3,6		0,3	100,0
1 500 км	22,14		1,69			0,36	0,43	0,72		0,05	25,44
%	87,0		6,7			1,4	1,9	2,8		0,2	100,0

Расстояние перевозки	Провозные платы	Станционные расходы	Нагрузка	Выгрузка	Взвешивание	Гербовый сбор за накладную	Сбор на просвещение	Местный сбор при отправлении	Местный сбор при прибытии	Особый сбор на ремонт, постр. скл. помещ.	Итого
IV. Каменный уголь и лигнит (повагонный тариф)											
100 км	2,07	0,37	0,06	0,06	0,12	0,06	0,06	0,14	0,14	0,05	3,13
%	66,1	0,61 19,1				2,0	2,0	0,28 9,0		1,8	100,0
250 км	4,17		0,61			0,07	0,10	0,28		0,05	5,28
%	78,9		11,5			1,4	1,9	5,3		1,0	100,0
500 км	6,92		0,61			0,11	0,15	0,28		0,05	8,12
%	85,2		7,5			1,4	1,9	3,4		0,6	100,0
1 000 км	10,35		0,61			0,17	0,22	0,28		0,05	11,68
%	88,6		5,2			1,4	2,0	2,4		0,4	100,0
1 500 км	12,55		0,61			0,20	0,26	0,28		0,05	13,95
%	89,9		4,4			1,4	1,9	2,0		0,4	100,0
V. Лесные строительные материалы (повагонный тариф)											
100 км	2,95	0,37	0,06	0,06	0,12	0,06	0,07	0,15	0,15	0,05	4,04
%	73,0	0,61 15,1				1,5	1,7	0,30 7,5		1,2	100,0
250 км	5,67		0,61			0,09	0,13	0,30		0,05	6,85
%	82,8		8,9			1,3	1,9	4,4		0,7	100,0
500 км	8,04		0,61			0,14	0,17	0,30		0,05	9,31
%	86,3		6,6			1,5	1,8	3,2		0,6	100,0
1 000 км	10,31		0,61			0,16	0,22	0,30		0,05	11,65
%	88,5		5,2			1,5	1,8	2,6		0,4	100,0
1 500 км	13,46		0,61			0,21	0,28	0,30		0,05	14,91
%	90,2		4,1			1,6	1,8	2,0		0,3	100,0

Плата за проезд в мягких вагонах исчисляется путем умножения платы за проезд в жестком вагоне на 1,5, а за проезд в оборудованных товарных вагонах—путем деления той же платы на 2. Плацкарты для лежания рассчитываются по особым поясам, начиная с 2 р. (до 610 км) и доходя до 21 р. (на расстояние в 10 321 км). Стоимость плацкарты для лежания в курьерском поезде устанавливается в удвоенном размере. Приплата за скорость установлена только в курьерских поездах в размере стоимости плацкарты для лежания в обыкновенном поезде.

Багажный тариф исчисляется за каждые 5 кг по следующей схеме:

От 1 до 300 км по 0,10 к. с км
 » 301 » 325 » » 30,12 к.
 Выше 325 км в плате за 325 км в 30,12 к. прибавляется по 2,62 коп. за каждый пояс.

С пассажирского билета установлен, кроме того, сбор на Красный крест и Красный полумесяц, в размере 15 к. с билета стоимостью от 2 р. 50 к. до 7 р. 50 к. и в размере 1% с других билетов. Исключительные пассажирские тарифы установлены для ограниченного числа отправок, пре-

имущественно для ветвей и линий второстепенного значения; льготные тарифы установлены в целях государственных и общественных для проезда отдельных видов пассажиров. Таковы: льготные тарифы на проезд семей военнослужащих, на проезд научных работников в санатории, для студентов, для переселенцев, для больных проказой и т. п.

Лит.: Закс Э., Экономика ж.-д. транспорта и его роль в народном хозяйстве, вып. 2—Экономика тарифов, М., 1926; Загорский К. Я., Теория ж.-д. тарифов, 2 изд., М., 1923; его же, Система ж.-д. и водных тарифов, М., 1925; Витте С., Принципы ж.-д. тарифов, СПб., 1910; Черевко К., Сезонные ж.-д. тарифы, «Труды Экономбюро НКПС», М., 1928, вып. 7; Зайцев А. Ф., Очерки по истории железнодорожных тарифов в СССР, ч. 1—Хлебные тарифы, Москва, 1925; «Транспорт и хозяйство», Москва, 1928—29; Rank E., Das Eisenbahntarif in seiner Beziehung zu Volkswirtschaft und Verwaltungswesen, Wien, 1825.

А. Антошин.

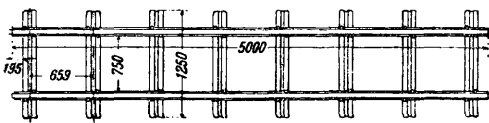
ЖЕЛЕЗНОЕ ДЕРЕВО, *Parrotia persica* С. А. Меу, дерево из сем. Hamamelidae R. Вг., произрастающее в Закавказьи (Ленкорань). Ж. д. отличается чрезвычайно медленным ростом и в возрасте 150 лет имеет диаметр всего лишь в 30 см, но все же встречаются деревья высотой в 21 м, при

диам. в 61 см, весьма полндревесные (видовое число 0,45—0,55). Ж. д. растет преимущественно в низменных местах, невысоко поднимаясь в горы, совместно с дубом, кленом и грабом, предпочитая влажные затененные места. Древесина Ж. д., весьма плотная, мелкого сложения, слабо красноватого цвета, очень твердая, крешкая и чрезвычайно тяжелая, доставляет прекрасный материал для столярного и токарного дела. Выжигаемый из древесины уголь обладает весьма высоким качеством. Под названием «железного дерева» в торговле встречается еще целый ряд тропических древесных пород с плотной и тяжелой древесиной, уд. веса 1,15 (см. *Спр. ТЭ*).

Лит.: Керн Э. Э., Деревья и кустарники, их лесоводственные особенности, использование и технич. применения, М.—Л., 1925. Н. Кобранов.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ ВОЕННО-ПОЛЕВЫЕ, временные жел.-дор. ветви военного значения, с легким верхним строением специальной конструкции и соответственным подвижным составом, допускающие быструю укладку, восстановление и разборку. Являясь продолжением и дополнением ж. д. нормальной колеи в передовых зонах действующей армии, Ж. д. в.п. имеют исключительно тактический характер.

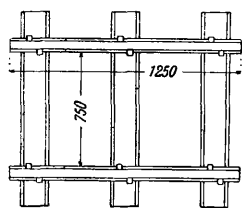
Устройство военно-полевых ж. д. 1. Ширина колеи и род тяги. Ж. д. в.п. принадлежат к типу узкоколейных и имеют ширину колеи: в СССР—750 мм;



Фиг. 1.

в С. Ш. А., Англии, Германии и Франции—600 мм; в Австрии—700 мм; в Англии и Франции для укладки путей по ходам сообщения и окопам применяют также колею 400 мм. В СССР применяется тяга: паровая, тепловозная и конная; в С. Ш. А., Англии и Франции для колеи 600 мм—паровая и тепловозная, для колеи 400 мм—преимущественно животная (лошади, мулы) и в единичных случаях—тепловозная; в Австрии—конная; в Германии—паровая.

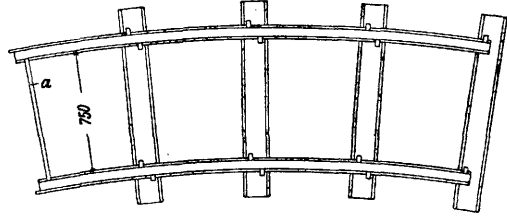
2. Звенья. Главною особенностью Ж. д. в.п. является такое устройство пути,



Фиг. 2.

при котором рельсы скрепляются со шпалами в виде целых звеньев не на месте работ, а заблаговременно на базах. Эти звенья бывают семи типов: а) прямые нормальн. длины (фиг. 1)—для укладки прямых и пологих кривых; б) прямые укороченные—для более крутых кривых (фиг. 2); в) кривые определен. радиуса (фиг. 3)—для наиболее крутых закруглений; г) звенья-стрелки; д) звенья-крестовины; е) паспарту, т. е. складные железные рамы (фиг. 4 и 5),—для заполнения разрывов пути, укладываемые в промежуток между концами смежных

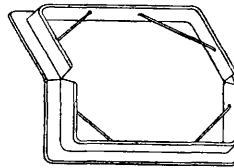
звеньев таким обр., что колеса подвижного состава катятся по горизонтальным полкам и направляются изнутри вертикальными стенками паспарту; ж) вставные звенья для



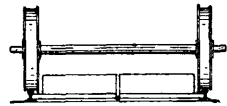
Фиг. 3.

укладки левых и правых закруглений одними и теми же кривыми звеньями.

Для путей с паровой тягой в военном ведомстве применяются звенья, изображенные на фиг. 1 (образца 1901 года). Зveno состоит из двух рельсов, укрепленных на

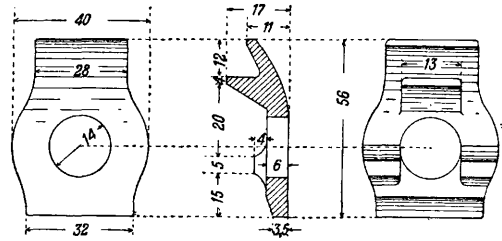


Фиг. 4.



Фиг. 5.

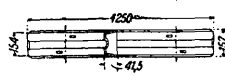
шпалах при помощи зажимов (фиг. 6) и зажимных болтов. Шпалы (фиг. 7)—коробчатого типа с закрытыми концами; на верхней поверхности шпалы имеют по два наискось расположенных отверстия для укрепления зажимов и зажимных болтов (фиг. 8). Каждая шпала соединяется с рельсом двумя зажимами. Звенья соединяются между собой плоскими накладками и болтами. Стык звеньев—на весу. Накладки с двумя болтами (постоянная принадлежность звена)



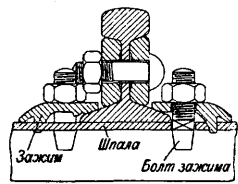
Фиг. 6.

расположены по диагонали на левом рельсе, если стать перед звеном и смотреть на него по направлению рельсов (фиг. 1).

Для путей с конной тягой у нас применяются крючковые звенья со сты-



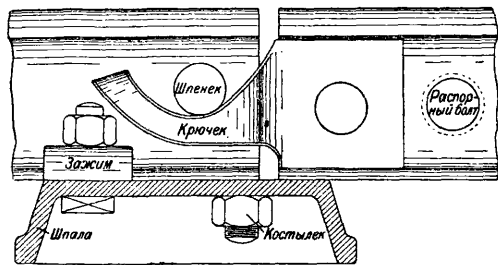
Фиг. 7.



Фиг. 8.

ком на шпале системы Дольберга, образца 1902 г. (фиг. 3). Рельсы имеют на одном конце два отверстия для прогуска распорного болта а (фиг. 3) и прикрепления крючка, а

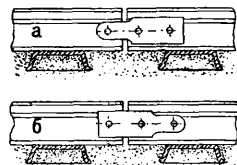
на другом конце—отверстие для прикрепления наглухо шпешка (фиг. 9); рельсы прикрепляются к шпалам зажимами и зажимными болтами, а на стыковых шпалах еще костыльками. Шпалы—коробчатые, с закрытыми концами (фиг. 9). Распорные болты служат для поперечной связи, крючки и шпешки—для соединения звеньев.



Фиг. 9.

Для путей с тепловозной тягой у нас применяют звенья образца 1915 г. (фиг. 2). Тип шпал и прикрепление к ним рельсов—как и при конной тяге; стык—на весу. Для соединения звеньев служат или обыкновенные плоские четырехдырные накладки или

трехдырные накладки системы Гельта, с закругленными концами (фиг. 10). При последнем типе стык м. б. сделан гибким (фиг. 10,а), что полезно при укладке пути на недостаточно выровненном или неосевшем земляном полотне; жесткий стык (фиг. 10,б) отличается большей прочностью и устраивается при окончательной выправке полотна. В таблицах 1—5 приведены подробные данные об элементах пути Ж. д. в.п. в СССР и за границей.



Фиг. 10.

3. Стрелочные переводы. При паровой тяге стрелочные переводы, как и на нормальной колее, состоят из двух звеньев: звена-стрелки и звена-крестовины. Длина звеньев такова, что они заменяют два звена нормальной длины. Переводы конной и тепловозной тяг бывают цельнорельсовые и накладные. Первые подобны американским стрелкам (см. Железнодорожные стрелочные переводы); крестовина—железная подушка, по которой колеса проходят ребрами. Накладные

Табл. 1.—Звенья военно-полевых железных дорог.

Виды звеньев	Длина в м	Вес в кг	Рабочая сила для переноски в чел.	Назначение	Число шпал на звене	Колич. звеньев на 1 км в % или шт.
Паровая тяга						
Прямые нормальные	5	200	8	Прямые и кривые ($R \geq 250$ м) Кривые (R от 200 до 250 м) Кривые ($R = 50$ м) Разрывы пути	8	80
Прямые короткие	2,5	115	4		5	12
Кривые	2,5	115	4		5	8
Паспарту	1	74	3		—	—
Тепловозная тяга						
Прямые нормальные	2,5	66	3	Прямые и кривые ($R \geq 200$ м) Кривые ($R > 50$ м) Кривые ($R = 50$ м) Кривые ($R = 15$ м)	4	90
Прямые короткие	1,25	40	2		3	3
Кривые	2,5	66	3		4	4
Кривые	2,5	66	3		4	3
Конная тяга						
Прямые нормальные	1,5	30	1	Прямые и кр. ($R \geq 150+100$ м) Кривые (R от 30 до 100 м) Кривые ($R = 15$ м) Прав. и лев. кривые Разрывы пути	2	92
Прямые короткие	0,75	16	1		1	1,5
Кривые	2,5	48	2		4	6,5
Вставные	0,75	16—20	1		1—2	10 шт.
Паспарту	0,90	25	1		—	—

Табл. 2.—Рельсы и скрепления звеньявого пути военно-полевых железных дорог.

Тип дороги	Рельсы				Скрепления (числитель — вес в кг на единицу, знаменатель вес в т на 1 км)						Общий вес скрепления на 1 км в т
	давление на ось в т	момент сопротивления в см ³	вес 1 п. м в кг	вес на 1 км пути в т	накладки	болты с гайками	зажимы с болтами	костыльки	болты распорные	шпешки	
Паровая	4	25	10	20	0,76	0,09	0,17	—	—	—	1,88
					0,61	0,16	1,11	—	—	—	
Тепловозная	2,3	15	7	14	0,65	0,09	0,12	—	—	—	2,14
					1,04	0,31	0,79	—	—	—	
Конная	1	10,5	5	10	0,22	0,09	0,11	0,04	1,79	0,08	2,43
					0,29	0,12	0,59	0,05	1,27	0,11	

Табл. 3.—Шпалы звеньевоего пути в военно-полевых железных дорогах.

Данные	Тип дороги	Паровая	Тепловозная	Конная
Момент сопротивления в см ³		6,04	3,06	3,06
Ширина по верху в мм		154	100	100
» » низу в мм		157	123	123
Толщина в мм		4—5	3—4	3—4
Высота ребра в мм		41,5	30,0	30,0
Длина в мм		1 250	1 100	1 100
» по загибу в мм		1 315	1 160	1 160
Вес 1 п. м в кг		8,5	5,5	5,5
» 1 шпалы в кг		11,0	6,4	6,4
Число шпал на 1 км		1 600	1 600	1 334
Вес шпал на 1 км в т		18,0	10,24	8,54
Способ прикрепления		Зажимы и болты		

Табл. 4.—Количество звеньев (или рельсов) и стрелок для станций военно-полевых железных дорог.

Тип станции	Паровая тяга		Конная тяга	
	звеньев, км	стрелок, шт.	звеньев, км	стрелок, шт.
Начальная станция	△5	△45	△9	△30
Конечная »	△3	△20	△4	△14
Промежут. »	△0,5	△7	△1,1	△5
Эксплоатац. разъезд	0,14—0,28	△2	0,5	△2
Рабочий разъезд (укладочный)	0,12—0,24	△2	—	—
Водяная ветка	2—3	2	—	—

переводы укладываются в любое время, в любом месте без разрыва пути; они состоят из крестовины и двух остряжков, укладываемых каждый отдельно поверх рельсов

Табл. 5.—Военно-полевые железные дороги иностранных армий.

Страны	Длина звена в м	Число шпал на звене,	Длина шпалы в мм	Ширина шпалы в мм	Высота шпалы по ребру в мм	Толщина шпалы в мм	Вес 1 п. м рельсов в кг	Вес 1 км пути в т	Радиус кривых миним. в м
Франция *1	5; 2,5; 1,25	8	1 090	140	37	4—5	9—9,5	35	20
Германия *2	5	8—10	1 200	150—170	37	4—5	—	—	30
С. Ш. А. *3									
Металл. шпалы	5	8	1 093	127	—	—	7,2; 9; 9,8; 11,2	38	—
Деревян. »	9,144	—	1 371	152	—	—		—	—
Англия *4	—	—	—	—	—	—	9—10	44	30
Австрия *5	1,5; 2	—	—	—	—	—	5; 6; 7	—	12

*1 Рельсы прикреплены заклепками. Шпалы металлические, корытообразные. Нормальный радиус—100, 50 и 30 м. Подъемы 0,035—0,045 и даже 0,055—0,070, длиной до 80 м, если можно взять с разгона.

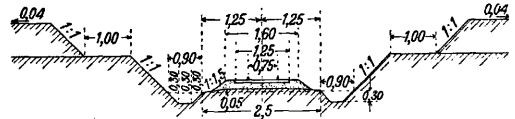
*2 Прикрепление зажимками. Подъемы 0,025—0,040; если можно взять с разгона, допускается 0,055, длиной до 70 м.

*3 Путь звеньевой и из отдельных рельсов.

*4 Путь звеньевой и из отдельных рельсов. Шпалы металлические и деревянные. Подъемы до 0,043 и даже 0,070.

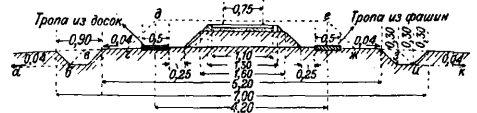
*5 Путь звеньевой на деревянных шпалах. Предельный подъем 0,100.

тельно к планировке и устройству кюветов; верхний слой, если неровности не мешают, не снимается. При очень мягком грунте одновременно с отрывкой кюветов снимают



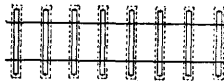
Фиг. 11.

верхний слой на глубину около 10 см, или добавляют число шпал, или укладывают звенья на деревянные шпалы, укрепляя по концам костылями (фиг. 13). При топких

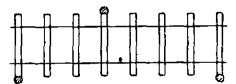


Фиг. 12.

болотах устраивают свайные эстакады или гати из фашин толщиной 0,20 м или из бревен, настланных сплошь под насыпью. При песчаном грунте звенья укрепляют упорными стойками (фиг. 14) длиной 0,5 м.



Фиг. 13.



Фиг. 14.

Если имеется каток, то полезно насыпи уплотнить. Откосы насыпей обычно делают 1:1 при высоких насыпях и глубоких выемках 1:1½ (первоначально же делают 1:1,

главного пути. Данные о стрелочных переводах приведены в табл. 6.

4. Земляное полотно (фиг. 11 и 12). В равнинной местности устройство земляного полотна сводится почти исключи-

оставляя по расчету уширенные бермы). При очень спешных работах кюветы делают в первую очередь лишь в особо необходимых местах; зимой кюветов не делают. Для дорог с конной тягой, одновременно

Табл. 6.—Стрелочные переводы военно-полевых железных дорог.

Тип дороги	Марка крестовины	Угол крестовины	Длина всего перевода в м	Вес всего перевода в кг	Радиус стрелочной кривой в м	Число людей для переноски
Паровая тяга	1/8	9°32'	10	950	40	25—40
Тепловозная тяга	1/4	14°22'	7,5	360	15	9—14
Конная тяга	1/3	20°27'	4,51	160	10	4—6
»	1/3	20°27'	5,00	190	10	5—7
»	1/3	20°27'	5,00	115	10	3—5

Табл. 7.—Технические условия проектирования и сооружения военно-полевых железных дорог.

Наименование	Паровая тяга	Тепловозная и конная тяги
Предельные подъемы	<p>а) Без огран. длины, до 0,016</p> <p>б) До 850 м, 0,016—0,025</p> <p>в) » 425 м, 0,025—0,030</p> <p>г) » 200 м, 0,030—0,035</p> <p>д) » 100 м, 0,035—0,040</p> <p>е) В особо трудных условиях, > 100 м, 0,050</p> <p>ж) При сопряжении с кривой 50 м, 0,025 на протяж. не более 150 м</p> <p>Подъемы большего протяжения делятся горизонтальными площадками длиной 100 м или уклонами > 0,005</p>	<p>Тепловозная тяга:</p> <p>а) Без огран. длины, до 0,016</p> <p>б) До 150 м, с кривой 15 м, до 0,025</p> <p>в) До 200 м, до 0,040</p> <p>Конная тяга:</p> <p>а) Без огран. длины, до 0,020</p> <p>б) На высоту > 10 м, до 0,020—0,035</p> <p>в) На протяжении > 50 м, до 0,035—0,050 (только на прямой)</p> <p>г) На протяжении > 50 м, с кривой 15 м, до 0,040</p> <p>Раздельные площадки длиной 50 м или уклоны > 0,010</p>
Предельные радиусы	50 м, на станциях до 40 м	15 м
Прямая вставка между обратными кривыми	∠ 15 м (3 звена)	При R = 15 м, обращенные в разные стороны, ∠ 3 м (2 звена)
Ширина земляного полотна	2,5 м; для песчаных насыпей и ветвей кратковременного значения 2,10 м	Для тепловозной—как для паровой; для конной тяги—4,20 м; в глубоких выемках допуск. 3,8 м; на кривых R = 15 м ширина выемки ∠ 4,70
Толщина балластного слоя	0,10 — 0,20 м	0,10 — 0,20 м
Ширина балластного слоя по верху	1,60 м	Для тепловозной 1,60 м Для конной 1,30 м
Возвышение полотна над горизонтом самых высоких вод	0,30 м	0,30 м
	(в том случае, если линии сооружаются на продолжительное время)	
Возвышение низа ферм мостов над горизонтом самых высоких вод	0,20 м	0,20 м
Расстояния между станциями	10 — 16 км; между разъездами > 5 км	Тепловозная—как паровая; конная тяга—25 км; между разъездами 12,5 км
Наименьшая длина гориз. площадок на станциях	Начальной и конечной—в зависимости от местных и прочих условий; промежуточных станций ∠ 210 м; эксплуат. разъездов ∠ 150 м	промежут. станций и эксплуат. разъездов ∠ 530 м
Наибольшие уклоны на станциях	> 0,002	> 0,010
Уширение колеи	Не делается	Не делается
Возвышение наружн. рельса	R=50 м, 100 м, 200 м; h=4 см, 2 см, 1 см	R=15 м, h=6 см (для тепловозной тяги)

с земляными работами, устраивают тропы для лошадей (фиг. 12) из слоя хвороста или фанин толщиной до 0,2 м или из досок толщиной 5—7 см.

5. Балластный слой устраивают при первой возможности, особенно для паровой тяги, а при неблагоприятных условиях и для конной и тепловозной тяг (табл. 8).

Табл. 8.—Балластный слой на военно-полевых железных дорогах.

Данные	Паровая и тепловозная тяга	Конная тяга
Толщина слоя в м	0,10—0,20	0,10—0,20
Ширина по верху в м	1,60	1,30
Количество м ³ балласта на 1 км	200—440	150—320

6. Технические условия, см. табл. 7 (ст. 665—66).

Изыскания. Отличительной чертой изысканий Ж. д. в. п., особенно при маневренном характере войны, является их срочность. При изысканиях соблюдаются следующие правила: 1) изыскания производят с такой скоростью, чтобы не задерживать постройки; 2) дорогу проводят через все заданные пункты (начальный, конечный, батареи, склады, госпитали и т. п.); 3) сокращают количество земляных работ и работ по искусственным сооружениям, обходя местные препятствия (леса, густые заросли, строения, овраги, болота, озера и крутые склоны), не стесняясь удлинением линии; 4) предусматривают возможность маскировки. В зависимости же от заданного срока изыскания делятся на три вида: рекогносцировку, летучие изыскания и спешные изыскания.

Рекогносцировкой ограничиваются лишь в случаях особой срочности, при проведении дорог с конной тягой, а при особо благоприятных условиях местности и с тепловозной тягой. Вслед за рекогносцировкой идет постройка дороги. Рекогносцировка производится обычно верхом. Направление выбирается на-глаз и отмечается или по местным предметам или вехам. Если нет карт, то направление проверяется компасом или буссолью, которую пользуют и для измерения углов. Сомнительные уклоны (в отношении превышения предельных) проверяют уклономерами. Отмечают большие мосты и крупные препятствия. Все полученные данные немедленно, с верховым, сообщают в парк. Скорость рекогносцировки: в трудной местности 10 км, в легкой до 20 км в день.

Летучими изысканиями ограничиваются при постройке дорог с конной и тепловозной тягами, а в особо благоприятных условиях местности—и дорог с паровой тягой. Выбирают направление линии и закрепляют его на местности в главных точках и углах поворота вехами и кольями. Производят пикетаж—ставят пикеты и главные точки кривых, чтобы выдать наряд на звенья. В необходимых местах проверяют уклоны уклономерами и в крайнем

случае производят пивелировку. Намечают мосты, трубы, станции, разъезды. Скорость летучих изысканий: в трудной местности 5—7 км, в легкой—до 12 км в день.

Спешные подробные изыскания отличаются от нормальных гл. обр. увеличением числа изыскательских партий и усилением их состава для производства расчетов и чертежных работ, которые производятся в тот же вечер. Скорость спешных изысканий: в трудной местности—до 4 км, в легкой—до 8 км в день.

Укладка пути. Нагрузка звеньев на вагоны. Для паровой тяги звенья грузятся в две продольные клетки одновременно; нижнее звено одной клетки укладывается шпалами вниз, другой—шпалами вверх; второй ряд—наоборот, и т. д. При паровой тяге звенья грузятся на вагоны в порядке их укладки в путь, начиная с заднего вагонета. Для конной тяги звенья нормальной длины кладутся поперек вагонета в три штабеля, кривые—вдоль вагонета. Нижний ряд кладется шпалами вниз, а последующие—попеременно, то в одну сторону шпалами, то в другую. Клетки должны возводиться без перекоса, боковые поверхности должны быть отвесными и допускать установку стоек. В табл. 9 приведены данные о нагрузке звеньев.

Табл. 9.—Данные о нагрузке звеньев на вагоны военно-полевых железных дорог.

Данные	Тип дороги		
	Паровая	Конная	
Количество звеньев на 1 вагонет	число звеньев	40	71
	н. м	200	~100
Число людей для нагрузки 1 вагонета	подносящих	8	4
	принимающих	4	4
Время погрузки 1 вагонета в часах		1,5	1
Состав укладочн. поезда—эшелона, вагонов		6—8	12
Количество человек для одноврем. нагрузки		80—100	100

Укладка пути. а) С паровой тягой. При укладке более 5 км в сутки устраивают укладочные разъезды примерно через 2 км; на укладочный разъезд требуется: 1 перевод, 4 кривых звена ($R=50$ м) и 23 нормальных звена. Для производства работ с максимальной скоростью рабочие делятся на 4 отряда. Главный отряд производит разгрузку и укладку пути. Расчет на 3—4 смены. Ход работ: 2 рабочих обозначают ось пути; 8 чел. переносят мостики для перекрытия кюветов; 16 чел. разгружают звенья; 80 чел. (по 40 с каждой стороны поезда)—подносят звенья в голову укладки; 4 человека раздвигают накладку для облегчения вставления концов рельсов;

16 чел. (в 2 смены) приподнимают звенья и вдвигают в накладки; 2 чел. измеряют ширину колеи и устанавливают прозорники; 4 чел. подносят болты; 12 чел. сбалчивают звенья (работают парами: впереди поезда—1-я пара вкладывает болт в среднее гнездо и надевает гайку, 2-я пара добалчивает его, 3-я добалчивает болт предыдущего звена; сзади поезда—1-я вставляет 4-й болт и надевает гайку, 2-я добалчивает его, 3-я проверяет все болты); 2 чел. рихтуют путь, 10 чел. подбивают его. Тыловой отряд производит ремонт пути (рихтовку и подбивку) и устройство переездов. Стационарный укладочный отряд укладывает путь на станциях и разъездах. Разборочный отряд снимает временные укладочные разъезды. Потребное число рабочих для укладки пути Ж. д. в.п. указано в табл. 10.

Табл. 10.—Число рабочих для укладки пути военно-полевой железной дороги с паровой тягой (при скорости укладки до 4 км в 1 смену).

Наименование отряда	Число людей	
	ж.-д. войск	рабочих частей
Главный	15	162
Стационарный	12	90
Тыловой	12	47
Разборочный	2	40
Итого	41	339

Для максимального успеха (8—9 км в сутки), при непрерывной работе в течение нескольких дней, назначают 4 смены. Кроме того, в ночные смены для освещения придается главному и стационарному отрядам по 2 железнодорожника и 20 рабочих, тыловому—1 железнодорожник и 15 рабочих, разборочному—5 рабочих. Одна смена отдыхает круглые сутки.

б) С конной тягой. Укладочных разъездов не устраивается; вагонеты по мере разгрузки ставятся на обочины. Для укладки организуются три отряда. Передовой, в случае укладки пути по неподготовленному полотну, производит планировку, небольшие земляные работы, постройку мостиков и труб; состав отряда зависит от количества предстоящих работ. Главный разгружает звенья и укладывает путь. Расчет—до 4 смен. Ход работ: 2 чел. обозначают ось пути; 6 чел. разгружают вагонеты; 36 чел. подносят звенья в голову укладки и укладывают их по оси пути крючьями вперед; 6 чел. соединяют звенья друг с другом, заводя их крючками под шпальки и нажимая ногой на распорный болт; 2 человека с молотками исправляют погнутые крючья; 2 человека рихтуют путь, 7 человек подбивают его. Тыловой отряд ремонтирует и приводит в порядок уложенный путь и устраивает переезды (табл. 11). Одна смена отдыхает круглые сутки. При укладке 2-го пути конной тяги скорость укладки доходит до 12 км в 8 час.

Для характеристики скорости укладки пути в иностранных армиях могут служить следующие данные.

Табл. 11.—Число рабочих для укладки пути военно-полевых железных дорог с конной тягой.

Наимен. отряда		Главный	Тыловой	Итого	
Род раб. силы					
Скорость укладки и скорость укладки до 7 км, 1 смена	Число людей	ж.-д. войск	9	8	17
		раб. частей	80	39	119
	Число людей	ж.-д. войск	17	18	35
		раб. частей	180	92	272
Скорость укладки и скорость укладки до 10 км, 2 смены	Число людей	ж.-д. войск	29	34	63
		раб. частей	340	170	510
	Число людей	ж.-д. войск	29	34	63
		раб. частей	340	170	510

Во Франции достигнута скорость лишь 2 км двухколейного пути в сутки; 1 км двухколейного пути требует 540—1 340 раб. дн. В Англии наибольшая достигнутая скорость 3,8 км в сутки; 1 км—1 250—1 500 раб. дн. (очевидно, с балластировкой и земляными работами). В С. Ш. А. скорость укладки менее 3 км двухколейн. пути в сутки; 1 км—1 500—1 600 раб. дн. на деревянных шпалах и 630—730 раб. дн. на металлич. шпалах (очевидно, с балластировкой). В Германии—12—19 км в сутки; 1 рота (250 чел.) укладывала до 6,5 км в 8 час. В Австрии—до 15 км в сутки.

Разборка пути. а) Паровая тяга. Назначается один отряд, разбирающий гл. и станционные пути. Состав отряда: 5 чел. от жел.-дор. войск и 139 от раб. частей. Успешность при трех сменах—6 км в сутки. Для ускорения работ формируется отдельный отряд для разборки станционных путей, водоснабжения, телеграфа и проч.; в таком случае успешность повышается до 9 км в сутки. Состав разборочного поезда—6—8 вагонетов. К моменту подхода разборки главного пути станционные пути д. б. разобраны, погружены и отправлены в парк; снятые переводы заменяются двумя прямыми нормальными. б) Конная тяга. Назначается один отряд; порядок работ—обратный порядку укладки. На разборку подаются 12 вагонетов, к-рые устанавливаются в расстоянии 71 звена друг от друга. Все вагонеты, за исключением двух головных, снимаются с рельсов; по нагрузке обоих головных вагонетов их отправляют в парк, на рельсы ставятся следующие два вагонета, грузятся и отправляются, и т. д.

Число рабочих для разборки Ж. д. в.п. с конной тягой составляет:

	Ж.-д. войск	Раб. частей
При скорости до 5 км в сутки (1 смена)	7 чел.	64 чел.
При скорости до 10 км в сутки (2 смены)	13 »	128 »
При скорости до 15 км в сутки (4 смены)	26 »	256 »

При четырех сменах одна отдыхает круглые сутки. На ночь назначаются команды для освещения в 22 чел.

Тяга и подвижной состав. Данные о паровозах и тендерах приведены в табл. 12.

Табл. 12. — Паровозы и тендеры военно-полевых железных дорог.

Характеристика	Типы паровозов	
	0-3-0	0-4-0
Диаметр цилиндра, мм	256	355
Ход поршня, мм	300	300
Диаметр колес, мм	600	750
Длина жесткой базы, мм	1 500	2 700
Поверхность нагрева, м ²	26,70	53,18
Давление пара, атм	12	11
Вес паровоза рабочей, т	11,79	21
Длина паровоза (с буф.), мм	5 166	6 351
Высота буферов, мм	600	595
Сила тяги по цилиндр., кг	2 316	3 266
» » сцеплению, кг	1 965	3 425
Наибольшая скорость, км/ч	15	25
Число осей в тендере	2	3
Диаметр колес тендера, мм	550	600
Длина базы тендера, мм	1 500	1 900
Длина тендера (с буф.) мм	3 494	4 630
Объем воды, м ³	3,30	5,36
Запас угля, т	0,8	2,6
Рабочий вес тендера, т	7,30	14,50

Примечание. Паровоз 0-4-0 применяется лишь при хорошо устроенном верхнем строении.

Для паровозов типа 0-3-0 воды в тендере хватает для груженого поезда с одним паровозом на 32 км, для порожнего поезда с одним паровозом—на 45 км. Расход воды на 1 км при груженом поезде составляет 0,107 м³, при порожнем—0,078 м³, при двойной тяге—примерно в два раза больше. Для накачивания полного тендера средствами паровоза требуется ок. 40 мин.; для наполнения из баков самотеком при кране \varnothing 6 см—ок. 6 мин. Топливо—уголь или дрова; запаса на тендере хватает на 45 км при расходе угля 16—18 кг на 1 км. Угольные склады располагаются обычно на всех станциях с водоснабжением. Промычка паровоза при хорошей воде производится через каждые 600 км пробега.

На Ж. д. в.-п. с тепловозной тягой применяются америк. трехосные тепловозы з-да Болдуина, типа 0-3-0, с четырехцилиндровым четырехтактным двигателем в 50 HP; передний и задний ход—при двух скоростях 6 и 12 км/ч и силе тяги соответственно—1 350 и 900 кг. На подъеме 0,040 вес поезда—18 т. Миним. радиус кривых—15 м. Колеса diam. 420 мм, двухреберные. Средняя технич. скорость 8 км/ч. На Ж. д. в.-п. с конной тягой вагонет перемещается двумя лошадьми, впрягаемыми по бокам вагонета. Сила тяги пары лошадей: $2 \times 65 \times 0,98 = 127$ кг. Средняя технич. скорость—6 км/ч; коммерч. скорость—3,5 км/ч.

Подвижной состав в иностранных армиях. 1. Франция. Паровозы: число осей 4; вес в рабочем состоянии 14 т; давление на ось 3,5 т; вес в порожнем состоянии 10 т; сила тяги 1 700 кг. Тепловозы: локотракторы Шнейдера с электрической передачей; горючее—бензин, спирт, особая смесь; мощность при 1 000 об/м.—50 HP; 4 скорости; вес в рабочем состоянии 10 т. Вагонеты: двусосные на 5 т и четырехсосные на 8 т; вес в груженом состоянии 11,5 т. Нормальный вес поезда 40—50 т. Пропускная способность 24 пары, при отправлении

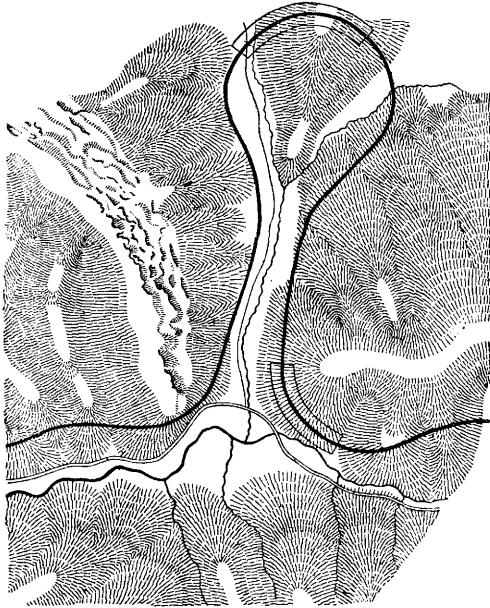
пачками (2 поезда в одном направлении) 36 пар. Скорость 10—12 км/ч. 2. Германия. Паровозы: четырехсосные, все оси шарнирные; вес в рабочем состоянии 12 т. Вагонеты 5-тонные. Пропускная способность 16 пар. Вес поезда 40 т. Скорость движения 12—15 км/ч. 3. С. Ш. А. Паровозы Болдуина, типа 1-3-1; вес 14 т. Тепловозы четырехцилиндровые, четырехтактные; мощность 35 и 50 HP (для маневров). 4. Англия. Паровозы двух типов—14 и 17 т. Тепловозы в 40 HP имеют вес 6 т и в 20 HP—2 т; горючее—бензин. Кроме того, имеются тепловозы Кроша с электрич. передачей и Болдуина—с зубчатой передачей. Грузоподъемность на уклоне 0,005: паровоза—164 т, тепловоза в 40 HP—32 т и в 20 HP—33 т; на уклоне 0,030: соответственно, 44, 22 и 9 т. Вагонеты четырехсосные, подъемной силой 3, 5 и 10 т. Скорость движения 13 км/ч. 5. Австрия. Тяга конная. Вагонеты тяжелые четырехсосные и легкие двусосные. Коммерч. скорость 3—4 км/ч.

Лит.: В е с е л о в П. В., Полевые жел. дороги, Л., 1925; Г а в р о н с к и й и В е р д е р е в с к и й, Краткое руководство по полевому жел.-дор. делу, Киев, 1913; И в а н о в В., Полевые переносные жел. дороги и значение их в современной войне, М.—Л., 1927; Инструкции по полевому жел. дорогам, изд. Гл. военно-техн. упр., П., 1916; К т а т о р о в С. Ф., Жел.-дор. дело, «Военный вестник», М., 1926; К ю л ь м а н Ф., Стратегия, пер. с франц., М., 1926; Н и к и т и н А., Постройка и эксплуатация узкокол. подъездных жел. дорог, ССПБ, 1909; О б р а з ц о в В. Н. и Э н г е л ь г а р д т Ю. В., Экономич. и подъездные пути, М., 1917; О б р а з ц о в В. Н., Э н г е л ь г а р д т Ю. В. и Я к о в л е в М. И., К вопросу об улучшении дорог на фронте, М., 1917; О п а ц к и й Н. В., Военные сообщения, М., 1926; С в я т л о в с к и й Е., Война и транспорт, М., 1927; Т р у б е ц к о й В. А., Руководство для изучения и обслуживания паровозов узкокол. жел. дорог, М., 1928; Э н г е л ь г а р д т Ю. В., Железные дороги, т. 3—Узкокол. дороги, М.—Л., 1929; е г о ж е, Узкокол. жел. дороги за границей и в СССР, М.—Л., 1927; Л е - Э н а ф и Б о р н е к, Французские жел. дороги и война, пер. с франц., М., 1923; Instruction provisoire sur l'organisation des communications et des transports militaires en temps de guerre, P., 1922. Н. Опацкий.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ ГОРНЫЕ, название, обозначающее 1—2 типа дорог: 1) жел. дороги обычного типа, работающие силою сцепления гладких колес с рельсами, но имеющие ряд особенностей в силу условий горной местности, и 2) с п е ц и а л ь н ы е ж. д., применяемые исключительно для преодоления крутых подъемов. В Германии для этих двух типов приняты особые наименования: Gebirgsbahnen и Bergbahnen; в русской литературе нет такой терминологии, т. к. дорог второго типа мы почти не имеем. 1) Обычные ж. д. горного типа отличаются от ж. д., проходящих в равнинных местностях, условиями своей трасировки и условиями эксплуатации. Волнистый профиль, вершины и глубокие долины горной местности не дают возможности применять здесь нормальные технич. условия проектирования и требуют допущения крутых уклонов и малых радиусов; предельные уклоны для горных магистралей этого типа доходят до 0,027 (С.—Готард), 0,040 (Денвер—Рио-Гранде, Перу), 0,045 (Канадская Тихоокеанская ж. д.), а для второстепенных дорог при паровой тяге даже до 0,070 на широкой колее и до 0,075 на узкой (Tavaux—Pontsericourt) и при электрической тяге до 0,127 (Лозанна). Предельные радиусы доходят на нормальной колее до 90 м (Пенсильванская) и на узкой колее—до 18 м (Guayaquil-Quito). Широкое применение кривых и уклонов на горных участках характеризуется процентным их отношением к общей длине линии; в Швейцарии, напр., уклоны составляли в 1914 г. 78%, а кривые 37% общего протяжения сети (для СССР соответственно—63 и 23%); у нас, например, на горной линии Пермь—Свердловск кри-

вые составляют 45%, а на равнинной—Красный Кут—Астрахань только 5% общего протяжения.

Несмотря на облегчение технич. условий, проведение Ж. д. г. по кратчайшим направлениям крайне затруднительно, и для

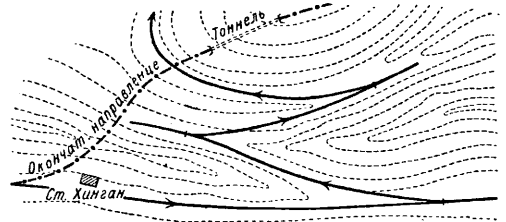


Фиг. 1.

получения задан. уклонов требуется разв. и т. е. линии, т. е. ее значительное удлинение; для трассировки дорог в горах обычно пользуются речными долинами, дающими минимальный уклон, а если этот уклон более предельного, то для развития линии заходят в соседн. долины (фиг. 1, Бреннерская

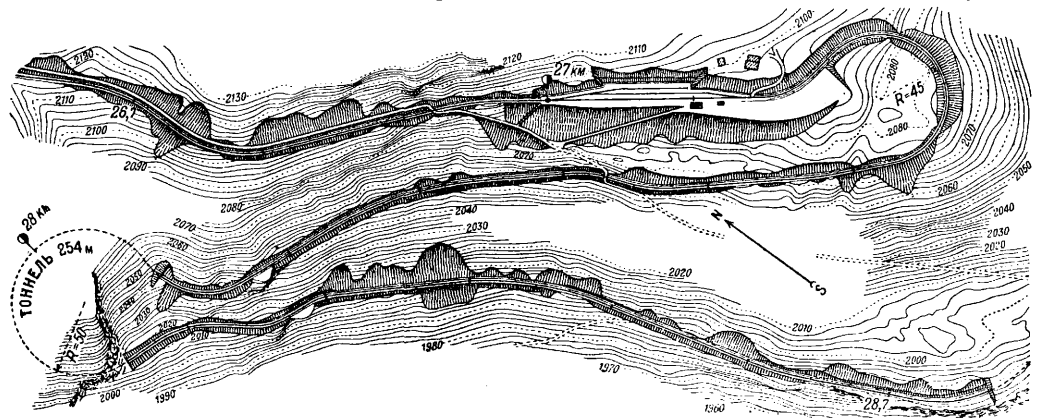
С.-Готтардская ж. д.); г) улитки, когда дорога спиральной кривой сходится в точку на вершине (фиг. 5, Брокенская ж. д.). Такое развитие увеличивает длину линии часто в несколько раз против расстояния между теми же конечными точками по прямой линии; так, напр., близ Шоочилло длина линии вместо 170 м получилась в 5 км, т. е. коэффициент развития составил 29.

В строительном отношении Ж. д. г. характеризуются большим количеством земляных работ (напр. на Кругобайкальской дороге местами до 220 000 м³ на 1 км пути),



Фиг. 2.

притом в трудн. каменных участках, разрабатываемых взрывными работами, многочисленными высокими насыпями и глубокими выемками, большим количеством подпорных стенок как под полотном, так и для поддержки откосов выемок; во многих случаях насыпи приходится заменять виадукими, а выемки коротк. тоннелями (фиг. 6, профиль С.-Готтардской ж. д.); напр., на Кругобайкальской дороге на протяжении 67 км имеется 38 тоннелей и 47 крытых галлерей. Значительное сокращение линии и уменьшение преодолеваемых высот на перевалах достигается длинными тоннелями (С.-Готтардский—15 км, Симплонский—20 км). Наконец, большое внимание необходимо уделять



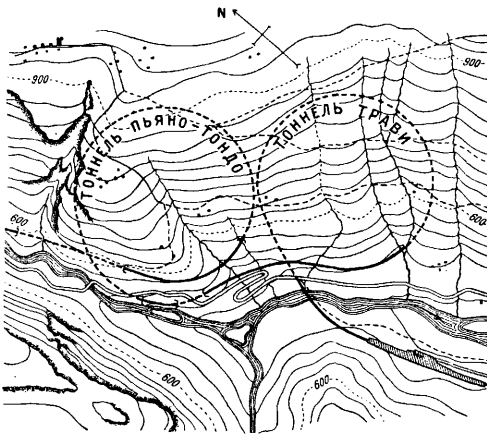
Фиг. 3.

ж. д.). При очень крутых подъемах применяются специальные приемы: а) обратные тупики или зигзаги (фиг. 2, Хинган, Восточно-Кит. ж. д.); б) серпентины (петли), одиночные и двойные, открытые или частично скрытые в тоннелях (фиг. 3, Альпгрюн, Бернская ж. д.); в) спирали—удлиненные повороты, при к-рых линия пересекает самое себя, но уже в другом уровне (фиг. 4,

предохранению от лавин и камней устройством плетней на вершинах гор, предохранительных заборов и даже закрытых галлерей над путями.

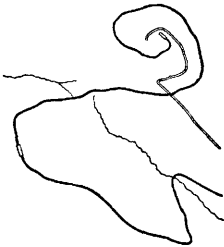
В тяговом отношении горные условия делают более выгодным применение электрич. тяги в виду наличия во многих случаях мощных источников водной энергии (водопады, горн. источники), а при большом протяжении

тоннелей — вследствие затруднительности вентиляции их при паровой тяге. При паровой тяге характерным является применение двойной и тройной тяги, подталкивающих паровозов, бустерных паровозов и



Фиг. 4.

спец. типов паровозов с большим числом сцепных осей при условии сохранения хорошей поворотливости (сист. Гаррата, Ферли, Маллета и др.). Стремление удешевить постройку приводит к большому применению узкой колеи (Швейцарские дороги от 0,800 до 1,000 м, Darjeeling — Siliguri в Гималаях 0,610 м, Guayaquil — Quito в Эквадоре 1,067 м).



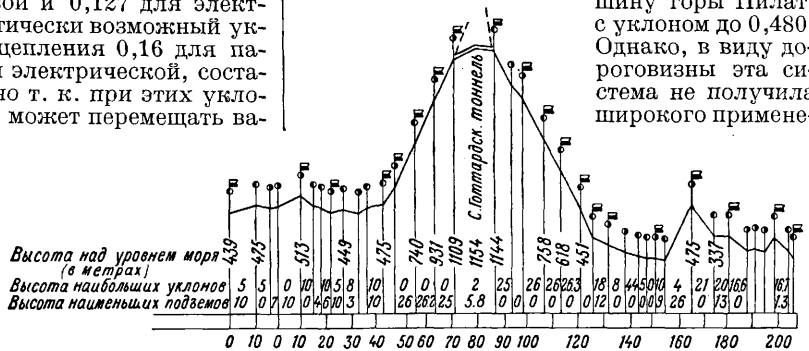
Фиг. 5.

2) Специальные типы. Дороги, работающие силой сцепления колес с рельсами, не применяют уклонов выше 0,080 для паровой и 0,127 для электрической тяги. Теоретически возможный уклон, при коэфф-те сцепления 0,16 для паровой тяги и 0,25 для электрической, составляет 0,160 и 0,250, но т. к. при этих уклонах двигатель уже не может перемещать вагонов, а только удерживает сам себя, то фактические подъемы 0,080 и 0,127, составляющие половину теоретическ., можно считать практически пределом. Для достижения больших уклонов приходится прибегать к иным уже способам перемещения, при которых сила сцепления имеет второстепенное значение или даже вовсе не используется. Эти специальные типы дорог, или Ж. д. г. в тесном смысле слова, разделяются на следующие виды: А) трехрельсовые, Б) зубчатые и В) канатной тягой.

А) Трехрельсовые ж. д., кроме двух рельсов обычного типа, имеют еще третий рельс, к-рый обжимается двумя горизонтальными колесами локомотива, дающими доба-

вочное сцепление. Такие дороги строились по системе Фелля (горизонтальные колеса нажимались пружинами) или Ганскотта (колеса нажимались пневматич. путем). Предельные уклоны на этих дорогах достигают 0,120. Наиболее известна из них ж. д. на Пюи-де-Дом во Франции, имеющая колею в 1,000 м и длину в 14,5 км при паровой тяге. Кроме того, имеется еще дорога в Ла-Бурбуль во Франции и несколько дорог в Бразилии, Англии и Новой Зеландии.

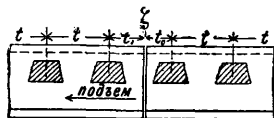
Б) Зубчатые ж. д. Движение по зубчатым дорогам осуществляется посредством зацепления зубчатых колес за зубчатую рейку (кремальеру), расположенную по оси пути, примерно в уровне путевых рельсов. Такое устройство дает возможность достигнуть требуемой тяги, не считаясь с величиной сцепления между ведущими колесами и путевыми рельсами, а в зависимости лишь от прочности и правильности зубчатого зацепления. Предельная величина уклона определяется условием, чтобы в наименее выгодных случаях работы зацепления (при торможении во время спуска) зубцы колес не накалывались на зубцы кремальеры и не соскальзывали с них. Все зубчатые ж. д., за немногими исключениями, имеют зацепление зубчатых колес с зубчатой рейкой в вертикальной плоскости. Предельн. уклон для такого рода зубчатых дорог теоретически определяется в 0,500. Практика эксплуатации зубчатых дорог, однако, показала, что допустимым уклоном надо считать лишь 0,250—0,300; превышение этого предела нежелательно как в интересах безопасности движения, так и во избежание сокращения пропускной способности. Задача применения более крутых уклонов в технич. отношении была б. или м. удачно разрешена Лохером и Гуйер-Фрейлером, к-рые заменили вертикальное зацепление зацеплением в плоскости, параллельной полотну. По предложенной ими системе построена дорога на вершину горы Пилат, с уклоном до 0,480. Однако, в виду дороговизны эта система не получила широкого приме-



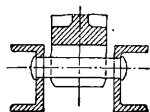
Фиг. 6.

ния, и можно считать, что уклон 0,300 является для зубчатых дорог максимальным, за пределами к-рого более выгодными являются дороги с канатной тягой. На зубчатых ж. д. смешан. типа, т. е. состоящих из участков с обыкновенным сцеплением и зубчатым зацеплением, зависимость между величинами предельных уклонов определяется соотношениями наилучшего использования силы тяги локомотива на участках того и др. типа.

Ширина колеи зубчатых ж. д. колеблется в пределах 1,435 ÷ 0,800 м. Наиболее выгоднейшей шириной колеи для зубчатых дорог (несмешанного типа) считается в настоящее время 1,000 м. Наименьшие радиусы закруглений приняты, как правило, 80—120 м; в трудных условиях допускаются радиусы 60 и даже до 30 м. Верхнее строение состоит из двух обыкновенных рельсов и кремальеры,



Фиг. 7.

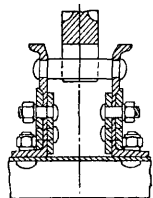


Фиг. 8.

укрепленных на деревянных или металлических поперечинах, лежащих на мощном балластном слое из гравия или щебня. На крутых уклонах, для обеспечения пути против сползания, шпалы упираются в металлические сваи, забитые в грунт или забетонированные в бетонные массивы, расположенные через определенные промежутки (на дороге к вершине горы Риги—через 50 м). При уклонах, близких к предельному, как, напр., на горе Пилат, путь уложен на сплошном бетонном основании и неразрывно связан с ним при помощи анкеров.

Наиболее распространенными типами кремальеры являются системы: Риггенбаха, Абта и Штруба.

Кремальера сист. Риггенбаха состоит из 2 швеллеров (фиг. 7 и 8), уложен на расстоянии 100—140 мм один от другого. В стенки швеллеров через каждые 80—110 мм вклепаны в холодном состоянии зубья трапециoidalного сечения из литой стали. На смешанных зубчатых ж. д. эта кремальера устраивается более высокого типа (фиг. 9), при чем стенки в верхней части несколько развернуты наружу для обеспечения от



Фиг. 9.

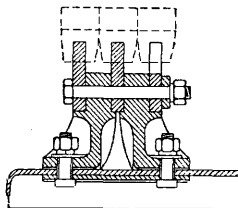
накачивания на них зубчатых колес. Длина отдельных элементов кремальеры, во избежание чрезмерных зазоров в стыках, не превышает 3—3,5 м, что обеспечивает зазор, не превосходящий 2 мм. Система Риггенбаха была первой, примененной в Европе (1871 г.), и получила наибольшее распространение в Швейцарии.

Кремальера сист. Абта состоит из двух или трех параллельных зубчатых полос А и В (фиг. 10), сдвинутых одна относительно другой так, что зубец одной приходится против выемки другой, соответственно чему расположены и зубчатые колеса локомотива, насаженные на общую ось. Преимущество этой системы состоит в том, что зацепление локомотива производится одновременно не менее чем 2 зубцами, в то время как у Риггенбаха тяговое усилие воспринимается только одним зубцом. При устройстве трех полос число одновременно работающих зубцов не менее трех (фиг. 11). Такой результат возможен, однако, только при самой тщательной пригонке частей, которая

легко нарушается вследствие износа колес и кремальеры. Для обеспечения одновременной равной работы двух или трех зубцов служит особое пружинное соединение обоих зубчатых колес, автоматически регулирующее взаимное расположение их зубцов.

Зубчатка системы Абта введена была впервые в 1885 году, при постройке дороги на Гарц в Брауншвейге, и с 1890 года получает широкое распространение в разных странах (дорога через Анды длиной 75 км, линия Бейрут—Дамаск длиной 146 км, и пр.).

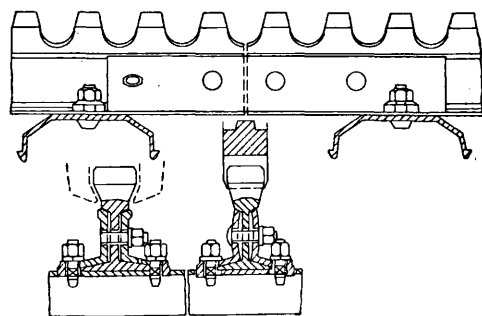
Кремальера сист. Штруба состоит из фасонного рельса, головка которого имеет зубцы, выпиленные в утолщенной верхней части рельса, дающей вместе с тем возможность надежного торможения посредством особых захватов, обжимающих головку с боков. Значительная прочность зубцов дает возможность установки на локомотив одного ведущего колеса.



Фиг. 11.

Это обстоятельство, в свою очередь, позволяет поместить ведущее колесо около ц. т. локомотива, вследствие чего поднятию колеса на кремальере препятствует давление всего паровоза, чего нет в других системах. Кроме того, поднятию локомотива препятствуют вышеупомянутые захваты (фиг. 12). К преимуществам этой системы надо отнести также более легкую очистку зубцов от снега и т. п.

Из кремальер с зацеплением в плоскости, параллельной полотну, наиболее известна упомянутая система Лохера (фиг. 13). На дорогах смешанного типа особого устройства требует кремальера в местах перехода



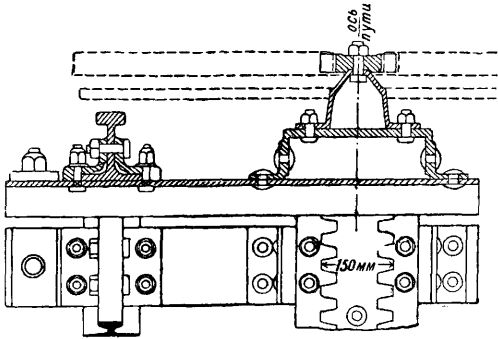
Фиг. 12.

зубчатого зацепления на обыкновенное. В настоящее время начальное звено кремальеры делается по системе Абта, состоящей в том, что входная зубчатая рейка, которая расположена на рессорах, имеет вначале скошенную часть, зубцы которой расположены на 2 мм ниже, и кроме того, расстояние между зубцами увеличено в начале на 1—4 мм против нормального для более легкого зацепления зубчатого колеса.

Расчетная часть. Специальным расчетам подвергаются зубчатое колесо и зубчатая рейка. Усилие тяги

$$F = 1000 P \sin \alpha + P \cos \alpha w_n + \frac{1000 P v^2}{2gl} + \\ + 1000 Q \sin \alpha + Q \cos \alpha w_n + \frac{1000 Q v^2}{2gl},$$

где P —вес паровоза в t , Q —вес вагонов в t , w_n —сопротивление паровоза движению,



Фиг. 13.

w_n —сопротивление вагонов движению, α —угол наклона пути к горизонту, v —скорость движения в $m/сек$, g —ускорение силы тяжести ($9,8 m/сек^2$), l —длина разгона или замедления в m .

Нормальное давление на зубец

$$N = \frac{F}{\cos \vartheta},$$

где ϑ —угол между нормалью к плоскости зубца и линией пути. Для того чтобы не было выскакивания зубчатого колеса из зубцов рейки (Auftrieb), необходимо, чтобы минимальная величина нагрузки ведущего колеса p удовлетворяла след. равенству:

$$p \cos \alpha = F \operatorname{ctg} (\beta \mp \varphi),$$

где β —угол между плоскостью зубца рейки и линией пути, φ —угол трения при смазке; хорошая смазка улучшает условия движения. Поезд повернется для крутых уклонов на устойчивость против опрокидывания при спуске путем определения моментов сил относительно нижнего колеса паровоза.

Конструкция локомотивов зависит от того, предназначены ли они для обращения на сплошных зубчатых дорогах или на дорогах смешанного типа. В первом случае локомотивы имеют одно ведущее зубчатое колесо (Риги-Кульм) или две ведущие оси (дороги системы Абта). На дорогах смешанного типа паровозы имеют или два цилиндра, приводящих в движение одновременно оба ведущих колеса и зубчатое колесо помощью общего шатуна, вследствие чего зубчатое колесо вращается также и на тех участках, где оно не работает, или четыре цилиндра, из к-рых два приводят в движение ведущие оси, а два других приводят в движение зубчатое колесо, свободно сидящее на одной из осей, ближайшей к ц. т. паровоза. Паровозы последнего типа снабжены еще отдельным зубчатым колесом, насаженным наглухо на переднюю ось и служащим для торможения; на нормальных рельсах работают лишь ведущие оси; при подходе к зубчатке постепенно вводится в действие зуб-

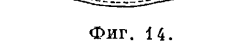
чатый механизм и, по достижении полного зубчатого зацепления, выключается в работу полностью, совместно с ведущими колесами, движущимися по нормальным рельсам.

Электрич. локомотивы обыкновенно имеют две оси с гладкими колесами, между которыми находятся два ведущих зубчатых колеса, приводимых в движение специальными электромоторами. Для правильной работы ведущее зубчатое колесо д. б. достаточно нагружено, во избежание накатывания его на кремальеру или соскальзывания с нее.

В виду больших уклонов зубчатых дорог особое значение приобретает надежность тормозных устройств. Поэтому составы оборудуются несколькими системами тормозов, могущими действовать независимо одна от другой. Наиболее употребительны следующие способы: 1) торможение помощью сжатого воздуха, выпускаемого в рабочие цилиндры и действующего как контрпар; 2) непосредственное торможение зубчатых колес локомотива; 3) торможение силой трения колодок, действующих на все колеса состава; 4) автоматич. торможение при увеличении скорости свыше известного предела; 5) торможение захватами, действующими на рельсы; 6) ленточный тормоз, действующий (при помощи пара или вручную) на ведущие оси локомотива; 7) торможение особыми зубчатыми колесами (когда локомотив идет впереди состава). Скорость движения на зубчатых ж. д. 4—12 км/ч; на участках обыкновенного типа—в зависимости от уклона, типа локомотива и расположения его в хвосте или голове поезда—15—45 км/ч.

Стоимость зубчатых дорог (Швейцарских) колеблется (в довоен. ценах) от 100 000

(Бриенц—Ротгорн) до 500 000 рублей (Юнгфрау) за км, в зависимости от технич. усло-



Фиг. 14.

вий, гл. обр. от числа тоннелей (61% в Юнгфрау и 9% в Бриенце). Одно верхнее строение стоит 21 000—44 000 р. за км. Смешанные дороги обходятся дешевле—от 56 000 (Бекс—Виллар) до 162 000 руб. (Мартиньи—Шаттелар) за км, при средней стоимости нормальных дорог Швейцарии в 160 000 руб. за км.

В) Железные дороги с канатной тягой (фуникулеры), применяемые для пассажирского, а иногда и для грузового движения, представляют собою уложенный на прочном основании рельсовый путь, по которому подвижной состав поднимается силой тяги, передаваемой при помощи прикрепленного к нему каната. По способу движения они разделяются на дороги: а) с одним вагоном, попеременно поднимающимся и спускающимся на канате, и б) с двумя вагонами, из которых один поднимается, а другой спускается.

Первоначально дороги проектировались с одним вагоном однопутные и с двумя двухпутные; затем перешли к трехрельсовым, при чем средний рельс на протяжении разъезда разделяется на два (фиг. 14), и, наконец, к однопутным с автоматич. разъездом



Фиг. 15.

санаторий. Обычно такие дороги соединяются с постройкой отелей или санаторий на вершинах гор и окупаются лишь этими совместными мероприятиями. Многие дороги поднимаются на снежные вершины, выше глетчеров. В табл. приведены высота подъема и общая высота над уровнем моря, достигнутые наиболее известными из горных железных дорог.

Горные железные дороги.

Название	Высота над ур. моря, м	Система	Общая высота подъема, м
Пилатус	2 076	Зубчатые дороги	1 636
Юнгфрау	4 693		2 029
Пайкс-Пик (Америка)	4 260		2 245
Бекс-Виллар (Швейцария)	1 254	Смешанные дороги	986
Эгль-Лезен	1 394		840
Гора Давида (Тяфлис)	732	Фуникулеры	—
Штансенгорн	1 850		1 400
Шатцальп	1 864		304
Низенбаи	2 335		1 642

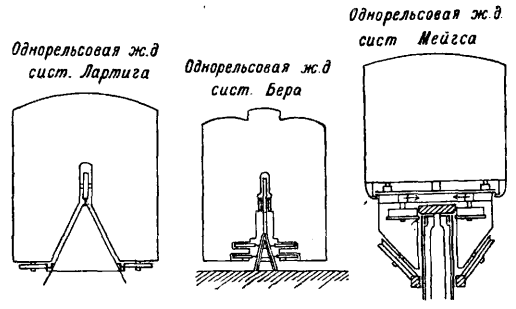
За последнее время большое распространение среди горных типов пассажирских железных дорог получили подвесно-канатные дороги.

Лит.: Оппенгейм К. А., Проектирование жел. дорог, ч. 1—4, М., 1925—28; Коковцев К., Горные жел. дороги Швейцарии особых систем, т. 1—2, СПб., 1898—1909; его же, Дороги особых систем, М.—Л., 1927; Образцов В. Н., Горные дороги Швейцарии, М., 1910; Зесфельнер Е., Электрическая тяга. Теория и применение электрической тяги на железных дорогах, перевод с нем., М., 1926; Röll's Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, 2 Auflage, В.—В., 1912—23, см. статьи: Albulabahn, Alpenbahnen, Bergbahnen (им. лит.), Gebirgsbahnen (им. лит.), Einschienenbahnen, Gotthardbahn, Seilbahnen, Seilschwebebahnen, Schwebebahnen, Zahnbahnen; Bleichert А., Personen-Seilschwebebahnen, Leipzig, 1928; Strub E., Die Drahtseilbahnen, В. 1—Bergbahnen d. Schweiz, Wiesbaden, 1900; Lévy-Lambert А., Chemins de fer à crémaillère, 2 éd., Paris, 1908; «Organ f. die Fortschritte d. Eisenbahnwesens», В., «Z. d. VDI»; «Schweizerische Bau-Zeitung», Zürich, ab 1890. И. Иванов, В. Образцов, Э. Штрём.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ ОДНОРЕЛЬСОВЫЕ

устанавливаются вместо двухрельсовых, отчасти для уменьшения количества рельсового металла, но гл. обр. с целью достижения возможно большей поворотливости на кривых. Они применяются гл. обр. для промышленных целей, но могут служить и для перевозки пассажиров. По расположению вагона их можно разделить на наземные, в которых вагон расположен выше уровня рельса (центр тяжести—выше точки опоры), и подвесные, в к-рых вагон находится ниже рельса (центр тяжести—ниже точки опоры). Кроме однорельсовых ж. д. в собствен. смысле слова, имеющих только одну точку опоры для колеса, к этим же дорогам причисляют и дороги, снабженные дополнительными опорными точками, назначение к-рых, однако, только поддерживать равновесие при передаче всего вертикального давления на основное колесо. К последнему типу относятся следующие пасса-

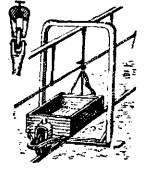
жирские дороги: Пальмера, Фелля, Ле-Рой-Стоуна, Лартига (жел.-дор. линия Listowel-Balyb Union, фиг. 1), Бера (фиг. 2), Мейгса



Фиг. 1. Фиг. 2. Фиг. 3.

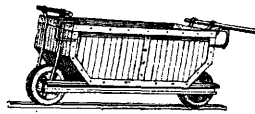
(пробная линия в Бостоне, фиг. 3), Дитриха, Кука, Эноса, Лемана; большинство их, однако, не вышло из стадии опытов и не получило распространения. Из промышленных дорог этого типа необходимо отметить:

а) систему Лемана с нижним опорным и верхним удерживающим рельсами (фиг. 4), применяемую во внутризаводском транспорте;



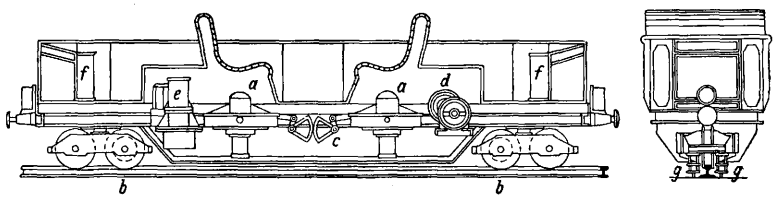
Фиг. 4.

б) систему, в которой тележка передвигается силою человека или лошади и ими же поддерживается в равновесии (фиг. 5); во время войны 1914—18 гг. в русской армии получила некоторое распространение подобная система—Гравье; в) систему Ларманья (Larmagnat) одним или двумя с поддерживающими колесами, в которой наибольшее давление передается на среднее колесо, а поддерживающее колесо несет только небольшую часть нагрузки; в СССР в стадии опытов находится подобная же система инж. Деканского.



Фиг. 5.

К однорельсовым наземным дорогам в собственном смысле слова можно отнести лишь так называемые жироскопические ж. д. (см. Волчок). Установка большого жироскопа внутри вагона может удержать вагон на одном рельсе в стоячем положении. В 1910 г. инж. Бренаном была построена и испытана жироскопическая дорога в Лондоне (на выставке) с вагоном на 30—40 пассажиров со

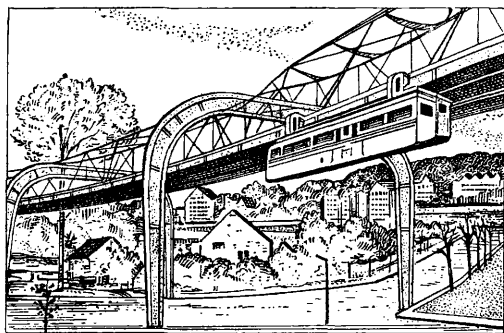


Фиг. 6.

скоростью 33 км/ч при радиусе в 30 м; жироскопами являлись два горизонтально расположенных колеса. На фиг. 6 показан разрез экипажа системы Шерля с двумя жироскопами а, а; из русских изобретателей следует упомянуть Шиловского, предложив-

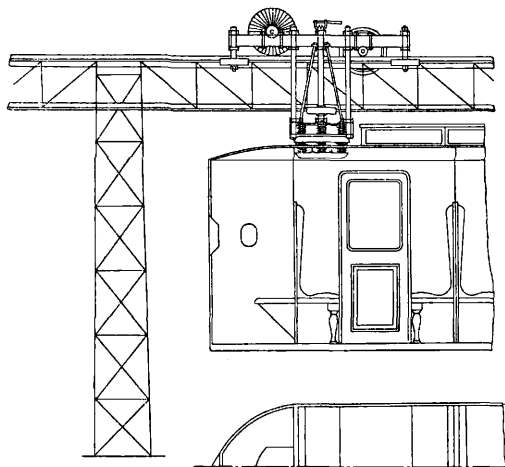
шего в 1919 г. проект устройства однопорельсовой дороги от Кунцева к Кремлю. Проект осуществлен не был. В общем жироскопич. дороги также не вышли из стадии опытов.

Подвесные однопорельсовые дороги получили гораздо большее распространение благодаря большой простоте конструкции и большой устойчивости. Из пассажирских типов следует отметить систему Лангена и построенную им по этому типу в 1900—1902 гг. дорогу (т. н. Schwebebahn) Эльберфельд—Бармен—Фовинкель (близ Кельна), являющуюся как бы метрополитеном для этих трех городов (фиг. 7); длина линии 13,3 км; дорога проходит частью над шоссе, частью (в пределах города, на протяжении 10 км) над рекой Вуппер на опорах, упирающихся в правый и левый берега. Наибольшие уклоны 0,027, а в конечных участках на поворотах 0,045; наименьшие радиусы на



Фиг. 7.

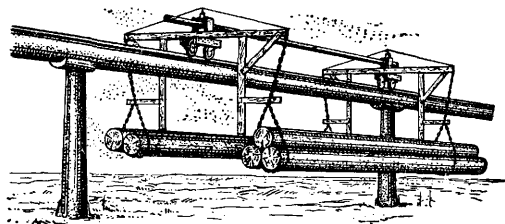
главном пути 75 м, у входа на станцию 30 м, а на боковых путях до 8 м. Вес металлич. частей 1 100 кг на 1 п. м; качающиеся опоры расположены через 21—33 м, заменяясь неподвижными в среднем через 200 м. Вагоны



Фиг. 8.

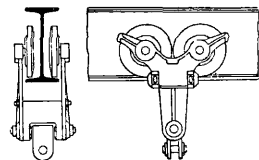
вмещают до 75 человек при tare в 12,5 т. Вагоны подвешены на 2 тележках (пролет между ними 8 м) с 2 колесами на каждой диаметром 0,9 м; тяга электрическая; моторы вагонов в 36 HP при напряжении в 550 В; скорость движения до 40, а в среднем 23,5 км/ч; на поворотах вагон наклоняет-

ся, и центробежная сила уравнивается этим наклоном. Обращает внимание сравнительная дешевизна постройки, составившая 480 000 мар. за км, включая станции и



Фиг. 9.

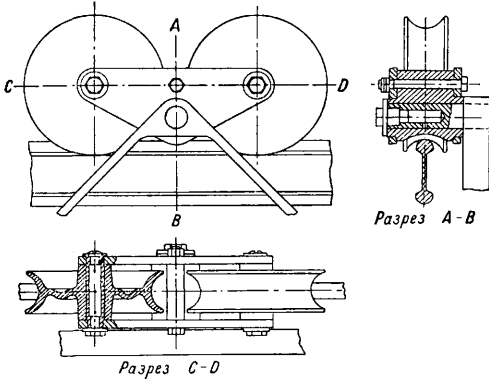
металлич. конструкции; Шимпф принимал в 1913 г. стоимость такой дороги для Берлина в 900 000 мар. за км, т. е. в 2—2½ раза (по другим данным даже в 5 раз) дешевле подземного метрополитена. В 1927 г. дорога перевезла 20 939 373 пассажира (в 1903 г.— 8 млн.). В России проект и опытный участок в Гатчине были выполнены проф. Романовым (строитель К. Н. Кашкин) в 1900 г. по его собственной системе, представляющей видоизмененную систему Лангена (фиг. 8). На подвесные дороги возлагалось очень много надежд; указывалось на возможность достижения скоростей в 200 км/ч; были даже проекты постройки такой дороги между Москвой и Ленинградом, метрополитена для Берлина, и т. д. Однако, в настоящее время имеется только одна Эльберфельдская дорога.



Фиг. 10.

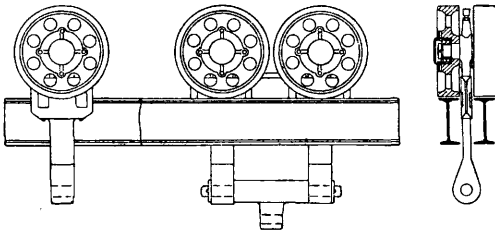
Из новейших идей следует отметить проект (пока неосуществленный) подвесной дороги в Париже по системе Дора с пропеллерным двигателем; пролеты между опорами при применении канатных подвесок здесь увеличены до 150 м, что позволяет значительно сократить занятие уличной площади. Из промышленных однопорельсовых дорог подвесного типа следует упомянуть об австр. конструкции для разработки леса (фиг. 9); рельс уложен на продольном лежне, поддерживаемом столбами. Вагонетка состоит из 2 отдельных, по обе стороны рельса, элементов, связан. рамой, опирающейся колесами на рельс; регулировка равновесия обеих половин производится подтягиванием цепей к раме или наоборот, изменением плеча вращающей пары; в СССР по этому типу строятся дороги изобретателями Деканским и Волковским, запатентовавшими некоторые изменения. Стоимость таких дорог,

по их данным, составляет ок. 3,5—4 тыс. рублей за км; стоимость перевозки ок. 5—



Фиг. 11.

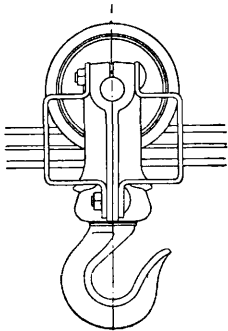
5,5 коп. на ткм. Тяга—лошадиная или моторная. Достоинством таких дорог является



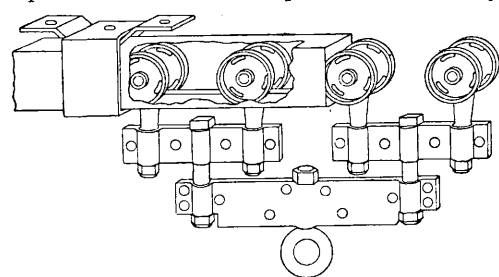
Фиг. 12.

независимость от снежного покрова и до нек-рой степени от земляных работ. Наконец, к однорельсовым промышленным ж.д. относятся также и подвесные (вернее, жесткоподвесные) железные дороги системы Гойста, Тельфера, Блейхерта и другие, обслуживающие внутризаводские помещения, а при электрической тяге—и довольно большие ветви.

Системы рельса и колес вагонетки для Ж.д. о. можно отметить следующие: 1) с ездой двумя колесами по нижней полке двутавра (фиг. 10); 2) с ездой по верхней головке одного рельса, чаще—двух-



Фиг. 13.



Фиг. 14.

голового (фиг. 11); 3) с ездой поверху на 2 рельсах (фиг. 12), на крестообразном рельсе

(фиг. 13) и по коробчатому рельсу (фиг. 14); перемещение производят: а) вручную; б) при помощи электрич. мотора, укрепленного на оси тележки и управляемого из особой подвешенной к тележке будки или же со стороны; в) при помощи таких же моторов, но действующих автоматически с блокировкой всей дороги по участкам. Подробнее см. *Подвесные дороги*. Жесткие подвесные дороги применяются для перевозки руды, угля и др. материалов и при скорости движения в 3 м/сек, с вагонами до 12 м³, дают провозную способность до 500 т/ч.

Лит.: Мелентьев В. С., *Электрич. подвесные ж.д. и дорога сист. И. В. Романова*, 2 изд., СПб, 1904; Образцов В. Н. и Энгельгардт Ю. В., *Экономич. подвесные пути*, М., 1916; Иваницко И. Д., *Электрич. однорельсовые подвесные дороги для перемещения грузов*, М.—Л., 1927; «Техника и производство», Л., 1925, 5; «ТД», 1928, 9; «СП», 1925; «Наука и техника», М., 1928, 19; Röll's Enzyklopädie d. Eisenbahnwesens, B. 4—Einschienebahnen, В.—W., 1913; «Organ f. die Fortschritte d. Eisenbahnwesens», В., 1885—89, 1895, 1901, 1903—04, 1909—10; Langen E., *Chemins de fer suspendus, à rail unique*, P., 1910; Lugers Lexikon d. ges. Technik, 3 Aufl., B. 2—Einschienebahnen, В.—Lpz., 1926; Hanffstengel G., *Die Förderung v. Massengütern*, 3 Aufl., B. 2, T. 1, В., 1928; Aumund H., *Hebe-u. Förderanlagen*, В. 1—2, В., 1926. В. Образцов.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ ПОДВЕСНЫЕ, см. *Подвесные дороги*.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ УЗКОЙ КОЛЕИ. Вопрос о том, какую колею считать узкой, неоднократно дебатировался, но большинство авторитетов считает нормальной т. н. стейфенсоновскую колею в 1,435 м, которая применена приблизительно на 67% всех ж.д. земного шара; при этом все колеи больших размеров являются широкими, а меньших—узкими. Такая номенклатура и принята в дальнейшем изложении.

Уменьшение ширины колеи ж.д., помимо сокращения количества работ по устройствам, непосредственно зависящим от ширины колеи, дает возможность значительно лучше приспособиться к местным условиям. Как бы ни облегчались технические условия проектирования ширококолейных ж.д., все-таки для их сооружения, особенно в пересеченной местности, требуется значительно большая затрата средств, материалов и рабочей силы, чем для ж.д. узкоколейных. Размер экономии строительных расходов зависит от целого ряда факторов, в особенности же от местных топографич. условий и от размера ожидаемого грузооборота, достигая в нек-рых случаях 50—70% по сравнению с ширококолейной. Что касается эксплуатационных расходов, зависящих от движения, то они обуславливаются не шириной колеи, а гл. обр. профилем, типом пути и типом подвижного состава, при чем вообще с облегчением технических условий и с удешевлением типов они несколько повышаются. При правильном выборе типов это повышение оказывается значительно меньшим, чем ложающиеся на стоимость ткм не зависящие от движения расходы, в результате чего перевозка грузов по ж.д. узкой колеи обходится, до известных пределов грузооборота, значительно дешевле, чем по дорогам нормальной колеи. Чрезвычайно широкая приспособляемость узкоколейных дорог к местным условиям и к размерам грузооборота позволяет понижать, при малых

грузооборотах, полную стоимость постройки до 15 000—20 000 р. за км, а в нек-рых случаях и до более низких пределов. Это дает возможность применять узкоколейные дороги с выгодой в тех случаях, когда ж. д. нормальной колеи оказываются явно убыточными. С другой стороны, при достаточно сильных типах устройства и оборудования,

2) Перегрузка грузов при примитивных устройствах требует значительной затраты рабочей силы и вызывает простой подвижного состава, что особенно тяжело отражается на полной стоимости перевозки при незначительном протяжении узкоколейной дороги. Однако, при достаточной длине дороги и при соответствующих устройствах затрата

Табл. 1.—Развитие узкоколейных жел. дорог по отдельным государствам.

Наименование государств	Первая узкоколейная ж. д.			Протяжение узкоколейной ж. д. в км			% от общего протяжения узкоколейной ж. д. ко всему протяжению ж. д. в 1922 г.
	Название	Год открытия	Ширина колеи в м	к 1890 г.	к 1912 г.	к 1922 г.	
Англия (с Ирландией)	Фестиньогская	1832	0,597	—	1 100	1 100	2,8
Австрия	Линц—Будвейс	1832	1,106	800	2 000	870	14,0
Венгрия		—	—	—	—	600	6,5
Франция	Грезю—Центр. канал	1840	1,800	2 900	15 000	17 800	33,0
Бельгия	Антверпен—Гент	1847	1,151	700	3 500	4 350	39,0
Швеция	Шмедьбабенская	1860	1,088	1 675	3 400	3 590	23,5
Бразилия	Кантагалская	1860	1,000	600	20 000	27 380	93,0
Германия	Врельгальская	1862	0,785	1 100	7 650	6 850	12,0
Норвегия	Лильштрем—Конговингер	1862	1,067	970	1 200	1 160	33,5
Испания	Картагена—Делия	1864	1,000	950	3 400	5 980	38,0
С. Ш. А.	Денвер—Рио-Гранде	1870	0,915	15 500*1	2 070	2 070	0,5
Италия	Турин—Ривольи	1871	0,900	1 000	1 900	2 000	10,0
Япония	Токио—Июкагама	1872	1,067	3 000	—	13 500*2	82,0
Алжир и Тунис	—	1874	1,055	—	3 500	4 880	72,0
Швейцария	Лозанна—Эшален	1875	—	300	700	1 550	29,0
Греция	Пиргос—Катаколо	1883	1,000	930	1 164	1 030	32,0
Аргентина	—	—	—	3 500	—	11 760	32,0
Британская Индия	—	—	—	9 700	21 500	31 500	48,5
Нидерландская Индия	—	—	—	—	2 300	6 660	96,0
Индо-Китай	—	—	—	—	3 000	6 600	100,0

*1 В 1875 г.

*2 С Кореи, Квантуном и Формозой.

как показывает иностранная практика, узкоколейн. дороги могут обслуживать такие грузообороты, к-рые осуществляются лишь немногими нашими магистралями широкой колеи. Усиление типов может осуществляться постепенно, с развитием грузооборота.

Наряду с указанными преимуществами ж. д. узкой колеи имеют и недостатки, к к-рым, помимо меньшей мощности, при наличии основной ширококолейной сети относятся: 1) обособленность тягового хозяйства и 2) перегрузка грузов.

1) Обособленность тягового хозяйства и невозможность переброски, по мере необходимости, подвижного состава с одной дороги на другую являются очень существенным недостатком. Последний м. б., однако, значительно ослаблен, а иногда и полностью устранен следующими мерами: а) комбинированием нескольких узкоколейных дорог в связанную сеть, с устройством при разрывах небольшого протяжения передаточных путей с совмещенной колеи; б) передачей узкоколейного состава на ширококолейных платформах или рольбоках; в) интенсификацией работы паровозов на время усиленного движения, с переброской сменных бригад с других железных дорог.

времени и средств на перегрузку понижается настолько, что накладные расходы этого рода оказываются во много раз меньше всех тех выгод, к-рые дают узкоколейные дороги.

Впервые идея применения уменьшенной колеи была осуществлена в Англии в 1832 г. Ход развития узкоколейных железных дорог показан в табл. 1 и 2.

Табл. 2.—Развитие узкоколейных железных дорог по частям света.

Части света	Протяжение узкоколейных ж. д. в км			Полная длина всех ж. д. в 1922 г. в км	% узкоколейных ж. д. относительно всей сети
	1890 г.	1912 г.	1922 г.		
Европа	12 500	40 500	57 700	371 600	15,5
Сев. и Центральная Америка	17 000	10 000	9 600	509 370	2
Южная Америка	10 000	38 500	52 400	88 640	59
Азия	15 000	40 500	61 000	119 670	51
Африка	10 000	36 000	46 400	54 100	86
Австралия	1 000	20 500	28 300	47 600	59,5
Всего	65 500	186 000	255 400	1 190 980	21,5

Ж.-д. путь. Ширина колеи. Ширина колеи узкоколейных жел. дорог колеблется в пределах от 1,397 до 0,187 м, при чем считается около ста различных размеров. Такое разнообразие совершенно не вызывается какими-либо основательными причинами, а объясняется эпизодичностью и разрозненностью проектирования и постройки

узкоколейных ж. д. Излишнее разнообразие в размерах колеи представляет существенные неудобства и значительно ухудшает условия оборудования и эксплуатации ж. д.; поэтому, по мере урегулирования строительства и эксплуатации ж. д. узкой колеи, в большинстве государств были приняты меры к целесообразному сокращению размеров колеи. В настоящее время можно считать вполне установленным, что для дорог общего пользования почти везде, за исключением весьма немногих государств, связанных особой шириной колеи своей узкоколейной железнодорожной сети (Швеция, Италия, Турция, Мексика, Гватемала), признается целесообразным применение одного из трех размеров: а) в тех государствах и колониях, где введена метрич. система мер: 1,000, 0,750 и 0,600 м; б) там, где придерживаются английских мер: 3'6" (1,067 м), 2'6" (0,762 м) и 2' (0,610 м). Разница между колеями в 0,750 и 0,762 м, а также 0,600 и 0,610 м ни экономического ни техническ. значения не имеет. Что же касается разницы между колеями в 1,067 м и в 1,000 м, то хотя первая представляется несколько более мощной, однако, по существу, тяговая сила паровозов и предельная скорость движения на этих дорогах могут быть почти одинаковыми. Необходимо отметить, что в тех государствах, где строительство узкоколейных дорог было сразу поставлено на правильных основаниях, для узкоколейных дорог общего пользования было установлено 2—3 размера, а в нек-рых государствах колея таких дорог была унифицирована. Полная унификация узкой колеи осуществлена в Греции (1,000 м), Саксонии (0,750 м), Индо-Китае (1,000 м), Гватемале (0,915 м), Эквадоре (1,067 м) и Коста-Рико (1,067 м). Однако, введение одного размера колеи для государств с большей территорией и разнообразными местными условиями признается нецелесообразным. В большей части государств и в колониях в настоящее время имеются узкоколейные дороги 2—4 различных колеи, при чем, в целях сокращения разнообразия, для вновь строящихся узкоколейных дорог принимается не более 2—3 размеров, наиболее распространенных в данном государстве.

В отношении дорог этого вида следует отметить, что применение колеи уже 0,600 м имеет место гл. образом в рудниках и отчасти во внутривозовом транспорте; впрочем, в Америке, а в последнее время и в Западной Европе, признается нежелательным для подъездных рудничных путей применение колеи уже 0,600 м.

В СССР вопрос о стандартизации ж.-д. колеи и оборудования, согласно постановлению СТО от 24 июня 1927 г., поставлен на очередь по отношению ко всем узкоколейным жел. дорогам как общ., так и необщего пользования. 20 июля 1928 года Комитетом по стандартизации утвержден общесоюзный стандарт для всех наземных Ж. д. у. к. СССР. Этим стандартом для всех Ж. д. у. к., на к-рые распространяется действие устава ж. д. и общего тарифа, установлена ширина колеи 0,750 м, а для всех прочих дорог 0,750 и 1,000 м. При этом для ж. д. первой группы предвидится возможность (в исключительных случаях и с разрешения СТО) применения колеи 1,000 м, а для путей второй группы, устраиваемых внутри заводской территории, разрешается в случаях необходимости применение колеи 0,600 м.

Сопротивление движению. Вопрос о сопротивлении движению на узкоколейных дорогах недостаточно еще изучен и требует серьезного углубления. Вообще основное удельное сопротивление движению на горизонтальной прямой (w_0 в кг на т веса поезда) с уменьшением ширины колеи увеличивается, что обуславливается гл. обр. сравнительно меньшими размерами диаметра колес и сравнительно меньшими нагрузками на ось. Применяющиеся в настоящее время для определения этого сопротивления эмпирич. ф-лы можно разбить на два вида: а) учитывающие зависимость сопротивления от ширины колеи и от скорости движения и б) учитывающие только влияние нагрузки на ось (при определенной ширине колеи и при определенном типе подвижного состава). К ф-лам первого вида относятся, напр., применяющиеся до сего времени на ряде герм. ж. д. ф-лы Гармана (табл. 3, где n —число спаренных осей, а V —скорость в км/ч). К этому виду ф-л относятся применяющиеся

Табл. 3.—Формулы Гармана.

Ширина колеи в м	Для паровозов	Для вагонов	w_0 для паровозов, при скоростях в км/ч		w_0 для вагонов, при скоростях в км/ч			
			10	20	30	10	20	30
1,435	$4\sqrt{n} + 0,0020V^2$	$1,5 + 0,0010V^2$	7,02	7,72	8,72	1,60	1,90	2,40
1,000	$4\sqrt{n} + 0,0025V^2$	$1,7 + 0,0013V^2$	7,18	7,93	9,17	1,83	2,22	2,87
0,750	$4\sqrt{n} + 0,0030V^2$	$2,0 + 0,0015V^2$	7,22	8,12	9,62	2,15	2,60	3,35
0,600	$4\sqrt{n} + 0,0035V^2$	$2,2 + 0,0017V^2$	7,27	8,32	10,07	2,37	2,88	3,73

Что касается стандартизации колеи для дорог необщего пользования, то в общем, насколько можно судить по имеющимся литературным источникам, за границей этот вопрос до последнего времени почти нигде (кроме Германии) не поднимался, что объясняется частнокапиталистическими условиями постройки и эксплуатации этих дорог.

на французских железных дорогах формулы Дедуи для паровозов и тендеров:

$$w_0' = 3 + 0,17V^2$$

и для вагонов:

$$w_0'' = 1,5 + 0,0007V^2$$

(как и для нормальной колеи). К ф-лам второго вида относятся, напр., ф-ла Стьюенсона

(С. W. Stewenson), выведенная им на основании опытов, произведенных с тяжелыми товарными поездами. Эта ф-ла имеет вид:

$$w_0 = 0,4 + \frac{84}{4+P},$$

где P —давление в m на две оси поворотной тележки вагона. Для сравнительно малых скоростей (до 30—40 км/ч) ф-лы Гармана дают слишком малые значения w_0 при слишком большой зависимости сопротивления движению от скорости и совершенно не учитывают нагрузку на ось, имеющую большее значение, чем ширина колеи. Ф-ла Стьюенсона выведена для тяжелых составов и больших нагрузок на ось, соответственно узкоколейным магистралям Америки. Для сравнительно небольших нагрузок, свойственных европ. узкоколейным дорогам (местного значения), эта формула дает слишком большие значения w_0 . Однако, идея установления формулы, ставящей сопротивление движению в зависимость от нагрузки на ось, для поездов сравнительно небольшой скорости (до 40 км/ч) заслуживает большого внимания.

Для точного расчета величины сопротивления движению на прямой, в виду недостаточной разработки этого вопроса, д. б. организованы опытные измерения для данного типа пути и подвижного состава, и на основании их д. б. выведены соответствующие эмпирич. ф-лы. Для приблизительных же расчетов, на дорогах второстепенного значения с шириной колеи 0,750 м, основное сопротивление движению при скоростях до 30 км/ч можно принимать: для паровозов—10 кг/т и для вагонов—4 кг/т, а при больших скоростях: для паровозов—12 кг/т и для вагонов—5 кг/т.

Дополнительное сопротивление движению на закруглениях, как и на нормальной колее, обычно определяется по эмпирич. ф-лам вида:

$$w_r = \frac{m}{R} \quad \text{или} \quad w_r = \frac{n}{R - R_0},$$

где m и n —коэфф-ты, определенные на основании произведен. опытов, R —радиус (в м) данного закругления, R_0 —величина радиуса, при которой движение по закруглению, при определенной жесткой базе, становится невозможным, т. е. при к-рой для возможности вписывания подвижного состава в закругление требуется уширение пути более предельного.

Из формул первого вида наибольшее приращение имеет ф-ла Дедуи: $w_r = \frac{500s}{R}$, где s —ширина колеи (в м) и R —радиус данного закругления (в м). Для старых типов подвижного состава осторожнее применять подобную же ф-лу Лаунгарта: $w_r = \frac{700s}{R}$. На германских ж. д. узкой колеи обычно применяются формулы второго вида: $w_r = \frac{n}{R - R_0}$. Численные значения n и R_0 , указываемые различными авторами, приведены в табл. 4.

Для колеи 1,000 м и 0,750 м ф-лы Дедуи, Геринга и Гармана дают близкие друг к другу значения; формула Цыгана $w_r = \frac{500}{R - 6}$ дает большие величины и наиболее применима, как и ф-ла Лаунгарта, для неблаго-

Табл. 4.—Значения коэффициентов n и R_0 для определения дополнительного сопротивления на закруглениях.

Авторы	Ширина колеи в м	Значения	
		n	R_0
Геринг	1,000	400	20
	0,750	350	10
	0,600	200	5
Гарман	1,000	400	25
	0,750	350	10
	0,600	200	5
Рёкль	1,000	400	20
	0,750	300	10
	0,600	200	5
Цыган	0,750	500	6

приятных условий (при старых типах подвижного состава). По нашим технич. условиям, для колеи 0,750 м рекомендована ф-ла Оппенгейма: $w_r = \frac{425}{R}$. Эта ф-ла, соответствую

ф-ле $w_r = \frac{567s}{R}$, дает величины несколько большие, чем ф-ла Дедуи, и несколько меньше, чем ф-ла Лаунгарта.

Для получения ф-лы, дающей точные результаты, необходимо на соответствующем типе ж. д. произвести опыты с предположенным на ней к обращению подвижным составом на закруглениях разных радиусов и на основании полученных результатов определить цифровые значения коэфф-тов; при этом, если на дороге применяются малые радиусы (менее 100—150 м), лучше пользоваться вторым видом общей ф-лы:

$$w_r = \frac{n}{R - R_0}.$$

Технич. условия. Основные технич. условия в СССР пока выработаны лишь для колеи 0,750 м. Эти условия утверждены гл. нач. путей сообщения в 1921 г. и нуждаются в переработке. При проектировании узкоколейных дорог иной ширины (1,000 и 0,600 м) приходится еще руководствоваться и старыми «Правилами сооружения и эксплуатации подъездных к ж. д. путей общего пользования», утвержденными в 1892 г. Основные элементы этих технич. условий и правил приведены в табл. 5.

При выборе норм полезно принимать во внимание следующие указания.

а) Величина руководящего (предельного) уклона не зависит от ширины колеи. Прежде замечалась тенденция применять на узкоколейных дорогах очень крутые уклоны, но в настоящее время, по соображениям рациональной экономики, учитывающей как одновременные, так и ежегодные расходы, за границей на Ж. д. у. к. со значительным движением воздерживаются от применения уклонов круче 30‰, а при слабом движении—круче 35—45‰, при чем крайние пределы применяются лишь при особо тяжелых топографических условиях; при б. или м. легких топографич. условиях предельные уклоны обычно не превышают 10‰. Высшим пределом уклона на Ж. д. у. к. (работающих силой сцепления гладких колес с рельсами) является 75‰ для паровой тяги и 127‰ для электрической. Правильный руководящий уклон для проектируемой ж. д. может

Табл. 5.—Основные нормы технич. условий проектирования железных дорог.

№	Наименование	Подъездные ж.-д. пути общего пользования	
		По общим (старым) Правил. соор. и экспл. подъездн. путей общ. пользов., утв. в 1892 г.	По Техническим условиям проектиров. подъездн. путей, утв. в 1921 г. (узкая колея 0,750 м)
1	Предельный (максимальный) уклон	Главный путь 0,040	
		Должен соответствовать местным условиям; на равнинной местности на прямых не должен превышать 0,015 в грузовом и 0,020 в порожнем направлениях; в исключительных случаях м. б. доведен до 0,040	
2	Предельный (минимальный) радиус То же в случаях особой необходимости (оправданных вариантами)	В зависимости от конструкции подвижного состава	200 м 40 м
3	Наименьшая длина горизонтальной площадки между переломами, т. е. между обратными уклонами	Определенных условий нет; указано лишь, что при переходе от одного уклона к другому разница двух последовательных уклонов не должна превышать 0,01	100 м (или уклон не более 0,003, на протяжении 150 м)
4	Радиус кривой сопряжения склонов в профиле	Не указано	1 000 м
5	Наименьшая длина прямой вставки между концами переходных кривых двух закруглений, направленных в разные стороны	5 сж.	Желательно 35 м, в крайних случаях 0
6	Наименьшее расстояние точек перелома профиля от начала круговой кривой	5 сж.	Не менее 1/2 длины переходной кривой
7	Наименьшее расстояние точек перелома профиля от концов пролетных строений мостов, а для деревянных мостов—от оси крайнего ряда свай	5 сж.	На длину тангенса, соотв. дуге сопрягающего круга при $R=1000$ м
8	Наименьшее расстояние начала круговой кривой от тех же точек	Не указано	Не менее 1/2 длины переходной кривой
9	Ширина земляного полотна (по верху)	Не менее тройной ширины колеи; во всяком случае не менее 1 сж.	Для постоянн. путей 3,00—3,20 м, для времен.—2,80 м, а где не предполагается балластировки—2,40 м
10	Длина шпал	Не указано	1,50 м
11	Наименьшая толщина балластного слоя (от подошвы рельса)	Не указано	0,30 м*1
12	Ширина балластного слоя по верху	Не указано	1,80 м
13	Расстояние между осями главных путей на перегонах	Не указано	2,85 м
14	Площадки, разделяющие затяжные подъемы	Не указано	Соответственно длине наибольшего состава +10 м, и не менее 100 м. В исключительных случаях допускается проектир. без площадок
15	Высота полотна над самым высоким горизонтом воды в затопляемой местности	Не указано	0,50 м

№	Наименование	Подъездные ж.-д. пути общего пользования	
		По общим (старым) Правилам соор. и экспл. подъездн. путей общ. польз., утв. в 1892 г.	По Техническим условиям проектиров. подъездн. путей, утв. в 1921 г. (узкая колея 0,750 м)
16	Высота низа ферм мостов или верха подферменных камней над самым высоким горизонтом воды	Не указано	0,50 м
17	Для предотвращения заносов требуется избегать: высокой глубиной менее, насыпей высотой менее	Не указано » »	1,00 м 0,60 м
18	Наименьшая длина гориз. площадок на станциях I—III кл.	Станции Должна соответствовать наибольшей предполагаемой длине поездов	В зависимости от проектов этих станций и длины поездов
18	То же на станциях IV кл.	Должна соответствовать наибольшей предполагаемой длине поездов	320 м
18	То же на разъездах	Должна соответствовать наибольшей предполагаемой длине поездов	285 м
19	Наименьшее расстояние между осями путей: а) главных и пассажирских б) между остальными	Норм не указано » » »	4,25 м 3,80 м
20	Наибольший уклон (i_0): а) на станциях б) на разъездах в) на остановочных пунктах	0,003 0,004 0,006	} 0,003 0,004
21	Наименьшие радиусы закругления, на к-рых допускается расположение станций и разъездов	Норм не указано	600 м*2

*1 На временных ветвях, при подходящем грунте, допускается укладка пути без балласта.

*2 Станции на ветвях врем. характера и погрузочные тупики могут устраиваться на закруглениях меньшего радиуса соответственно конструкции подвижного состава, но не менее 200 м.

быть выбран только путем сопоставления сравнительных расчетов одновременных и ежегодных расходов для каждого конкретного случая с учетом перспектив ожидаемого развития движения.

б) Радиусы закруглений на узкоколейных ж. д. могут быть значительно меньше, чем на ширококолейных, что является особенно существенным преимуществом Ж. д. у. к. при проведении их в гористой или застроенной местности. Однако, этим преимуществом не следует особенно злоупотреблять, т. к. при очень малых радиусах ухудшаются условия эксплуатации и повышаются ежегодные расходы. На основании опыта можно рекомендовать нормы, приведенные в табл. 6.

Земляное полотно. Верх земляного полотна, как и на ширококолейных дорогах, следует устраивать трапециoidalной формы, с уклоном скошенных граней 0,05. Полная ширина по верху д. б. во всяком случае не менее тройной ширины колеи; при этом на дорогах постоянного типа ширина эта д. б. такова, чтобы между подошвой балластного слоя и краем земляного полотна

оставались полки шириной не менее 0,20—0,30 м. На существующих дорогах с шириной колеи 1,000 м ширина земляного полотна колеблется в довольно широких пределах, а именно от 3,00 до 4,90 м, при чем на дорогах второстепенного значения наиболее распространенной является ширина 3,50 м; на дорогах с шириной колеи 0,750 м ширина земляного полотна колеблется в пределах от 2,50 до 3,50 м. Крутизна откосов земляного полотна должна соответствовать, как и на широкой колее, характеру грунта (см. *Земляное полотно*).

Верхнее строение. При выборе элементов верхнего строения не следует забывать, что, чем сильнее и совершеннее верхнее строение, тем меньше сопротивление движению. Поэтому при значительных размерах ожидаемого движения не следует увлекаться применением слишком легких типов.

Толщину балластного слоя на дорогах первостепенного значения рекомендуется делать не менее 0,30—0,35 м; на путях второстепенного значения, при незначительных размерах и скоростях движения, ее можно

Табл. 6.—Нормы радиусов закруглений.

Вид железной дороги	Ширина колеи в м	Радиусы закруглений в м			
		реком. при отсут. препятст.	допустим.		
			при обычных условиях	как минимум *1	
С паровой тягой: а) Первостепенного значения, с большим ожидаемым движением	1,000	1500	400	100	
	0,750	1000	300	75	
	б) Второстепенного, местного значения	1,000	1000	200	60
		0,750	750	150 *2	45
		0,600	600	120	35
	в) Кратковременного характера и переносного типа	1,000	300	150	50
0,750		250	100 *2	40	
0,600		200	80	25	
С непаровой тягой: Второстепенного, исключительно местного значения	1,000	300	100	20	
	0,750	250	75	15	
	0,600	200	60	10	

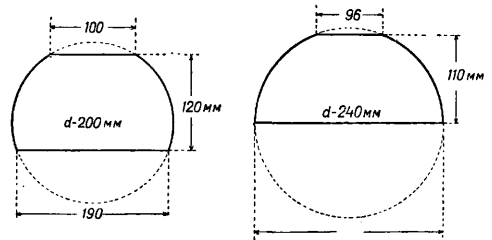
*1 Допускается в исключительн. случаях, при тяжелых местных условиях. Необходимость применения этого минимума д. б. оправдана вариантами, при чем для движения д. б. выбран соответствующий подвижной состав.

При особо тяжелых местных условиях, когда и эти минимумы оказываются недостаточными, пределы м. б. еще более понижены, при условии применения спец. конструкции подв. состава или при особом устройстве пути (например по сист. Богоявленского). В таких случаях радиус на путях второст. значения, при огранич. скорости движения, м. б. понижен примерно вдвое.

*2 По нашим технич. условиям применение радиуса менее 200 м д. б. оправдано вариантами.

до 30 кг на *п. м.*, а в редких случаях доходит и до 40 кг на *п. м.* (юж. Африка); на дорогах второстепенного значения—12÷25 кг на *п. м.*; на подъездных путях общего пользования при слабом движении применяются и более легкие типы—до 4 кг на *п. м.*

На основании как теоретич. соображений, так и результатов опыта надо признать, что для узкоколейных ж. д. общего пользования при значительном ожидаемом на них движении не следует применять рельсов легче



Фиг. 1.

18 кг на *п. м.* (соответствующий существующий у нас тип—18,45 кг на *п. м.*), и только при очень слабом движении (при грузонапряженности в грузовом направлении до 50 000 ткм/км и при скоростях движения не более 25 км/ч) может оказаться целесообразным применение более легких типов (не легче существующего типа—весом 14,78 кг на *п. м.*). Дать общие указания по отношению к дорогам общего пользования невозможно в виду чрезвычайно разнообраз. условий их работы. Можно только утверждать, что для паровой тяги не следует применять рельсов легче 10 кг на *п. м.* для неподвижных путей, легче 8,40 кг на *п. м.* для переносных путей с паровой тягой и легче 5 кг на *п. м.* для переносных путей с конной тягой. Длина рельсов на узкоколейных ж. д. неподвижного типа колеблется в пределах 6÷12 м, а на дорогах переносного типа—0,75÷6,0 м, при чем на загранич. дорогах общего пользования наибольшее распространение имеют рельсы длиной 9 и 12 м, а на переносных путях—4, 5 и 6 м.

У ш и р е н и е. На большинстве Ж. д. у. к. для определения уширения *e* пути на закруглениях применяются выработанные на основании практики нормы или эмпирич. ф-лы вида: $e = \frac{m}{\sqrt{R}}$ или $e = \frac{(n-R)^2}{m}$, где *R*—радиус закругления, *m* и *n*—эмпирич. коэфф-ты. В очень редких случаях пользуются теоретическими формулами. Наибольшими пределами допускаемого уширения (*e_{max}*) на заграничных дорогах считаются: при ширине колеи *s*=1,000 м, 25 мм; при *s*=0,750 м, 20 мм и при *s*=0,600 м, 18 мм. На нек-рых дорогах уширение делается только на закруглениях с радиусом менее 50 м (напр. на бельгийских дорогах местного значения). По нашим технич. условиям 1921 года, для колеи в 0,750 м установлены след. нормы:

Радиус закругления в м:				
Более 600	600—200	200—150	150—100	100—60
Ширина колеи в м:				
0,750	0,755	0,760	0,762	0,764

Отступления от этих норм допускаются не более 2 мм в сторону сужения и 3 мм в сто-

уменьшать до 0,25—0,30 м, с тем чтобы расстояние от подошвы шпалы до поверхности земляного полотна было не менее 0,10 м. Ширину балластного слоя по верху делают на 0,20—0,40 м больше длины шпал. Узкоколейные пути неподвижного типа укладывают преимущественно на деревянных шпалах, а переносного—на металлич. (стальных) шпалах. Длина деревянных шпал при колее 1,000 м обычно бывает 1,80÷1,70 м, при колее 0,750 м—1,50÷1,60 м, а при колее 0,600 м—1,30÷1,40 м. Металлические шпалы переносных путей имеют меньшую длину, а именно при ширине колеи 0,750 м—1,10÷1,25 м. Поперечное сечение деревянных шпал, принятых для колеи 0,750 м по нашим технич. условиям, показано на фиг. 1 (размеры в мм).

Рельсы для Ж. д. у. к. как у нас, так и за границей применяются преимущественно виньольевского типа, и лишь в тех местах, где необходимо в интересах безрельсового движения подводить ж.-д. путь под один уровень с безрельсовой дорогой (улицы городов, дворы и здания з-дов и т. п.), применяются специальные желобчатые рельсы. Размеры и вес рельсов весьма разнообразны. На магистральных ж. д. первостепенного значения вес рельсов колеблется от 20

рону расширения, но не более предельного уширения 14 мм (соответственно ширине колеи 0,764 м). На Ж. д. у. к. переносного типа никаких уширений не делается.

П о в ы ш е н и е. Повышение наружной рельсовой нитки на закруглениях иногда рассчитывается по эмпирич. ф-лам вида:

$h = m \frac{V}{R}$ или $h = \frac{v^2}{g \cdot R}$, а на нек-рых дорогах по теоретич. ф-ле: $h = \frac{s \cdot v^2}{g \cdot R}$. По нашим технич.

условиям (для колеи 0,750 м) рекомендует-ся пользоваться последней ф-лой, к-рая по подстановке численных значений ($s=0,750$ м, $g=9,81$ м/сек²—ускорение силы тяжести и v м/сек = $\frac{1}{3,6}$ V км/ч) принимает вид:

$$h = \frac{6 \cdot V^2}{R} \text{ мм.}$$

П е р е х о д н ы е к р и в ы е. Переходные кривые преимущественно устраиваются по кубич. параболе. При очень малых радиусах признается желательным применять лемнискату Бернулли. Величины параметров принимают в пределах 750—4 500 м (чаще 1 500—3 000 м), в зависимости от скорости движения или от радиусов кривых. За границей отвода повышения на дорогах перво-степенного значения принимают в пределах 0,001—0,003, а на дорогах местного значе-ния при незначительных скоростях движе-ния 0,002—0,004. Как крайний предел кру-тизны отвода повышения (при малых ско-ростях) считается 0,005. По нашим технич. условиям, при колее 0,750 м применение переходных кривых обязательно для закруг-лений, описанных радиусами 300 м и менее; при этом рекомендуется применение куби-ческой параболы. Нормальной крутизной отвода повышения у нас считается 0,001, а предельной—0,003.

С т р е л о ч н ы е п е р е в о д ы. Устройство стрелочных переводов на дорогах общего пользования подобно устройству их при нор-мальной колее; однако, в виду значительно меньших допускаемых радиусов, а при ма-лых скоростях—больших углов, длина стрелочных переводов, а следовательно, и потеря длины станционных путей, получается зна-чительно меньше, чем при нормальной колее. На дорогах первостепенного значения при больших скоростях движения для пасса-жирских путей применяются крестовины с марками ($\text{tg } \alpha$) $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{9,5}$ при радиусах пере-ходных кривых в 150—300 м, а для товар-ных путей— $\frac{1}{9,5}$ — $\frac{1}{8}$, при радиусах 100—200 м. На дорогах местного значения применяют-ся крестовины $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{6}$, а в нек-рых случаях до $\frac{1}{5,1}$, при радиусах 100—50 м для колеи 1,000 м, 80—40 м для колеи 0,750 м и 50—25 м для колеи 0,600 м. Опыт работы стрелок показал, что для паровозных путей об-щего пользования крестовин с углами круче $9^\circ 28'$ (соотв. $\text{tg } \alpha = \frac{1}{6}$) следует избегать; до этого же предела угол крестовин для дорог местного значения при небольших скоро-стях движения представляется допустимым. При значительном движении предпочитают и для путей местного значения применять крестовины с марками в пределах $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$. Для колеи 0,600 м признается целесооб-разным применение крестовин в пределах $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$. Для наших переносных узкоколей-

ных ж. д. (0,750 м) признается целесооб-разным применение крестовин следующих мар-ок: при паровозной тяге— $\frac{1}{6}$, при тепловоз-ной— $\frac{1}{4}$, при конной— $\frac{1}{3}$. На дорогах не-общего пользования в соответствующих слу-чаях применяются американские и наклад-ные стрелки, а для конной и ручной тяги также и неподвижные (см. *Железнодорож-ные стрелочные переводы*).

П е р е г р у з о ч н ы е у с т р о й с т в а. Стоимость перегрузки, особенно при незна-чительн. протяжении дороги, ложится очень большим накладным расходом на стоимость перевозки груза; поэтому на рационализа-цию перегрузочных операций необходимо обращать самое серьезное внимание. В зави-симости от местных условий, от размеров грузооборота и от характера груза рациона-лизация может быть осуществлена следу-ющими способами.

1) Простейшим и наиболее дешевым пере-грузочным устройством являются сближен-ные тупиковые пути, укладываемые настоль-ко близко один к другому, насколько позво-ляет габарит подвижного состава. Перегру-зка грузов при этом производится непосред-ственно из вагона в вагон. Для облегчения условий перегрузки в тех случаях, когда она производится в том и другом направле-нии, уровень более узкого пути повышается так, чтобы пол обоих вагонов находился на одном уровне. Если перегрузка предвидится в одном направлении, например грузы идут на широкую колею, то в соответствующих случаях для сыпучих или перекатываемых грузов целесообразно выгрузн. пути (в дан-ном случае узкоколейные) повышать так, чтобы уровень пола вагонов, стоящих на этом пути, был выше пола вагонов соседнего сближенного пути, на к-рый приходится пе-регружать грузы. При этом иногда выгруз-ные пути укладываются с нек-рым попереч-ным уклоном (0,03—0,05), что еще более об-легчает работу по перегрузке.

2) Наибольший эффект, в смысле пониже-ния стоимости перегрузки, дает механизация перегрузки сыпучих грузов, являющихся на наших дорогах главнейшим массовым гру-зом. Простейшим устройством, улучшаю-щим условия перегрузки, представляется укладка разгрузочного пути на значительно повышенном уровне; при этом путь к месту разгрузки подводится крутыми уклонами (20—30°/оо), при чем там, где для откоса на-сыпи нехватает места, устраивается железобетонная или деревянная подпорная стенка. Ссыпка груза производится вручную лопа-тами на спускной жолоб, к-рому придается такой уклон, чтобы груз по нему шел самоте-ком (40—45°). Жолоб устраивается на шар-нирах и после операции опускается. Подоб-ные желоба возможно устраивать подвиж-ными, чтобы по мере надобности передви-гать от одного вагона к другому. Нормой выработки грузчика при таком устройстве можно считать около 25 т в 8-часовую смену. Этот способ, конечно, не дает максималь-ного сбережения рабочей силы, но все же при небольших затратах значительно уде-шевляет перегрузку.

3) При больших количествах сыпучего груза целесообразно применять, в целях

сокращения расхода на раб. силу, более дорогие, но зато более совершенные способы, как, наприм., саморазгружающиеся вагоны, с устройством эстакад и спусковых неподвижных бункеров, или же элеваторы. Въезды на эстакаду, в целях экономии места и средств, устраиваются с крутым уклоном (20—40‰), при чем подача вагонов производится специальным паровозом или канатной тягой. В случае применения элеватора поднятия разгрузочного пути не требуется, и, следовательно, значительно уменьшается размер единовременных затрат; однако, при этом повышаются эксплуатационные расходы. При значительных грузооборотах наибольшие выгоды дает применение вращающихся вагонных опрокидывателей, устанавливаемых на эстакадах.

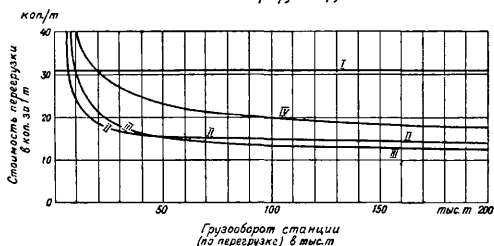
4) Для перегрузки сыпучего груза из обыкновенных крытых вагонов можно с выгодой применять ленточные транспортеры.

5) Для массовой перегрузки лесного материала, в особенности бревен, значительные выгоды дает применение ценных самоспусков или элеваторов. При цепном спуске необходимо поднятия уровня разгрузочного пути на 3—4 м, а при элеваторах никакого повышения не требуется.

6) В нек-рых случаях для грузов, перевозимых на открыто подвижном составе, значительную экономию может дать применение поворотных (передвижных) кранов, что целесообразно лишь при большом количестве груза и при большом весе отдельных грузов или же при условии применения контейнеров (специальных железных ящиков, в к-рых груз укладывается и вместе с ними перевозится до места назначения).

7) В тех случаях, когда перегрузка грузов непосредственно из вагона в вагон неосуществима и когда она производится через разгрузочную платформу, при значительном продольном передвижении грузов, целесообразно применение специальных тележек (домкратных, электр. и др.) или транспортеров.

Диаграмма себестоимости перегрузки круглого леса



Фиг. 2.

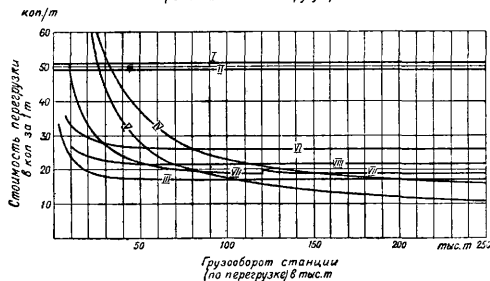
Рациональное применение указанных выше устройств может уменьшить расходы по перегрузке в 2—3 раза и даже более. Правильный выбор наиболее подходящего типа может быть сделан лишь путем производства в каждом конкретном случае сравнительных расчетов себестоимости перегрузки, с учетом всех накладных расходов.

Для ориентировочной характеристики себестоимости перегрузки при различных способах могут служить Фиг. 2 и 3. Фиг. 2 характеризует примерную стоимость перегрузки круглого леса, при чем кривая I относится к ручной перегрузке, II—к цепному самоспуску, III—к элеватору с нефтяным двигателем,

IV—к передвижному поворотному крану с нефтяным двигателем. Фиг. 3 показывает примерную стоимость перегрузки сыпучих грузов, где I относится к ручной перегрузке угля, II—к ручной перегрузке зерна, III—к самоспуску с подвижным желобом, IV—к самоспуску с саморазгружающимися вагонами, V—к самоспуску с опрокидывателями, VI—к элеватору с электрическим или нефтяным двигателем, VII—к элеватору с саморазгружающимися вагонами, VIII—к ленточному транспортеру с электрическим или нефтяным двигателем.

Если сравнительно короткий участок ж. д. одного размера колеи соединяет между собой

Диаграмма себестоимости перегрузки сыпучих грузов (с одной колеи на другую)



Фиг. 3.

дороги другой колеи, то может оказаться целесообразным, во избежание двойной перегрузки, передавать вагоны полностью, не разгружая их. Такая передача может производиться на рольбоках (специальные двухосные тележки) или на вагонных платформах. Существенным преимуществом рольбоков является их малый вес и низкое расположение (на несколько см выше головки рельса) колес перевозимого вагона. Недостатки рольбоков: а) они требуют ограничения скорости (обычно до 15 км/ч); б) в состав поезда небезопасно включать более двух таких тележек, при чем они д. б. разделены узкоколейными вагонами; в) на них нельзя перевозить четырехосных вагонов. Вагонные платформы (обычно четырехосные) применяются для перевозки вагонов как более узкой, так и более широкой колеи. Не имея недостатков рольбоков, вагоны имеют следующие преимущества: а) дают большую тару (на 20—25% больше, чем при рольбоках) и требуют большого габарита. Несмотря на это, в последнее время они стали получать более значительное распространение. С целью понижения перевозимого вагона применяется особый вид четырехосных вагонов—транспортеры, у к-рых рельсы, предназначенные для установки перевозимых вагонов, располагаются в пониженном уровне, т. е. ниже осей колесных скатов транспортера. Кроме вышеуказанных приспособлений, для передвижения вагонов по разным колеям могут применяться раздвижные оси. Однако, в виду того что вагоны с раздвиж. осями пока еще очень дороги, применение их ограничивается исключительными случаями. При значительных размерах передачи в большинстве случаев представляется более выгодным применение совмещенной колеи в три или четыре рельса, дающих две ширины колеи. Более удобными представляются дороги с четырьмя рельсами, но трехрельсовые требуют меньших расходов на постройку.

Подвижной состав. В области подвижного состава для наиболее распространенных узкоколейных ж. д. с шириной колеи 1,067 и 1,000 м за границей в настоящее время достигнуты столь большие успехи, что как локомотивы, так и вагоны немногим уступают нормальноколейным. Что касается других размеров колеи, в частности 0,750 м, то в виду значительно меньшей их распространенности достижения на них значительно менее показательны, но все-таки дороги и с такой колеей дают возможность вполне успешно и выгодно эксплуатировать их и осуществлять сравнительно крупные перевозки.

П а р о в о з ы. Для тяжелых товарных поездов применяются преимущественно паровозы с 4—6 движущими осями. При конструировании узкоколейных паровозов большое внимание обращается на улучшение условий вписывания в кривые малых радиусов, при чем в этом направлении, благодаря широкому применению поворотных тележек и подвижных осей, достигнуты большие успехи. Тяжелые паровозы нек-рых типов вписываются в закругления радиусом до 60 м (при ширине колеи в 1,000 м), а легкие паровозы с полными осями Клин-Линдера, при колее 0,750 м,—в кривые радиуса 20 м и при колее 0,600 м—в кривые радиуса 10 м. Большое распространение имеют паровозы дуплекс по сист. Маллета, Мейера, Ганса, Клозе, Гаррата; в последнее время новейшая и наиболее совершенная система Гаррата начинает вытеснять остальные (см. *Локомотивы*). На дорогах местного значения широко применяются танк-паровозы. Сила тяги сильнейших современных товарных паровозов при колее 1,067 м доходит до 19 000 кг. Скорость движения пассажирских паровозов доходит до 80 км/ч при $s=1,067$ м, до 56 км/ч при $s=0,750$ м и до 40 км/ч при $s=0,600$ м.

Т е п л о в о з ы. В отношении применения тепловозов узкоколейные ж. д. находятся пока даже в лучшем положении, чем ширококолейные, благодаря возможности ограничиваться небольшими мощностями. В настоящее время на многих Ж. д. у. к. с успехом применяются тепловозы сравнительно небольшой, но достаточной для дорог второстепенного значения мощности (до 500 НР). Достигнутые в последние годы удачные разрешения проблем охлаждения и передачи несомненно дадут возможность выработать типы узкоколейных тепловозов и большей мощности.

Э л е к т р о в о з ы. В настоящее время и электрическая тяга с успехом применяется на многих узкоколейных дорогах не только при ширине колеи 1,067 и 1,000 м (на таких дорогах образуются весьма мощные электровозы, до 1 863 НР), но и на дорогах с шириною колеи до 0,750 м, где еще в 1914 г. имелись электровозы мощностью до 600 НР. Очевидно, что в связи с достижениями развивающейся электротехники мощность и для этой ширины колеи может быть значительно повышена.

П а с с а ж и р с к и е в а г о н ы. Для транзитных узкоколейных магистралей и вообще дорог значительного протяжения, на к-рых пассажирам приходится проводить в вагоне

много времени, строятся преимущественно длинные вагоны на поворотных тележках, в большинстве случаев четырехосные, а иногда и шестиосные. Ширина новых вагонов колеи 1,000 м доходит до 2,90 м, внутренняя высота—до 2,82 м, а длина—до 18,4 м. Тара особенно комфортабельных шестиосных вагонов доходит до 30,8 т. На дорогах местного значения незначительного протяжения, естественно, обращается внимание на возможное удешевление себестоимости провоза пассажиров и на возможное уменьшение собственного веса на пассажироместо. На этих дорогах также отдается предпочтение четырехосным вагонам на тележках, хотя есть довольно много и двухосных вагонов; трехосные вагоны выходят из употребления. На дорогах с шириной колеи 0,750 и 0,600 м пассажирск. вагоны значительно менее удобны и рассчитаны преимущественно на короткие переезды. В целях лучшей устойчивости принимаются меры к возможному понижению центра тяжести вагонов.

Т о в а р н ы е в а г о н ы. Новейшие типы вагонов Ж. д. у. к. показывают чрезвычайно большие успехи в смысле увеличения подъемной силы, которая на дорогах с колеями 1,067 и 1,000 м доведена до 45,00 т (при tare полувагона 18,5 т). Новые товарные узкоколейные вагоны делают преимущественно четырехосными, на поворотных тележках. Длина вагонов колеи 1,000 м доходит до 14 м, ширина—до 2,60 м, а внутренняя высота—до 2,50 м. Новые двухосные вагоны для улучшения вписывания в кривые снабжаются подвижными осями; трехосные вагоны выходят из употребления; широкое применение находят открытые вагоны или полувагоны. Подъемная сила вагонов на колеях 0,760, 0,750, 0,610 и 0,600 м значительно меньше, но все же достигает 20 т; эти вагоны также делаются преимущественно четырехосными с возможно низким расположением центра тяжести. Процентное отношение тары к подъемной силе у вагонов нек-рых старых типов менее благоприятно, чем у вагонов нормальной колеи; в новейших же типах удалось не только сравнить это соотношение, но и получить значительно более выгодное: напр. у новых бразильских вагонов оно доведено до 48%, у африканских—до 42,5%, а у аргентинских—до 40%, при достаточной прочности вагонов и автоматич. тормозах. При конструировании вагонов, предназначенных для дорог местного значения и рассчитанных на движение с незначительными скоростями в небольших поездах, достигается еще более благоприятное соотношение, что можно видеть из примера французских дековилевских дорог, где отношение тары к подъемной силе вагона доведено до 32%. О подвижном составе промышленных узкоколейных ж. д. см. *Подвижной состав*.

Пределы применения узкоколейных железных дорог. Область применения узкоколейных железных дорог очень обширна, но, конечно, далеко не во всех случаях они могут заменить ширококолейные ж. д. Эта область ограничивается гл. обр. размерами грузооборота, к-рые определяются, во-первых, технич. возможностями, т. е. производительной провозной способностью узкоколейных дорог,

а, во-вторых, экономическими соображениями, т. е. полной себестоимостью перевозок.

Технические возможности зависят от типа дороги и ее оборудования. При современных типах подвижного состава и при уклонах до 10‰ эти пределы могут достигать: для колеи 1,000 м—до 1 600 000 ткм/км, а для колеи 0,750 м—до 800 000 ткм/км в год в грузовом направлении.

Экономич. пределы, т. е. предельные размеры грузооборота, при к-рых данный вид ж. д. представляется более выгодным, помимо технич. возможностей, зависят еще и от ряда других факторов, как то: длина пути, топографич. условия, характер грузов, условия грузооборота, условия примыкания, учетный % и пр. Эти пределы, естественно, не м. б. выше технич. возможностей и обычно бывают значительно ниже их. Вообще говоря, экономич. пределы представляются относительными и м. б. определены путем сопоставления результатов подсчетов, сделанных для нескольких (не менее двух) видов дороги при заданной комбинации определяющих факторов. Чем совершеннее тип пути, чем меньше он имеет уклоны, чем большие нагрузки м. б. на нем допущены, тем больше средств требуется на его сооружение, но зато и тем дешевле обходятся самые перевозки при достаточном грузообороте. Задача проектировщика — установив рациональн. соответствие, выбрать для данных местных условий и для ожидаемого грузооборота наиболее целесообразный и экономически выгодный тип дороги. Установление экономич. пределов применения значительно облегчает эту задачу.

Экономич. пределы применения того или иного вида пути сообщения определяются: а) наименьшей себестоимостью перевозки и б) наибольшей рентабельностью. На первый взгляд кажется, что тот путь, который дает меньшую стоимость перевозки (с учетом амортизации) представляется для данных условий наиболее выгодным; однако, в действительности, как показывают расчеты, экономич. пределы по рентабельности значительно превышают пределы по полной себестоимости перевозки, так как более дешевые пути дают сравнительно больший % на затраченный капитал.

Т. о., для каждой комбинации условий получаются два экономических предела применения. При наших условиях, т. е. при недостатке средств, целесообразнее было бы в большинстве случаев руководствоваться пределами, определенными по рентабельности, т. е. шире развивать применение более дешевых путей сообщения, учитывая при этом перспективы развития грузооборота. Однако, расчет рентабельности значительно сложнее, чем расчет полн. себестоимости перевозок, особенно для путей общего пользования и значит. протяжения, при чем методов такого подсчета пока еще не выработано.

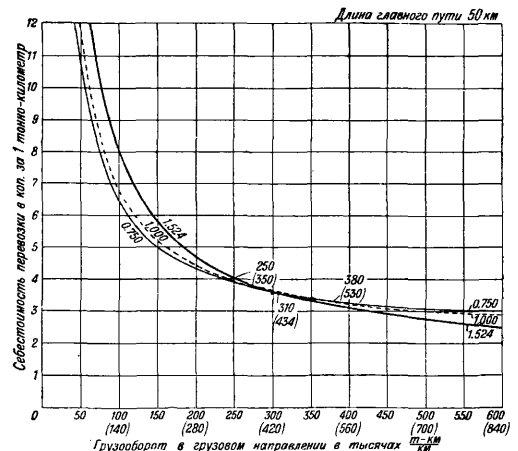
Определение экономич. пределов по себестоимости перевозок производят путем подсчета себестоимости перевозок по сравниваемым типам путей сообщения для разных грузооборотов, от минимальных до предельных, при чем градации берутся в зависимости от желаемой точности.

Рассчитав себестоимость перевозок для различных грузооборотов, строят на одной и той же сетке кривые себестоимости для каждого вида пути, при чем по горизонталям откладывают в известном масштабе размеры грузооборота, а по вертикалям—соответствующие грузооборотам стоимости перевозки. Соединив нанесенные т. о. точки плавной кривой, получают диаграмму себестоимости перевозок. Пересечение кривых, построенных для сравниваемых видов путей сообщения, показывает предельные грузообороты, при превышении к-рых данный вид дороги становится менее выгодным, чем другой (более сильный).

Полная себестоимость перевозки, слагающаяся из всех эксплуатационных расходов и расхода на оплату % на капитал и амортизацию, м. б. выражена следующ. формулой:

$$q = \frac{C \frac{p}{100} + D}{QL}$$

где q —полная себестоимость перевозки 1 ткм груза в коп.; Q —годовое количество груза в прямом и обратном направлениях в т; L —средний пробег груза (т. е. средняя

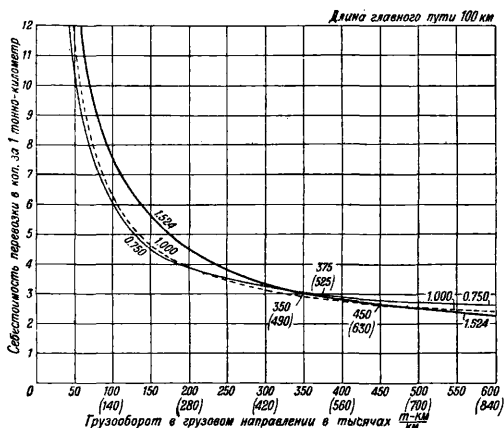


Фиг. 4.

дальность его перевозки) в км; D —полный годовой расход по эксплуатации (с учетом стоимости перегрузки) в руб.; C —стоимость сооружения и оборудования дороги в руб.; p —% на капитал и амортизацию.

Для правильного выбора наиболее целесообразного и выгодного пути необходимо во всех сомнительных случаях производить подробные изыскания для каждого конкретного направления, делая сравнительные подсчеты стоимости и эксплуатации конкурирующих видов путей сообщения, чтобы определить полную себестоимость перевозок и ожидаемую рентабельность. В наших условиях, для дорог общего пользования сравнению могут подлежать три размера колеи: 1,524, 1,000 и 0,750 м, а для дорог необщего пользования—четыре: 1,524, 1,000, 0,750 и 0,600 м. При достаточной подготовке проектировщика, даже и при сложных местных условиях, обычно оказывается достаточным произвести детальные сравнительные подсчеты для двух размеров колеи, т. к. осталь-

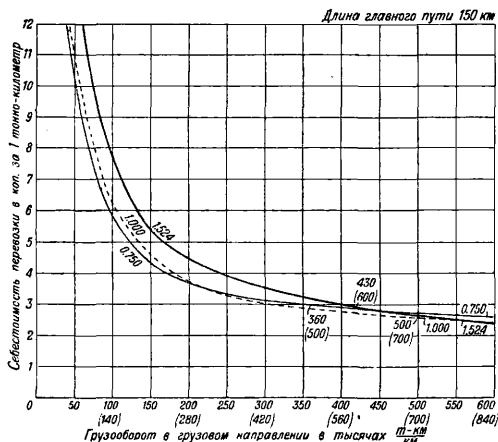
ные отпадают уже после предварительных подсчетов. При легких условиях опытный проектировщик может ориентироваться в выборе и без детальных подсчетов.



Фиг. 5.

Для примера и для предварительной ориентировки могут служить приводимые диаграммы себестоимости перевозок для ж. д. общего пользования, протяжением 50 км (Фиг. 4), 100 км (Фиг. 5) и 150 км (Фиг. 6), и для дорог необщего пользования, протяжением 25 км (Фиг. 7) и 50 км (Фиг. 8), проходящих в слабо холмистой местности. Диаграммы составлены по средним ценам 1926/27 г. для центральных районов СССР, при чем % на амортизацию и затраченный капитал принят условно—10. На диаграммах, составленных для дорог необщего пользования, построены также и кривые для улучшенных безрельсовых дорог при автомобильной тяге. Как иллюстрация повышения выгодности узкоколейных ж. д. с увеличением пересеченности местности может служить помещенная на фиг. 9 примерная диаграмма, построенная для гористой местности. В виду чрезвычайного разнообразия характера гористой местности, для горных дорог, даже и для предварительной ориентировки, необходимы специальные сравнительные подсчеты по каждому конкретному случаю.

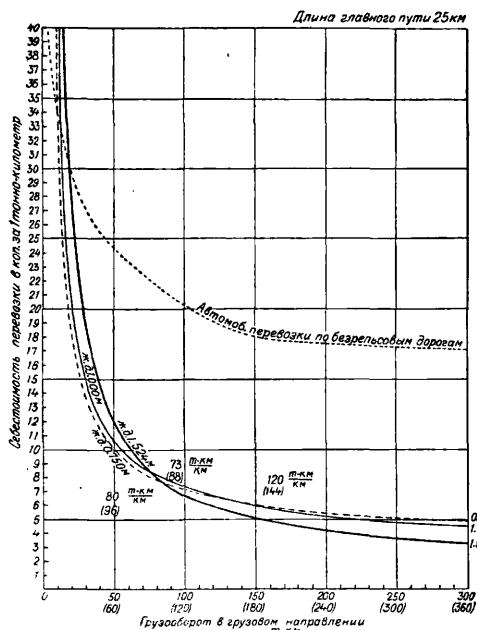
В общем, на основании произведенных пока исследований (требующих еще дальнейшего углубления) для разных комбинаций условий сооружения и работы ж. д. можно прийти к следующим заключениям. 1) Выгодность применения узкоколейных ж. д.



Фиг. 6.

вообще значительно повышается с усилением пересеченности местности, при чем для горной местности размеры переходного для

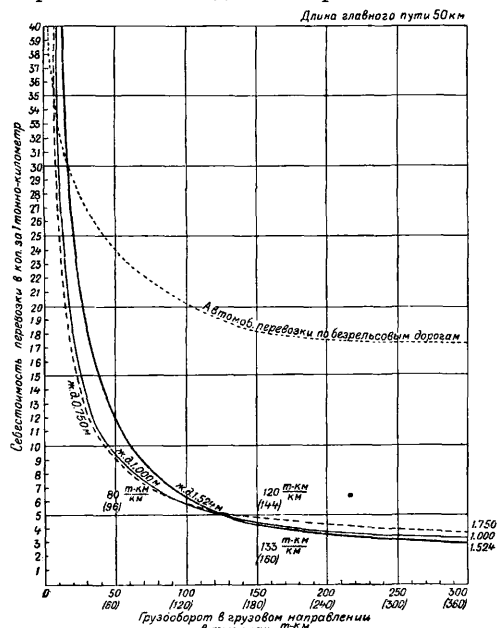
заворота по экономич. соображениям (т. е. экономич. пределы выгодности применения узкой колеи) могут до трех раз и более превосходить пределы, подсчитанные для равнинной местности. 2) Выгодность применения узкоколейных ж. д., примыкающих к ширококолейным, довольно резко повышается с увеличением длины узкоколейной дороги, особенно при сравнительно небольшой ее длине. Поэтому при малых протяжениях (менее 30—50 км) узкоколейных ж. д. целесообразно строить лишь в горной местности или при очень небольших грузооборотах, к значительному развитию к-рых не имеется данных; при значительном же протяжении применение узкоколейных ж. д. становится выгодным и при довольно больших грузооборотах даже и в равнинной местности. 3) Облегчение технич. условий и эксплуатации (сравнительно одинаковое по широкой и узкой колее) снижает экономич. пределы применения узкой колеи. 4) Для дорог протяжением до 200—300 км наиболее выгодной представляется колея 0,750 м. 5) С увеличением протяжения дороги и размеров грузооборота к колее 0,750 м все ближе и ближе



Фиг. 7.

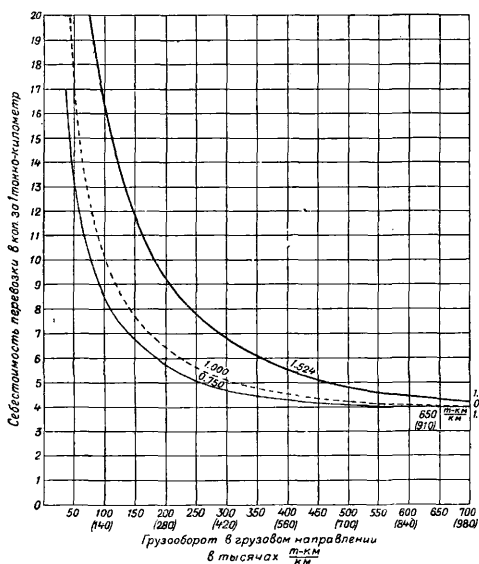
подходит колея 1,000 м. 6) Для дорог, имеющих характер магистралей, при значительной длине их, особенно в суровом климате и в тех случаях, когда имеются основания ожидать в скором времени значительного развития грузооборота (свыше 200—300 ткм) или когда предвидится электрификация дороги, целесообразно применение метровой колеи. 7) Увеличение мощности паровозов оказывает существенное влияние на удешевление полной себестоимости перевозок (с учетом амортизации и необходимого усиления верхнего строения). Поэтому, когда движение достигает 3—4 пар поездов в сутки, целесообразно вводить более сильный тип паровозов, с распределением его веса на

возможно большее число ведущих осей (сист. Гаррата). 8) Для наших промышленных подъездных путей узкой колеи следует отдавать предпочтение колее 0,750 м; метровая колея подлежит применению лишь



Фиг. 8.

в следующих случаях: а) если путь примыкает к жел. дороге метровой колеи, б) если размер грузооборота и перспективы его развития настолько велики, что колея 0,750 м в скором времени окажется экономически



Фиг. 9.

менее выгодной, и в) если производственные условия таковы, что применение колеи 0,750 м представляется технически нецелесообразным или небезопасным вследствие меньших размеров и меньшей устойчивости

подвижного состава. 9) Для подъездных путей необщего пользования в некоторых случаях применение узкой колеи может представляться выгодным при довольно больших грузооборотах и при незначительном протяжении этих путей, напр., когда эти пути хотя и примыкают к ширококолейной дороге, но по условиям нагрузки могут входить вглубь территории предприятия настолько, что стоимость нагрузки на узкоколейный подвижной состав обойдется дешевле, чем на ширококолейный (на величину, не меньшую, чем стоимость перегрузки на станцию примыкания).

Лит.: Никитин А., Постройка и эксплуатация узкокол. жел. дорог, СПб, 1909; Энгельгардт Ю. В., Узкокол. жел. дороги за границей и в СССР, М.—Л., 1927; Ероже, Жел. дороги, т. 3—Узкоколейные доп., М.—Л., 1929; Stevenson C. W., Resistencia dos fontestrilhos e trens, Rio de Janeiro, 1916; Mustapha de Courten J., Les chemins de fer à voie d'un mètre, P., 1922; Lieberman A., Die Klein- u. Strassenbahnen, Lpz.—B., 1910; Ptaczowski L., Feldbahnen u. Industriebahnen, B., 1920; Röhl's Enzyklopädie d. Eisenbahnwesens, 2 Aufl., B. 9, B.—W., 1923; Birk A., Schmalspurbahnen, Handb. Ing., T. 5—Der Eisenbahnbau, B. 7, Leipzig, 1910; Birk A., Der Wegebau, B. 4—Linienführung d. Strassen u. Eisenbahnen, W., 1922; Bansen H., Die Bergwerkmaschinen, B. 6—Streckenförderung, B., 1924; Kayser O., Die belgische Kleinbahnen, Berlin, 1911; Morgau A., Traité de chemins de fer, t. 6—Chemins de fer secondaires, P., 1906; Wasser L., Les chemins de fer d'intérêt local, P., 1926; Wiener L., Les cartements des voies de chemins de fer, P., 1923; «Archiv für Eisenbahnwesen», B.; «African Engineering», L.; «Bull. de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer», Bruxelles; «Indian Engineering», Bombay; «Ingenieria ferroviaria», Roma; «Organ für Fortschritte d. Eisenbahnwesens», Mch.; «Railway Gazette a. Railway News», L.; «Railway Age Gazette», N. Y.; «Revue générale des chemins de fer et des tramways», P.; «The Railway Engineer», L.; «Verkehrstechnische Woche», B.; «Ztg d. Ver. deutscher Eisenbahnverwaltungen», B.

Ю. Энгельгардт.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, см. *Электрические железные дороги*.

ЖЕЛЕЗНЫЕ МОСТЫ, см. *Металлические мосты*.

ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ, минеральные вещества, содержащие железо в таких соединениях и в таком количестве, что извлечение его из руд м. б. экономически выгодным. Содержание железа колеблется в рудах от 25 до 70%. Выгодность использования руды определяется, кроме свойств самой руды, экономич. факторами: а) стоимостью добычи руды; б) ценами горючего в данной местности (дешевое топливо допускает обработку более бедных руд), в) близостью рынков сбыта и г) высотой фрахтов морской и железнодорожной доставки.

Качество руды, кроме %-ного содержания в ней железа, зависит от: а) чистоты ее, т. е. качества и количества в ней вредных примесей, б) качества и состава примешанной к руде пустой породы и в) степени легковосстановимости ее.

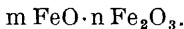
Чистота руд зависит от количества вредных примесей. К последн. относятся: 1) сера, которая чаще всего встречается в виде серного колчедана (FeS_2), медного колчедана ($Cu_2S \cdot Fe_2S_3$), магнитного колчедана (FeS), изредка в виде свинцового блеска (PbS), а также в виде сернокислых солей кальция, бария и железа; 2) мышьяк, встречающийся наиболее часто в виде мышьякового колчедана ($FeS_2 \cdot FeAs_2$) и лёллингита ($FeAs_2$); 3) фосфор, встречающийся в виде фосфорнокислых солей Ca [апатит $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$

или $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$], фосфорнокислого железа [так наз. вивианит $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$] и алюминия (вавелит $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$); 4) медь, встречающаяся в виде медного колчедана ($\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$).

От количества пустой породы и содержания вредных примесей зависит, подвергать ли руду сортировке, промывке, обогащению. В зависимости от качества пустой породы руды м. б. или кислотными или основными. Кислотные руды, т. е. кварцеватые руды, содержат избыток кремнезема и в плавке требуют флюсовки основаниями. Основные руды (закрывающие в пустой породе избыток оснований) подразделяются на глинистые, содержащие избыток глинозема в смеси, известковые, в к-рых преобладает известь, и тальковатые, содержащие в пустой породе много магнезии. Иногда встречаются такие руды, к-рые без флюсовки дают легкоплавкий шлак; их называют самоплавкими.

Степень легковосстановимости руд зависит: 1) от соединения, в к-ром находится в руде железо: силикаты и титанаты труднее восстанавливаются, чем свободный окисел железа; 2) от плотности сложения руды и степени пористости ее. Восстановление руды идет тем энергичнее, чем более она пориста и, следовательно, доступна прониканию газа, а также, если она содержит летучие вещества—воду, углекислоту, органические примеси, к-рые выделяются при высокой t° . По химич. составу Ж. р. можно разделить на 4 класса—руды, содержащие: 1) безводные окислы железа, 2) водные окислы железа, 3) углекислоту соль железа и 4) кремнекислоту соль железа.

1. Руды, содержащие безводные окислы железа. 1) Магнитный железняк, или магнетит (выкладной лист, 1 и 2), обладает следующими свойствами: имеет металлический блеск, черный цвет, дает черную черту; довольно хрупок; твердость 5,5—6,5; удельн. вес 5—5,2; магнитен; кристаллизуется в правильной системе, чаще в виде октаэдров (выкладн. лист, 2) и кубов. В виду того что отношение между закисью и окисью железа бывает различно, правильнее ф-лу его изобразить так:

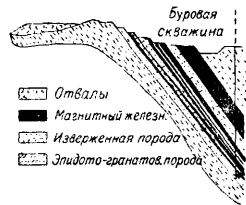


Содержание железа в минерале $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ —72,36%. Магнитный железняк встречается в виде плотных или зернистых масс или в виде мелких кристаллов и зерен, вкрапленных в кристал. породы (граниты, гнейсы и др.). Часто он содержит вредные примеси в виде разных колчеданов—серного, медного, мышьякового и т. д.

В СССР наиболее важными надо считать уральские месторождения магнитного железняка—горы: Высокую, Благодать и Магнитную.

Руда горы Высокой (Нижне-Тагильский окр.) считается одной из лучших. Содержание железа в ней очень высоко, в среднем 60%; Mn 1,0—1,5%; серы 0,02—0,03%; по содержанию фосфора (0,04%) это—бессемеровская руда. В составе пустой породы характерно низкое отношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$, вследствие чего доменные шлаки Тагильских з-дов резко отличаются от шлаков амери-

канских и шведских доменных печей. В этом месторождении наблюдаются выходы мартита (минерал, происшедший от окисления Fe_3O_4 в Fe_2O_3). Действительный запас руд горы Высокой определяется в 16 400 000 т (по данным Геологич. комитета). Недалеко от главной залежи находится Лебяжинский рудник, где руда сильно фосфориста. Суммарный запас руд, по данным Геологич. комитета, 5 316 000 т. Руда горы Благодать, близ Кушвы (разрез—фиг. 1), отличается от высокогорской и по богатству, и по чистоте, и по удобовосстановимости. Запас наиболее богатых руд сильно выработан. По содержанию железа основная руда разделяется на три сорта: 1-й сорт 50—60% Fe, 2-й сорт 40—50% и 3-й сорт 20—40%. Содержание серы в первых двух



Фиг. 1.

сортах выше, чем в высокогорской (до 0,1%); руда требует тщательного окислительного обжига. По содержанию фосфора эта руда может считаться бессемеровской; марганца в ней в среднем около 0,5%. Пустая полевошпатовая порода дает различное отношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$; вследствие этого одни руды требуют основного флюса (плавка на древесном угле), другие—кислого флюса; некоторые руды можно считать самоплавкими. Гороблагодатская руда труднее восстанавливается, чем высокогорская, т. к. представляет собою плотный неокисленный магнитный железняк. Она дает мало мелочи при дроблении. Возможный запас Гороблагодатского района определяется (вместе с разведанным и действительным) в 36 092 000 т (данные Геологич. комитета).

Гора Магнитная (Оренбургский окр.)—месторождение очень богатое (подобно Высокогорскому) чистыми рудами, но мало использованное. Среднее содержание Fe не менее 60% при ничтожном количестве углерода (бессемеровская руда); в верхних горизонтах залежи серы очень малы, но по мере углубления в недра количество ее возрастает значительно. В месторождении наблюдается и мартит, а также железный блеск и красный железняк; иногда—лимонит. Возможные запасы руды, по последним подсчетам А. П. Заварицкого, около 188 580 000 т.

Из второстепенных месторождений в районе Богословского з-да имеются залежи магнитного железняка, переходящего в мартит и в красный железняк. Кроме уральских, есть еще месторождения в Карельской АССР, в Закавказьи и Сибири. В Пудожгорском месторождении, на восточном берегу Онежского озера, руда содержит от 15 до 25% железа; предполагаемый запас исчисляется в 1 млн. т (по В. Н. Липину). При магнитном обогащении она дает чистые и богатые концентраты (шлихи), к-рые затем необходимо брикетировать или агломерировать. Эти руды могут дать прекрасный чугуны, равный лучшим шведским чугунам. Дашкесанское месторождение в Закавказьи является очень крупным, не имеющим

себе равного в данном районе по количеству и качеству руды. Благодаря своей чистоте эта руда может служить предметом экспорта. Возможный запас руды определяется К. Н. Паффенгольцом в 43 750 000 т.

крупное месторождение, находящееся у озера Чемплэн; затем—в штатах Нью Йорк, Нью Джерсей, в Пенсильвании и в округе Корнуэль. Анализы магнитного железняка разных месторождений приведены в табл. 1.

Табл. 1. — Анализы магнитных железняков.

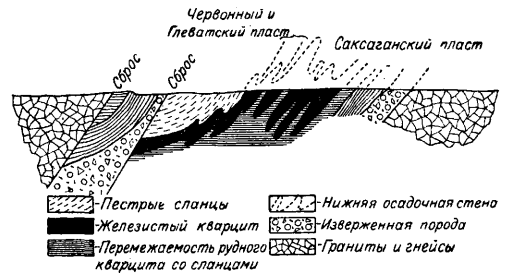
Соединения	Состав руд								
	горы Благодать № 2	горы Благодать № 7	горы Высокой, тагильская руда	горы Высокой, мартит	горы Магнитной	Абакан. рудника (Сибирь)	Кируна-вара (Швеция), сорт А	Данне-мура (Швеция)	Порт Гезри (Нью Йорк)
Fe ₂ O ₃	71,98	70,90	74,09	74,9	86,67	66,60	0,06	55,98	—
FeO	11,20	16,33	16,71	2,82	6,34	29,65	—	12,21	—
Fe ₃ O ₄	—	—	—	—	—	—	95,99	—	94,25
SiO ₂	5,38	5,40	2,60	13,30	3,18	3,84	1,39	9,00	4,32
Al ₂ O ₃	5,63	2,85	2,86	4,47	1,15	?	0,40	3,50	0,28
CaO	2,28	3,64	0,40	1,62	1,46	0,65	0,67	10,00	0,14
MgO	0,47	1,45	Следы	0,82	0,30	?	0,73	4,40	Следы
Mn ₂ O ₄	—	—	2,84	0,85	—	?	—	—	—
MnO	1,05	1,46	—	—	0,13	—	0,21	—	—
P	0,040	0,025	—	0,117	0,038	0,025	0,022	Следы	0,088
S	0,041	0,014	Следы	0,022	?	0,014	0,022	0,013	Следы
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	0,80	—	—
Cu	—	—	0,025	?	—	—	—	—	—
H ₂ O	—	—	—	1,03	0,92	—	—	1,20	0,38
Mn	0,814	1,13	2,05	0,54	0,10	—	0,16	2,55	—
Fe	59,68	62,33	65,20	54,48	65,60	69,75	69,65	48,67	68,20

В Сибири имеются: а) Тельбесское и Сухаринское месторождения на Алтае; руда содержит 35—63% (в среднем не более 55%) железа; чиста от фосфора; запас исчисляется в 29 110 000 т (данные Геолог. ком-та); б) Абаканское месторождение в Минусинском округе, на берегу р. Рудной Кени; руда содержит 53—63% железа; запас точно не известен, предполагаемый—25 млн. т; в) Ирбинское—в долине реки Ирбы; запас руды свыше 25 млн. т; железа содержит 52—60%; местами переходит в мартит; часть руды богата фосфором (по К. Богдановичу). Мощные залежи магнитного железняка находятся в районе Курской магнитной аномалии (см. *Магнитная аномалия*).

Наиболее значительные заграничные месторождения следующие. В сев. Скандинавии (шведской Лапландии) имеются колоссальные месторождения: Кирунавара, Люосавара, Геливара, Свапавара и др. Добывается этих руд для экспорта ок. 6 млн. т. Большая часть руд богата фосфором. Общий запас руд месторождений Кирунавара и Люосавара до поверхности вод вблизи лежащего озера Фогт исчисляется в 282 млн. т, а до глубины на 300 м ниже поверхности озера—в 600—800 млн. т. Наибольшее по размерам месторождение Геливара, самое южное из лапландских, представляет ряд чечевицеобразных рудных толщ, покрытых ледниковыми отложениями. Рудное поле длиной до 6 км исследовано бурением на глубину более 240 м. Руда содержит немного меньше фосфора, чем руда Кирунавара; местами сопровождается гематитом (железным блеском). В Швеции известен целый ряд месторождений: Гренъесберг, Стриберг, Персберг, Норберг и Даннемура. Руда последнего отличается чистотой в отношении фосфора, содержит 50—53% Fe. В остальной Европе менее значительные месторождения магнитного железняка—в Венгрии, Саксонии, Силезии и др. В С. Америке можно указать на

2) Гематит (вкладной лист, 3), Fe₂O₃. Разновидности его—железный блеск (вкладной лист, 4), красный железняк и др. Промышленное значение имеет лишь собственно красный железняк (анализы приведены в табл. 2). Кристаллы его—вида ромбоэдрического, таблицеобразного и пирамидального; чаще залегают сплошными массами, скорлуповатого, слоистого и чешуйчатого сложения и оолитового строения. Месторождения пластового характера сопровождаются в большинстве случаев кварцевой пустой породой (руда бывает тугоплавкой), известняком, полевым шпатом. Фосфора содержит обычно мало; иногда имеет примесь серного колчедана; встречаются примеси TiO₂ и Cr₂O₃. Плотная разновидность называется красной стеклянной головой, землистая—красной железной охрой.

Одним из наиболее мощных месторождений красных железняков в СССР является Криворожское на Украине (разрез—фиг. 2),



Фиг. 2.

в к-ром красные железняки сопровождаются железным блеском с железистым кварцитом. Содержание железа в руде 50—70%. Руды беднее 55% в плавку почти не идут, т. к. содержат много пустой сильно кремнистой породы и очень мало оснований (CaO, MgO) и поэтому требуют громадного

Табл. 2. — Анализы гематитов (плотных красных железняков).

Руды	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn ₂ O ₄	MnO	Mn	P	S	Влаж-ность	Потери при про-каливан.	Fe
Криворожские:													
Саясагань	93,20	4,67	0,72	0,26	0,11	—	—	0,047	0,039	Следы	—	1,45	65,24
Колачевская № 1, мелк.	94,60	2,69	2,20	0,19	Следы	0,06	—	—	0,011	—	—	1,55	66,22
Пигулец	86,50	9,90	1,94	—	—	—	—	—	0,045	—	—	2,22	60,55
Желтая река (б. Урсати)	85,54	5,99	9,14	0,85	0,20	—	—	0,040	0,054	Следы	—	4,74	49,88
Уральские:													
Ауэрбаховская	93,87	2,02	2,24	0,38	0,83	—	—	—	0,039	—	—	1,78	65,71
Воронцовская (мартит)	79,10	9,66	2,74	1,37	—	—	1,01	—	—	—	—	—	57,70
Лысьвинский район	71,40	10,80	8,60	1,25	0,75	0,60	—	—	0,60	—	—	—	49,98
С. Ш. А.:													
Руды Верхн. озера, окр. Мисаби, бессемеровские													
Гематит Клинтона (Нью-Йорк)	63,00	11,20	4,10	5,80	2,50	—	—	0,06	0,60	0,26	—	—	44,00
Испания:													
Бильбао-Кампаниль . .	81,80	6,10	1,05	3,80	Следы	—	—	1,26	0,016	0,082	—	—	57,26

количества флюсов. Содержание фосфора колеблется от 0,01 до 0,10%; марганца мало, иногда лишь следы; серы очень мало (0,03—0,04%). Руда, весьма разнообразная по физич. свойствам, встречается в виде измельченного железного блеска (порошковатая) или плотная кусковая (б. Галковский рудник). Запас руды с содержанием железа более 60% определен в 210 940 000 т (данные Геологич. ком-та). Руды Криворожья экспортировались за границу в количествах, указанных в табл. 3. Другое месторождение, под

ворожских; содержание марганца не велико (от 0,3 до 0,6%), но иногда встречаются сильно марганцевые руды (4% Mn), тогда они всегда содержат много фосфора. По содержанию фосфора нек-рые руды можно отнести к бессемеровским (от 0,015 до 0,045%) и небессемеровским (содержание P до 0,4% и более). Серы содержат мало. В С. Америке известны еще залежи руд, лежащие в системе Аппалачских гор, под названием «гематиты Клинтона». Главная добыча идет в штате Алабама (до 4 млн. т руды в год).

Табл. 3. — Вывоз железной руды из СССР в т (по данным Геологич. комитетта).*1

Годы	Всего	В том числе в					
		Велико-британию	Германию	Голландию	Италию	Польшу	Прочие страны
1913	919 584	59 900	27 034	382 693	—	449 909	48
1922 *2	9 225	—	9 225	—	—	—	—
1923 *2, *3	13 176	—	6 219	5 941	1 016	—	—
1923/24 *3	7 076	—	—	—	—	7 076	—
1924/25	189 349	—	109 325	32 914	35 327	7 457	4 326
1925/26	149 746	7 008	50 519	10 043	39 222	42 954	—

*1 В 1927/28 г. жел. руды вывезено из СССР 428 425 т стоимостью 4 527 000 руб. (по 10 р. 57 к. за т). Экспортировалась исключительно криворожская руда (6,3% от отгрузки или 6,4% от добычи). По отношению к 1913 г. экспорт 1925/26 г. составил 16,2%.

*2 По Европейской границе.

*3 1/1—30/1X.

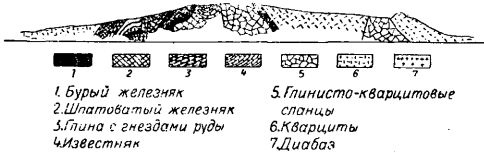
названием Корсак-Могила, находится на юге, в Мариупольском округе. Запас руды невелик, около 330 000 т. Прекрасные железные блески, содержащие мало фосфора и серы, имеются в Чердынском районе Уральской области; главная залежь уже выработана. В Карельской АССР известно Туломозерское месторождение; руда сильно кремнеземистая и должна подвергаться обогащению. Богатые штыфы содержат 57—60% Fe и чисты от фосфора и серы. В Сибири мощных месторождений не обнаружено.

Из заграничных—самым богатым и мощным является месторождение Верхнего озера в С. Ш. А. (между озерами Мичиган и Верхним) и в Канаде. Запас богатых руд ок. 2 млрд. т. Возможный запас более бедных руд, требующих обогащения, определяют до 65 млрд. т. Содержание железа в этих рудах в среднем ок. 50%; они светлее кри-

Среднее содержание железа колеблется около 38%. Запас руды исчислен в 500 млн. т, вероятный запас в 1,4 млрд. т. На острове Belle Island в заливе Conception Bay, недалеко от Нью-Фаундленда, известно мощное месторождение гематита с запасом руды в 3,5 млрд. т. Руда представляет собой красный железняк с примесью шамуазита (см. ниже); среднее содержание железа ок. 52%, фосфора—ок. 0,9%. В Бразилии около Итабира встречаются разного вида красные железняки (железослюдковые, обломочные, конгломераты и т. п.). В Испании сильно выработаны месторождения Бильбао, в провинции Бискайя. Руда содержит железа от 50 до 58%. В Германии находятся месторождения красного железняка в Гессен-Нассау, на Гарце, в Саксонии. Очень мощное месторождение железного блеска и красного железняка имеется на острове Эльбе; руда

содержит 60—66% Fe и 0,05% P_2O_5 . В Алжире известно довольно значительное месторождение железного блеска Filfilah; содержание Fe 52—55%; марганца немного; серы и фосфора очень мало.

II. Руды, содержащие водные окислы железа. К этим рудам относится бурый железняк, или лимонит, $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ (вкладной лист, 5) во всех своих разновидностях. В природе бурый железняк бывает обычно смешан с глиной, кварцем, известняком и пр. Минералами, вносящими в пустую породу вредные примеси, являются: серный колчедан, свинцовый блеск, цинковая обманка, вивианит, апатит и др. Собственно говоря, названием лимонит обычно покрываются различные смеси гидроокисей железа, различающиеся содержанием воды, как, напр., гетит $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, ксантосидерит $Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$, турьит $2Fe_2O_3 \cdot H_2O$ и другие. Цвет бурый, иногда желтый, черта бурожелтая. Известны следующие разновидности бурого железняка: 1) плотный, или обыкновенный—скрытокристаллич. плотного сложения; очень распространен, встречается наряду с красными железняками; 2) бурая стекляннная голова—лучистого и скорлуповатого сложения; 3) бобовая руда,



Фиг. 3.

или оолитовый бурый железняк, встречающийся в виде крупных зерен и стяжений; 4) болотные, луговые и дерновые руды; встречаются на дне болот под дерном в виде рыхлых зернистых отложений, смешанных с глиной, иногда в виде ноздреватых губчатых масс; 5) озерные руды, встречающиеся на дне озер в виде скопленных зерен, лепешек, пластин в смеси с песком; 6) игольчатый и волокнистый бурый железняк, называемый гетитом.

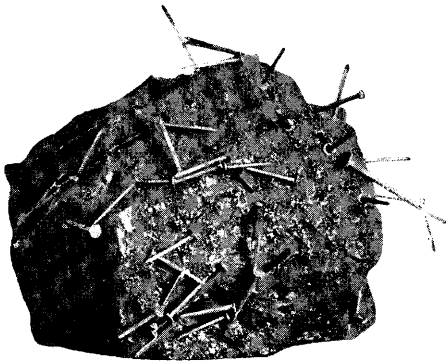
Главное месторождение бурых железняков в СССР находится на Урале—Бакальское месторождение в Златоустовском округе (разрез—фиг. 3). Руда признается лучшей из всех до сих пор известных. Содержание железа до 60%. Вместе с бурым железняком попадает местами шпатовый железняк. Кроме того, встречается разновидность, называемая «карандашовой рудой», с содержанием марганца 2—3%. Минералогически эта руда содержит много турьита, часто включает кристаллы гетита. Общий запас руд—ок. 73 630 000 т (данные Геолог. комитета). Южнее Бакальных месторождений есть еще обширная территория (Комаровская, Зигагинская, Инзерская дачи), где многочисленные месторождения бурых железняков очень мало исследованы и только частью использованы (Белорецкими з-дами). Месторождения эти в большинстве случаев гнездового характера, железа содержат от 42 до 56%; руды вполне годны для плавки и представляют прекрасную примесь к магнитным железнякам горы Магнитной, так как

имеют иногда чрезвычайно низкое содержание глинозема. Приблизительный запас—15 млн. т (по К. Богдановичу). Из бурых железняков Среднего Урала можно указать мощные залежи Алапаевского района. Эти железняки гораздо беднее южно-уральских (42—48% Fe в сухом состоянии); пустая порода глинисто-кремнистая; руды эти мало фосфористы, марганца содержат немного, но заключают нежелательный элемент—хром (от следов до 0,2%). Возможный запас этого месторождения определяется в 265 000 000 т (по Михееву). В центральной части России возникли многие заводы в районах нахождения руд—Мальцевские, Липецкий, Кулебакский, Выксунский и друг. Недавно найдены крупные залежи по реке Хопру. В Донском бассейне месторождения потеряли свое значение, так как здесь руды беднее и хуже криворожских.

Из заграничных месторождений бурых железняков можно упомянуть Бильбао, Мурсио и Альмерию (Испания). Здесь руда включает много марганца, железа содержит до 55%; подобные же месторождения имеются в Ирландии. В Англии—в Кумберленде и Ланкашире имеются месторождения смешанного характера—красные железняки переходят местами в бурые. В Алжире встречаются значительные залежи бурых железняков вместе с железными блесками. В Америке наиболее известны руды Алабамы, запасы которых сильно истощены. Мощные залежи имеются на о-ве Кубе (вост. часть), которые дают известный под названием «руды Мауаги» очень мелкий землестый и сильно глиноземистый бурый железняк, содержащий хром и никель. Анализы бурых железняков см. в табл. 4.

Оолитовый железняк. У нас в Союзе имеется крупнейшее месторождение оолитового бурого железняка на Керченском полу-ве. Руда залегает тремя пластами; верхний и нижний пласты руды (темной) содержат меньше Fe и больше Mn; средний пласт дает лучшую руду (светлую), содержит больше железа (40—43%), а Mn—от 0,5 до 1,3%. Пустая порода руды—кремнисто-глиноземистая; это вызывает при плавке применение известкового флюса. Ввиду большой гигроскопичности, для пресования в брикеты эта руда требует предварительной просушки. Руда отличается пылеватостью, слабо цементирована, кусков в ней 20%, что затрудняет плавку. Значительное содержание P требует добавки криворожской (малофосфористой) руды, необходимой также для понижения содержания мышьяка. Запас определен в 900 млн. т, а вместе с рудами Таманского полуострова до 3 000 млн. т (по К. Богдановичу).

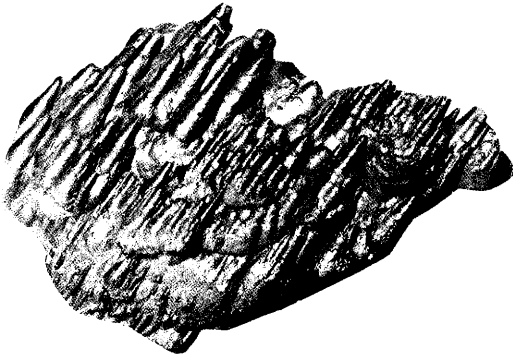
Из заграничных оолитовых железняков известно колоссальное месторождение, почти целиком лежащее на франц. территории (после войны 1914—18 гг.) и захватывающее большую пограничную полосу Германии, Люксембург и отчасти Бельгию. Из руды Minette этого месторождения выплавляется т. н. томасовский чугун. Содержание железа в ней 25—36%. Во Франции около Мазней (департамент Сены и Луары) разрабатываются оолитовые железняки, содержащие



1



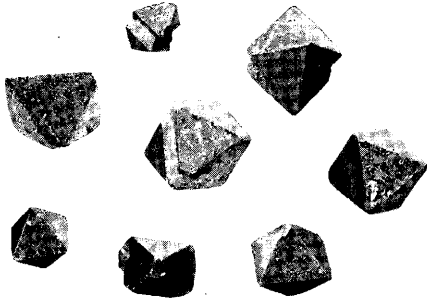
3



5



4



2



6

1. Магнетит $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. 2. Магнетит-кристаллы. 3. Гематит Fe_2O_3 . 4. Железный блеск Fe_2O_3 .
5. Лимонит $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. 6. Сидерит.

Табл. 4.—Анализы бурых железняков (лимонит).

Руды	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn ₂ O ₄	MnO	Mn	P	S	Cr	Ni	CO ₂	H ₂ O	Fe
Урал: Банальская (Казенный участок)	81,94	6,78	5,46	0,48	0,52	2,44	—	—	0,019	Следы	—	—	0,80		57,36
Донецкий бассейн: Каракубская	70,40	12,00	2,05	1,85	0,72	—	1,02	—	0,48	0,23	—	—	10,25		49,20
Ц.-Ч. область: Липецкая	68,25	7,89	6,65	1,43	—	4,75	—	—	0,93	—	—	—	9,04		47,67
Испания: Rubio (Бильбао)	77,85	1,07	—	0,50	—	0,70	—	—	0,02	0,08	—	—	10,40		54,50
Куба: Mayagi (спеченная)	80,90	4,11	12,89	Не определено		—	—	0,71	0,018	?	2,04	0,93	—	2,14	56,53

Табл. 5.—Анализы оолитовых, болотных и озерных руд.

Руды	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn ₂ O ₃	MnO	Mn	P	S	As ₂ O ₃	CO ₂	H ₂ O	Fe
Оолитовый бурый железняк															
Керченский бурый железняк темный	60,97	—	13,41	2,60	1,40	0,40	—	2,66	—	1,47	0,03	0,10	16,00		42,68
» » » светлый	62,14	—	15,49	4,52	0,77	?	—	0,92	—	1,53	0,015	0,092	20,00		43,50
Minette—красная из Бельво	57,26	—	16,63	4,95	5,59	0,49	0,10	—	—	1,13	Следы	—	15,03		40,08
» из Люксембурга	51,07	—	6,83	4,61	14,57	0,35	0,67	—	—	0,94	»	—	20,45		35,75
Болотные и луговые руды															
Карельская АССР: Кондушская	46,90	—	10,40	Следы	2,15	Следы	—	—	6,15	1,46	—	—	28,60		52,80
Ленинградский округ: Иривская	73,20	—	3,32	1,16	0,80	»	—	—	0,18	0,90	0,02	—	21,17		51,19
Германия: с р. Пейне	63,58	—	4,35	3,54	4,69	—	—	—	5,03	1,53	—	—	11,73		44,48
Голландия: Цвола	67,41	—	16,08	?	?	3,04	—	—	2,38	1,34	—	—	12,04		47,14
Озерные руды															
Карельская АССР: Ушкозерская	63,00	—	11,00	2,67	1,04	0,55	—	5,04	—	1,021	—	—	12,50		44,10
» » Сундозерская	61,58	—	10,30	1,54	0,80	0,36	—	2,77	—	0,546	—	—	21,45		43,70
» » Самозерская	62,58	—	17,30	3,51	1,10	0,57	—	2,13	—	1,742	—	—	Не определено		43,80
» » Сегозерская	69,84	—	8,96	5,36	0,25	0,18	—	—	Следы	0,097	—	—	14,34		48,89

ванадий. В Англии очень бедные (25—35%) бурые железняки залегают в Кливленде, Йоркшире и других местах.

Болотные, луговые и дерновые руды. В СССР болотными и луговыми рудами богаты Ленинградская область, Карельская АССР, Тверская, Смоленская и Костромская губернии, Волынский и Тамбовский округа; встречаются они и на Урале. За границей они имеются в южн. Швеции, северной Германии, Бельгии, Голландии, Канаде. Руды эти мелкие, рыхлы, очень легко восстанавливаемы. Содержание в них железа колеблется от 25 до 35%, редко больше; фосфора чаще всего содержится от 0,2 до 2%. Залегание—гнездовое; гнезда рассеяны на больших расстояниях друг от друга.

Озерные руды. Эти руды залегают на дне озер в виде сплошной корки или отдельных слоев. Содержание железа в них меняется от 30 до 40%; иногда они богаты марганцем (8—10%). Особенно много этих руд в Карелии. При дешевом древесном угле руды эти будут иметь промышленное значение для края.

В табл. 5 приведены анализы оолитовых, озерных, болотных и луговых руд.

III. Руды, содержащие углекислосое железо. Сидерит, или шпатовый железняк, FeCO_3 (вкладной лист, б) кристаллизуется в гексагональной системе (ромбоздр). Твердость 3,5—4,5; уд. в. 3,7—3,9. Встречается в виде жил и пластов в сопровождении серных, медных и мышьяковых колчеданов, тяжелого шпата, цинковой обманки, свинцового блеска. Кроме того, встречается в виде зернистых и оолитовых масс или почковатых, шаровидных стяжений и ядер скорлуповатого сложения (сферосидериты). Сидерит—серого цвета с синеватым оттенком, иногда—бурого цвета. Содержание железа 25—40%.

Углистый железняк (блекбенд) представляет собой шпатовый железняк, пропитанный углистым веществом. Содержание железа 25—30%. Цвет черно-бурый или черный. Уд. вес 2,2—2,8.

В СССР хорошие шпатовые железняки в значительном количестве встречаются в Бакальском месторождении, где они залегают с бурыми железняками.

Из зарубежных наиболее известно месторождение в Штирии (гора Эрцберг). Мощные залежи достигает 125 м. Руды чистые. Содержание железа 40—45%. В Германии известно Зигенское месторождение, захватывающее часть Вестфалии, Рейнской Пруссии и Нассау. Во Франции—в Аллеваре и Визели (департ. Изер)—мощность жил шпатовых железняков достигает 10 м; в Савойе имеется такое же месторождение. Залежи шпатового железняка встречаются еще в Венгрии и в Испании. В Соединенных Штатах Америки месторождения шпатовых железняков залегают от Западной Пенсильвании до Алабамы.

В СССР гнезда и пропластки сферосидеритов (глинистых сидеритов) весьма распространены в Подмосковном каменноугольном бассейне; к ним относятся залежи близ Липецка (разрез—фиг. 4), Данкова,

Тулы и в других местах. Руды эти более или менее фосфористы и небогаты железом (38—45%). В Вятской губернии известны месторождения района Холуницких и Омутинских в-дов (старейшие чугунолитейные в-ды округа—Климковский, 1762 г., Залазинский, 1771 г.). Рудоносные пласты и гнезда залегают в пермских отложениях, в т. н. рудной земле. Руда представляет собою глинистый шпатовый железняк в смеси с лимонитом в верхних частях залежи. В центральной части РСФСР имеются в огромном количестве гнездобразные залежи малой мощности, разбросанные на большой площади, что и обесценивает промышленное значение этих руд, запасы которых подсчитаны К. Богдановичем в колоссальной цифре 789 млн. т.

В Польше известны Ченстоховские месторождения сферосидеритов. В Кливленде имеются мощные залежи глинистых железняков оолитового сложения с содержанием железа 30—35%; ежегодно добывается их около 6 млн. т. В Германии находятся сферосидериты в бассейне р. Рур, в районе Эссена и Бохума.

В табл. 6 приведены анализы руд, содержащих углекислосое железо.

IV. Руды, содержащие кремниекислую соль железа. К ним относятся: 1) шамуазит $3(2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2) \cdot (6\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; цвет его зеленовато-серый, сложение мелкозернистое, твердость ок. 3, уд. в. 3—3,4; содержание железа до 45%; месторождение во Франции, в долине р. Шамуази; кроме того, он встречается в Богемии; шамуазит как примесь входит в количестве 23% в состав красного железняка одного из величайших месторождений острова Belle Island; 2) кнебелит—теоретический состав: $(\text{Mn}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$; цвет красноватый или же буровато-серый; удельный вес его около 3,7; встречается в Швеции; промышленного значения как руда не имеет.

V. Суррогаты Ж. р. Под этим названием подразумеваются соединения заводского или фабричного происхождения, богатые железной рудой, из к-рых можно с выгодой извлекать железо. К этой группе относятся шлаки переделочных производств, пудлинговые и кричные шлаки. Общее содержание в них железа обычно колеблется от 50 до 60%. Томасовские шлаки применяются иногда в доменной плавке для обогащения чугуна фосфором. Часто в плавку поступают «огарки», или «старки», серных колчеданов, идущих для получения серной кислоты. В Америке переплавляют остатки франклинита после извлечения из него цинка. Анализы суррогатов железных руд приведены в табл. 7.

Запасы железных руд в СССР определены в количестве 2 727,2 млн. т; распределение их см. в табл. 8.

Мировые запасы (225,4 млрд. т) по частям света приведены в табл. 9.



Фиг. 4.

Табл. 6. — Анализы шпатовых железняков, сидеритов, угленислых и глинистых железняков.

Руды	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn ₂ O ₄	MnO	P	S	As ₂ O ₃	C	H ₂ O	CO ₂	Fe
Шпатовые железняки															
Баласькая—Ельничная руда, обожженная . . .	82,25	—	6,20	4,41	1,32	1,36	2,39	—	0,017	0,024	—	—	1,52		57,85
» » » » . . .	85,70	—	7,01	1,22	0,31	Следы	2,54	—	0,028	0,021	—	—	3,82		60,00
Штирия: Гора Эрцберг, сырая	28,36	22,87	9,26	4,29	4,65	2,60	—	1,36	0,03	0,04	0,01	—	3,78	21,20	37,64
» » обожженная	73,00	—	11,00	2,50	5,30	4,75	4,00	—	0,03	?	Не опр.	—	Не определено		51,10
Зиген из Штальберга »	62,65	—	12,90	1,70	1,50	3,60	12,20	—	Не определено			—	—	—	43,87
Франция: Изер, сырая	50,50	—	1,00	—	1,70	0,70	8,00	—	—	—	—	—	38,10		35,35
Сидериты, углистые и глинистые железняки															
Коровский рудник	45,60	—	6,08	12,25	3,87	2,76	1,10	—	?	0,108	—	—	32,16		31,90
Высунский з-д, Монастырский рудник, сырая .	1,02	54,22	2,35	0,51	2,14	0,91	1,57	—	?	—	—	—	32,35		42,89
Кливленд: Истон (глинистый железняк)	1,93	35,37	10,22	6,95	6,63	3,73	—	1,00	0,50	0,10	—	—	11,04	22,02	28,85
Стаффордшайр: углистый железняк	—	34,71	4,56	2,85	5,02	1,20	—	?	?	0,34	—	22,70	1,44	26,77	27,00
Вестфалия: углистый железняк	—	39,36	9,77	5,22	2,70	2,00	—	0,98	0,414	0,32	—	9,64	—	27,04	30,70

Табл. 7. — Анализы суррогатов железных руд.

Суррогаты руд	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	Mn	P	S	Cu	Zn	Pb	Sb	As	H ₂ O	Fe
Кричный шлак II-Тагильского завода	—	78,92	5,73	1,80	1,35	Следы	5,75	—	0,05	0,04	0,02	—	—	—	—	—	61,56
Пудлинговый шлак Силезского з-да	—	—	13,26	2,15	0,96	0,61	—	3,29	2,12	0,50	—	—	—	—	—	—	50,09
Сварочный шлак II-Тагильского завода	23,61	51,55	21,33	3,79	Следы		?	—	?	?	?	—	—	—	—	—	56,73
Шлак калильных печей Путиловского завода	69,27	—	26,60	2,92	0,68		0,24	—	0,10	0,08	—	—	—	—	—	—	48,49
Молотобойни завода St.-Chamond .	80,60	7,15	12,2	5,10	0,60	—	?	—	0,88	0,58	—	—	—	—	—	—	62,00
Остатки от обжига серного колчедана: В.-Силезских заводов . . .	—	—	4,67	1,82	0,46	0,12	0,05	—	0,01	0,55	0,04	0,24	0,45	0,06	0,05	?	63,62
Вестфальских »	71,10	0,36	6,00	1,40	0,35	0,25	—	0,086	0,011	0,76	—	—	—	—	0,36	16,61	50,01
Rio-Tinto (Purple-ore)	—	—	6,60	3,30	0,30	0,20	—	0,10	0,03	0,33	0,25	0,10	0,51	—	—	20,10	61,60

Табл. 8.—Запасы железных руд в СССР.

Местность	Запасы в млн. т	Местность	Запасы в млн. т
Северные и центральные районы Кавказ	789,0	Керченский полуостров Сибирь и Д.-В. край	900,0 66,0
Урал	539,2		
Кривой Рог	420,0		
		Всего	2 227,2

Табл. 9.—Мировые запасы железных руд (в млрд. т).

Части света	По определению XI Междунар. конгресса 1910 г.	По О. Р. Кuhn (в начале 1926 г.)
Европа	53,1	39,4
Америка	91,7	146,8
Азия	0,7	26,1
Африка	0,1	11,3
Австралия	0,2	1,8
Всего	145,8	225,4

Добыча железной руды в Европе и мировой добыча за 1913 и 1925 годы видны из табл. 10 и 11.

Табл. 10.—Добыча железной руды в Европе (в млн. т).

Государства	1913 г.	1925 г.
СССР	9,2	2,2
Великобритания	16,3	10,3
Франция	21,9	35,7
Люксембург	7,3	6,7
Германия	28,6	5,4
Швеция	7,5	8,2
Испания	9,9	4,5
Австрия	3,0	1,0
Венгрия	2,1	0,1
Прочие	2,2	2,6
Всего	108,0	76,7

Табл. 11.—Мировая добыча железной руды (в млн. т).

Части света	1913 г.	1925 г.
Европа	107,9	76,6
Америка	66,2	64,5
Азия	1,6	3,1
Африка	1,9	2,5
Австралия	0,1	0,8
Всего	177,7	147,5

Лит.: Андрусов Н., Геотектоника Керченского полуострова, «Материалы для геологии России», т. 16, СПб, 1893; Богданович К. И., Рудные месторождения, т. 2, СПб, 1913; его же, Жел. руды России, СПб, 1911; его же, Железо в России, П., 1920; Булейников Ф. Д., Железородная и марганцевая промышленность, М.—Л., 1926; Вернадский В., Опыт описательной минералогии, т. 4—Самородные элементы, стр. 162, СПб, 1908; Георгиев, Разведки озерных руд Олонеч-

ного горного округа, «Труды I Всерос. съезда деятелей по практич. геологии и разведочному делу, состоявшегося 8—16 февр. 1903 г.», СПб, 1908; «Годовой обзор минеральных ресурсов СССР 1926/27», Л., 1929; Заварин И. А., Гора Магнитная и ее месторождения жел. руд, Л., 1927; его же, О жел. рудах Бакальских месторождений на Южном Урале, «Вестник Геол. комитета», Л., 1925/26, 4; Липин В. Н., Металлургия чугуна, железа и стали, 2 изд., т. 1, Л., 1925; Михеев Н. С., Еще об Алапаевском месторождении жел. руд, «Уральский техник», Свердловск, 1927, 5; Мухин В. Г., Классификация и качество жел. руд Криворожского района, «ГЖ», 1926, 2; Павлов М. А., Металлургия чугуна, Л., 1924; Пятницкий П. П., Генетич. отношение Криворожских рудных месторождений, «Труды Института прикладной минералогии и петрографии», ч. 1, М., 1924, вып. 9, ч. 2, 1925, вып. 17; его же, К вопросу о разведках на жел. и марганц. руды Днепровской кристаллич. площади в пределах Кривой Рог—Корсака—Могила, «Поверхность и недра», Л., 1927, 11/12; Патарий И. И., Нек-рые соображения о генезисе криворожских жел. руд и включающих их железистых кварцитов, «Юный инженер», Харьков, 1916, стр. 152—161; его же, К вопросу о генезисе криворожских жел. руд, там же, 1917, стр. 4—4; его же, Новые данные по петрографии криворожских жел. руд и вмещающих кварцитов, «Ижж. работник», Днепропетровск, 1925; его же, О несогласном залегании полосатых железистых кварцитов и глинистых сланцев в Криворожском железорудном бассейне, там же, 1926, 4; Тиболь П. И., Гора Магнитная, ее технич. характер и эксплуат. перспективы, «Уральский техник», Свердловск, 1926, 5/6, 7; Фас А. В., Месторождения жел. руды в районе Кривого Рога и реки Желтой, «Материалы по общей и прикладной геологии», Л., 1926, вып. 29; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и сельском хозяйстве, 2 изд., Л., 1927; Пaffenгольц К. Н., Дашкесан и Заглик. Месторождения магнитного железняка и кварцового камня в Ганджинском у. Азербайджанской ССР, Л., 1928; Веккер О., Lehr v. d. Erzlagerstätten, B. 1—2, B., 1909; Сауеус Л., Les minerais de fer oolithiques de France, fascicule 4—Minerais de fer primaires, P., 1909; de Launay L., Gites minéraux et métallifères, t. 1—3, P., 1913; Einescke G. u. Köhler W., Die Eisenerzvorräte d. deutschen Reichs, «Archiv f. Lagerstätten-Forschungen», hrg. v. kgl. Preuss. geolog. Landesamt, Stuttgart, 1910; Gruner J. W., Magnetite—Martite—Hematite, «Economic Geology», Urbana, 1926, v. 21, 4; Hayes, Iron Ores of the U. S., «U. S. Geolog. Survey, Bull.», Wash., 1909, 394; Iron Ore Resources of the World, «XI Intern. Geolog. Congress in Stockholm», New York, 1910; Krenkel E., Die Eisenerze Europas, «Die Naturwissenschaft», B., 1926, H. 10; «The Mineral Industry during 1926», ed. by G. A. Roush, v. 35, N. Y., 1927. Н. Федоровский.

ЖЕЛЕЗНЫЙ СУРИК, минеральная краска, состоящая из окиси железа и небольшого количества глины, получаемая измельчением и отмучиванием природных железных руд, при чем, при фабрикации высших сортов краски, руды предварительно кальцинируют для удаления конституционной воды. Цвет Ж. с. зависит: 1) от сорта руды, 2) от содержания посторонних примесей (глины, песка и др. пустых пород) и 3) от t° прокаливания; поэтому Ж. с. в порошке бывает темнокоричневого тона с красноватым оттенком, доходящим иногда до черно-синего. Дешевые сорта натурального Ж. с. фальсифицируют примесью тяжелого шпата, мела, песка, глины, мумии, болуса и т. п. Степень измельчения подобных сортов ниже, чем у натурального Ж. с. В продаже имеется и с к у с т в е н н ы й Ж. с., к-рый вырабатывают из колчедановых старков, остающихся в качестве побочного продукта при производстве серной к-ты; от натурального сурика искусственный Ж. с. отличается фиолетовым цветом, к-рый приобретает железные колчеданы при сильном прокаливании. Для изготовления масляной краски искусственный Ж. с. непригоден, т. к. содержит растворимые сернокислые соли, к-рые под влиянием атмо-

сферных осадков разлагающе действуют на краску и способствуют образованию ржавчины на покрашенных частях. За границей в последнее время при изготовлении искусственного Ж. с. его нейтрализуют и освобождают от растворимых сернокислых солей.

Ж. с. применяется в малярном деле; будучи смешан с олифой, он дает прочную масляную краску, хорошо сопротивляющуюся атмосферным влияниям и морской воде, почему и применяется для окраски подводных частей судов. Ж. с. принадлежит к числу укрывистых красок. При приемке Ж. с. к нему предъявляют следующие требования: 1) Ж. с. должен быть в виде тонкого порошка, темнокоричневого цвета с красноватым оттенком, с незаметной наощупь зернистостью; 2) не должен содержать следов свободной серной к-ты или растворимых сернокислых солей, что испытывается синей лакмусовой бумажкой или хлористым барием; 3) должен содержать окиси железа не менее 80%; 4) должен не менее чем на 95% растворяться в соляной к-те уд. веса 1,125; 5) 1 кг Ж. с. должен поглощать 5 кг олифы, при чем краска должна оставаться хорошо укрывистой.

Лит.: см. Краски минеральные.

С. Михайлов.

ЖЕЛЕЗО, Fe, химич. элемент, ат. в. 55,84, порядковый номер 26; расположен в VIII группе периодич. системы в одном ряду с кобальтом и никелем, $t_{пл.}$ 1529°, $t_{кип.}$ 2450°; в твердом состоянии имеет синевато-серебристый цвет. В свободном виде Ж. встречается лишь в метеоритах, к-рые, однако, содержат примеси Ni, P, S и других элементов. В природе соединения Ж. широко распространены повсеместно (почва, минералы, гемоглобин животных, хлорофил растений), гл. обр. в виде окислов, гидратов окислов и сернистых соединений, а также углекислого Ж., из к-рых и состоит большинство *железных руд* (см.). Химически чистое Ж. получается путем нагревания шавелевокислого Ж., при чем при 440° сначала получается матовый порошок закиси Ж., обладающий способностью воспламеняться на воздухе (т. н. *пирофорическое Ж.*); при последующем восстановлении этой закиси образовавшийся порошок приобретает серый цвет и теряет пирофорич. свойства, переходя в металлич. Ж. При восстановлении закиси Ж. при 700° Ж. выделяется в виде мелких кристаллов, к-рые затем сплавляются в вакууме. Другой способ получения химически чистого Ж. состоит в электролизе раствора солей Ж., напр. FeSO₄ или FeCl₂ в смеси с MgSO₄, CaCl₂ или NH₄Cl (при t° выше 100°). Однако, при этом Ж. окклюдирует значительное количество электричества водорода, вследствие чего приобретает твердость. При прокаливании до 700° водород выделяется, и Ж. становится мягким и режется ножом, как свинец (твердость по шкале Моса—4,5). Весьма чистое Ж. может быть получено алюминиотермич. путем из чистой окиси Ж. (см. *Алюминиотермия*). Хорошо окисленные кристаллы Ж. встречаются редко. В полостях больших кусков литого Ж. иногда образуются кристаллы октаэдрич. формы. Характерным свойством Ж. является его размягчаемость, тя-

гучесть и ковкость при температуре, значительно более низкой, чем $t_{пл.}$ При действии на железо крепкой азотной кислоты (не содержащей низших окислов азота), железо покрывается налетом окислов и становится нерастворимым в азотной кислоте.

Соединения железа.

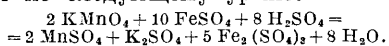
Легко соединяясь с кислородом, Ж. образует несколько окислов: FeO—закись Ж., Fe₂O₃—окись Ж., FeO₃—ангидрид железной к-ты и FeO₄—ангидрид дижелезной к-ты. Кроме того, Ж. образует еще окисел смешанного типа Fe₃O₄—закись-окись Ж., т. н. железную окалину. В сухом воздухе, однако, Ж. не окисляется; ржавчина представляет собой водные окислы Ж., образующиеся при участии влаги воздуха и CO₂ (см. *Коррозия металлов*). Закиси Ж. FeO соответствует гидрат Fe(OH)₂ и целый ряд солей двухвалентного Ж., способных при окислении переходить в соли окиси Ж., Fe₂O₃, в которой Ж. проявляет себя в качестве трехвалентного элемента; на воздухе гидрат закиси Ж., отличающийся сильными восстановительными свойствами, легко окисляется, переходя в гидрат окиси Ж. Гидрат закиси Ж. слабо растворяется в воде, и раствор этот имеет преимущественно щелочную реакцию, свидетельствующую об основном характере двухвалентного Ж. Окись Ж. встречается в природе (см. *Железный сурик*), искусственно же м. б. получена в виде красного порошка при прокаливании железного порошка и при обжигании серного колчедана для получения сернистого газа (см. *Железные руды*). Безводная окись Ж., Fe₂O₃, м. б. получена в двух модификациях, при чем переход одной из них в другую происходит при нагревании и сопровождается значительным выделением тепла (самокалыванием). При сильном прокаливании Fe₂O₃ выделяет кислород и переходит в магнитную закись-окись, Fe₃O₄. При действии щелочей на растворы солей трехвалентного Ж. выпадает осадок гидрата Fe₃O₄·H₂O (2Fe₂O₃·3H₂O); при кипячении его с водой образуется гидрат Fe₂O₃·H₂O, трудно растворяющийся в кислотах. Ж. образует соединения с различными металлоидами: с C, P, S, с галоидами, а также и с металлами, напр. с Mn, Cr, W, Cu и др.

Соли Ж. разделяются на закисные—двухвалентного Ж. (*ферро-соли*) и на окисные—трехвалентного Ж. (*ферри-соли*).

Соли закисного железа. Хлористое Ж., FeCl₂, получается при действии сухого хлора на Ж., в виде бесцветных листочков; при растворении Ж. в HCl хлористое Ж. получается в виде гидрата FeCl₂·4H₂O и применяется в виде водных или спиртовых растворов в медицине. Иодистое Ж., FeJ₂, получается из Ж. и иода под водой в виде зеленых листочков и применяется в медицине (*Sirupus ferri jodati*); при дальнейшем действии иода образуется FeJ₃ (*Liquor ferri sesquijodati*).

Сернокислое закисное Ж., железный купорос, FeSO₄·7H₂O (зеленые кристаллы) образуется в природе в результате окисления пирита и серных колчеданов; эта соль образуется также в качестве

побочного продукта при производстве *квасцов* (см.); при выветривании или при нагревании до 300° переходит в белую безводную соль—FeSO₄; образует также гидраты с 5, 4, 3, 2 и 1 частями воды; легко растворяется в холодной воде (в горячей до 300 %); раствор имеет кислую реакцию вследствие гидролиза; на воздухе окисляется, особенно легко в присутствии другого окисляющегося вещества, напр. щавелевокислых солей, которые FeSO₄ вовлекает в сопряженную реакцию окисления (см. *Сопряженные реакции*); обесцвечивает KMnO₄; при этом процесс протекает по следующему ур-ю:



Для этой цели, однако, применяется более постоянная на воздухе двойная соль Мора (NH₄)₂Fe(SO₄)₂·6H₂O. Железный купорос применяется в газовом анализе для определения окиси азота, поглощаемой раствором FeSO₄ с образованием окрашенного в темно-бурый цвет комплекса (FeNO)SO₄, а также для получения чернил (с дубильными кислотами), в качестве протравы при крашении, для связывания зловонных газов (H₂S, NH₃) в отхожих местах и т. д.

Закисные соли Ж. применяются в фотографии благодаря их способности восстанавливать серебряные соединения на скрытом изображении, запечатлевшемся на фотографической пластинке (см. *Проявители фотографические*).

Углекислое Ж., FeCO₃, встречается в природе в виде сидерита или железного шпата; получаемое осаждением водных растворов закисных солей Ж. карбонатами углекислое Ж. легко теряет CO₂ и окисляется на воздухе до Fe₂O₃. Бикарбонат Ж., H₂Fe(CO₃)₂, растворим в воде и встречается в природе в железистых источниках (см. *Вода*), из которых, окисляясь, выделяется на поверхности земли в виде гидрата окиси Ж., Fe(OH)₃, переходящего в бурый железняк.

Фосфорнокислое Ж., Fe₃(PO₄)₂·8H₂O, белый осадок; встречается в природе слегка окрашенный, вследствие окисления Ж., в голубой цвет, в виде вивинита.

Соли окисного железа. Хлорное Ж., FeCl₃ (Fe₂Cl₆), получается при действии избытка хлора на Ж. в виде гексагональных красных табличек; хлорное Ж. на воздухе расплывается; из воды кристаллизуется в виде FeCl₃·6H₂O (желтые кристаллы); растворы имеют кислую реакцию (см. *Гидролиз*); при диализе постепенно гидролизуются почти до конца с образованием коллоидного раствора гидрата Fe(OH)₃ (см. *Коллоиды*). FeCl₃ растворяется в спирте и в смеси спирта с эфиром, при нагревании FeCl₃·6H₂O разлагается на HCl и Fe₂O₃; применяется в качестве протравы и в качестве кровоостанавливающего средства (Liquor ferri sesquichlorati).

Бромистое Ж. см. *Брома соединений*.

Сернокислое окисное железо, Fe₂(SO₄)₃, в безводном состоянии имеет желтоватый цвет, в растворе сильно гидролизуются; при нагревании раствора выпадают основные соли; железные квасцы, MFe(SO₄)₂·12H₂O, M—одновалентный щелоч-

ный металл; лучше всех кристаллизуются аммонийные квасцы, NH₄Fe(SO₄)₂·12H₂O.

Оксид FeO₃—ангидрид железной к-ты, равно как и гидрат этого окисла H₂FeO₄—железная к-та—в свободном состоянии не м. б. получены в виду их крайней непрочности; но в щелочных растворах могут существовать соли железной к-ты, ферраты (например K₂FeO₄), образующиеся при накаливании железного порошка с селитрой или KClO₃. Известна также малорастворимая бариевая соль железной к-ты BaFeO₄; т. о., железная к-та в нек-рых отношениях весьма напоминает серную и хромовую к-ты. В 1926 г. киевским химиком Горалевичем описаны соединения окисла восьмивалентного Ж.—наджелезного ангидрида FeO₄, полученные при сплавлении Fe₂O₃ с селитрой или бертолетовой солью в виде калиевой соли наджелезной кислоты K₂FeO₅; FeO₄—газообразное вещество, не образующее с водой наджелезной к-ты H₂FeO₅, которая, однако, м. б. выделена в свободном состоянии разложением к-тами соли K₂FeO₅. Бариевая соль BaFeO₅·7H₂O, а также калиевая и стронциевая соли получены Горалевичем в виде неразлагающихся белых кристаллов, выделяющих лишь при 250—300° воду и при этом зеленеющих.

Ж. дает соединения: с азотом—азотистое Ж. (нитрид) Fe₃N при нагревании порошка Ж. в струе NH₃, с углеродом—карбид Fe₃C при насыщении в электрич. печи Ж. углем. Кроме того, изучен целый ряд соединений Ж. с окисью углерода—карбонилы Ж., наприм. пентакарбонил Fe(CO)₅—слегка окрашенная жидкость с *t*_{кип.} около 102,9° (при 749 мм, удельный вес 1,4937), затем оранжевое твердое тело Fe₂(CO)₉, нерастворимое в эфире и хлороформе, с удельным весом 2,085.

Большое значение имеют цианистые соединения Ж. Кроме простых цианидов Fe(CN)₂ и Fe(CN)₃, Ж. образует целый ряд комплексных соединений с цианистыми солями (см. *Цианистые соединения*), как, например, соли железистосинеродистой к-ты H₄Fe(CN)₆, (см. *Кровяная соль желтая*) и соли железосинеродистой к-ты H₃Fe(CN)₆, например красная кровяная соль, к-рые, в свою очередь вступают в реакции обменного разложения с солями закисного и окисного Ж., образуя окрашенные в синий цвет соединения—*берлинскую лазурь* (см.) и *турбуллову синь* (см.). При замене в солях железистосинеродистой кислоты H₄Fe(CN)₆ одной группы CN на одновалентные группы (NO, NO₂, NH₃, SO₃, CO) образуются пруссо-соли, например нитропруссид натрия (нитрожелезистосинеродистый натрий) [Fe(CN)₅NO]Na₂·2H₂O, получаемый действием дымящей HNO₃ на K₄Fe(CN)₆, с последующей нейтрализацией содой, в виде рубиново-красных кристаллов, отделяемых кристаллизацией от образующейся одновременно селитры; соответствующая нитрожелезистосинеродистая кислота H₂[Fe(CN)₅NO] кристаллизуется также в виде темнокрасных кристаллов. Нитропруссид натрия применяется в качестве чувствительного реактива на сероводород и сернистые металлы, с к-рыми он дает кроваво-красное, переходя-

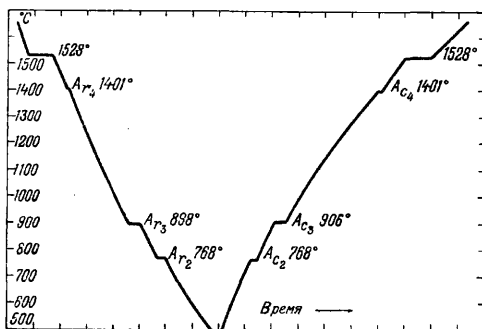
щее затем в синее, окрашивание. При действии медного купороса на нитропруссид натрия образуется бледнозеленый нерастворимый в воде и в спирте осадок, применяемый для испытания эфирных масел.

Аналитически Ж. обнаруживается действием на его соли, в щелочном растворе, желтой кровяной соли. Соли трехвалентного Ж. образуют при этом синий осадок берлинской лазури. Соли двухвалентного Ж. образуют синий осадок турбулловый сини при действии на них красной кровяной соли. С роданистым аммонием NH_4CNS соли трехвалентного Ж. образуют растворимое в воде с кроваво-красным окрашиванием родановое железо $Fe(CNS)_3$; с танином соли окисного железа образуют чернила. Относительно методов количественного определения Ж. см. *Сталь*. Интенсивной окраской отличаются также и медные соли железистосинеродистой к-ты, к-рые находят себе применение (увахромовый метод) в *цветной фотографии* (см.). Из соединений Ж., применяемых в медицине, кроме упомянутых галоидных соединений Ж., имеют значение: металлич. Ж. (*F. hydrogenio reductum*), лимоннокислое Ж. (*F. citricum*—20% Fe), экстракт яблочнокислого Ж. (*Extractum ferri pomatum*), железный альбуминат (*Liquor ferri albuminatum*), ферратин—белковое соединение с 6% Ж.; ферратоза—раствор ферратина, карниферрин—соединение Ж. с нуклеином (30% Fe); ферратоген из нуклеина дрожжей (1% Fe), гематоген—70%-ный раствор гемоглобина в глицерине, гемол—гемоглобин, восстановленный цинковой пылью.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, т. 1—2, 9, изд., М.—Л., 1927—28; Ullm. Enz., В. 4, p. 325; Handb. d. anorgan. Chemie, hrsg. v. R. Abegg u. Fr. Auerbach, B. 4, Lpz., 1921—23. Б. Бернгейм.

Физические свойства Ж.

Имеющиеся в литературе числовые данные, характеризующие различные физич. свойства Ж., колеблются вследствие трудности получения Ж. в химически чистом состоянии. Поэтому наиболее достоверными



Фиг. 1.

являются данные, полученные для электролитич. Ж. (см. *Железо электролитическое*), в к-ром общее содержание примесей (C, Si, Mn, S, P) не превышает 0,01—0,03%. Приводимые ниже данные в большинстве случаев и относятся к такому железу. Для него $t_{пл.}^{\circ}$ равна $1528^{\circ} \pm 3^{\circ}$ (Рурер и Клеспер, 1914 г.), а $t_{кип.}^{\circ} \cong 2450^{\circ}$.

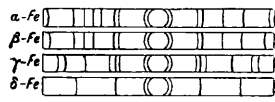
В твердом состоянии Ж. существует в четырех различных модификациях— α , β , γ и δ , для к-рых довольно точно установлены следующие температурные пределы:

	При охлаждении	При нагревании
δ -Fe	1528—1401°	1401—1528°
γ -Fe	1401—898°	898—1401°
β -Fe	898—768°	768—906°
α -Fe	Ниже 768°	До 768°

Переход Ж. из одной модификации в другую обнаруживается на кривых охлаждения и нагревания критическими точками, для которых приняты следующие обозначения:

Преобразования при охлаждении	Преобразования при нагревании
$\delta \rightarrow \gamma$ A_{γ_4} (1401°)	$\gamma \rightarrow \delta$ A_{δ_4} (1401°)
$\gamma \rightarrow \beta$ A_{γ_3} (898°)	$\beta \rightarrow \gamma$ A_{β_3} (906°)
$\beta \rightarrow \alpha$ A_{β_2} (768°)	$\alpha \rightarrow \beta$ A_{α_2} (768°)

Указанные критич. точки представлены на фиг. 1 схематическими кривыми нагревания и охлаждения. Существование модификаций δ -, γ - и α -Fe считается в настоящее время бесспорным, самостоятельное же существование β -Fe оспаривается вследствие недостаточно резкого отличия его свойств от свойств



Фиг. 2.

α -Fe. Все модификации Ж. кристаллизуются в форме куба, при чем α , β и δ имеют пространственную решетку центрированного куба, а γ -Fe—куба с центрированными гранями. Наиболее отчетливые кристаллографич. характеристики модификаций Ж. получены на рентгеновских спектрах, как это представлено на фиг. 2 (Вестрин, 1929 г.). Из приведенных рентгенограмм следует, что для α -, β - и δ -Fe линии рентгеновского спектра одни и те же; они соответствуют решетке центрированного куба с параметрами 2,87, 2,90 и 2,93 Å, а для γ -Fe спектр соответствует решетке куба с центрированными гранями и параметрами 3,63—3,68 Å.

Уд. вес Ж. колеблется в пределах от 7,855 до 7,864 (Кросс и Гилль, 1927 г.). При нагревании уд. вес Ж. падает вследствие теплового расширения, для которого коэффициенты увеличиваются с t° , как показывают данные табл. 1 (Дризен, 1914 г.).

Табл. 1.—Коэффициенты линейного расширения железа.

Средние коэфф-ты линейного расширения		Истинные коэфф-ты линейного расширения	
$\frac{\lambda}{t_0(t^{\circ}-20)} \cdot 10^8$		$\frac{l_2-l_1}{l_1(t_2-t_1)} \cdot 10^8$	
t° -ные интервалы	Значения коэфф.	t° -ные интервалы	Значения коэфф.
20—100°	1 166	20—100°	1 166
20—200°	1 232	100—200°	1 293
20—300°	1 302	200—300°	1 423
20—400°	1 365	300—400°	1 534
20—500°	1 422	400—500°	1 627
20—600°	1 464	500—600°	1 664
20—700°	1 501	600—700°	1 703
20—800°	1 467	700—800°	1 212
20—900°	1 314	800—900°	— 589
20—1 003°	1 335	900—1 000°	+2 218

Понижение коэф-тов расширения в интервалах 20—800°, 20—900°, 700—800° и 800—900° объясняется аномалиями в расширении при переходе через критич. точки A_{c_2} и A_{c_3} . Этот переход сопровождается сжатием, особенно резко выраженным в точке A_{c_3} , как показывают кривые сжатия и расширения на фиг. 3. Плавление Ж. сопровождается расширением его на 4,4% (Гонда и Энда, 1926 г.). Теплоемкость Ж. довольно значительна по сравнению с другими металлами и выражается для разных t° -ных интервалов величинами от 0,11 до 0,20 cal, как показы-

тросопротивления $\alpha_{0-100^\circ} \times 10^5$ колеблется в пределах от 560 до 660, где

$$\alpha_{0-100^\circ} = \frac{1}{R_0} \cdot \frac{R_{100} - R_0}{100}$$

Холодная обработка (прокатка, ковка, протяжка, штамповка) очень заметно отражается на физич. свойствах Ж. Так, %-ное изменение их при холодн. прокатке выражается следующими цифрами (Геренс, 1911 г.): коэрцитивное напряжение +323%, магнитный гистерезис +222%, электросопротивление +2%, уд. в. -1%, магнитная проницаемость -65%. Последнее обстоятельство

Табл. 2.—Теплоемкость железа при разных температурных интервалах.

Температурн. интервалы	0—100°	0—200°	0—300°	0—400°	0—500°	0—600°	0—700°	0—800°	0—900°	0—906°
Средние теплоемкости. .	0,1107	0,1167	0,1215	0,1275	0,1337	0,1417	0,1515	0,1650	0,1650	0,1724
Температурн. интервалы	0—1 000°	0—1 100°	0—1 200°	0—1 300°	0—1 400°	0—1 401°	0—1 500°	0—1 528°	0—1 600°	—
Средние теплоемкости. .	0,1700	0,1688	0,1660	0,1645	0,1632	0,1650	0,1650	0,2071	0,2043	—

вают данные табл. 2 (Обергоффер и Гроссе, 1927 г.) и построенная на основании их кривая (фиг. 4).

В приведенных данных превращения A_2 , A_3 , A_4 и плавление Ж. обнаруживаются настолько отчетливо, что для них легко вычисляются тепловые эффекты: $A_3 \dots + 6,765$ cal, $A_4 \dots + 2,531$ cal, плавление железа... -64,38 cal (по С. Умино, 1926 год, -69,20 cal).

Железо характеризуется приблизительно в 6—7 раз меньшей теплопроводностью, чем серебро, и в 2 раза меньшей, чем алюминий; а именно, теплопроводность Ж. равняется при 0°—0,2070, при 100°—0,1567, при 200°—0,1357 и при 275°—0,1120 cal/cm·сек·°C. Наиболее характерными свойствами железа являются магнитные, выражаемые целым рядом магнитных констант, получаемых

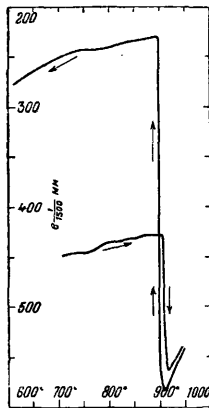
при полном цикле намагничивания железа. Эти константы для электролитич. Ж. выражаются следующими значениями в гауссах (Гумлих, 1909 и 1918 гг.):

Магнитное поле, $H = 150$	150
Максим. магнитная индукция	18 870
Магнитная индукция при $H = 100$	18 050
Максим. магнитная проницаемость	14 600
Остаточный магнетизм	10 850
Коэрцитивное напряжение	0,375
Потери на гистерезисе в эргах на см ³	21 632

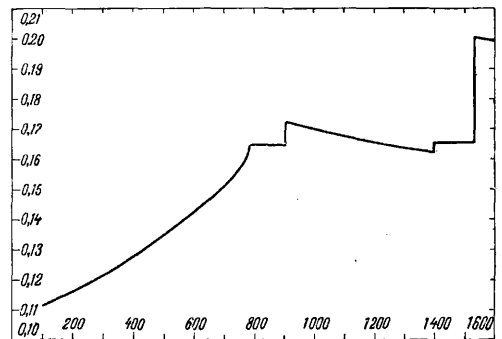
При переходе через точку A_{c_2} ферромагнитные свойства Ж. почти исчезают и м. б. обнаружены только при очень точных магнитных измерениях. Практически β -, γ - и δ -модификации считаются немагнитными. Электропроводность для железа при 20° равняется R^{-1} мо $м/мм^2$ (где R —электрическое сопротивление железа, равное 0,099 Ω мм²/м). Температурный коэффициент элек-

делает понятными те значительные колебания физич. свойств, к-рые наблюдаются у разных исследователей: к влиянию примесей нередко присоединяется еще и влияние холодной механич. обработки.

О механич. свойствах чистого Ж. известно очень мало. Электролитич. Ж., сплавленное



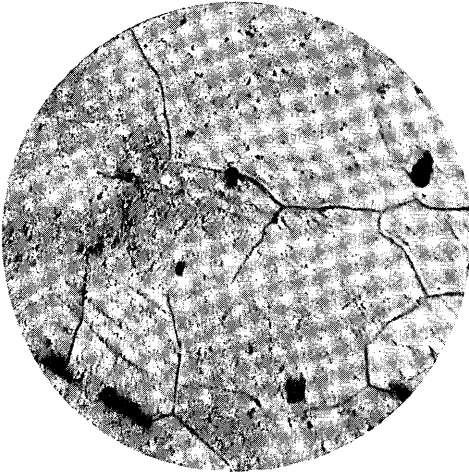
Фиг. 3.



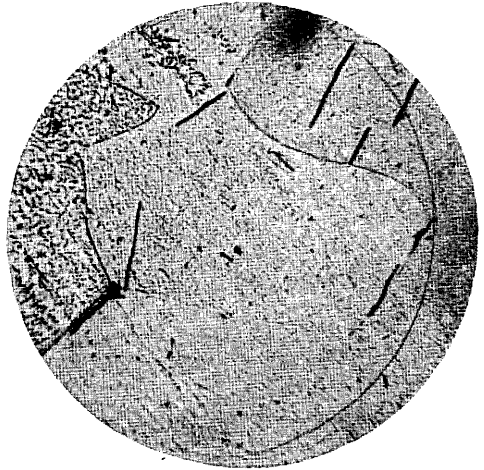
Фиг. 4.

в пустоте, обнаружило: временное сопротивление на разрыв 25 кг/мм², удлинение—60%, сжатие поперечного сечения—85%, твердость по Бринеллю—от 60 до 70.

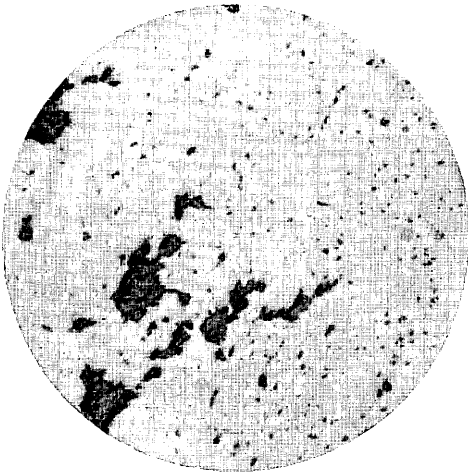
Структура Ж. находится в зависимости от содержания в нем примесей (хотя бы и в незначительных количествах) и предварительной обработки материала. Микроструктура Ж., как и других чистых металлов, состоит из более или менее крупных зерен (кристаллитов), носящих здесь название феррита (вкл. лист, 1). Размеры и резкость их очертаний зависят гл. обр. от скорости охлаждения Ж.: чем последняя меньше, тем больше развиты зерна и тем резче их контуры. С поверхности зерна бывают окрашены чаще всего неодинаково вследствие неодинаковой кристаллографич. ориентировки их и неодинакового травящего действия реактивов по разным направлениям в кристалле. Нередко зерна бывают вытянуты в одном на-



1



2



3



4

1. Зерна феррита в железе, $\times 300$. 2. Зерна феррита с линиями Неймана на поверхности зерен, $\times 300$. 3. Поперечный разрез круглого прута сварочного железа с включениями шлака.
4. Продольный разрез котельного пудлингового железа с включениями шлака.

правлении в результате механич. обработки. Если обработка происходила при невысоких t° , то на поверхности зерен появляются линии сдвигов (линии Неймана), как результат скольжения отдельных частей кристаллитов по плоскостям их спайности (вкл. л., 2). Эти линии являются одним из признаков наклепа и тех изменений в свойствах, о которых было упомянуто выше. См. *Сталь специальная*.

Лит.: Oberhoffer P., Das technische Eisen, 2 Auflage, Berlin, 1925; Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen, Berlin, 1924—27; Спр. ТЭ., т. II. М. Окнов.

Железо в металлургии.

Термин Ж. в современной металлургии присваивается лишь с в а р о ч н о м у Ж., т. е. малоуглеродистому продукту, получаемому в тестообразном состоянии при t° , недостаточной для плавления Ж., но высокой настолько, что отдельные частицы его хорошо свариваются друг с другом, давая после проковки однородный мягкий продукт, не принимающий закалки. Ж. (в указанном смысле слова) получается: 1) непосредственно из руды в тестообразном состоянии сыродутным процессом; 2) таким же способом, но при более низкой t° , недостаточной для сваривания частиц Ж.; 3) переделом чугуна кричным процессом; 4) переделом чугуна пудлингованием.

1) Сыродутный процесс в наст. время применяется лишь малокультурными народами и в таких местностях, куда не может (по отсутствию удобных путей сообщения) проникнуть американское или европейское Ж., получаемое современными способами. Процесс ведется в открытых сыродутных горнах и печах. Сырыми материалами для него служат железная руда (обыкновенно бурый железняк) и древесный уголь. Уголь засыпается в горн в той половине его, куда подводится дутье, руда же — кучей, с противоположной стороны. Образующаяся в толстом слое горящего угля окись углерода проходит через всю толщу руды и, имея высокую t° , восстанавливает Ж. Восстановление руды совершается постепенно — с поверхности отдельных кусков к сердцевине. Начинаясь с верхних частей кучи, оно ускоряется по мере продвижения руды в область более высокой t° ; окись Ж. при этом переходит сначала в магнитную окись, затем в закись, и, наконец, на поверхности кусков руды появляется металлич. Ж. В то же время землистые примеси руды (пустая порода) соединяются с еще не восстановленной закисью Ж. и образуют легкоплавкий железистый шлак, к-рый выталпывается через щели металлич. оболочки, образующей как бы скорлупу в каждом куске руды. Будучи нагретыми до белокального жара, эти скорлупки свариваются друг с другом, образуя на дне горна губчатую массу Ж. — к р и ц у, проникнутую шлаком. Для отделения от последнего вынутую из горна крицу разрезают на несколько частей, из которых каждую проковывают, подваривая, после охлаждения в том же горне в полосы или прямо в изделия (вещи домашнего обихода, оружие). В Индии сыродутный процесс ведется и теперь в с ы р о д у т н ы х п е ч а х,

к-рые отличаются от горнов только несколько большей высотой — ок. 1,5 м. Стены печей делаются из глиняной массы (не кирпича) и служат лишь одну плавку. Дутье подается в печь через одну фурму мехами, приводимыми в движение ногами или руками. В пустую печь загружается нек-рое количество древесного угля («холостая колоша»), а затем попеременно, отдельными слоями, руда и уголь, при чем количество первой постепенно увеличивается до тех пор, пока не дойдет до определенного опытом отношения к углю; вес всей засыпанной руды определяется желаемым весом крицы, который, вообще говоря, незначителен. Процесс восстановления идет так же, как и в горне; Ж. тоже полностью не восстанавливается, и получающаяся на лещади крица заключает в себе много железистого шлака. Крицу извлекают разломкой печи и разрезают на части, в 2—3 кг весом. Каждую из них нагревают в кузнечном горне и обрабатывают под молотом; в результате получается превосходное мягкое железо, служащее, между прочим, материалом для изготовления индийской стали «вуц» (булат). Состав его следующий (в %):

	C	Si	Mn	P	S	Fe	Шлак
Из горнов	0,17	Нет	Нет	0,025	Нет	99,625	0,156
Из индийских печей	0,03	0,01	Нет	0,013	Нет	99,947	—

Ничтожное содержание элементов — примесей Ж. — или совершенное их отсутствие объясняется чистой рудой, неполнотой восстановления Ж. и низкой t° в печи. Расход древесного угля благодаря малым размерам горнов и печей и периодичности их действия очень велик. В Финляндии, Швеции и на Урале Ж. выплавляли в с ы р о д у т н о й п е ч и Х у с т а в е л я, в к-рой можно было регулировать ход процесса восстановления и насыщения Ж. углеродом; расход угля в ней — до 1,1 на единицу Ж., выход к-рого достигал 90% содержания его в руде.

2) В будущем нужно ожидать развития производства Ж. непосредственно из руды не применением сыродутного процесса, а восстановлением Ж. при t° , недостаточной для образования шлака и даже для спекания пустой породы руды (1000°). Преимущества такого процесса — возможность применения низкосортных видов топлива, устранение флюса и расхода тепла на плавление шлака (см. *Губчатое железо*).

3) Получение сварочного железа переделом чугуна кричным процессом ведется в кричных горнах гл. обр. в Швеции (у нас — на Урале). Для передела выплавляют специальный чугун, т. н. ланкаширский, дающий наименьший угар. В составе его: 0,3—0,45% Si, 0,5—0,6% Mn, 0,02% P, <0,01% S. Такой чугун в изломе кажется белым или половинчатым. Горючим в кричных горнах может служить только древесный уголь.

Процесс ведется след. обр.: горн, освобожденный от крицы, но с оставшимся на донной доске с п е л ы м шлаком конца процесса, наполняется углем, гл. обр. сосновым, на который укладывается подогретый продуктом горения чугун в количестве 165—175 кг (на $\frac{3}{8}$ м² поперечного сечения горна приходится 100 кг садки чугуна). Поворотом

клапана в воздухопроводе дутье направляется через трубы, расположенные в подсоводом пространстве горна, и нагревается здесь до t° в 150—200°, ускоряя т. о. плавление чугуна. Плавящийся чугун все время поддерживается (при помощи ломов) на угле выше фурм. При такой работе вся масса чугуна подвергается окислительному действию кислорода воздуха и углекислоты, проходя зону горения в виде капель. Большая поверхность их способствует быстрому окислению Ж. и его примесей—кремния, марганца и углерода. Смотри по содержанию этих примесей, чугун в большей или меньшей степени теряет их, прежде чем соберется на дне горна. Т. к. в шведском горне переделывается малокремнистый и маломарганцовый чугун, то, проходя горизонт фурм, он теряет весь свой Si и Mn (окислы к-рых с закисью Ж. образуют основн. шлак) и значительную часть углерода. Плавление чугуна продолжается 20—25 мин. По окончании этого процесса пускают в горн холодное дутье. Осевший на дно горна металл начинает реагировать с находящимися там же спелыми шлаками, содержащими в себе большой избыток (по сравнению с количеством кремнезема) окислов Ж.— Fe_3O_4 и FeO, окисляющих углерод с выделением окиси углерода, что приводит в кипение весь металл. Когда металл загустеет (от потери углерода) и «сядет товаром», последний поднимают ломом выше фурм, пускают опять горячее дутье и плавят «товар».

Во время вторичного плавления металл окисляется кислородом как дутья, так и шлаков, к-рые из него выталапливаются. На дно горна после первого подъема падает металл, достаточно мягкий для того, чтобы из отдельных наиболее спелых частей его собирать крицу. Но прежде, при употреблении кремнистых сортов чугуна, приходилось прибегать ко второму и даже третьему подъему товара, что, конечно, уменьшало производительность горна, увеличивало расход горючего и угар Ж. На результаты работы оказывали влияние расстояние фурм от донной доски (глубина горна) и наклон фурм: чем круче поставлена фурма и меньше глубина горна, тем значительнее действие окислительной атмосферы на металл. Более пологий наклон фурм, как и большая глубина горна, уменьшает непосредственное действие кислорода дутья, представляя, т. о., большую роль действию шлака на примеси Ж.; окисление ими идет медленнее, но зато без угара Ж. При всяких данных условиях наилучшее положение фурм относительно донной доски определяется опытом; в современном шведском горне глаз фурмы устанавливается на расстоянии 220 мм от донной доски, а наклон фурм меняется в тесных пределах—от 11 до 12°.

Получающаяся на дне горна крица заключается в себе, в отличие от сыродутной, очень мало механически увлеченного шлака; что же касается химич. примесей Ж., то Si, Mn и С м. б. полностью удалены (указываемое анализами ничтожное содержание Si и Mn входит в состав механич. примеси—шлака), а сера—только отчасти, окисляясь дутьем во время плавления. В это же время окис-

ляется и фосфор, уходя в шлак в виде фосфорножелезной соли, но последняя затем восстанавливается углеродом, и конечный металл может заключать в себе даже относительно больше фосфора (от угара Ж.), чем исходный чугун. Вот почему для получения первоклассного металла для экспорта в Швеции берут в передел исключительно чистый в отношении P чугун. Вынутую из горна готовую крицу разрубает на три части (каждая 50—55 кг) и обжимают их под молотом, придавая вид параллелепипеда.

Длительность процесса передела в шведском кричном горне—от 65 до 80 мин.; в сутки получается от 2,5 до 3,5 т обжатых кусков «на огонь», при расходе древесного угля всего 0,32—0,40 на единицу готового материала и выходе его от 89 до 93,5% заданного в передел чугуна. В самое последнее время в Швеции были произведены удачные опыты передела жидкого чугуна, взятого от доменных печей, и ускорения процесса кипения перемешиванием металла при помощи механич. граблей; при этом угар снизился до 7%, а расход угля—до 0,25.

О химическом составе шведского и южно-уральского Ж. дают понятие следующие данные (в %):

	C	Si	Mn	P	S	Шлак
Шведское Ж.	0,04	0,04	0,02	0,03	0,008	} От 0,5 до 0,1
»	0,06	0,02	0,01	0,02	0,01	
Южно-ур.	0,21	0,08	0,07	0,045	Следы	Не опред.

Из всех родов Ж., получаемых промышленными способами, шведское кричное наиболее приближается к химически чистому и вместо последнего применяется в лабораторной практике и исследовательских работах. От сыродутного Ж. оно отличается своей однородностью, а от самого мягкого мартевского металла (литого Ж.) отсутствием марганца; ему свойственна высшая степень свариваемости, тягучести и ковкости. Шведское кричное Ж. обнаруживает незначительное временное сопротивление на разрыв—всего около 30 кг/мм², при удлинении в 40% и уменьшении попереч. сечения в 75%. В настоящее время годовая производительность кричного Ж. в Швеции упала до 50 000 т, так как после войны 1914—18 гг. область промышленных применений для этого Ж. сильно сократилась. Наибольшее количество его идет на изготовление (в Англии гл. обр. и в Германии) высших сортов инструментальной и специальной сталей; в самой Швеции из него делают специальную проволоку («цветочную»), подковные гвозди, хорошо кующиеся в холодном состоянии, цепи и полосовую заготовку для сварных труб. Для последних двух целей особенно важны свойства кричного Ж.: надежная свариваемость, а для труб, сверх того, высшая устойчивость против ржавления.

4) Развитие производства Ж. кричным процессом влекло за собой истребление лесов; после того как последние в различных странах были взяты под защиту закона, ограничившего их вырубку годовым приростом, Швеция, а затем и Россия—лесистые страны, изобилующие рудами высокого качества,—сделались главными поставщиками железа на международном рынке в течение всего 18 в. В 1784 г. англичанин Корт изобрел

пудлингование—процесс передела чугуна на поду пламенной печи, в топке которой сжигался каменный уголь. После смерти Корта Роджерс и Голл ввели существенные улучшения в конструкцию пудлингования в о й печи (см. *Печи*), что способствовало быстрому распространению пудлингования во всех промышленных странах и совершенно изменило характер и размеры производства в них Ж., в течение первой половины 19 века. Этим процессом получили ту массу металла, которая понадобилась для постройки железных судов, железных дорог, локомотивов, паровых котлов и машин.

Топливом для пудлингования служит длиннопламенный каменный уголь, но там, где его нет, приходилось прибегать и к бурому углю, а у нас на Урале—к дровам. Сосновые дрова дают более длинное пламя, чем каменный уголь; оно хорошо греет, но содержание влаги в дровах не должно превосходить 12%. Впоследствии на Урале была применена пудлингованию регенеративная печь Сименса. Наконец, в С. Ш. А. и у нас (в Волжском и Камском бассейнах) пудлинговые печи работали на нефти, распыливаемой в рабочем пространстве печи непосредственно.

Для быстроты передела и уменьшения расхода топлива желательно иметь холодный пудлинговый чугун; при выплавке его на коксе, однако, в продукте получается много серы (0,2 и даже 0,3%), а при высоком содержании фосфора в руде—и фосфора. Для обыкновенных торговых сортов Ж. такой чугун с низким содержанием кремния (менее 1%), под названием передельного, выплавался прежде в большом количестве. Древесноугольный чугун, к-рый передельвался на Урале и в центральной России, не содержал серы и давал продукт, шедший и на изготовление кровельного Ж. В настоящее время пудлингование служит для производства качественного металла по особым спецификациям, и потому в пудлинговые печи поступает не обыкновенный передельный чугун, а высококачественный, напр. марганцовый или «гематит» (малофосфористый), или, наоборот, сильнофосфористый для производства гаечного Ж. Ниже указано содержание (в %) главных элементов в нек-рых сортах чугуна, применяемых для пудлингования:

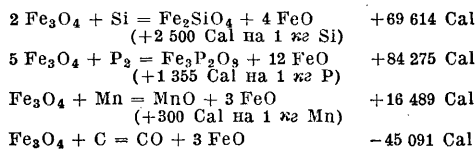
Сорт чугуна	C	Si	Mn	P	S
Ковшовый (стальной)	3,7	0,6	4,0	0,2	<0,1
Ковшовый гематит	4,0	2,0	1,0	0,08	<0,1
Ковшовый фосфористый	3,4	0,5	0,5	2,0	<0,1
Древесноугольн. уральский	3,65	1,0	1,5	0,04	0,02

Пудлинговая печь по окончании предыдущей операции обыкновенно имеет на поду нормальное количество шлака для работы со следующей садкой. При переработке сильно кремнистого чугуна шлака остается в печи много, и его приходится спускать; наоборот, белый чугун оставляет под печи «сухим», и работу приходится начинать заброской на под нужного количества шлака, к-рый берут из-под молота («спелый», наиболее богатый магнитной окисью). На шлак забрасывается садка чугуна, подогретая в чугуннике (250—

300 кг в обычных и 500—600 кг в двойных печах); затем в топку забрасывают свежую порцию горючего, прочищают колосники, и в печи устанавливается полная тяга. В течение 25—35 мин. чугун плавится, претерпевая б. или м. значительное изменение в своем составе. Твердый чугун окисляется кислородом пламени, при чем Ж., марганец и кремний дают двойной силикат, стекающий на под печи; плавящийся чугун обнажает все новые и новые слои твердого чугуна, к-рый тоже окисляется и плавится. В конце периода плавения на поду получаются два жидких слоя—чугуна и шлака, на поверхности соприкосновения к-рых происходит, хотя и в слабой степени, процесс окисления углерода магнитной окисью Ж., о чем свидетельствуют выделяющиеся из ванны пузырьки окиси углерода. Смотря по содержанию кремния и марганца в чугуне, в расплавленном металле их остается неодинаковое количество: в малокремнистом древесноугольном чугуне или белом—коковской плавки—кремний в большинстве случаев выгорает при плавлении полностью; иногда же остается нек-рое количество его в металле (0,3—0,25%), равно как и марганца. Фосфор тоже окисляется в это время, переходя в фосфорножелезную соль. От уменьшения веса металла при выгорании названных примесей %-ное содержание углерода может даже возрасти, хотя нек-рое количество его несомненно сжигается кислородом пламени и шлаков, покрывающих первые порции расплавленного металла.

Для ускорения выгорания оставшихся количеств кремния, марганца и углерода прибегают к пудлингованию, т. е. перемешиванию чугуна со шлаком при помощи кюшки и загнутым под прямым углом концом. Если металл жидок (серый чугун, сильно углеродистый), то перемешивание не достигает цели, и ванну предварительно делают густой забрасыванием в нее холодного спелого шлака или же уменьшением тяги устанавливают в печи неполное горение, сопровождающееся получением сильно коптящего пламени (томление). Через несколько минут, в течение к-рых производят непрерывно перемешивание, на поверхности ванны появляются обильные пузырьки горячей окиси углерода—продукта окисления углерода чугуна кислородом магнитной окиси, растворенной в основном железистом шлаке. По мере хода процесса окисление С усиливается и переходит в бурное «кипение» всей массы металла, к-рое сопровождается вспучиванием ее и таким значительным увеличением объема, что часть шлака переливается через порог рабочих отверстий. По мере выгорания С повышается $t_{пл.}$ металла, и для того, чтобы кипение продолжалось, повышают непрерывно t° в печи. Оконченное при низкой t° кипение дает с р о й т о в а р, т. е. высокоуглеродистую губчатую массу Ж., неспособную свариваться; в горячей печи «садится» спелый товар. Процесс окисления примесей Ж. в пудлинговой печи начинается за счет кислорода шлака, представляющего сплав диоксидкремнезема железа (Fe_2SiO_4) с магнитной окисью и закисью Ж. переменной состава. В английск. печах

состав смеси окислов выражается формулой $5 \text{Fe}_2\text{O}_4 \cdot 5 \text{FeO}$; по окончании кипения отношение окислов в истощенном шлаке выражается ф-лой $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot 5 \text{FeO}$, т. е. в процессе окисления принимает участие 80% всей магнитной окиси шлака. Реакции окисления м. б. представлены следующими термохимическими уравнениями:



Как видно из этих у-ий, окисление Si, P и Mn сопровождается выделением тепла и, следовательно, нагревает ванну, тогда как окисление С при восстановлении Fe_3O_4 в FeO поглощает тепло и потому требует высокой t° . Этим объясняется порядок удаления примесей Ж. и то, что выгорание углерода заканчивается скорее в горячей печи. Восстановления Fe_3O_4 до металла не происходит, т. к. для этого требуется более высокая t° , чем та, при к-рой идет «кипение».

Севший «товар», для того чтобы стать хорошо свариваемым Ж., нуждается еще в пропаривании: товар оставляют на несколько минут в печи и от времени до времени переворачивают ломанами, при чем нижние его части кладут наверх; под совокупным действием кислорода пламени и шлаков, протыкающих всю массу Ж., углерод в это время продолжает выгорать. Как только получится нек-рое количество хорошо сваривающегося металла, из него, избегая лишнего окисления, начинают накачивать крицы. Всего накачивают по мере поспевания товара от 5 до 10 криц (не более 50 кг каждая); крицы выдерживают (пропаривают) у порога в области высшей t° и подают под молот для обжатия, чем достигается выделение шлака, и придания им формы куска (сечение от 10×10 до 15×15 см), удобной для прокатки в валках. На место выданных криц перемещаются передвижением вперед следующие за ними, до последней. Длительность процесса при производстве металла высшего качества (волокистое Ж.) из спелого (высокоуглеродистого) древесноугольного чугуна была на Урале такова: 1) посадка чугуна — 5 м., 2) плавление — 35 м., 3) томление — 25 м., 4) пудлингование (перемешивание) — 20 м., 5) пропаривание товара — 20 м., 6) накатка и пропаривание криц — 40 м., 7) выдача криц (10—11 шт.) — 20 м.; всего — 165 м. При работе на белом чугуне, на обычное торговое Ж., длительность процесса сокращалась (в З. Европе) до 100 и даже 75 м.

Что касается результатов работы, то в разных металлургич. районах они менялись в зависимости от рода топлива, качества чугуна и сорта производимого Ж. Уральские печи, работавшие на дровах, давали выход годного Ж. на 1 м^3 дров от 0,25 до 0,3 т; расход нефти у нас на единицу Ж. — 0,33, каменного угля в европ. печах — от 0,75 до 1,1. Суточная производительность наших больших печей (садка чугуна 600 кг) при работе на сухеных дровах была 4—5 т; выход материала, пригодного для производства кро-

вельного Ж., составлял 95—93% количества поступившего в передел чугуна. В Европе суточная производительность обыкновенных печей (садка 250—300 кг) — ок. 3,5 т при угаре в 9%, а для высококачественного Ж. — 2,5 т при угаре в 11%.

По химич. составу и физическ. свойствам пудлинговое Ж. является гораздо худшим продуктом, чем кричное, с одной стороны, и литое мартеновское — с другой. Изготавливавшиеся прежде в З. Европе обыкновен. сорта Ж. содержали много серы и фосфора, т. к. выработывались из нечистых коксовых чугунов, а обе эти вредные примеси только частью переходят в шлак; количество шлака в пудлинговом Ж. — 3÷6%, в качественном металле оно не превосходит 2%. Присутствие шлака сильно понижает результаты механич. испытаний пудлингового Ж. Ниже приведены нек-рые данные в %, характеризующие пудлинговое Ж. — обыкновенное зап.-европейское и хорошее уральское:

Примесь	Уральское	Английское	Бельгийское
Углерод	0,25	0,06	Не указ.
Кремний	0,08	0,23	0,28
Марганец	0,14		
Фосфор	0,01	0,18	0,30
Сера	0,004	0,14	0,20
Механич. качества	Обыкновен.	Хорошее	Наилучшее
Сопротивл. на разрыв. кг/мм ²	29	35	37
Удлинение, %	10	16	24
Сокращен. попер. сечения, %	4	8	20

Ценным свойством, ради к-рого и поддерживается теперь производство пудлингового Ж., является его прекрасная с в а р и в а е м о с т ь, имеющая иногда особое значение с точки зрения безопасности. Спецификациями ж.-д. обществ предписывается изготовление из пудлингового железа сцепных устройств, тяг для переводных стрелок и болтов. Благодаря лучшему сопротивлению разъедающему действию воды, пудлинговое Ж. идет также для производства водопроводных труб. Из него же изготовляют гайки (фосфористый крупнозернистый металл) и высококачественное волокнистое Ж. для заклепок и цепей.

Строение и сварочного Ж., обнаруживаемое под микроскопом даже при слабом увеличении, характерно присутствием на фотографии. изображении черных и светлых составляющих; первые принадлежат шлаку, а вторые — зернам или волокнам Ж., полученным при вытяжке металла. На вкл. листе, 3, видно строение круглого прута сварочного Ж. в поперечном разрезе, а на вкл. листе, 4 — строение котельного пудлингового Ж. в продольном разрезе.

Лит.: Л и н и В. Н., Металлургия чугуна, железа и стали, т. 2, СПб, 1914. М. Павлов.

Железо торговое.

Металлургич. з-ды изготавливают для нужд промышленности Ж. двух главных видов: 1) листовое и 2) сортовое.

Л и с т о в о е Ж. прокатывается в настоящее время до 3 м ширины; при толщине 1÷3 мм оно называется у нас тонкокатальным; от 3 мм и выше (обычно до 40 мм) — котельным, резервуарным, корабельным,

смотря по назначению, к-рому соответствуют состав и механич. свойства материала. Наиболее мягким является котельное Ж.; оно содержит обыкновенно 0,10—0,12% С, 0,4—0,5% Mn, P и S—каждого не более 0,05%; временное сопротивление его на разрыв не д. б. больше 41 кг/мм² (но и не меньше 34 кг/мм²), удлинение при разрыве—ок. 28%. Резервуарное Ж. выделяется более твердым и прочным; оно содержит 0,12—0,15% С; 0,5—0,7% Mn и не более 0,06% как P, так и S; сопротивление разрыву 41—49 кг/мм², удлинение 25—28%. Длина листов котельного и резервуарного Ж. устанавливается заказом сообразно размерам изделия, склепываемого из листов (избегая лишних швов и обрезков), но обыкновенно она не превышает 8 м, так как ограничивается для тонких листов их быстрым охлаждением во время процесса прокатки, а для толстых—весом слитка.

Листовое Ж. менее 1 мм толщины называется черной жестью; оно служит для изготовления белой жести (см. Жесть) и как кровельный материал. Для последней цели в СССР прокатывают листы размерами 1 422 × 711 мм, весом 4—5 кг, при толщине 0,5—0,625 мм. Кровельное Ж. выпускается з-дами в пачках весом по 82 кг. За границей черная жость классифицируется в торговле по номерам специального калибра—от 20-го до 30-го (нормальная толщина герм. жести от 0,875 до 0,22 мм, а английской—от 1,0 до 0,31 мм). Жесть изготовляется из самого мягкого литого железа, содержащего 0,08—0,10% С, 0,3—0,35% Mn, если оно изготовляется из чугуна древесноугольной плавки (у нас), и 0,4—0,5% Mn, если исходным материалом служит коксовый чугун; сопротивление разрыву—от 31 до 34 кг/мм², удлинение—28—30%. Разновидностью листового Ж. является волнистое (гофрированное) Ж. Оно разделяется по характеру волн на Ж. с низкими и высокими волнами; в первом—отношение ширины волны к глубине колеблется от 3 до 4, во втором 1—2. Волнистое Ж. делают толщиной 0,75—2,0 мм и шириной листов 0,72—0,81 м (с низкими волнами) и 0,4—0,6 м (с высокими волнами). Волнистое Ж. употребляется для кровель, стен легких сооружений, жалюзи, а с высокими волнами, кроме того, идет для постройки бесстропильных перекрытий.

Сортное Ж. делится по форме поперечного сечения на два класса: обыкновенное сортное Ж. и фасонное.

К первому классу относится Ж. круглое (при \varnothing менее 10 мм называемое проволокой), квадратное, плоское или полосовое. Последнее, в свою очередь, делится на: собственно полосовое—шириной от 10 до 200 мм и толщиной более 5 мм; обручное—той же ширины, но толщиной от 5 до 1 мм, указываемой № калибра (от 3-го до 19-го нормального германского и от 6-го до 20-го нового английского калибра); шинное—от 38 до 51 мм шириной и до 22 мм толщиной; универсальное—от 200 до 1 000 мм шириной и не менее 6 мм толщиной (прокатывается в особых вальках—универсальных). Как шинное, так и обручное Ж. выпускается заво-

дами скатами, катаная проволока—мотками; остальные сорта—в виде прямых (правленых) полос, обычно не более 8 м длиной (нормально—от 4,5 до 6 м), но по специальному заказу для бетонных конструкций полосы нарезаются до 18 мм длиной, а иногда и более.

Главнейшие виды фасонного железа: угловое (равнобокое и неравнобокое), коробчатое (швеллерное), тавровое, двутавровое (балки), колонное (квадратное) и зетовое Ж.; существуют также и некоторые другие менее распространенные виды фасон. Ж. По нашему нормальному метрич. сортименту размеры фасонного Ж. указываются № профиля (№—число см ширины полки или наибольшей высоты профиля). Угловое неравнобокое и тавровое Ж. имеют двойной №; напр., № 16/8 означает угловое с полками в 16 и 8 см или тавровое с полкой в 16 см и высотой тавра 8 см. Наиболее тяжелые профили катаемого у нас фасонного Ж.: № 15—углового, № 30—корытного, № 40—двутаврового.

Состав обыкновенного сваривающегося сорта Ж.: 0,12% С, 0,4% Mn, менее 0,05% P и S—каждого; сопротивление его разрыву 34—40 кг/мм²; но круглое Ж. для заклепок изготовляется из более мягкого материала состава: менее 0,10% С, 0,25—0,35% Mn, около 0,03% P и S—каждого. Сопротивление разрыву 32—35 кг/мм², а удлинение 28—32%. Фасонное не свариваемое, а склепываемое Ж. («строительная сталь») содержит: 0,15—0,20% С, 0,5% Mn, до 0,06% P и S—каждого; его сопротивление разрыву 40—50 кг/мм², удлинение 25—20%. Для производства гаек изготовляется Ж. (томасовское), содержащее ок. 0,1% С, но от 0,3 до 0,5% P (чем крупнее гайки, тем больше P). За границей для удовлетворения нужд специальных прокатных з-дов в торговле обращается полупродукт—квадратная заготовка, обыкновенно 50 × 50 мм в поперечном сечении.

М. Павлов.

ЖЕЛЕЗО ЛИСТОВОЕ, см. Железо торговое.

ЖЕЛЕЗО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ, железо, получаемое из растворов его солей путем электролиза. Первый осадок Ж. э. был получен Бетгером в 1846 г. Практической разработкой этого процесса занимались академики Якоби, Ленц, инж. Клейн (в 1860—1870 гг.) и др. Особенно много внимания уделялось этому процессу в б. Экспедиции заготовления государственных бумаг (теперь Упр. производством государств. знаков), где Ж. э. и по настоящее время применяется при производстве стереотипов и других изделий. За последние десятилетия Ж. э. начали вырабатывать в более крупном масштабе для производственных целей на неких зарубежных з-дах. Производившиеся в течение более полувека опыты и исследования привели к нескольким группам электролитов для осаждения Ж. э.

Холодные сернокислые ванны. Ванна, предложенная С. О. Максимовичем, содержит на 1 л воды: 180—200 г железн. купороса, 40 г серномагниевои соли, 27 г двууглекислой соды. Серномагниевои соль прибавляется для обеспечения электропроводности

ванны. Возможна замена ее сернокислым натрием, но последний берется в двойном количестве против $MgSO_4$. Концентрация ванны ок. $21-25^\circ Be$; рабочее напряжение в ванне $0,4 V$, плотность тока $0,1-0,15 A$ на dm^2 . За 72 часа работы толщина отложения Ж. э. достигает $0,07-0,09 mm$. Аналогичная ванна, но с заменой $MgSO_4$ хлористым натрием, имеет следующий состав на 1 л воды: 200 г железного купороса, $20-30$ г хлористого натрия, 30 г двууглекислой соды. Эта ванна очень удобна в работе, допускает повышенную плотность тока при напряжении $0,4-0,5 V$ (при расстоянии 10 см). Толщина отложения Ж. э. за 72 часа работы ванны— $0,11-0,13 mm$. Благодаря добавке $NaHCO_3$ в качестве подкислителя в ванне поддерживается постоянная концентрация аниона HCO_3^- . По мере дальнейшей работы ванны, $NaHCO_3$ прибавляется небольшими порциями от 3 до 5 г на 1 л через каждые 10 Ah или через 2 000 Ah на 300 л раствора, прошедшего через ванну.

К этой же категории холодных сернокислых ванн следует отнести ванны обсталивания, дающие не толстый, но твердый, гладкий и блестящий осадок; состав ее: на 1 л воды—85 г железного купороса, 30 г хлористого аммония. Ванна подкисляется щавелевой к-той в количестве 4 г на 1 л. Первоначальное покрытие делается при напряжении 3 V, которое затем снижается до 1,5 V; процесс продолжается 15 мин. Другой состав ванны обсталивания: на 1 л воды—135 г железного купороса, 50 г хлористого аммония.

Горячие ванны с хлористым или сернокислым электролитом. Эти ванны были введены в употребление с целью более быстрого получения б. или м. толстых осадков. Ванны с хлористым электролитом следующие: а) Ванна Фишер-Ли с содержанием: на 1 л воды—от 120 до 450 г хлористого железа, 80 г хлористого натрия или хлористого магния, 500 г хлористого кальция, $1-2$ г HCl; t° раствора $80-110^\circ$; напряжение при расстоянии между электродами 10 см $2-5 V$; плотность тока $6-10 A$ на dm^2 . Эта ванна применялась в Гознаке, но с меньшей концентрацией $FeCl_2$. б) Ванна, успешно применявшаяся на ф-ке Гознак, с содержанием: на 1 л воды—120 г железного купороса, $20-25$ г серномагниевого соли, $5-10$ г двууглекислой соды; t° электролита $75-80^\circ$; плотность тока $1,5-4 A$ на dm^2 ; напряжение при расстоянии 10 см $1,1-1,7 V$; концентрация раствора— $12^\circ Be$. За 30 часов осаждается слой металла толщиной 1 мм. Впоследствии $MgSO_4$ был заменен NaCl. Двууглекислая сода прибавляется в начале каждого электролиза, но не реже 1 раза в сутки.

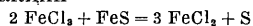
Ванны указанного состава применяются гл. обр. в гальванопластике и для восстановления изношенных частей разных изделий, при чем аноды делаются из нормального котельного железа. Литые чугунные аноды менее пригодны, т. к. они дают перенос шлама к катоду. Для целей гальванопластики железо осаждается на медные, латунные или свинцовые матрицы, которые ставятся в ванну посеребренными или никелированными, для чего их сначала обез-

жиривают кипятком, бензином, 2%-ным едким кали с отмученным мелом, 2%-ным цианистым кали и чистой водой. С оборотной стороны обезжиренные матрицы изолируют асфальтовым лаком (раствор асфальта в бензине). Затем их серебрят протиранием кашицей из раствора цианистого серебра и мела или же никелируют, для чего ставят на $10-15$ мин. в никелировочную ванну. Обработанные т. о. матрицы подвергают оксидировке раствором $K_2Cr_2O_7$, разбавленным от 0,5 до 1%, в зависимости от глубины рельефа и рода матрицы, и затем ставят в железную ванну. Свинцовые матрицы обезжиривают горячей водой, бензином и винным спиртом, после чего серебрят или ставят в латунную ванну и затем никелируют. Обсталиванию подвергаются преимущественно медные предметы; подготовка их перед постановкой в ванны заключается в обезжиривании указанными способами. Отложения Ж. э. в холодных ваннах периодически протирают магниевой. Осаждение Ж. э. для промышленной цели производится на чугунные или стальные пластины (или вращающиеся стержни), на алюминий и полированную медь.

Промышленное получение Ж. э. осуществляется следующими способами.

1) Получение Ж. э. из скрапа ведется с растворимым анодом в виде скрапа или руды и применяется в Англии на з-де в Чешайре. Осаждение идет в железных клепаных баках, обшитых свинцом; в центре бака установлена цилиндрич. диафрагма, разделяющая бак на анодную и катодную камеры. Диафрагма чаще всего делается из асбеста. Анодную камеру наполняют железным скрапом. Металл осаждают на стержне, вращающемся в катодной камере, т. е. внутри диафрагмы. Электролит подается в баки центробежным насосом, проходя предварительно через регенеративные баки со скрапом или рудой и фильтр. Циркуляция электролита в ваннах и регенеративных баках поддерживается постоянной. Данных о напряжении и плотности тока, равно как и о составе электролита, не имеется, но повидимому электролит применяется сернокислый, по составу близкий к указанным выше сернокислым горячим ваннам, а плотность тока д. б. порядка $200-400 A$ на m^2 ; расход энергии—порядка $600 kWh$ на 1 т полученного железа.

2) При получении Ж. э. из руд с нерастворимым анодом по способу, примененному на з-дах Мильфорд (Америка), в качестве сырья применяется пирротин (Fe_7S_8), содержащий примесь меди; %-ный состав следующий: 48,5 Fe; 33,4 S; 1,1 Cu; 1,6 Zn; 3,0 SiO_2 ; 1,2 Al_2O_3 ; 8,1 $CaCO_3$; 0,1 H_2O ; следы As, Ni, Pb, Mn и Mg. Схема процесса следующая: а) выщелачивание руды раствором хлорного железа по реакции



с отходом серы в пустой породе (отделение серы в Мильфорде не производится); б) осаждение меди железом; в) осаждение железа из раствора $FeCl_2$ в баках с диафрагмой, разделенных на анодное и катодное отделения; электролит проходит сначала катодное пространство, затем переходит в анодное, где идет окисление $FeCl_2$ в $FeCl_3$; г) возвра-

щение электролита $FeCl_3$ для выщелачивания свежей руды. Осадок Ж. э. получается в виде трубы на вращающемся стержне. Из содержащихся в руде примесей наиболее трудно удалимой является цинк. Добавлением в ванну небольшого количества сернистого кальция удается понизить содержание цинка в Ж. э. примерно до 0,02%, вполне же устранить его не удается. Сернистый кальций способствует также осаждению свинца, никеля, кобальта, мышьяка и сурьмы. Присутствие извести и магнезия не оказывает влияния на качество отложенного Ж. э. Данные этого процесса следующие: кислотность ок. 0,1%; t° 70—90°; повышение t° желательнее в виду благоприятного влияния его на качество осадка. Концентрация электролита не имеет особого значения и может колебаться в пределах 75—275 г железа на 1 л при прочих неизменных условиях. Плотность тока 11 А на dm^2 при напряжении 4,5—5 В, доходящая иногда до 31 А на dm^2 , при чем осадок получается прекрасного качества. Вообще, чем выше плотность тока, тем осадок мелкозернистее и менее хрупок. Степень использования тока 80—85%; расход энергии на 1 т Ж. э. 5 600 kWh. Окружная скорость вращения стержня 76 м/мин при плотности тока 11 А на dm^2 . Аппаратура применяется керамиковая или эбонитовая. Для баков применяются спец. цементы.

3) Получение Ж. э. в горячих хлористых ваннах с растворимым литым анодом—способ, применяемый на з-де в Гренобле (Франция). Ж. э. осаждается в виде трубы толщиной от 2 до 5 мм на вращающихся стержнях \varnothing 85—160 мм. Скорость вращения, для \varnothing 160 мм 180—200 об/мин. Электролит циркулирует в ваннах с большой скоростью, проходя через баки с железным скрапом для нейтрализации; t° его от 70 до 75°. Подогрев раствора в питательных баках—электрический, при помощи графитовых электродов. Раствор готовится путем растворением железного скрапа в технич. соляной кислоте и содержит железа 24% по весу; уд. в. раствора 1,5. Относительно добавления в раствор каких-либо иных веществ сведений не имеется. Процесс ведется при средней плотности тока 7—8 А на dm^2 и напряжении 3—4 В. Использование тока на катоде 95—100%; расход энергии на 1 т железа 4 500 kWh. Этим процессом в Гренобле производится до 2 т Ж. э. в день, при чем качество труб безукоризненно и экономич. сторона также вполне удовлетворительна.

Качество Ж. э. находится в прямой зависимости от состава ванны. Почти химически чистое железо дает горячая хлористая ванна с нерастворимым анодом; следующий по чистоте осадок получается из такой же ванны, но с растворимым анодом. Холодные хлористые ванны и ванны обстаивания дают чистый осадок, но с большим содержанием водорода. Серноокислые ванны дают менее чистые осадки, при чем наиболее загрязненные получают из горячих

ванн. В табл. 1 приведены анализы Ж. э. из хлористых и серноокислых электролитов. Сопrotивление на разрыв и изгиб более высоки у Ж. э. из хлористых ванн. В среднем R равно 55 кг/мм² при i равном 10—15% у непрокаленного осадка; в прокаленном

Табл. 1.—Анализы электролитического железа.

Ванн		C	Si	Mn	P	S
Горячие хлористые	Фишер-Ли, с растворимым анодом	0,024	0,004	0,008	0,008	0,001
	Мильфорд, получение Ж. э. из руд, с нерастворимым анодом	0,030	0,002	—	0,002	0,003
	Гренобль, с растворимым литым анодом	0,029	0,004	—	0,004	0,005
	Холодная серноокислая ванна	0,04—0,005	—	—	—	0,005—0,003

состоянии осадок дает R равное 45 кг/мм² при $i=20\%$. Твердость же, наоборот, выше у осадков из серноокислых ванн как холодных, так и горячих. Горячие хлористые ванны дают мягкий осадок. Кристаллизация осадка также зависит от состава электролита. Хлористые ванны дают осадки очень мелкозернистые, при чем в горячих ваннах осадки получают серебристо-матовые, а в холодных—зеркально-блестящие. Получению мелкозернистых осадков содействуют также аммонийные соли. Серноокислые растворы дают осадки крупнокристаллические с бархатистым отблеском, находящие применение в художественной гальванотехнике. Ванны обстаивания при том режиме, при к-ром они работают, дают зеркальные или очень мелкозернистые осадки. Часто наблюдаются случаи разрывов осадка и заворачивания его в мелкие лепестки или трубки. Причина этого явления кроется во внутренних напряжениях, возникающих от различного содержания водорода по толщине осадка. Это насыщение водородом происходит и резко сказывается при неправильном ходе ванны; при слишком щелочном (основные соли ослабляют металл) или при слишком кислом растворе, при несоответствии высокой плотности тока, при низкой t° электролита или при недостаточно тщательно подготовленных матрицах. Перерывы тока в горячих хлористых ваннах недопустимы, так как они дают расслаивание осадка; в холодных серноокислых они относительно не опасны. Одной из особенностей Ж. э., о к-рой уже упоминалось, является растворимость в нем газообразного водорода: 1 объем Ж. э. может растворить до 112 объемов H_2 . По мере утолщения осадка содержание H_2 падает. Этим объясняется возникновение упомянутых внутренних напряжений в металле. Содержание H_2 в осадке—величина непостоянная, при чем с повышением его содержания увеличивается хрупкость и твердость осажденного металла и уменьшается кристаллизация. На уменьшение количества растворенного водорода в осадке благоприятно влияет повышение t° электролита. Опыты, произведенные проф. Федотьевым, показали содержание H_2 в

железе, осажденном из хлористой ванны при $t^{\circ} 75^{\circ}$, в 0,002%, тогда как при 18° содержания H_2 составляет 0,0845%.

Исследования показывают своеобразную природу Ж. э., осажденного из нормальной сернохлористой ванны с прибавкой NH_4Cl при большой плотности тока, с содержанием в железе H_2 до 0,1%: твердость этого железа возрастает после прокалывания его при $t^{\circ} 300-350^{\circ}$; при этой t° оно достигает максимума твердости, к-рая падает при дальнейшем нагреве. Этой же t° соответствует начало перехода от волокнистой структуры осадка к ферритовой. Повидимому, соединения железа с водородом прочны. В холодных хлористых ваннах и в ваннах обстаивания со шавелевой к-той содержание водорода может достигнуть до 0,1%. Неизбежной примесью Ж. э. является углерод, содержание которого повышается в зависимости от обеднения раствора, помутнения его и износа анодов. Одновременно с увеличением содержания углерода падает степень использования тока, как это видно из табл. 2.

Табл. 2. — Степень использования тока в зависимости от содержания С.

t°	Степень использ. тона, в %	Колич. С в осадке, в %	Примечание
75°	81	0,0072 0,0073	Новые аноды и свежий электролит
75°	63	0,152 0,167	Старые аноды и обедненный электролит

Содержание углерода практически не бывает ниже 0,02% и может доходить до 0,5%, если за ванной не будет достаточного надзора. Ж. э. способно давать при образовании толстых осадков углубления в местах выделения водорода и шишковатость, проявляющиеся иногда в сильной степени. С первым явлением борются путем перемешивания и повышения t° электролита, а со вторым — исключительно фильтрованием и осветлением электролита. Ванны всегда имеют на дне осадок $Fe(OH)_2$, $FeCO_3$ и т. д. Необходимо следить за тем, чтобы этот осадок окислов не взмучивался; кроме того, в электролите плавают взвешенные частицы анодного шлама и попадающей в раствор пыли. При процессах с циркуляцией электролита последний должен все время или периодически проходить через фильтры, особенно при больших плотностях тока.

Применение Ж. э. В гальванотехнике, как указывалось, применяется Ж. э. из сернохлористых ванн, дающих наиболее твердые осадки красивой структуры. Для промышленных целей применяется Ж. э. из горячих хлористых ванн (способы Мильфорд и Гренобль). Благодаря своей высокой чистоте Ж. э. из этих ванн применяется для высокоответственных сплавов после переплавки в электрич. печи, за последнее время — в печах высокой частоты. Мягкость и пластичность этого железа дает возможность применения его для изготовления снарядных поясков. Э-д Мильфорд указывает на возможность изготовления из Ж. э. проволоки, полос и котельных труб; э-д в Гре-

нобле поставляет получаемые им трубы Ж. э. для изготовления радиаторов. Весьма интересно применение Ж. э. для покрытия изношенных или поврежденных частей, разных изделий, впервые осуществленное в Англии и Франции во время мировой войны. Изделие тщательно обезжиривается щелочью в электролитич. обезжиривающей ванне, травится в бейц-растворе, вновь обезжиривается и после второго протравливания в цианистом кали (для медных изделий) или в 5%-ной серной к-те (для железных или чугунных изделий) ставится в ванну. Самое покрытие производится в несколько приемов, при чем каждый предыдущий слой тщательно шлифуется и подготавливается к следующему покрытию. Процесс протекает в ваннах с растворимым анодом, при чем применяются как хлористые, так и сернохлористые растворы. Покрытие получается настолько прочным, что осажденный слой железа не отстает даже при изгибании, скручивании и ударах молотком по «залеченному» месту.

Лит.: Баймаков Ю. В., Электролитич. осаждение металлов, Л., 1925; Böttger R., «Ann. d. Physik u. Chemie», Leipzig, 1846, B. 67; Maximowitsch S., «Ztschr. f. Elektrochemie, Halle a/S.», 1905, B. 11; Guillet, «Iron Age», N. Y., 1914, v. 94; «RM», 1915, 12; Bouchayer, «GC», 1923, t. 82; Hughes W. E., «Electrician», L., 1921, v. 87; Burgess a. Hambuechen, «Trans. of the Amer. Electrochem. Soc.», Philadelphia, 1921, v. 40; Belcher D., ibid., 1924, v. 45; Stainer-Hutchins, «Trans. of the First World Power Conference», Bradford, 1925, v. 4. Ю. Баймаков.

ЖЕЛЕЗОБЕТОН, строительный материал, представляющий собою соединение бетона из порландского и др. сортов высокосортного цемента и железа в единую конструкцию, в к-рой обе составные части работают статически, совместно, воспринимая каждая те усилия, которые приходится на ее долю сообразно свойствам материала.

Характеристика Ж. Возможность совместной статической работы бетона и железа обусловлена существованием между ними силы сцепления, зависящей частью от химич. свойств порландского цемента, частью от механич. заземления железа в бетоне. Ж. сочетается довольно значительное сопротивление бетона сжимающим усилиям (при малом сопротивлении растяжению) с большим сопротивлением железа растягивающим усилиям. Основным принципом железобетонных конструкций является, поэтому, передача бетону преимущественно сжимающих напряжений, а железу — растягивающих. Имея в виду, что арматура повышает сопротивляемость элементов железобетонных конструкций также и сжатию, железо применяют и в частях сооружений, работающих на сжатие. Это повышение сопротивляемости базируется, с одной стороны, на непосредственном восприятии железной арматурой сжимающих усилий, с другой стороны — на частичном обхвате бетона железной арматурой, что препятствует поперечному уширению железобетонных стержней при сжатии и образованию наклонных плоскостей сдвига, сопровождающих разрушение при сжатии.

Возможность сочетания бетона и железа в единую конструкцию основана на следующих обстоятельствах. 1) Между цементом и железом существует

значительное сцепление, что заставляет оба материала работать совместно. Из опытов на непосредственное растяжение круглого железа, заделанного в бетон, обнаружено сопротивление сдвигу (сцепление) до 40 кг/см^2 ; это сопротивление зависит от состава бетона, его консистенции, длины и формы арматуры, состояния ее поверхности и целого ряда других факторов. По Баху, сопротивление сцеплению уменьшается с увеличением количества воды в бетоне; для литого бетона оно падает в среднем до 75% величины, получающейся при жестком бетоне. Более длинные железные стержни арматуры дают меньшее сопротивление, чем короткие, что объясняется неравномерным распределением по их поверхности сил сцепления. Увеличение сцепления достигается приданием концам стержней арматуры из круглого железа крючкообразных загибов. В Америке для той же цели применяют иногда железо специальных форм с выступами на боковых поверхностях. Европ. опыты показали, однако, что такие выступы способствуют растрескиванию бетона, благодаря чему эти формы арматуры не нашли распространения в европ. практике, тем более что они и много дороже применяемого в Европе обыкновенного круглого железа. 2) Температурные деформации бетона и железа почти одинаковы и не могут, т. о., нарушить сцепления между обоими материалами. С другой стороны, бетон, как сравнительно мало теплопроводный материал, хорошо предохраняет заделанное в нем железо от нагревания. Благодаря этому железобетон. конструкции оказываются в значительной мере огнестойкими. 3) Оба материала (бетон и железо) не оказывают друг на друга разрушительного действия. Наоборот, плотный бетонный покров железа оказывает на него консервирующее влияние, т. к. цемент служит в этом случае хорошим предохранителем железа от ржавления и даже уничтожает легкую ржавчину на его поверхности. Чтобы бетон выполнял свое назначение защиты железа от ржавления, он д. б. плотным и достаточно жирным. Для этой цели в сооружениях, подверженных влиянию атмосферных факторов, должен применяться бетон с содержанием не менее 280—300 кг цемента на 1 м^3 . Для сооружений, защищенных от влияния сырости, это количество м. б. понижено до 240—270 кг. Кроме того, необходима и достаточная толщина бетонного покрова для железа. В нормальных случаях достаточна толщина в 1—2 см, но для сооружений, подверженных непосредственному влиянию влаги или вредных для железа газов, ее необходимо увеличивать до 3—5 см.

Усадка и разбухание бетона. Бетон при твердении на воздухе уменьшается в объеме—это явление известно под названием *у с а д к и*. Наоборот, при твердении под водой получается увеличение объема бетонного тела—*р а з б у х а н и е*. Величина усадки бетона зависит от большого числа факторов, в том числе от его состава: чем бетон жирнее, тем усадка больше. Кроме того, усадка нарастает с течением времени. Для бетонов, применяемых в железобетонных конструкциях, можно принять как

максимальное значение относительной усадки величину $0,5 \cdot 10^{-3}$. Благодаря неравномерному просыханию бетонных тел по направлению от поверхности внутрь, усадка на поверхностях нарастает быстрее, что вызывает появление т. н. усадочных трещин даже в чисто бетонных массивах. Для предупреждения этого явления необходимо предохранение бетонных тел от быстрого и неравномерного просыхания, поливка их в течение возможно продолжительного срока. Наличие в бетонном массиве железной арматуры отражается на усадке, задерживая ее, и вызывает появление начальных напряжений—растяжения в бетоне и сжатия в железе. Опытные исследования и расчеты показывают, что начальные растягивающие напряжения в бетоне от усадки нередко достигают величины временного сопротивления, чем и объясняется наблюдаемое в железобетонных конструкциях появление усадочных трещин. Наоборот, набухание твердеющего под водой бетона с арматурой вызывает в нем начальные сжимающие напряжения и уменьшает опасность трещинообразования. Это обстоятельство требует создания для железобетонных конструкций условий твердения, наиболее близких к твердению под водой, т. е. применения обильной поливки водой и предохранения от высыхания в течение возможно более продолжительного срока.

Способность Ж. к удлинению. Удлинение бетонных тел под действием растягивающих напряжений составляет непосредственно перед разрывом до 0,15 мм на 1 м. Опыты французского исследователя Консидера (1899 г.) с железобетонными стержнями дали величины удлинения бетона перед разрывом в присутствии железной арматуры до 0,9 мм, т. е. значительно большие величины, нежели для чистого бетона. Это обстоятельство послужило в свое время поводом к созданию т. н. гипотезы Консидера о тягучести железобетона. Однако, дальнейшие, более тщательно поставленные опыты самого же Консидера, Клейнлогеля, Мёрша и др. не подтвердили этой гипотезы. Вопрос был окончательно решен образцовыми опытами Баха в Штутгарте, показавшими полную несостоятельность гипотезы Консидера. В настоящее время надо считать, что трещины как в чистом бетоне, так и в Ж. появляются при одних и тех же удлинениях. Однако, в то время как в чистом бетоне эти трещины ведут к немедленному разрушению, наличие железной арматуры задерживает расширение трещин настолько, что они остаются незаметными при обыкновенных условиях для невооруженного глаза, целост же стержня сохраняется.

Материалы для Ж. Ж., применяемый в конструкциях, предназначенных нести статич. работу в течение продолжительного времени, д. б. изготовлен из материалов соответствующего качества. Особо строгие требования должны предъявляться к выбору материалов для бетона и к его изготовлению. В общем материалы должны удовлетворять следующим требованиям.

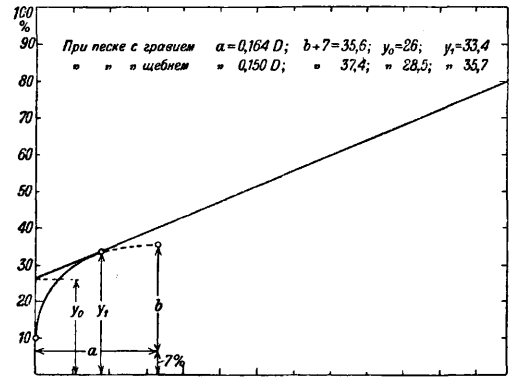
Цемент применяется преимущественно портландский, медленно схватывающийся.

Применение высокосортных глиноземистых шлаковых цементов допускается при условии, чтобы норма содержания их в бетоне, величины допускаемых для них напряжений и т. д. удовлетворяли установленным требованиям. Цемент должен удовлетворять союзному стандарту. Вода д. б. чистая и пресная, без присутствия неорганич. и органич. к-т, хлористого магния и сернокислой магнезии и вообще примесей, вредно влияющих на схватывание и твердение бетона. Не допускается болотная и торфяниковая вода. Темп-ра воды желательна не ниже 4°. Морская вода не должна применяться. Песок д. б. чистый, без примесей земляных частиц, угольной пыли, растительных остатков, глинистых и илестых составных частей, серного колчедана и гипса и вообще без таких примесей, к-рые невозможно удалить промывкой. Предпочтителен песок кварцевый или других твердых изверженных пород, речной или сухих россыпей, с угловатыми зернами и с шероховатой поверхностью. Рекомендуется смесь зерен различной величины, размером до 5 мм, с модулем крупности не менее 1,5. Щебень и гравий д. б. из твердых невыветриваемых каменных пород (гравий, галька или щебень), чистые, промытые. Они д. б. морозоупорны и обладать временным сопротивлением сжатию не менее 250 кг/см². Для огнестойких сооружений нельзя применять щебень известковый. Необходимо избегать применения щебня с гладкими стекловидными поверхностями (кремнистые породы). Крупность—от 5 до 40 мм. Железо нормально применяют марки Ст. 2 и Ст. 3; в особых случаях—Ст. 4 и Ст. 5 по номенклатуре НКПС. Поверхности арматуры д. б. чистые. Наиболее употребительные диаметры круглых стержней: 8—50 мм для рабочей арматуры и 5—10 мм для второстепенных частей. Нормальная длина от 8 до 12 м и до 16 м. Для связывания отдельных частей арматуры идет отожженная проволока.

Состав бетона в железобетонных конструкциях. Бетон для изготовления железобетонных конструкций должен удовлетворять соответствующим условиям прочности, обеспечивать достаточное сцепление с железом и предохранять последнее от ржавления. Кроме того, производство железобетонных работ требует известной консистенции — пластичности бетона; в послед. время все более и более применяется литой бетон. Как выше указывалось, нормальным содержанием цемента в бетоне для железобетонных конструкций надо считать 280—300 кг в 1 м³, в отдельных случаях 240—270 кг. Необходимая прочность бетона м. б. достигнута и при меньшей жирности, однако, тонкие бетоны не обеспечивают сцепления с железом и нержавеющей стали последнего. Еще до настоящ. времени составы бетонов назначают обыкновенно объемными соотношениями составных частей: цемента, песка и гравия или щебня, напр.: 1:1½:3; 1:2:4 и т. д. Однако, такой способ составления бетона совершенно нельзя признать правильным, как то показали новейшие исследования Фуллера, Абрамса и др. в Америке, Графа и др. в Европе. Как общий вывод различных исследований надо считать, что, помимо качества цемента и его количества в бетоне,

физич. свойств инертных ингредиентов и пр., решающее влияние на прочность бетона имеют два фактора: 1) гранулометрич. состав смеси и 2) отношение количества воды и цемента (по весу), или так называемый водоцементный модуль.

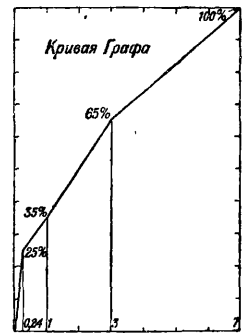
Гранулометрич. состав смеси определяет просевкой ее через набор сит с разными отверстиями и взвешиванием количеств, остающихся на каждом сите. Употребительным



Фиг. 1.

набором сит является американский, с отверстиями 0,15; 0,30; 0,60; 1,2; 2; 5; 10; 20 и 40 мм. Результаты просевок наносятся в виде кривой линии, абсциссами к-рой служат размеры отверстий сит, а ординатами—количества в % смеси, проходящей через каждое сито. По Фуллеру, кривая наилучшего состава смеси вместе с цементом имеет вид представленный на фиг. 1. По Графу, решающее значение для прочности бетона имеет гранулометрич. состав раствора—смеси цемента с песком крупностью до 7 мм. Камневидная составляющая должна подмешиваться в максимальном количестве, при котором еще достигается плотное обволакивание раствором как отдельных камней, так и арматуры. Наивыгоднейшая гранулометрическая кривая раствора, по Графу, имеет вид, показанный на фиг. 2. Наконец, Абрамс характеризует гранулометрич. состав инертных добавок т. н. модулем крупности.

Для вычисления его определяют полные остатки на последовательных ситах путем суммирования найденных частичных остатков на данном сите и всех предыдущих (более крупных). Сумма числовых величин, выражающих полные остатки на ситах в %, разделенная на 100, и есть модуль крупности. Указаний относительно наиболее рациональных модулей крупности различных смесей не имеется, но во всяком случае понятие о них дает сравнение гранулометрич. составов и возможность получить однородные смеси. В среднем мож-



Фиг. 2.

по считать, что величины модулей крупности имеют следующие значения: для мелкого песка—1,5, для среднего—2,4, для крупного—3,1, для мелкого гравия—6,5, для среднего—6,9, для крупного—7,4.

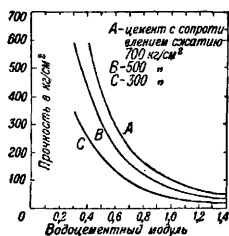
Вполне доказанной является зависимость прочности бетона от водоцементного модуля, с увеличением к-рого прочность падает. При постоянстве модуля сохраняется и прочность бетона. По Абрамсу, единственным фактором, влияющим на прочность бетона, является водоцементный модуль, независимо от состава смеси и ее крупности. Только консистенция готовой смеси зависит от обоих факторов. Две серии американских опытов чрезвычайно наглядно характеризуют влияние водоцементного модуля (табл. 1).

Табл. 1.—Влияние водоцементного модуля на прочность бетона.

Наименование характеристических данных	Численные значения					
Серия I						
Образец	1	2	3	4	5	6
Водоцементный модуль	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Состав бетона	1:2,5:4	1:2,5:3	1:2,5:2	1:2:4	1:2:3	1:1,5:3
Сплыв в см	2,5	13,5	19	18	21,5	24
Прочность через 28 дней в кг/см ²	279	283	288	277	300	289
Цемент в 1 м ³ в кг	222	252	290	243	277	363
Серия II						
Образец	1	2	3	4	5	
Водоцементный модуль	0,53	0,58	0,62	0,67	0,71	
Состав бетона	1:2:4	1:2:4	1:2:4	1:2:4	1:2:4	
Сплыв в см	0,63	5,75	16,5	18	21,5	
Прочность через 28 дней в кг/см ²	280	339	282	232	178	
Цемент в 1 м ³ в кг	243	243	243	238	238	

По Абрамсу, зависимость между водоцементным модулем и прочностью растворов 1:3 из разного цемента изображается кривыми, показанными на фиг. 3. Другие исследователи дают аналогичные кривые.

Т. о., по современным взглядам, назначение состава бетона должно основываться на предварительных исследованиях гранулометрич. состава смеси порландского цемента с различными материалами. В случае необходимости состав смеси д. б. исправлен добавлением ингридента той или другой крупности. Далее добавляется еще необходимое количество воды для получения теста требуемой консистенции и определяется соответствующий водоцементный модуль. Из полученного бетона д. б. изготовлены образцы, в виде кубиков размерами 20 × 20 × 20 см или 30 × 30 × 30 см, для испытания на раздробление. Испытание кубиков из бетона с разным содержанием цемента и соответствующими водоцементными модулями дает возможность выбора того или другого состава, в соответствии с требуемой прочностью его. Задачей производства является изготовление бетона определенных предварительными испытаниями состава и консистенции.

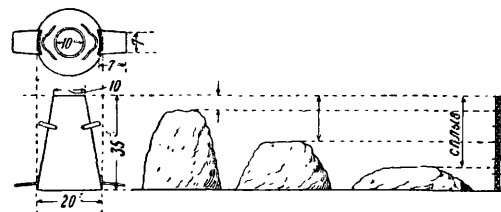


Фиг. 3.

Из предыдущего ясно, что особенно важно сохранение, приданных материалах, постоянства водоцементного модуля. С этой целью в Америке имеются при бетономешалках приспособления, автоматически отмеривающие количества как цемента, так и воды, при чем имеется возможность учета также и естественной влажности инертных составляющих бетона—песка и гравия. Таковы водоцементные весы Джона Алерса и аппарат Бертини.

Для практич. определения и контроля консистенции бетона Абрамсом предложен метод измерения сплыва конуса из свежего бетона. Для этой цели применяется форма из листового железа в виде усеченного бездонного конуса с двумя ручками по бокам; высота конуса—35 см, диаметр нижнего основа-

ния—20 см и верхнего—10 см (фиг. 4). Форма заполняется бетоном тотчас по его затворении слоями по 10 см, при чем каждый слой протыкается 30 раз железным стержнем, диаметром 15 мм, с округло заостренным концом.



Фиг. 4.

Немедленно по окончании трамбования верхняя поверхность бетона выравнивается, и форма осторожно снимается. Через 1 минуту по снятии формы измеряется уменьшение в высоте конуса, к-рое и называется сплывом. Америк. нормы устанавливают 4 нормы консистенции бетона, для к-рых сплыв равен: 1,5—2,5 см, 7,5—10 см, 15—17,5 см и 20—25 см. Первая консистенция характеризуется жесткий бетон, последняя—жидкий литой. Обе эти консистенции для Ж. применяются редко. Русские нормы, в соответствии с американскими, устанавливают сплывы: 1—2 см, 7—10 см и 15—18 см. Проба сплывом (Slumptest), как показали опыты, не всегда дает вполне надежные результаты и в

Америке заменяется ныне пробой на расплывание при сотрясении (Flowtest). С этой целью применяется сотрясательный стол и к американ. конструкции (фиг. 5) Для этого испытания применяются конические формы указанных на фиг. 5 размеров. Мерой консолидации служит в этом случае отношение диаметра расплывшейся лепешки к нижнему диаметру коническ. формы, умноженное на 100. Существуют попытки выразить прочность образцов, изготовленных из бетона описанным способом, в функции водоцементного модуля.

Для цилиндрич. образцов, применяемых в Америке, временное сопротивление через 28 дней выражается, по Абрамсу, ф-лами:

$$W_{28} = \frac{980}{9 \cdot 1.5\omega} - \frac{980}{7 \cdot 1.5\omega} \text{ кг/см}^2,$$

где ω —водоцементный модуль. Граф дает как наименьшее временное сопротивление кубиков размерами $20 \times 20 \times 20$ см или $30 \times 30 \times 30$ см выражение:

$$K = \frac{K_n}{400} \left(\frac{1}{7} \frac{300}{\omega^2} + 20 \right) \text{ или } K = \frac{K_n}{8\omega^2} \text{ кг/см}^2;$$

здесь K_n —временное сопротивление кубиков $7 \times 7 \times 7$ см из раствора 1:3, применяемых при испытании цементов. Для ускорения результатов испытания кубиков были предложены испытания через 7 дней вместо 28 и ф-ла для перехода от результатов 7-дневных испытаний к результатам испытаний 28-дневных. По данным герм. опытов, существует следующая зависимость:

$$W_{28} = W_7 + 6\sqrt{W_7};$$

русские нормы дают:

$$W_{28} = W_7 + 7\sqrt{W_7}.$$

Ко всем предложенным ф-лам следует, однако, отнестись с большой осторожностью, т. к. на практике они дают результаты, сильно расходящиеся с результатами испытаний; формулы эти можно рекомендовать лишь как ориентировочные.

Физические свойства Ж. 1) Водонепроницаемость зависит от жирности цементного раствора, плотности состава бетона и целесообразного выполнения самих работ. Пластичные бетоны менее водонепроницаемы, чем жесткие. Однородное качество бетона, укладка его правильными слоями относительно небольшой толщины, достаточное и равномерное трамбование после укладки, сохранение по выполнению работ б. или м. продолжительное время во влажном состоянии — не менее важны, чем соответствующий состав бетона. Наименее водонепроницаемые бетоны, при одинаковом количестве цемента, получаются с уменьшением количества пустот в инертных веществах; опыты Графа показали, что бетоны с раствором, удовлетворяющим его кривой, отличаются наибольшей водонепроницаемостью. Для обеспечения от просачивания воды, при надлежащем составе бетона и при высоте напора в 1,2, 12,0 и 30,0 м, необходима толщина слоя бетона соответственно в 10, 38 и 165 см. Мероприятиями для предохранения от просачивания и впитывания воды служат: а) слой

из цементного раствора 1:1 до 1:2, толщиной в 0,5 до 2 см с железной поверхностью; б) добавка от $\frac{1}{2}$ до 1 ч. известкового теста или смеси гашеной извести с трассом на 1 ч. цемента; в) торкретирование; г) флюатирование и примеси спец. патентованных составов, как церезит, гидрозит и др.; д) изоляция из свинцовых листов, толя, руберойда, асфальта и пр. Если на проникаемый бетон наносится слой жирного цементного раствора (от руки или при помощи машины), то необходимо следить за возможно большим уплотнением его и за правильным и тщательным выполнением работ; если нанесенный раствор будет предохранен от высыхания, то достаточно очень тонкого слоя; если нельзя избежать высыхания раствора, то образование усадочных трещин м. б. ограничено нанесением слоя инертоля, литурина, гудрона и т. п.

2) Сопротивление атмосферным влияниям. Железобетонные сооружения необходимо предохранить в период их возведения до достаточного затвердения бетона от солнцепека, ветра, мороза и дождя. Быстрое высыхание под влиянием солнца и ветра приводит к появлению трещин в бетоне. Стойкость бетона в этом отношении тем меньше, чем разнороднее его масса и коэфф. расширения его составных частей. Эти волосные трещины в Ж. влечут за собой проникновение влаги к арматуре, результатом чего является ржавление последней, сопровождающееся увеличением объема стержней и расслоением. Летом временное сопротивление сжатию у бетона, подверженного продолжительное время действию солнечных лучей, становится меньшим, чем у бетона, к-рый содержится влажным и хранится под прикрытием. Мороз прерывает процесс схватывания незатвердевшего бетона, и при t° ниже -15° свойство схватывания может даже совсем исчезнуть. Вообще при низких t° следует рассчитывать на более медленное твердение, чем при комнатной t° . Ускорение схватывания достигается, между прочим, добавлением хлористого кальция в количествах, определяемых опытом, т. к. хлористый кальций действует неодинаково на различных цементах. Протекающая по еще не затвердевшему бетону дождевая вода выщелачивает и размягчает бетон и способна выщелачивать из раствора и бетона свободный гидрат извести. Для предохранения от действия атмосферных влияний применяются торкретирование и флюатирование.

3) Сопротивление химическим воздействиям. Выбором соответственных остоающих материалов (кварцевого песка, базальтового щебня и т. п.) можно настолько ограничить химич. воздействия на бетон, что по существу будут подвергаться воздействию только составные части вяжущего вещества. Поэтому вопрос в данном случае сводится к выбору подходящего цемента и, в нужных случаях, к предохранению его от вредных влияний; это достигается рационализацией производимых работ, предохранением бетона на время б. или м. продолжительного твердения от химич. воздействия активных жидкостей, покрытием специальными составами (напр. инертотем—против

вод газовых э-дов, маргалитом—против ма-сел и т. д.), устройством специальных предохранительных слоев из стойких материалов (глина, прозорит и др.), добавками, более прочно связывающими известь в цементе и изолирующими тем самым бетон от вредных воздействий. Стоячие жидкости менее опасны, чем текучие, все время обновляющие свой состав, или действующие механически (удары волн), или попеременно изменяющие t° (то теплые, то холодные). Эффект химич. воздействия является наибольшим для более напряженных частей сооружений. Наибольшее внимание следует обратить на защиту невидимых частей сооружений (напр. фундаментов), где обыкновенно начинают развиваться повреждения. К жидкостям, действующим на затвердевший цемент в бетоне, относятся соединения, заключающие в себе: а) все почти к-ты (серную, соляную, азотную, угольную, карболовую, уксусную, дубильную, бродильные жидкости и т. д.); б) многие соли, особенно сульфаты (гипс, глауберова соль, медный купорос), хлористый магний, щелочные растворы, соли аммония, жирные масла, животные и растительные жиры, тяжелые масла каменноугольной смолы и пр. В каждом частном случае необходимо, однако, выявить—следует ли считать жидкость, с к-рой приходится иметь дело, вредной для бетона или нет. Вредное действие на бетон морской воды зависит от присутствия в ней сернокислой магнезии и хлористого магния. Сульфат, благодаря образованию «цементных бацилл», влечет за собой разрушение сооружения. Для образования цементных бацилл, т. е. гипсового алюмината, требуется совместное наличие извести, глинозема и сернонатриевой соли. Предохранительными против разрушения мерами в данном случае служат: наиболее плотный состав бетона, с употреблением соответствующих цементов—шлакового, бокситового; примесь трасса и пуццолана, повышающая стойкость цементов против химич. воздействий; покрытие поверхности бетона различными химич. составами (углекислый аммоний, кремнефтористый магний, фтористый кальций и др.), которые образуют в химич. соединениях с раствором кору, не поддающуюся действию морской воды; торкретирование. Химическое воздействие атмосферы (кислорода, азота, углекислоты и паров воды воздуха) при нормальных условиях не вредит бетону, но сернистые соединения в дымовых газах оказывают вредное влияние на бетон, а по разрушению покрова арматуры и на нее. Дымовые газы в особенности разрушительны при наличии сырости в сооружениях. Внешнее увлажнение сооружения водяными парами дымовых газов является безвредным при наличии плотного и сухого бетона, защищенного от атмосферных и напорных вод. Предохранительными мерами являются: применение возможно плотного бетона в частях, подверженных непосредственному действию дымовых газов (в зонах арматуры диаметр камневидных добавок не д. б. более 2 см), жирное плотное обволакивание арматуры; придание защитному относительно всей арматуры бетонному слою толщины не менее 4 см; применение железистых и более бедных известью

цементов и прибавление к порландскому цементу трасса; тщательный отвод всех вод от сооружения; устранение воздействия дымовых газов на свежий бетон; сглаживание поверхностей, подверженных действию дымовых газов, для быстрого отвода их; применение защитных шитов; флюатирование. Металлы при соприкосновении с бетоном окисляются, за исключением благородных металлов и железа; последнее, будучи окружено бетоном, при надлежащей плотности его и отсутствии трещин, совершенно не ржавеет. Но для этого требуется соблюдение конструктивных требований, предъявляемых к железобетонным конструкциям.

4) Сопротивление действию электричества. В случае опасности появления электрич. токов необходимо принимать меры предосторожности, имея в виду, что под действием электричества в некоторых случаях наблюдались разрушения арматуры, в особенности в сыром бетоне, в массе же бетона возможны электролитич. изменения.

5) Теплопроводность бетона, отвечающая примерно таковой естественных камней и несколько большая теплопроводности кирпичной кладки, зависит гл. обр. от теплопроводности камневидных материалов, объема бетона, его t° и степени влажности. Тонкопористые бетоны из пористых, малотеплопроводных материалов (напр. шлаков, пемзы) обладают наименьшей теплопроводностью; плотные бетоны из плотных материалов (напр. щебня из кварцитов, кремней и кварцевого песка), наоборот,—наибольшей. Теплопроводность трамбованного бетона почти вдвое больше, чем нетрамбованного. Коэффициент теплопроводности может быть принят для бетона примерно вдвое большим, чем для его камневидных составляющих, что видно из табл. 2.

Табл. 2.—Коэф-ты теплопроводности.

Материалы	Коэфф. теплопроводности λ при t° до 20°	Увелич. теплопроводности вследствие смешения камневидных составляющих с цементом
Гравий	0,32	} в 2,18 раза
Гравелистый бетон	0,70	
Шлак	0,15	
Шлаковый бетон	0,25—0,30	
Пемзовый щебень	0,10—0,12	
Пемзовый бетон	0,25	} » 2,00 »
		} » 2,20 »

6) Огнестойкость. Железобетонные конструкции, правильно сконструированные и хорошо выполненные, обладают значительной огнестойкостью. Сопротивление бетона механич. усилиям при высоких t° понижается, но распадаения составных частей не происходит. В общем бетон достаточно предохраняет арматуру от нагревания. По данным Грута (Grut), при нагревании до 1000° бетонных образцов наблюдались на различных глубинах от поверхности следующие t° :

Глубина в см	1	2	3	5	7	9
t°	829	673	594	446	343	261

В сооружениях, подверженных опасности в смысле пожара, следует повышать глубину укладки арматуры до 5—7 см и применять

наиболее огнестойкие камневидные составляющие. Не следует применять в этом случае естественных камней с большим содержанием кремневой к-ты. Гранит, кварц, песчаники поэтому мало пригодны. Долерит, базальт и известняк оказались при высокой t° более стойкими, хотя последний при этом химически изменяется. Цемент для рассматриваемых сооружений тем пригоднее, чем под большей t° произведен его обжиг. В общем можно принять, что при нагревании до 500° бетон теряет до 20% своего сопротивления сжатию.

7) Влияние колебаний температуры. Железо и бетон от теплоты расширяются, а при охлаждении сжимаются. Коэфф. β линейного расширения литого железа—0,0000122÷0,0000145, стали—0,000019. Опытами Келлера установлено, что коэфф. линейн. расширения бетона с увеличением в его составе количества песка и щебня уменьшается. Вследствие неоднородности состава Ж. и неодинаковости нагревания в нем возникают t° -ные напряжения, могущие вызвать появление трещин. Этому противодействуют рациональным конструированием (t° -ные швы) и учетом t° -ных напряжений в статически неопределимых системах.

Механические свойства Ж. 1) Зависимость между деформациями и напряжениями. а) Для железа и стали закон удлинений Гука, устанавливающий пропорциональную зависимость между деформациями и напряжениями до предела пропорциональности, дает достаточно точное понятие о действительном законе упругости. Зависимость эта выражается следующими формулами:

$$\sigma = E \cdot \epsilon, \\ \tau = G \cdot \gamma = \frac{m}{2(m+1)} E \cdot \gamma,$$

где σ —действующее нормальное напряжение = $\frac{P \text{ (сила)}}{F \text{ (площ.)}}$, E —модуль упругости, ϵ —относительное удлинение или укорочение = $\frac{\Delta l \text{ (удлин. или укороч.)}}{l \text{ (длина элемента)}}$, τ —действующее напряжение сдвига, G —модуль сдвига, γ —относительный сдвиг = $\frac{\Delta l \text{ (сдвиг)}}{b \text{ (шир. элемента)}}$. Для литого железа временное сопротивление различных марок $\sigma = 3,5 \div 5,0 \text{ т/см}^2$, $E = 2150 \text{ т/см}^2$, $G = 830 \text{ т/см}^2$, предел упругости $\sigma_E = 1,8 \div 2,4 \text{ т/см}^2$, предел текучести $\sigma_F = 2,4 \div 3,0 \text{ т/см}^2$, коэфф-т Пуассона $m = 0,3$. Возможная нагрузка на железобетонные конструкции зависит от предела текучести железа. Если предел текучести арматуры в растянутой зоне железобетонной балки превзойден, то железо получает значительные удлинения, появляются трещины раскрываются, прогибы возрастают, бетон над раскрывающимися трещинами раздробляется, окалина железной арматуры отскакивает. б) Для бетона, как не подчиняющегося закону пропорциональности между деформациями и напряжениями, линейный закон Гука, строго говоря, неприменим. Для установления зависимости упругих деформаций от напряжений были предложены различные эмпирич. ф-лы. Хорошие результаты в этом отношении; совпадающие с опытными данными,

дает закон Баха, обобщающий закон Гука и выражающийся ф-лой: $\epsilon = a \cdot \sigma^n$, где ϵ и σ имеют те же значения, что и выше, a —коэфф. упругости = $\frac{1}{E}$, n —показатель степени, равный для железа и стали 1, а для других материалов от 1 до 2. Отсюда модуль упругости бетона

$$E = \frac{1}{a \cdot \sigma^{n-1}}.$$

Модуль упругости бетона зависит: от состава, рода и качества цемента, качества инертных веществ, количества воды, тщательности выполнений работ и возраста бетона. Граф определяет модуль упругости при допускаемой нагрузке, в зависимости от временного сопротивления K бетона, по ф-ле:

$$E = \frac{10^6}{1,7 + \frac{360}{K}}.$$

Модуль упругости, т. о., есть величина переменная. Наибольшую величину модуль E имеет при составах от 1:1,5 до 1:2. При обычных напряжениях бетона, употребляемого в железобетонных конструкциях, модуль упругости при сжатии колеблется, по Графу, в пределах от 170 000 до 300 000 кг/см²; модуль упругости при растяжении, по данным Графа, не оказывается существенно меньшим, чем при сжатии. При расчетах модуль упругости обычно принимается постоянным и равным 210 000 кг/см². При тех условиях, с к-рыми обыкновенно приходится встречаться на практике, удлинение армированного, сохранявшегося сырым бетоном перед появлением трещин достигало максимум 0,2 мм на 1 м. Это удлинение меньше деформаций железа в пределах допускаемых напряжений. Остаточные деформации в бетоне составляют $\frac{1}{10}$ всех деформаций. Предельное удлинение бетона, влекущее за собой его разрушение, м. б. взято в среднем равным 0,00015. в) По данным Графа, отношение модулей упругости железа и бетона колеблется в пределах от 8 до 12; в среднем оно равно 10. При расчете прочности железобетонных конструкций это отношение n согласно различным нормам принимается равным 15, а для расчета деформаций и статически неопределимых систем—равным 10. Однако, согласно новейшим воззрениям $n = 15$ представляет в первом случае не отношение модулей упругости, а отношение напряжений сжатия железа и бетона в железобетонной конструкции в момент разрушения.

2) Сопротивление бетона механическим воздействиям. На величину сопротивления существенно влияют: качество материалов, состав бетона, консистенция, возраст, способ изготовления, условия хранения, размеры и формы образцов и т. д. а) Сопротивление бетона сжатия варьирует в широк. пределах в зависимости от указан. факторов. Опыты Баха над образцами возрастом до 9 лет показали постоянное возрастание прочности, при чем у пластичного бетона—в большей мере, чем у жесткого. Установить какой-либо определенный закон для этого не удалось благодаря большому количеству различных факторов, влияющих на прочность бетона. В практике имеет особенное значение временное сопротивление сжа-

тию в продолжение первых четырех недель. Русскими нормами установлены для различных марок бетона следующие величины сопротивления бетонных кубиков через 28 дней (табл. 3).

Табл. 3.— Временное сопротивление бетонных кубиков на сжатие в кг/см^2 .

Марки	Консистенция	
	жесткий	пластичный
1	200	130
2	180	110
3	140	80
4	100	—
5	80	—

Высокосортные портланд-цементы и глиноземистые цементы дают значительную большую прочность, чем обыкновенные. Это видно из опытных данных (по Графу) над пластичным бетоном состава: 1 об. ч. цемента, 2,6 ч. смеси песка и гравия и 3 ч. рейнского гравия (260 кг цемента в 1 м^3 бетона)—подвергнутым сжатию после 7 дней влажного, а потом сухого хранения (табл. 4).

б) Сопротивление бетона растяжению (K_2) зависит от тех же многочисленных факторов, что и сопротивление сжатию. Для хорошего бетона временное сопротивление растяжению через 45 дней м. б. принято не свыше 15 кг/см^2 , в среднем его можно брать равным 12 кг/см^2 . Приблизженно временное сопротивление бетона на растяжение можно считать равным от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{12}$ его временного сопротивления сжатию. в) Сопротивление бетона и згибу (K_3) зависит, в первую очередь, от его сопротивления растяжению и при расчете по ф-ле $\sigma = \frac{M \cdot e}{I}$ получается в $1,7 \div 2,0$ раза больше последнего. Исследования Мёрша показали, что это кажущееся противоречие происходит вследствие неправильного применения к бетону закона Гука. Расчет, в соответствии с действительным для бетона законом упругости, дает для изгиба те же величины временного сопротивления, что и для растяжения. г) Величина временного сопротивления бетона сдвигу (K_4) лежит между соответствующими величинами для сжатия и растяжения. Мёрш (Mörsch) дает следующий закон для зависимости между этими тремя количествами:

$$K_3 = \sqrt{K_d \cdot K_2};$$

по Мору же,

$$K_3 = \frac{1}{2} \sqrt{K_d \cdot K_2}.$$

Опыты Баха с призмами, подверженными скручиванию, более подтверждают вторую зависимость и дают для полных сечений призм $K_3 = 25,6 \div 32,5 \text{ кг/см}^2$, а для трубчатых $K_3 = 17,1 \text{ кг/см}^2$. Однако, для бетонных конструкций сопротивление сдвигу играет второстепенную роль, т. к. разрушение является обычно следствием не тангенциальных напряжений, а сопутствующих последние растягивающих напряжений. д) Сопротивление бетона истиранию возрастает с увеличением содержания цемента и повышением временного сопротивления сжатию. Важнейшим фактором в данном случае является гранулометрич. состав раствора и

бетона. Опыты по методу Баушингера при сухом шлифовании на пути длиной 628 м выяснили, напр., что при плитах, сделанных из 1 об. ч. цемента и 1 ч. песка с зернами от 0 до 7 мм, истирание оказалось $= 0,227 \text{ см}^3$ на 1 см^2 , а при том же составе, но с зернами от 3 до 7 мм— $0,165 \text{ см}^3$ на 1 см^2 ; при этом временное сопротивление раствора сжатию через 46 дней составляло в первом случае 559 кг/см^2 , а во втором— 612 кг/см^2 . При меньшем содержании цемента соответственный подбор зерен имеет еще большее значение.

Табл. 4.— Сопротивление сжатию бетона на высокосортном портландском и глиноземистом цементах.

Сорт цемента	Время хранения	Врем. сопротивл. сжатию в кг/см^2	Отношение
Высокосортный портландский цемент	7 дн.	141	0,6
	28 дн.	253	1,0
	4 мес.	330	1,35
Глиноземистый цемент	7 дн.	479	0,8
	28 дн.	588	1,0
	6 мес.	638	1,1

В бетоне влияют на изнашивание качество песка и щебня, а также большая или меньшая их добавка. Применение специальных материалов с высоким сопротивлением истиранию ведет к понижению изнашиваемости бетона. Так, напр., Клейнлогель применяет смесь гранулированной стали с цементом, получая состав высокой прочности и большой сопротивляемости истиранию (сталебетон Клейнлогеля). Влажный бетон изнашивается больше, чем сухой, что было подтверждено опытами Графа. В дальнейшем на истирание влияют возраст бетона и способ изготовления его. Старый бетон оказывает большее сопротивление изнашиванию, при условии, однако, чтобы положительные результаты не были парализованы излишней влажностью. Влияние способа изготовления бетона на изнашивание исследовал Абрамс. Бетон имел возраст 90 дней. Наименьшее сопротивление изнашиванию выказал бетон, подверженный продолжительному сухому хранению на воздухе. Бетонные испытываемые тела, хранимые во влажном песке, оказывали большее сопротивление истиранию. Наименьшую изнашиваемость имели тела состава 1:3, подвергавшиеся в течение 40 дней влажному, а затем в течение 50 дней сухому хранению; при более продолжительном хранении во влаге сопротивляемость истиранию уменьшалась вследствие избытка влаги, способствующей истиранию.

3) Сцепление железа с бетоном зависит от качества бетона и формы и состояния поверхностей стержней. Средняя величина сопротивления скольжению по поверхности стержня с увеличением глубины заделки в бетоне падает, что подтверждается следующими опытными данными для балок с арматурой из круглого железа с $d = 25 \text{ мм}$:
При глубине заделки 25 50 75 см
Врем. сопротивл. скольжению 35,7 22,9 21,7 кг/см^2

Гладкая арматура (очищенная и полированная наждаком) обладает только $\frac{2}{3}$ сопротивления скольжению обыкновенного железа с окалиной. Последнее оказывает меньшее сопротивление скольжению, чем заржавевшее, не покрытое окалиной железо. Наибольшее сопротивление скольжению выказали специальные америк. сорта железа. Сотрясения во время изготовления и твердения бетона могут значительно повысить сопротивление сцеплению. Однако, наблюдалось и обратное, почему нужно соблюдать осторожность при возведении сооружений, к-рые в период постройки могут подвергнуться сильным сотрясениям. В общем можно считать, что сила сцепления железа в хорошем бетоне находится в пределах $10 \div 20 \text{ кг/см}^2$.

4) Влияние продолжительности смешивания на механические свойства бетона зависит всецело от качества бетона и его составляющих. Так, напр., раствор с мелким песком требует более продолжительного смешивания, чем раствор с крупным песком; длительное перемешивание при тощем бетоне дает больший эффект, чем при жирном; трамбованный бетон требует более продолжительного смешивания, чем литой. Вообще же следует принять за правило, чтобы смешивание (в бетоньерке) производилось в течение не менее одной минуты.

5) Влияние температуры на механические свойства железа и бетона. а) Предел текучести литого железа с повышением t° понижается; до 200° он падает незначительно, при более же высоких t° очень быстро. При 400° предел текучести равен половине той величины, к-рая получалась при комнатной t° . Временное сопротивление железа при повышении t° понижается. При низкой t° (мороз) сопротивляемость действию ударов может значительно понизиться. Обработанное в холодном состоянии железо при нагревании до t° в 200 до 400° может стать очень хрупким. б) С повышением t° сопротивление бетона сжатю постепенно падает. Так, опытами Грута над пробными кубиками состава 1:3 и возраста $2\frac{1}{2}$ —3 мес. установлены след. соотношения:

При t°	0°	100°	150°	200°	300°	500°	700°	1000°
Сопрот. сжатию в кг/см^2	374	370	425	424	379	305	171	49

Опыты, произведенные над пробными телами, сильно нагретыми, а затем быстро охлажденными в воде, показали, по Сетклифу, что сопротивление растяжению значительно понижается, а именно:

Для чистого портланд-цемента, состава 1:0—на 80%	
» смеси цемента с песком, состава . . . 1:1—	» 79%
» » » » . . . 1:3—	» 82%
» » » » . . . 1:5—	» 80%
» » » со шлаком . . . 1:4—	» 79%
» » » с кирпичным щебнем, состава	1:4— » 63%
Для смеси цемента с пемзовым песком, состава	1:4— » 60%
Для смеси цемента с мелким коксом, состава	1:4— » 44%

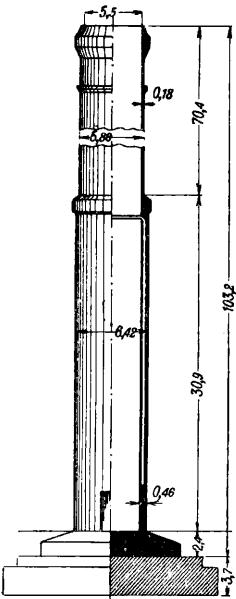
Эти опыты и многочисленные другие показали в общем, что при повышении t° сопротивление сжатию уменьшается и что при t° до 500° , какая бывает в дымовых трубах и каналах, следует иметь в виду уменьшение этого сопротивления для бетона на 20%. Что

касается сопротивления бетона растяжению, то при темп-ре в 500° это сопротивление равно нулю. Поэтому для бетона, подверженного постоянному влиянию повышенной t° , следует делать соответствующий выбор камневидных составляющих.

Преимущества и недостатки Ж. К преимуществам Ж. следует отнести: высокое сопротивление механич. усилиям, большую жесткость (малые прогибы), водонепроницаемость, огнестойкость, долговечность, способность принимать любые формы, быстроту постройки, отсутствие большого ремонта и т. п. Недостатками Ж. являются: ограниченность срока производства работ, трудность изменений и исправлений в готовом сооружении, трудность пробивки отверстий и пазов, трудность вколачивания гвоздей и т. п., значительная звуко- и теплопроводность, возможность появления трещин и отслоений по разным причинам—вследствие неудовлетворительного качества материалов, неопытности рабочего персонала, неудачной организации работ и т. д.

Лит.: Граф О., Петри В., Мёрш Е. и Рут Г., Проектирование и расчет железобетонных сооружений, перевод с нем., М., 1928; Вейер К., Статика железобетонных сооружений, пер. с нем., М., 1928; Залигер Р., Железобетон, его расчет и проектирование, пер. с нем., М.—Л., 1928; Брилинг С. Р., Технич. свойства стройт. материалов, М., 1926; его же, Нормы для расчета и проектирования инженерных сооружений, М., 1927; Ляхтин Н. К. и Кашкаров Н. А., Железобетон, ч. 1—3, М., 1925—27; Жолет А., Курс железобетона для строительных техникумов, М.—Л., 1928; Богославский Н., Железобетон, М., 1926; Гастев В., Методы и данные для расчета железобетонных конструкций, М., 1928; Технич. условия и нормы проектирования и возведения бетонных сооружений, М., 1927; Справочник для инженеров строительной специальности и архитекторов, М., 1928; Handbuch f. Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, B. 1, 3 Aufl., B., 1924; Mörsh E., Der Eisenbeton, seine Theorie u. Anwendung, B. 1—2, B., 1923—26; Saliger R., Der Eisenbeton, seine Berechnung u. Gestaltung, 5 Aufl., Lpz., 1925; Förster M., Die Grundzüge d. Eisenbetonbaues, 3 Auflage, Berlin, 1926; Probst E., Vorlesungen über Eisenbeton, B. 1—2, B., 1922—23; Hager K., Vorlesungen über Theorie d. Eisenbetons, B., 1916; Voost H., Der Beton- u. Eisenbetonbau, Darmstadt, 1920; Otzen R., Der Massivbau, Berlin, 1926; Memmler K. u. Buchartz H., Handbuch f. Eisenbetonbau, 3 Auflage, B., 1924; Kleinlogel A., Einflüsse auf Beton, Berlin, 1925; Büsing F. und Schumann C., Der Portlandzement u. seine Anwendungen im Bauwesen, 4 Aufl., B., 1912; Graf O., Der Aufbau d. Mörtels u. d. Betons, 2 Aufl., B., 1927; Graf O., Die Druckfestigkeit v. Zementmörtel, Beton, Eisenbeton u. Mauerwerk, die Zugfestigkeit d. unbewehrten u. bewehrten Betons, Stg., 1924; Germel H., Einfluss niedriger Temperaturen (Frost) auf d. Festigkeit v. Mörtel, Mauerwerk u. Beton, B., 1914; Germel H., Einfluss höherer Temperaturen auf d. Festigkeit v. Mörtel, Mauerwerk u. Beton, Berlin, 1911; Henne H., Feuersicherheit, Handbuch f. Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, B. 8, Berlin, 1924; Grün R., Der Beton, Berlin, 1926; Szilard R., Das Torkretverfahren u. seine techn. Probleme, B., 1925; Grün R., Der Zement, B., 1927; Bethke G., Das Wesen d. Gussbetons, Berlin, 1924; Entwurf u. Berechnung v. Eisenbetonbauten. Ein Handbuch, hrsg. v. d. Deutschen Beton-Verein, B. 1, B., 1926; Gaye J., Der Gussbeton u. seine Anwendung im Bauwesen, B., 1926; Herz L., Schwindspannungen in Trägern aus Eisenbeton, Lpz., 1925; Kersten C., Der Eisenbetonbau, T. 1, 13 Aufl., Berlin, 1925; Abrams, Wear Test of Concrete, p. 14, 45, Chicago, 1921; «Bulletin of the Lewis Institute Structural Materials Research Laboratory», Chicago; «Proceedings of the American Society for Testing Materials», Philadelphia; Deutscher Ausschuss f. Eisenbeton, Berlin; Taschenbuch f. Bauingenieure, hrsg. v. M. Förster, Berlin, 1928; Taschenbuch f. Ingenieure und Architekten, hrsg. v. F. Bleich u. J. Melan, Wien, 1926; «Beton-Kalender» (Taschenbuch für den Beton- und Eisenbetonbau), Jg. 24, T. 1—2, Berlin, 1929.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ, инженерные сооружения из железобетона, служащие для отвода продуктов горения промышленных топок в высшие слои атмосферы. Ж. д. т. получили в последнее время значительное распространение, особенно в С. Ш. А. для особо высоких труб, стоимость выполнения к-рых из кирпича была бы слишком велика. Достоинствами Ж. д. т., по сравнению с кирпичными, являются: 1) легкость, а следовательно, меньшие требования, предъявляемые к грунту; 2) монолитность трубы и ее фундамента, а потому особая прочность и



Фиг. 1.

повышенная безопасность при землетрясениях; 3) возможность возведения труб значительн. высоты; 4) малая воздухопроницаемость стенок и отсутствие, при правильной постройке, трещин и щелей; 5) во многих случаях значительная экономия при постройке. Недостатками являются: 1) большая теплопроводность стенок, 2) чувствительность к химич. агентам. Данные об условиях тяги в Ж. д. т. и коэффициенте теплопроводности см. *Дымовые трубы*.

Обычная конструкция монолитн. Ж. д. т. состоит из ствола трубы цилиндрич. или же слегка конической формы, соединенного жестко с железобетонной фундаментной плитой. На фиг. 1 изображена Ж. д. т. системы К. Вебера (Weber Steel Concrete Chimney Co) высотой в 101,34 м. Верхняя часть трубы на высоте ок. 70 м —

одинакового сечения, с толщиной стенок, повсюду равной 18 см. Арматура состоит из фасонного железа 1 профиля 32 × 32 × 5 мм; число стержней возрастает книзу, где они собраны в пучки по несколько десятков штук. Нижняя часть трубы — двойная, наружная стенка 23 см толщиной, а внутренняя — 13 см; между ними лежит воздушный слой в 10 см. Поперечная арматура состоит из колец из 1 железа 25 × 25 × 2 мм, расположенных на расстоянии в 90 см. Квадратная фундаментная плита имеет двойную — поперечную и диагональную арматуру. Бетон для постройки употреблялся землесто-влажный, из 1 ч. цемента и 3 ч. песка. Ежедневно возводилось от 0,9 до 1,8 м трубы.

Расчет Ж. д. т. должен вестись по двум основным направлениям: 1) статическ. расчет прочности и устойчивости под действием собственного веса и давления ветра и 2) на добавочные напряжения, возникающие в составляющих элементах вследствие раз-

ности t° в толще стенок трубы и различных термич. коэфф-тов расширения железа и бетона. Последнее напряжение в виду почти полного равенства обоих коэфф-тов настолько ничтожно, что обычно отбрасывается. Зато добавочные напряжения, возникающие вследствие разности t° различных слоев бетона, обычно превышают напряжения, возникающие под действием статич. нагрузок. В дальнейшем t_1 и t_2 обозначают температуры на внутренней и на наружной поверхностях железобетонного тела трубы, t_f — температуру железной арматуры, t_n — темп-ру в области нейтральной оси предполагаемой плоской стенки Ж. д. т.; s_b и s_f — температурные напряжения, а S_b и S_f — результирующие напряжения в бетоне и железе, α_b и α_f — термические коэфф-ты линейного расширения бетона и железа. Под действием разности температур в толще стенки слои материала претерпевают различные расширения, результатом чего должен явиться изгиб стенки, а при невозможности этого, как в случае Ж. д. т., возникают соответствующие напряжения:

$s_b = (t_1 - t_n) \alpha_b E_b$ и $s_f = (t_n - t_f) \alpha_f E_f$, (1) где E_b и E_f — модули упругости бетона и железа. Подставляя средние значения постоянных, имеем:

$$s_b = \frac{x}{h} 1,5 \Delta t; s_f = \frac{h - a - x}{h} 22,5 \Delta t, \quad (2)$$

где x — расстояние нейтральной оси от внутренней поверхности, h — толщина стенки, a — расстояние от наружной стенки до центра железной арматуры, и $\Delta t = t_1 - t_2$. В нормальных условиях

$$s_b \cong 0,15 \Delta t \div 0,45 \Delta t, \\ s_f \cong 4,5 \Delta t \div 13,5 \Delta t.$$

В общем случае для подветренной (сжатой) стороны имеем:

$$S_b = \frac{0,225}{h} \Delta t (-f + \sqrt{f^2 + 13,33 f (h - a) + 59 \frac{h^2 \sigma_b}{\Delta t}}), \quad (3)$$

где f — площадь сечения железной продольной арматуры на 1 м периметра сечения Ж. д. т. и σ_b — напряжение сжатия бетона от одной статической нагрузки, и

$$S_f = 15 \left(1,5 \frac{h - a}{h} \Delta t - S_b \right). \quad (4)$$

В этих ур-нях положительное напряжение принимается для бетона — на сжатие, а для железа — на растяжение. Ф-ла (3) справедлива лишь для того случая, когда нейтральная ось лежит в толще стенки, т. е. при

$$\Delta t \geq \frac{\sigma_b}{0,75 + 0,225 \frac{af}{h^2}} \cong 1,2 \sigma_b.$$

При меньшем Δt ф-ла (3) заменяется:

$$S_b = \frac{\Delta t \left(1,5h + 0,45 f \frac{h - a}{h} \right) + 2h\sigma_b}{2h + 0,3 f} \quad (5)$$

Для наветренной (растянутой) стороны, при

$$\Delta t > 0,0444 \frac{h}{h - a} \sigma_f, \quad (6)$$

где σ_f — напряжение растяжения в железе под влиянием одной статической нагрузки,

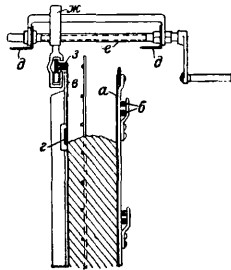
могут применяться ф-лы (3) и (4), при чем в ф-ле (3) под корнем $h^2\sigma_b$ необходимо заметить $-\frac{h\sigma_f}{100}$. При значениях Δt , меньших указанных формулой (6), теоретически температурные напряжения в бетоне равны 0, и $S_f = \sigma_f$. Следует отметить, что приведенные выше формулы выведены на точном основании закона Сен-Венана; в виду того что в



Фиг. 2.

бетоне при изгибе линейный закон изменения напряжений не имеет места, получающиеся в действительности напряжения меньше вычисленных.

Постройка Ж. д. т. производится двумя способами—без опалубки, помощью особых формовых камней, и с опалубкой. Первый способ дешевле и быстрее в работе, но при нем труба отчасти теряет одно из главных достоинств—монолитность. Некоторые системы формовых камней изображены на фиг. 2. При постройке Ж. д. т. с опалубкой последнюю, в целях удешевления всей конструкции, делают обычно подвижной, состоящей из двух барабанов—наружного и внутреннего, между которыми заливается бетон; по мере схватывания бетона их передвигают выше. Америк. строители обычно делают монолитные Ж. д. т. цилиндрич. формы, что плохо приемлемо для европейского вкуса, поэтому в последнее время выработаны способы постройки труб, суживающихся кверху. На фиг. 3 изображена опалубка системы Гейне (The Heine Chimney Co, Chicago); внутренний барабан *a* закрепляется клиньями на обручах *b* из круглого железа, а наружный барабан *в* стягивается обручами *г* с обыкновенной винтовой стяжкой. В верхней части строящейся трубы на деревянном кране подвешены два кольца из углового железа *д*, соединенные вместе бугелями из железа и служащие реперами при возведении постройки. На кольцах укреплен ряд винтов *е*, по которым ходят гайки *ж*, несущие на роликах кольцо из полосового железа *з*; к кольцу *з* подвешены отдельные части наружного барабана, состоящие из железных листов, подкреплённых на наружной поверхности уголками. Описанное устройство позволяет точно установить наружную опалубку, а по ней и внутреннюю при каждой перестановке барабанов. Коничность достигается тем, что листы опалубки заходят более или менее один за другой. Полулежащие при этом отпечатки швов удаляют, пока бетон еще не вполне окреп.



Фиг. 3.

Лит.: Handbuch f. Eisenbetonbau, hrsg. von F. Emperger, B. 13, 3 Aufl., V., 1924; Schornsteine aus Eisenbeton, «Veröffentlichungen d. Deutschen Beton-Vereins», B., 1927; M ö r s c h E., Der Eisenbetonbau, B. 2, 1 Hälfte, 5 Aufl., Stg., 1926; «В. у. Е.», 1924, Н. 21, 23, 24, 1925, Н. 13, 23, 1927, Н. 12, 16; «Bauingenieur», Berlin, 1927, Н. 23; D ö r i n g K., Wind u. Wärme bei d. Berechnung hoher Schornsteine aus Eisenbeton, Berlin, 1925.

Л. Павлушков.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ, конструкции, материалом которых служит *железобетон* (см.).

1. Основные элементы Ж. к. и их сочетание.

Проектирование Ж. к. сводится к целесообразному комбинированию основных элементов, работающих: на изгиб (плиты, балки), на центральное сжатие столбы, колонны), на внецентренное сжатие (своды, арки, рамы).

1. Плиты. Простейшую Ж. к., работающую на изгиб, представляет собою плита прямоугольного поперечного сечения. Признаком плиты является незначительная ее высота по сравнению с поперечными размерами. Если отношение сторон плиты в плане меньше 3 : 2, то она рассматривается как пластинка, опирающаяся по всему контуру (четырёхсторонние плиты). Плиты, имеющие отношение сторон, равное или большее 3 : 2, рассматриваются как балки (балочные плиты), подверженные простому поперечному изгибу на пролете, равном меньшему из ее двух измерений. Расчет и конструктивное выполнение железобетонных плит обусловливается способом их закрепления на опорах. В этом отношении плиты подразделяются на: а) свободно лежащие, перекрывающие один пролет и опирающиеся свободно, без всякой заделки в опорах; б) заделанные, т. е. такие, к-рые жестко связаны с опорами путем заделки их в стену или забетонирования, при чем между заделанными плитами различают: аа) совершенно заделанные, если заделка так велика, что при различных нагрузках исключается поворот опорного сечения и бб) частично заделанные, если закрепление в опоре не воспринимает полностью момента и возможен ограниченный поворот сечения; в) кроме того, можно различать консольные плиты, имеющие только одну опору с полной заделкой заземленного конца или вынесенные за опору по продолжению плит, перекрывающих пролеты; г) неразрезные, перекрывающие несколько пролетов и находящиеся во взаимной жесткой связи; опорами таких плит м. б. стены и балки; концевые опоры таких многопролетных плит м. б. также свободными, частично или полностью заземленными. Плиты между железными балками м. б. выполнены как свободно лежащими в пределах одного пролета, так и неразрезными. В продольном разрезе плита имеет прямоугольное сечение. Неразрезные и упруго (частично) заделанные плиты снабжаются иногда у опор утолщениями, или т. н. ута ми, необходимость которых вызывается отрицательными опорными моментами, превосходящими по величине наибольшие положительные моменты. В консольных плитах изгибающие моменты убывают от плоскости заделки к свободному концу, чем и обуславливается конструкция такой плиты.

Арматура в плитах разделяется на рабочую и распределительную. Основная рабочая арматура в плитах вытянута, но встречается также и устройство арматуры в сжатой зоне. Расстояние от крайнего сжатого волокна до оси вытянутой ар-

Расположение рабочей арматуры в плитах.

Плиты	Эскизы плиты и арматуры	Возникающие напряжения	Расположение арматуры
Фиг. 1. Свободно лежащие.		Только положительные моменты растяжения на нижней стороне плиты; косые растягивающие напряжения в пролетах	Арматура укладывается, в соответствии с изгибающим моментом, внизу плиты; косые растягивающие напряжения воспринимаются отгибом вверх части стержней арматуры у опор
Фиг. 2. Заделанные.		Отрицательные моменты на опорах; положительные моменты в пролетах	Арматура располагается соответственно знакам моментов: внизу—в области положительных и сверху—в области отрицательных моментов; количество той и другой арматуры должно соответствовать абсолютным величинам моментов
Фиг. 3. Консольные.		Растянутая зона наверху	Арматура располагается наверху плиты
Фиг. 4. Перазрезные.		Положительные моменты в пролетах, отрицательные—на промежуточных опорах	Арматура располагается соответственно знакам моментов: внизу—в области положительных и сверху—в области отрицательных моментов; количество той и другой арматуры должно соответствовать абсолютным величинам моментов

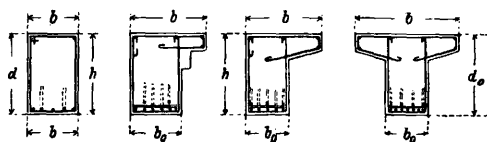
матуры называется рабочей толщиной плиты. Расположение рабочей арматуры в плитах зависит от знака изгибающих моментов.

Плиты с двойной арматурой—растянутой и сжатой—применяются в тех случаях, когда стеснена конструктивная высота; в многопролетных плитах необходимость двойной арматуры может вызываться переменностью знака момента при различных положениях временной нагрузки.

Распределительная арматура предназначена для связывания стержней рабочей арматуры в поперечном направлении с целью обеспечения неизменяемости

расстояния и равномерного распределения усилий между ними, а также для противодействия образованию трещин от усадки и температурных колебаний; она также необходима в виду наличия опирания по контуру, к-рое влияет на распределение напряжений даже и при удлиненных контурах. В местах пересечения распределительная арматура связывается с рабочими стержнями отожженной проволокой. Количество распределительной арматуры должно составлять ок. 15% рабочей. В плитах, опертых по всему контуру, арматура располагается по двум взаимно перпендикулярным направлениям, при чем обе системы являются рабочими.

2. Балки. Балки представляют собою конструкции, несущие расположенные на них перекрытия, кровли и т. п. и работающие на изгиб и на срезывание. В конструктивном отношении различают балки: а) п р я м о у г о л ь н ы е (фиг. 5), отличающиеся от



Фиг. 5.

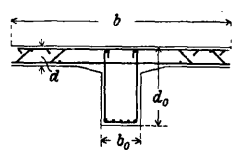
плиты своей сравнительно небольшой шириной и б) т а в р о в ы е, или плитобалки (фиг. 6), в к-рых плита играет роль сжатого пояса.

В отношении способа закрепления на опорах балки, подобно плитам, разделяются на свободно лежащие, заделанные, консольные и неразрезные, при чем признаки этих видов заделки остаются для балок те же, что и для плит. В то время как в плитах, вследствие их большой ширины, скалывающие напряжения имеют вообще малое значение по сравнению с напряжениями от изгиба, в балках, вследствие их ограниченной ширины, скалывающие напряжения играют весьма существенную роль и должны всегда строго учитываться.

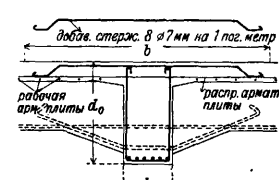
Балки располагаются в одном направлении или по двум взаимно перпендикулярным направлениям, образуя в последнем случае

кам, которые опираются на стены или стойки (столбы, колонны).

Арматура балок состоит из рабочих стержней, хомутов и монтажного железа. Число и диаметр рабочих стержней определяются статическим расчетом. Рабочая арматура (фиг. 8) состоит из прямых и отогнутых стержней. Последние служат для восприятия кривых растягивающих напряжений. Как в обыкновенных (прямоугольных), так и в тавровых балках вводятся хомуты, которые: а) воспринимают частично косые растягивающие напряжения, б) связывают для совместной работы сжатую и вытянутую зоны балки, в) способствуют сохранению расстояния между рабочими стержнями и их расположению по высоте, г) увеличивают сопротивление скольжению арматуры в бетоне. Для придания жесткости всему железному каркасу балки, хомуты связываются с рабочей арматурой, а для сохранения расстояния между ними и для устойчивости вводится монтажное железо. Монтажное железо служит для:

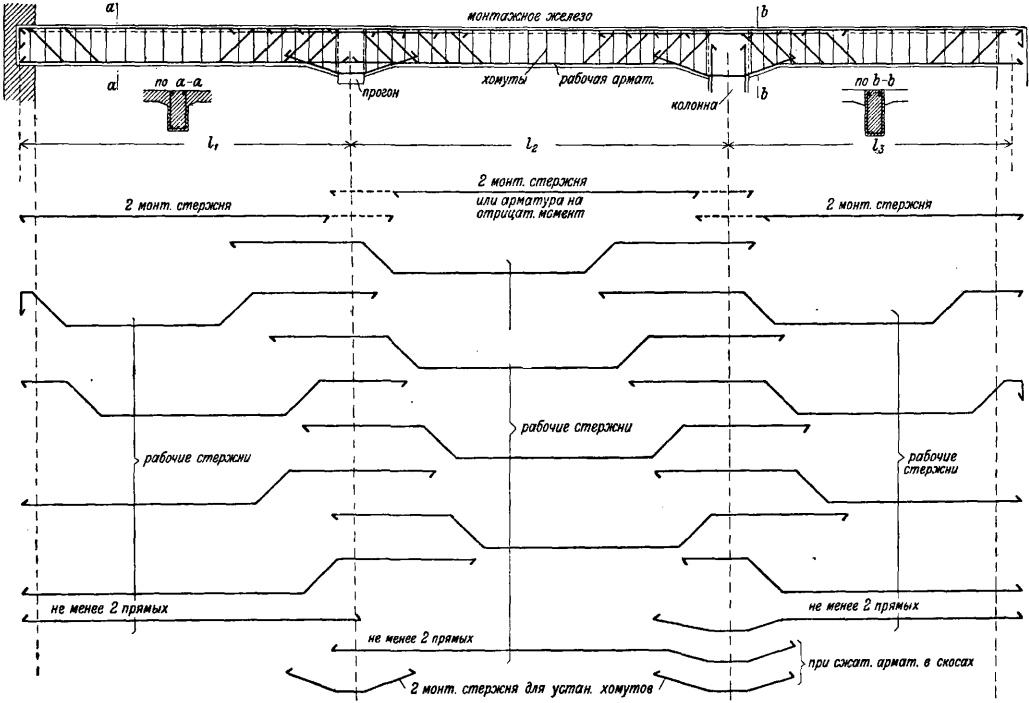


Фиг. 6.



Фиг. 7.

зываются с рабочей арматурой, а для сохранения расстояния между ними и для устойчивости вводится монтажное железо. Монтажное железо служит для:



Фиг. 8.

балочные клетки. Балки одного направления (фиг. 7) считаются главными (прогоны), а другого — вспомогательными. Последние передают нагрузку от плиты главным бал-

кам, которые опираются на стены или стойки (столбы, колонны). а) поддержки хомутов, б) целесообразного выполнения сборки арматуры, в) удержания в балках на должной высоте отогнутых стержней плиты, а в прогонах — добавочных

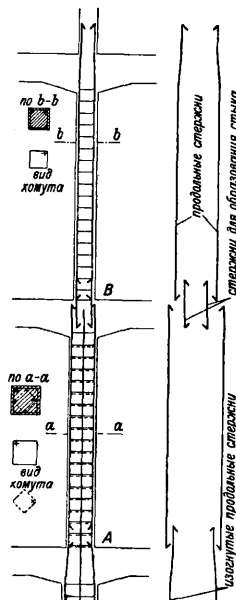
стержней, служащих для связи с плитой, г) предохранения конструкции от образования трещин вследствие усадки бетона, температурных колебаний и других воздействий.

3. Колонны. Столбы и колонны представляют собою вертикальные элементы конструкции и могут работать на центральное и внецентренное сжатие. При центральном сжатии точка приложения силы совпадает с ц. т. поперечного сечения колонны, вследствие чего напряжения сжатия распределены по сечению равномерно. При внецентренном сжатии продольная сила, сжимающая стойку, не проходит через ц. т. отдельных сечений, вследствие чего распределение напряжений в отдельных сечениях оказывается неравномерным. Внецентренная нагрузка м. б. вызвана или вертикальной силой, действующей вне оси стойки, или продольной силой совместно с изгибающим моментом или с горизонтальными силами. Если равнодействующая внецентренно приложенных сил остается внутри ядра сечения, то в сечении возникают одни сжимающие напряжения; арматура в этом случае также сжата, и роль ее сводится гл. обр. к увеличению сопротивления колонны по сравнению с чисто бетонной. В случае выхода равнодействующей из ядра сечения, в сечении возникают растягивающие напряжения, которые должны восприниматься арматурой. Высокие тонкие колонны во избежание опасности от продольного изгиба делают всегда железобетонными, в то время как стойки с незначительн. отношением их высот к наименьшему размеру поперечного сечения могут иногда выполняться из бетона без арматуры.

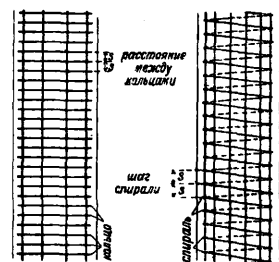
По характеру выполнения стойки подразделяются на свободно стоящие, устойчивость к-рых достигается заделкой их в фундамент, и стойки с заделкой или шарнирным закреплением как сверху, так и внизу. Стойки опираются на фундамент, при чем если последний сделан из материала, допускающего меньшее напряжение, чем принято для стойки, то давление последней на фундамент передается посредством башмака (развитие сечения в подошве стойки), или т. н. башки. При одинаковых допускаемых напряжениях как в стойке, так и в фундаменте надобность в башмаках отпадает. При несимметрично нагруженных стойках фундаменты под них проектируются в соответствии с действующими на них силами. В соответствующих случаях требуется надлежащ. заделка стойки или ее башмака в фундамент. При действии сил с двух сторон учитывается при расчете фундаментов наименее выгодная односторонняя нагрузка для каждого направления. Для получения возможно равномерного распределения напряжений в основании рекомендуется устраивать в соответствующих случаях несимметричные фундаменты в соответствии с воспринимаемыми ими усилиями. Сечение стоек бывает квадратное (фиг. 9), прямоугольное, многогранное и круглое.

Арматура разделяется на продольную и поперечную. Продольная арматура состоит из прутьев (обыкновенно круглого сечения), расположенных вблизи наружной поверх-

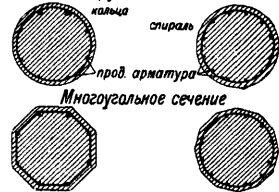
ности стойки. Поперечной арматурой служат хомуты (также из круглого железа), к-рые связывают продольные стержни, усиливают их сопротивляемость продольному изгибу и воспринимают напряжения от поперечного расширения бетона при действии продольной силы. Взамен хомутов м. б. применена кольцевая или спиральная арматура. Под колоннами с кольцевой (фиг. 10) или спиральной (фиг. 11) арматурой (бетон в обойме) подразумевают только стойки с круглым ядровым сечением. При определении размеров столбов или колонн с кольцевой или спиральной арматурой в расчет вводятся, помимо бетонного ядра и продольной арматуры, также кольцевые хомуты или же



Фиг. 9.



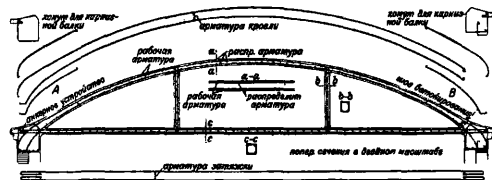
Фиг. 10.



Фиг. 11.

спираль, охватывающие внутреннюю часть сечения. Иногда применяются колонны с ядром из чугунной трубы, заключенной в бетон в обойме.

4. Арки и своды. Аркой (фиг. 12) называют кривой брус с таким устройством опор, при к-ром под действием вертикальных сил возникают наклонные опорные реакции. Если измерение арки в направлении, перпендикулярном к ее плоскости, велико по сравнению с друг. размерами, то она называется



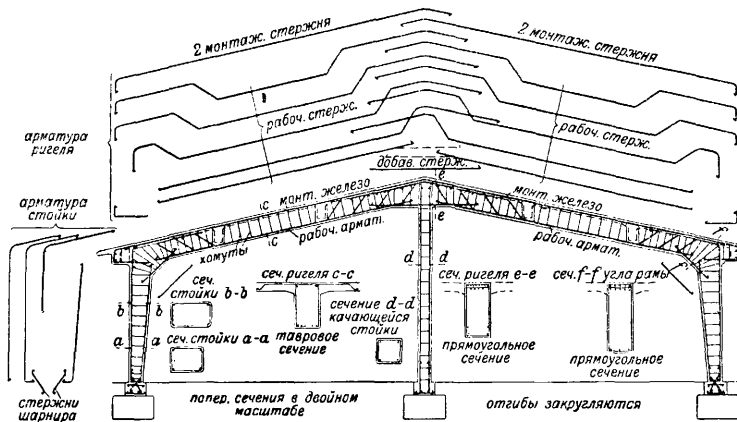
Фиг. 12.

сводом. Работа свода по существу ничем не отличается от работы арки, и расчет в этом случае обыкновенно ведется как для арки шир. в 1 м. В железобетонных сводах допускаются как сжимающие, так и растягивающие напряжения. Сводчатые покрытия применяются без ребер и с ребрами, без затяжек

и с затяжками. В мостах пролетное строение составляется часто из отдельных арок.

Рабочая арматура м. б. одиночной и двойной—в зависимости от очертания кривых давления при различных нагрузках арки. Верхняя арматура связывается с нижней хомутами из круглого железа. Кроме рабочей арматуры, расположен параллельно очертанию свода, применяется еще и распределительная, располагаемая параллельно образующим свода. При значительных пролетах и тяжелой нагрузке (в мостах) иногда устраивают арки и своды с жесткой арматурой, представляющей собою клепаный решетчатый остов (система Мелана). В отношении определения напряжений в железе и бетоне арки и своды совершенно аналогичны стойкам, подверженным в центре н о м у с ж а т и ю.

5. Безбалочные перекрытия. Безбалочными (грибовидными) перекрытиями называются



Фиг. 13.

плиты с перекрестной арматурой, непосредственно опирающиеся (без балок) на железобетонные колонны и находящиеся с последними в жесткой связи (см. *Перекрытия*).

6. Рамы. Рамы (фиг. 13) представляют собою сочетание стоек и балок, жестко соединенных между собой, или соединения отдельных жестких стержней (см. *Рамы*). В последнее время весьма крупное значение начинают приобретать т. н. о б л о ч к и, дающие возможность перекрытия чрезвычайно больших пролетов. Это—сводчатые или куполообразные плиты, которые при придании им надлежащей формы и при соответственном устройстве опор работают исключительно на сжатие при полном отсутствии изгибающих моментов. Это дает возможность устривать такие оболочки весьма тонкими. Известен ряд купольных перекрытий этого типа толщиной всего 4 см при пролете свыше 40 м.

Сочетание отдельных элементов дает конструкцию частей зданий. Так, напр., железобетонные столбы и балки образуют каркас стен железобетонного здания, а заполнениями фахверка могут служить железобетонные плиты или простенки из другого материала (пустотелые бетонитовые камни и т. п.); железобетонные балки и плиты, как уже было указано, дают в соединении железобетонные междуэтажные перекрытия и т. д.

II. Конструктивные требования.

1. Размеры железобетонных элементов.

Плиты перекрытий обыкновенно имеют толщину от 6 см. Более тонкие плиты допускаются только для подвесных потолков, не несущих нагрузки, кроме собственного веса. По германским нормам, плиты с перекрестной арматурой должны иметь полезную высоту, равную не менее $\frac{1}{30}$ наименьшего расстояния между опорами (свободно лежащие плиты) или не менее $\frac{1}{30}$ расстояния между точками нулевых моментов и во всяком случае не менее $\frac{1}{40}$ расстояния между опорами (неразрезные плиты). Для балочных плит вместо $\frac{1}{30}$ берется $\frac{1}{27}$. Однако, это ограничение не вполне обосновано и подчас дает преувеличенные размеры. В гражданских сооружениях толщина плит редко встречается больше 14—15 см.

Прямоугольные балки делаются обыкновенно шириной от $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ рабочей их высоты для возможности размещения арматуры и удобства ее укладки; с другой стороны, для обеспечения надлежащей жесткости, эта высота не д. б. менее $\frac{1}{20}$ расчетного пролета балки.

Рёбристые балки имеют обыкновенно высоту: от $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{16}$ расчетного пролета балки (разрезные) и от $\frac{1}{14}$ до $\frac{1}{25}$ этого пролета (неразрезные); по отношению к толщине плиты высота балки равна от 4 до 8. Ширина ребра тавра делается не менее 20 см; ширина принимается равной: для балок большого сечения—от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ рабочей высоты ребра, для балок малого сечения—от $\frac{1}{2}$ до $\frac{2}{3}$ этой высоты; иногда, по архитектурным соображениям, ширине ребра тавра придают размеры в пределах от $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{4}$ рабочей высоты ребра; нормальная ширина ребер—от 20 до 40 см. Толщина плиты в тавровых балках не должна быть менее 8 см.

Стойкам следует придавать по возможности такое сечение, чтобы наименьший размер их был равен не менее $\frac{1}{20}$ высоты и во всяком случае не менее 20 см; лучше наименьшей толщиной стойки считать при обыкновенном армировании 25 см, если бы даже выявленные расчетом напряжения и проверка на продольный изгиб допускали меньшие размеры; в стойках со спиральной арматурой наименьший diam. ядра берется равным 30 см при наружном diam. в 35 см.

Своды в гражданских сооружениях делаются обыкновенно толщиной от 8 до 15 см. Толщина в ключе бесшарнирных железобетонных мостовых сводов для предварительного подбора сечения м. б. взята

$$d = \frac{(p + q)r}{\sigma - \gamma r}$$

где p —постоянная равномерно распределенная нагрузка, q —временная равномерно распределенная нагрузка, r —радиус оси свода, γ —объемный вес, σ —допускаемое напряжение в бетоне. Для лучшего обеспечения сво-

местной работы плит с ребрами, а в ответственных сооружениях также ребер со стойками, надлежит устраивать у плит, а в надлежащих случаях и у ребер, утолщения (втулы) в месте примыкания их к ребрам и стойкам. Начало утолщений берут на расстоянии от оси ребра или стойки не меньше $\frac{1}{10}$ пролета плиты или балки; уклон втулов делается не более 1:3. Указанные выше наименьшие размеры обуславливаются практическими соображениями. Действительные же (больше указанных) размеры определяются статическим расчетом в зависимости от действующих сил.

2. Размеры арматуры и ее расположение.

Расстояние в свету между рабочей арматурой и наружной поверхностью бетона не д. б. менее 10 мм в чистоте для плит и стен без хомутов и не менее 20 мм для балок и колонн. Наружная поверхность хомутов не должна отстоять от поверхности бетона не менее чем на 10 мм в чистоте. Для сооружений, подверженных действию сырости, кислот, дыма, газа и т. п., и для сооружений, представляющих особую опасность в пожарном отношении, указанные расстояния увеличиваются не менее чем на 10 мм.

Расстояние между отдельными стержнями арматуры д. б. достаточным для удобного заполнения форм и полного облегания железа бетоном. В виду этого расстояние в свету между параллельными друг к другу стержнями рабочей арматуры берется не менее диаметра самого стержня и не менее 25 мм. Наибольшее расстояние между стержнями рабочей арматуры — 250 мм. В местах наибольших моментов расстояние между стержнями арматуры плиты не должно превосходить 150 мм.

В частях, подверженных сжатию, в частности в колоннах, поперечная (связывающая основную) арматура должна располагаться на расстоянии, не превосходящем минимального поперечного размера и 10-кратного диаметра продольных рабочих стержней арматуры. Расстояние между витками спирали (шаг спирали) должно быть не менее $\frac{1}{5}$ диаметра ядра и не должно превосходить 80 мм.

В распределительной арматуре и в хомутах расстояние между отдельными стержнями д. б. не более тройного расстояния между прутьями рабочей арматуры и не более 300 мм. Поперечная распределительная арматура должна составлять не менее 15% рабочей арматуры. При этом распределительные стержни надлежит связывать с рабочей арматурой особой отожженной проволокой.

Диам. рабочей арматуры д. б.: для плит в гражданских сооружениях не менее 7 мм, для плит в искусственных сооружениях — не менее 8 мм, для балок в гражданских сооружениях — не менее 10 мм, для балок в искусственных сооружениях — не менее 12 мм, для колонн — не менее 14 мм (железо с диам. менее 14 мм не должно применяться вследствие незначительной в таком случае жесткости железного остова). Для хомутов следует принимать диам. железа в колоннах и балках 6—10 мм. Монтажное железо берется диам. 10—16 мм (в зависимости от размеров балки и характера монтажа). Кольцевая и

спиральная арматура для колонн с обоймой берется обыкновенно диам. от 10 до 18 мм.

Если стержни рабочей арматуры в плите идут параллельно ребрам, то поперек последнего располагается арматура в количестве не менее 8 стержней диам. 6 мм на 1 п. м. Рабочая арматура ребра связывается с телом бетона подвесками или хомутами; концы ее д. б. укреплены в теле бетона крюками Консидера с загибом по диам. в свету, не меньшему четырехкратного диам. сгибаемого стержня и с прямым участком за загибом длиной в 5 диам. На сгибах арматуры, в пределах рабочей ее части, радиус загиба д. б. не менее 10 диам. стержня. Концы арматуры по возможности заводят и закрепляют в сжатой части бетона. Особое внимание должно быть обращено на установку хомутов в местах перегибов арматуры; предельное расстояние между хомутами должно быть не более ширины ребра и не более 15 диам. рабочей арматуры.

Устройство стыков арматуры допускается в виде исключения, с расположением их в разбивку и в менее напряженных местах арматуры. При устройстве стыка внахлестку концы растянутых стержней загибаются крюками и заходят один за другой не менее чем на 30 диам., а самые стержни перевязываются накрепко тонкой проволокой. В скатых элементах насыщение арматурой д. б. в пределах 0,5—3,0%.

3. Температурные швы. Для устранения возможности появления трещин от температурных и усадочных деформаций, а также сдвигов при неравномерной осадке опор, в железобетонных сооружениях делаются с к в о з н ы е (сверху донизу) р а з р ы з ы на расстоянии не более 40 м друг от друга для свободного движения разделяемых ими частей. Размер отверстия температурных швов (зазор) зависит от расстояния между швами и от предполагаемой величины деформаций. При средней t° возведения сооружения в общем случае достаточно сделать зазор от 20 до 25 мм. В большинстве случаев зазор заполняют эластичной прокладкой. Еслистройка ведется при сравнительно низкой t° , то зазором швов придают большие размеры, имея в виду большее расширение конструкции летом и возможность смыкания шва.

III. Допускаемые напряжения для железобетона.

По различным нормам (Госплана, НКПС, московского губ. инженера), допускаемое напряжение варьирует в широких пределах, в зависимости от рода бетона и назначения сооружения, а именно:

1) Для бетона: простое центр. сжатие — от 15 до 60 кг/см²; при изгибе или изгибе со сжатием: сжатие 20—70 кг/см², скалывание 2,5—8 кг/см².

2) Для сцеления бетона с железом: 2,5—9 кг/см².

3) Для литого железа: растяжение 500—1200 кг/см², перерезывание 500—900 кг/см².

По германским нормам (1925 г.), для нормального цемента и нормального железа установлены следующие предельные нормы:

1) Для бетона: центр. сжатие не выше 35 кг/см²; сжатие при изгибе — не выше 50 кг/см²; скалывание при изгибе — не выше 4 кг/см².

2) Для сцеления бетона с железом — не выше 5 кг/см².

3) Для литого железа: \geq 1200 кг/см².

IV. Основы расчета железобетонных конструкций.

Для того чтобы в железобетоне была полная связь между его составными частями (железом и бетоном) и не происходило скольжения железа в бетоне, деформации как бетона, так и железа д. б. одинаковы. В виду этого должно существовать следующее соотношение между модулями упругости железа E_f и бетона E_b и напряжениями железа n_f и бетона n (в одном и том же месте поперечного сечения):

$$\frac{n}{E_b} = \frac{n_f}{E_f},$$

откуда

$$n_f = \frac{E_f}{E_b} n = mn. \quad (1)$$

Напряжения составных элементов железобетона в одном и том же месте относятся между собой, как их модули упругости; поэтому железобетон в отношении воздействия на него возникающих в каком-либо его поперечном сечении нормальных напряжений м. б. заменен однородным материалом (бетоном), если поперечное сечение другого основного материала (железа) ввести в расчет в m раз увеличенным, т. е. взять

$$F' = F_b + mf, \quad (2)$$

где F' —приведенная площадь поперечного сечения (площадь однородного тела), F_b и f —соответственно площади поперечного сечения бетона и железа. Положение ц. т. приведенной площади поперечного сечения F' определится из выражения:

$$y_1 = \frac{mf}{F_b + mf} y, \quad (3)$$

где y_1 —расстояние ц. т. площади F' от ц. т. площади F_b , y —расстояние ц. т. площади F_b от ц. т. площади f . Момент инерции I приведенной площади поперечного сечения

$$I = I_b + F_b y_1^2 + m(I_f + f y_2^2) = I_b + m I_f + y_1 y_2 F_b, \quad (4)$$

где I_b и I_f —соответственно моменты инерции площадей F_b и f , отнесенные к осям, проходящим через их ц. т.; y_2 —расстояние ц. т. площади f от ц. т. площади F' , т. е. $y_2 = y - y_1$. При симметричной арматуре (по отношению к оси поперечного сечения бетона) все три ц. т. совпадут, и мы получим: $I = I_b + m I_f$.

Модуль упругости E_b , однако, не только различен для разного бетона (разного состава и возраста), но изменяется и в соответствии с изменением величины напряжения, а также в зависимости от знака напряжения в бетоне (растяжение или сжатие); поэтому расчет Ж. к. при изгибе, производимый на основании закона Гука (Hook) для некоторого среднего значения E_b и гипотезы Бернулли относительно сохранения плоскостности поперечных сечений, даст в результате во всех случаях лишь приближенное значение для определяемых напряжений. В железобетонном сечении надо различать три стадии (фазы) напряженного состояния.

Фаза I. Сечение бетона воспринимает как сжимающие, так и растягивающие напряжения и, следовательно, работает полностью. Благодаря малому сопротивлению бетона растяжению это напряженное состояние может иметь место только при весьма малых напряжениях.

Фаза II а. В растянутой зоне бетона начинается образование трещин, однако она еще принимает нек-рое участие в передаче растягивающих напряжений.

Фаза II. Трещины в бетоне достигают нейтральной оси, сопротивление его растяжению полностью исчерпано. Все растягивающие напряжения воспринимаются целиком железом. Очевидно, практическое значение может иметь только фаза II, почему она и принимается в основу расчета железобетонных элементов, в которых наряду со сжимающими могут возникнуть и растягивающие напряжения. В исключительных случаях производится расчет и по фазе I, причем модуль упругости бетона в сжатой и растянутой зонах принимаюм одинаковым, хотя новые нормы как русские, так и иностранные исключили требование такого расчета.

В самом общем случае, при учете растяжения в бетоне, положение нейтральной оси и напряжение в бетоне определяются из двух ур-ий статики: суммы проекций всех сил стержня и суммы статическ. моментов всех сил относительно нейтральной оси в связи с уравнениями упругости, устанавливающими связь между напряжениями и деформациями. Оба указанные уравнения приводятся к следующему виду:

$$\left. \begin{aligned} n'(S_d - m_1 S_z - m S_f) &= \frac{P}{\varphi} \\ n'(I_d + m_1 I_z + m I_f) &= M \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где n' —напряжение сжатия в волокне бетона на расстоянии единицы от нейтральной оси; S —статич. моменты и I —моменты инерции относительно нейтральной оси сечений сжатого бетона, растянутого бетона и железа (индексы d , z и f); m_1 —отношения модулей упругости бетона при растяжении и сжатии, m —то же для железа и бетона при сжатии; P —сумма всех внешних сил, параллельных оси стержня; M —момент всех внешних сил относительно нейтральной оси; φ —коэфф-т продольного изгиба. Следует заметить, что оба указанные ур-ия действительно лишь при условии, если плоскость внешних сил проходит через главную ось инерции, что обычно бывает в большинстве практических случаев. Оба эти ур-ия дают возможность определить положение нейтральной оси и напряжения сжатия в бетоне. Все остальные напряжения определяются из условия пропорциональности их расстояния от нейтральной оси умножением соответственных величин на коэфф. m_1 для растянутого бетона и m —для железа:

$$n = n'e; n_1 = m_1 n'e; n_f = m n'e_f. \quad (6)$$

Таким образом, уравнения для сложного железобетонного бруса вполне аналогичны уравнениям, получаемым для однородного бруса, отличаясь от последних лишь наличием коэффициентов m_1 и m , которые для однородного бруса равны единице.

V. Расчет на сжатие железобетонных стоек.

Центральное сжатие. Опорные стойки рассчитываются на центральное сжатие по следующим формулам.

а) Продольная арматура и обыкновенные хомуты (фиг. 14).

Насыщение бетона арматурой $\alpha = \frac{F_b}{f_1}$.
 Приведенная площадь $F' = F_b(1 + m\alpha)$.
 Условное напряжение бетона на сжатие $n = \frac{P}{\varphi F}$.
 Условное напряжение железа на сжатие $n_{f1} = mn$.

Коэфф. φ вводится согласно нормам. Величина α не должна превышать 0,03.

б) Кольцевая и спиральная арматура (бетон в обойме, фиг. 15). Приведенная площадь

$$F = F_k + 15f_1 + 36f_s, \quad (7a)$$

где F_k —площадь ядра стойки со спиральной арматурой, f_s —приведенная площадь кольцевой или спиральной арматуры. Наибольшее значение $F \leq 2F_b$, где F_b —полное поперечное сечение бетона. Величина f_s определяется из ф-лы:

$$f_s = \frac{\pi D f'_s}{s}, \quad (8)$$

где f'_s —площадь сечения железа кольцевой или спиральной арматуры, s —шаг спирали или расстояние между кольцами, D —диаметр ядра.

VI. Изгиб железобетонных плит и прямоугольных балок при одиночной арматуре (в вытянутой зоне).

На поперечное сечение действует лишь изгибающий момент M .

1. **Общее решение** (фиг. 16). Примем следующие обозначения: h —высота балки; b —ширина балки; f —площадь поперечного сечения железа; I_f —момент инерции поперечного сечения железа относительно оси, проходящей через его ц. т.; h_1 —расстояние ц. т. железа от верхнего края сжатой зоны бетона (полезная высота балки); h_2 —расстояние нейтральной оси от верхнего края сжатой зоны бетона. В этом случае положение нейтральной оси определяется из одного основного уравнения (5), дающего, так как $P=0$,

$$S_d - m_1 S_z - m S_f = 0,$$

или

$$\frac{1}{2} b(1 - m_1)h_2^2 + (m_1 b h + m f)h_2 - \left(\frac{1}{2} m b h^2 + m f h_1 \right) = 0. \quad (9)$$

Второе уравнение (5) в связи с первым (5) дает:

$$n' = M : \left\{ \frac{1}{3} m_1 b (h - h_2)^2 h + m \left[I_f + f (h_1 - h_2) \left(h_1 - \frac{1}{3} h_2 \right) \right] \right\}. \quad (10)$$

Вычислив h_2 и n' , определяют крайевые напряжения по ф-лам (6). Для балок и плит

с гибкой арматурой в растягиваемой зоне в формуле (10) надлежит приравнять величину I_f нулю.

2. **Обыкновенная гибкая арматура.** Расчет по фазе II (фиг. 17). При $m_1=0$ и $I_f=0$ получим из ур-ий (9) и (10):

$$\left. \begin{aligned} h_2 &= \frac{m f}{b} \left(\sqrt{1 + \frac{2b h_1}{m f}} - 1 \right) \\ I &= m f (h_1 - h_2) \left(h_1 - \frac{1}{3} h_2 \right) = \\ &= \frac{1}{2} b h_2^2 \left(h_1 - \frac{1}{3} h_2 \right) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где I —момент инерции приведен. сечения. Краевые напряжения определяются по ф-лам: для бетона

$$n = \frac{2M}{b h_2 \left(h_1 - \frac{1}{3} h_2 \right)},$$

для железа

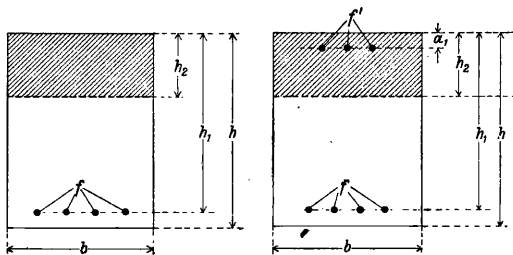
$$n_f = \frac{M}{f \left(h_1 - \frac{1}{3} h_2 \right)}. \quad (12)$$

Для определения рабочей высоты h_1 элемента и сечения арматуры f , при допускаемом напряжении бетона n и железа n_f , мы будем иметь формулы:

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= C_1 \sqrt{\frac{M}{b}} \\ f &= C_2 \sqrt{M b} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Коэфф-ты C_1 и C_2 м. б. вычислены заранее для различных величин допускаемых напряжений и определенного m и приведены во всех курсах по железобетону и в справочниках. Для проверки сечений элементов служат формулы (11) и (12); для определения же размеров—формулы (13).

3. **Двойная арматура.** Расчет по фазе II (фиг. 18). Обозначим через f' сечение сжатой арматуры, f —сечение растянутой арматуры, a_1 —расстояние от ц. т. сжатой арматуры до крайнего сжатого волокна (до поверхности) бетона, h_1 —расстояние от ц. т.



Фиг. 17.

Фиг. 18.

растянутой арматуры до крайнего сжатого волокна (до поверхности) бетона, h —высоту элемента. Пользуясь основной формулой (5) мы получим при $S_d - m S_f = 0$ следующие выражения:

$$\left. \begin{aligned} h_2 &= \left[m(f + f') + \sqrt{m^2(f + f')^2 + 2m(fh_1 + f'a_1)b} \right] \frac{1}{b} \\ I &= \frac{1}{2} \left(h_1 - \frac{1}{3} h_2 \right) b h_2^2 + m f' (h_1 - a_1) (h_2 - a_1) \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

4. **Жесткая арматура.** Если h —высота прямоугольной балки, b —ее ширина, f —площадь поперечного сечения арматуры, I_f —момент инерции поперечного сечения железа относительно оси, проходящей через его ц. т.,

h_1 —рабочая высота балки и если не учитывать сопротивления бетона на растяжение (расчет по фазе II), то положение нейтральной оси определится из равенства:

$$h_2 = -\frac{mf}{b} + \sqrt{\left(\frac{mf}{b}\right)^2 + 2m\frac{f}{b}h_1}, \quad (15)$$

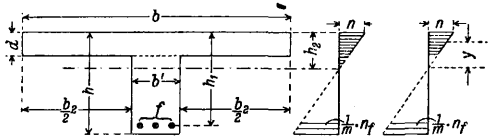
а момент инерции приведенного сечения будет равен

$$I = m \left[I_f + f(h_1 - h_2)\left(h_1 - \frac{1}{3}h_2\right) \right]. \quad (16)$$

5. Учет растягивающих напряжений в бетоне. Для прямоугольных балок пользуются ф-лами (9) и (10), принимая в них $m_1 = 1$.

VII. Расчет ребристых балок.

1. Одиночная арматура. Сопротивление бетона на растяжение не учитывается (фиг. 19). С принятыми на фиг. 19 обозначениями и



f —общая площадь сечения арматуры

Фиг. 19.

Фиг. 20.

если f — площадь поперечного сечения арматуры в растянутой зоне бетона, мы получим следующие формулы для расчета ребристых балок с одиночной арматурой. Положение нейтральной оси определится из выражения:

$$h_2 = \frac{1}{b_1} \left\{ -d(b - b_1) - mf + \sqrt{[d(b - b_1) + mf]^2 + d^2b_1(b - b_1) + 2mfh_1b_1} \right\}. \quad (17)$$

Момент инерции приведенного сечения

$$I = \frac{1}{2}bh_2^2\left(h_1 - \frac{1}{3}h_2\right) - \frac{1}{2}b(h_2 - d)^2\left(h_1 - \frac{1}{3}h_2 - \frac{2}{3}d\right). \quad (18)$$

Напряжения:

$$\left. \begin{aligned} &\text{на сжатие в бетоне} \\ &\quad n = \frac{Mh_2}{I}, \\ &\text{на растяжение в железе} \\ &\quad n_f = \frac{M(h_1 - h_2)}{I}. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

При сравнительно большой площади плиты bd по отношению к ребру балки можно для упрощения расчета не учитывать работу бетона (вследствие ее незначительности), заключенного между нижним краем плиты и нейтральной осью (фиг. 20). Тогда получим:

$$h_2 = \frac{\frac{1}{2}bd^2 + mf h_1}{bd + mf}; \quad (20)$$

расстояние ц. т. сжатой зоны от нейтральной оси (фиг. 20):

$$y = h_2 - \frac{1}{2}d + \frac{1}{6} \frac{d^2}{h_2 - d}. \quad (21)$$

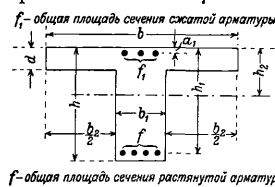
Напряжения:

$$\left. \begin{aligned} &\text{в железе} \\ &\quad n_f = \frac{M}{(h_1 - h_2 + y)}, \\ &\text{в бетоне} \\ &\quad n = \frac{n_f}{m} \cdot \frac{h_2}{h_1 - h_2}. \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

Если получается $h_2 > d$, то нейтральная ось пройдет через плиту ребристой балки, и по-

следняя рассчитывается тогда как прямоугольная балка шириною b и высотой h .

2. Двойная арматура. Сопротивление бетона на растяжение не учитывается (расчет по фазе II) (фиг. 21). С принятыми на фиг. 21 обозначениями, которые означают: f —площадь поперечного сечения растянутой арматуры; f_1 —площадь поперечного сечения сжатой арматуры; h_1 —расстояние от ц. т. растянутой арматуры до крайнего сжатого волокна (до поверхности бетона); a_1 —расстояние от ц. т. сжатой арматуры до крайнего сжатого волокна (до поверхности бетона), мы получим следующие выражения для расчета ребристых балок с двойной арматурой. Расстояние нейтральной оси от поверхности балки:



Фиг. 21.

$$h_2 = \frac{1}{b_1} \left\{ -d(b - b_1) - m(f + f_1) + \sqrt{[d(b - b_1) + m(f + f_1)]^2 + b_1(b - b_1)d^2 + 2mb_1(h_1f + a_1f_1)} \right\} \quad (23)$$

Момент инерции:

$$I = \frac{1}{2}bh_2^2\left(h_1 - \frac{1}{3}h_2\right) - \frac{1}{2}(h_2 - d)^2b \times \left(h_1 - \frac{1}{3}h_2 - \frac{2}{3}d\right) + mf_1(h_1 - a_1)(h_2 - a_1). \quad (24)$$

VIII. Скалывающие и главные растягивающие напряжения.

1. Учет скалывающих и главных растягивающих напряжений. Помимо определения нормальных (рассмотренных выше) напряжений, в Ж. к. должны быть также выявлены скалывающие напряжения. Для подверженной изгибу балки скалывающее напряжение в нейтральной оси будет равно

$$t = \frac{QS}{Ib} = \frac{Q}{b} \cdot \frac{1}{z}, \quad (25)$$

где Q —поперечная сила в рассматриваемом поперечном сечении; S —статич. момент сжатой или растянутой зоны относительной нейтральной оси; I —момент инерции активного поперечного сечения; b —ширина балки в нейтральной оси; z —плечо пары внутренних сил. Скалывающее напряжение в поперечном сечении бетона с нерабочей растянутой зоной (расчет по фазе II) остается до железной арматуры постоянным и д. б. воспринято сцеплением бетона с арматурой. Величина z в ф-ле (25) равна (при принятых в пп. VI и VII обозначениях): для прямоугольного сечения с одиночной арматурой

$$z = h_1 - \frac{1}{3}h_2,$$

для прямоугольного сечения с двойной арматурой и для ребристых балок при учете напряжения сжатия в ребре

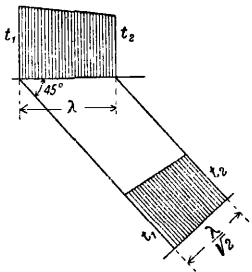
$$z = \frac{I}{nf(h_1 - h_2)},$$

где вместо I д. б. вставлено соответствующее из вышеприведенных выражений. При неучете напряжений в ребре

$$z = h_1 - h_2 + y.$$

В плитах скалывающие напряжения близ опор редко превышают допускаемое для бе-

тона напряжение (4 кг/см^2); поэтому здесь обычно нет необходимости в специальной арматуре для их восприятия. В балках такая арматура необходима, т. к. появляющиеся в них скальвающие напряжения обычно выше допускаемых. Наклонные стержни отгибаются под углом 45° , имея в виду, что действующие в нейтральной оси поперечного сечения скальвающие напряжения по своему значению равны в рассматриваемом месте направленным под углом в 45° главн. растягивающим напряжениям. В балках главные напряжения у оси не должны вообще превосходить величины 14 кг/см^2 , в противном случае необходимо увеличить ширину или высоту балки. Совокупность всех внутренн. косых растягивающих сил у оси в балках должна целиком восприниматься наклонными частями арматуры совместно с хомутами, при чем не учитываются вовсе сопротивления бетона на растяжение и обыкновенно на отогнутые стержни передается около $\frac{2}{3}$ вышеуказанных растягивающих сил. При

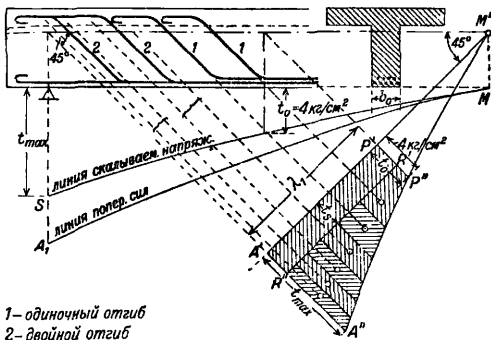


Фиг. 22.

расчете этой арматуры в менее ответственных сооружениях участки балок со скальвающими напряжениями ниже допускаемых не принимаются в расчет. Специальной проверки на скальвание бетона и на сцепление бетона с железом при этом не производится. Если в 2 поперечных сечениях, которые находятся на расстоянии λ друг от друга, максимальные скальвающие напряжения равны t_1 и t_2 , то главные растягивающие напряжения им равны, но распределяются только на длину $\frac{\lambda}{\sqrt{2}}$ (фиг. 22). Поэтому приходиться на длину λ главное растягивающее усилие будет равно

$$Z = \frac{t_1 + t_2}{2} \cdot \frac{\lambda}{\sqrt{2}} \cdot b. \quad (26)$$

2. Распределение хомутов и отогнутой арматуры. Распределение противодействующей скальванию арматуры м. б. сделано



Фиг. 23.

1—одиночный отгиб
2—двойной отгиб

графически следующим построением (фиг. 23). Вычерчивают линию поперечных сил MA_1 и отвечающую ей линию скальвающих на-

пряжений MS ; ординаты $t = \frac{Q}{b_0 z}$ последней откладывают затем от линии $M'A'$, проходящей через точку M' под углом 45° к оси балки; точка M' лежит на нейтральной оси балки и отвечает нулевому значению поперечной силы. Если затем от полученной площади $M'A'A''$ напряжений отрезать площадь $M'P'P''$ с наибольшей ординатой $t_0 = 4 \text{ кг/см}^2$, то оставшая площадь $P'P''A'A''$ определит главные растягивающие усилия, не могущие быть воспринятыми одним бетоном. Хомуты воспринимают величину t_s . При общем поперечном сечении всех ветвей хомутов f_s и допускаемом их напряжении на растяжение n_f , расстояние между хомутами определяется из ур-ия:

$$e = \frac{f_s n_f}{b_0 t_s}. \quad (27)$$

Принимая линию $A'P''$ за прямую, получим главное растягивающее усилие:

$$Z = \frac{t_{max} + t_0 - 2t_s}{2} \lambda_1 \cdot b_0,$$

где λ_1 — длина отрезка $A'P'$. Необходимое число стержней k для восприятия этого усилия определяется из равенства:

$$k = \frac{Z}{f n_f}, \quad (28)$$

где f — поперечное сечение одного отогнутого стержня; n_f — допускаемое напряжение железа. Чтобы найти расположение отдельных стержней в балке, площадь растягивающих напряжений $A'P''R'R''$, оставшуюся после вычета напряжения t_s , воспринимаемого хомутами, делят на k равновеликих по площади частей (фиг. 23). Ц. т. найденных частей определяют места отгиба стержней. Последние заворачивают в верхней части балки в сторону опор и заканчивают крючками. Хомуты располагают по всей длине балки независимо от данных статического расчета.

3. Расчет напряжений сцепления. Проверки сцепления при наличии отогнутых стержней и подвесок (хомутов), принимающих на себя все усилия от главных растягивающих напряжений, не требуется. При наличии одних только прямых стержней с хомутами или без них напряжение сцепления определяется по ф-ле:

$$t_1 = \frac{Q}{Uz}, \quad (29)$$

где t_1 — напряжение сцепления, Q — наибольшая перерезывающая сила, U — сумма периметров сечений стержней, z — плечо внутренних сил. При наличии отгибов напряжения сцепления определяются выражением

$$t_1 = \frac{1}{2} \frac{Q}{Uz}. \quad (30)$$

Некоторые нормы требуют расчета по этой формуле при диаметре стержней арматуры больше 25 мм.

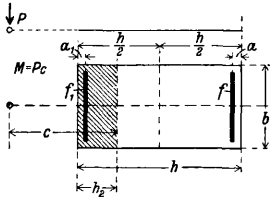
IX. Расчет на сжатие и изгиб.

В том случае, когда осевая внецентренная сила P не выходит из ядра сечения, напряжения по всему сечению остаются одного знака (сжатие) и крайнее сжатие бетона определяется формулой:

$$n = \frac{P}{\varphi F} k \pm \frac{P e e}{I}. \quad (31)$$

Здесь F и I — площадь поперечного сечения

приведенного сечения и его момент инерции относительно оси через p , т. е., e —эксцентриситет, e —расстояние от ц. т. до крайнего волокна, k —отношение допускаемых напряжений на сжатие при изгибе и при чистом сжатии. Германские нормы допускают пользование для расчета этой ф-лой и при силе, несколько выходящей из ядра сечения, когда вычисленное по ней наименьшее краевое напряжение получается отрицательным (растяжение), но не превышает $1/5$ допускаемого напряжения на сжатие. В противном случае необходимо переходить к расчету, в котором сопротивление бетона растяжению не учитывается. Существуют



Фиг. 24.

русские нормы требуют этого во всех случаях, когда сила P выходит из ядра сечения и, следовательно, в сечении является растяжение.

Основными ур-иями служат ур-ия (5), в к-рых надо принять $m_1 = 0$. При прямоугольном сечении и двойной арматуре и при обозначениях, принятых на фиг. 24, путем исключения n' из обоих уравнений (7) получается уравнение для определения положения нейтральной оси

$$h_2^3 - 3h_2^2 \left(\frac{h}{2} - c \right) + h_1 \cdot \frac{6m}{b} \left[f \left(c + \frac{h}{2} - a \right) + f_1 \left(c - \frac{h}{2} + a_1 \right) \right] = \frac{6m}{b} \left[f \left(h - a \right) \left(c + \frac{h}{2} - a \right) + f_1 a_1 \left(c - \frac{h}{2} + a_1 \right) \right]. \quad (32)$$

Указанное кубич. ур-ие проще всего решается одним из методов постепенных приближений, напр. по методу Ньютона. Величину n' определяют затем из одного из ур-ий (5). Краевые напряжения получатся из ур-ий:

$$n = n' h_2; \quad n_f = m n' (h - a - h_2); \quad n_{f_1} = m n' (h_2 - a_1). \quad (33)$$

Определение напряжений значительно упрощается при симметричной арматуре, когда $f = f_1$, или при одиночной, когда $f_1 = 0$.

Аналогичным же способом можно вывести ф-лы и для таврового сечения. При более сложных сечениях рекомендуется применение графич. методов, напр. метода Гвиди.

Для подбора сечений при изгибе со сжатием лучше всего пользоваться многочисленными составленными для этого графиками и таблицами, из которых можно назвать графики Мёрша, таблицы Залигера, Кунце, Веце и других.

Случай изгиба и растягивающей силы решается совершенно аналогично, при чем ф-лы получаются из вышеприведенных путем замены $+c$ на $-c$.

Для подбора сечений прямоугольных балок, которые работают на сжатие и изгиб, рекомендуется при данных P и M и принятой ширине балки b пользоваться таблицами Кунце (Kunze).

Х. Расчет подмостей и форм.

Подмости и формы д. б. так рассчитаны, чтобы они давали лишь малую просадку при

нагрузке бетонной массой при достаточной прочности, жесткости и устойчивости. Упругий прогиб форм не должен превышать $1/400$ их свободного пролета, а упругий прогиб подмостей— $1/1000$ пролета, считая модуль упругости дерева $110\,000$ — $120\,000$ кг/см². При возведении подмостей и форм им придают предварительный строительный подъем от $1/1000$ до $1/400$ пролета и более, чтобы избежать провеса готового сооружения; этот подъем д. б. согласован с ожидаемым упругим прогибом и начальной просадкой при нагрузке бетонной массы.

Для учета динамич. напряжений, возникающих при трамбовании или быстром вливании бетона, необходимо принятый при расчете форм вес бетонной массы увеличить в $1 1/2$ раза. Горизонтальный распор сырого бетона м. б. определен по ф-ле:

$$p = 0,035 h, \quad (34)$$

где p —горизонтальное давление в кг/см² на глубине h м. При расчете подмостей следует принимать нагрузки: от собственного веса вспомогательн. приспособлений (800 кг/м³), от топы рабочих (100 — 200 кг/м²), от веса частей сооружения и от ветра. Коэфф. устойчивости при проверке на опрокидывание принимается не менее $1,25$. Допускаемые напряжения при расчете подмостей принимаются согласно существующим нормам расчета временных деревян. сооружений. Длинные сжатые части д. б. проверены на продольный изгиб. При одновременном действии вертикальной нагрузки и ветра принятые при расчете подмостей допускаемые напряжения м. б. повышены на 15% .

Лит.: Богуславский Н., Железобетон, Л., 1925; Жернов в И., Расчет железобетонных элементов, Л., 1926—27; Залигер Р., Железобетон, его расчет и проектирование, перевод с нем., 2 изд., М.—Л., 1928; Кашкаров Н., Графич. таблицы для расчета железобетонных сооружений, М., 1926; Ляхтин Н. и Кашкаров Н., Железобетон, М., 1925—27; Лолейт А., Курс железобетона, 2 издание, М.—Л., 1928; Лушин Б., Железобетон, М.—Л., 1927; Молотилов П., Таблицы для расчета железобетонных конструкций, Томск, 1926; Франк В., Железобетонные сооружения, Берлин, 1923; Падлер Г., Расчеты по железобетону, перевод с немецкого, Москва, 1927; Буданов П., Железобетон. Теория, М., 1924; Гастев В., Методы и данные для расчета железобетонных конструкций, Л., 1928; Ривов О., Железобетонные конструкции и графики для расчета, ч. 1—2, П., 1924—22; Граф О., Петри В., Мёрш Е., Рут Г., Проектирование и расчет железобетонных сооружений, пер. с нем., М., 1928; Бейер К., Статика железобетонных сооружений, пер. с нем., М., 1928; Брилинг С. Р., Формулы и таблицы для расчета инженерных конструкций, 2 изд., М., 1929; его же, Нормы для расчета и проектирования инженерных сооружений, Москва, 1928; Райзер Г., Железобетонные конструкции, пер. с нем., М., 1927; Керстен К., Гражданские и инженерные железобетонные сооружения, перевод с немецкого, М., 1927; его же, Расчет железобетонных инженерных сооружений, пер. с нем., Москва, 1928; Гельдель П., Таблицы для расчета железобетонных конструкций, М., 1928; Технич. условия и нормы проектирования и возведения железобетонных сооружений, пер. с нем., М., 1928; Вегер К., Die Statik im Eisenbetonbau, В., 1927; Kaufmann C., Tabellen f. Eisenbetonkonstruktionen, В. 1—2, Berlin, 1927—28; Magnel G., Pratique du calcul du béton armé, P., 1927; Bazali M., Zahlenbeispiele zur statischen Berechnung von Eisenbetonkonstruktionen, В., 1925; David L. u. Perl H., Zahlentafeln zur Bemessung d. Schubbewehrung v. einfachen u. durchlaufenden Eisenbetonbalken, В., 1926; Graf O., Petry W., Mörsch E., Ruth G., Entwurf u. Berechnung v. Eisenbetonbauten. Ein Handbuch, bearb. v. O. Graf u. andere, В. 1, Stuttgart, 1926; Gölde P., Zahlentafeln zur Bemessung von beliebig gelagerten Eisenbetonplatten u. Balken,

2 Aufl., B., 1926; Herzka L., Schwindspannungen in Trägern aus Eisenbeton, Lpz., 1925; Kersten C., Der Eisenbeton, T. 1—3, B., 1925—27; Kleinlogel A., Veranschlagen v. Eisenbetonbauten, 3 Auflage, B., 1926; Mörsch E., Der Eisenbetonbau, B. 1—2, Stg., 1923—28; Pädler G., Grundlagen f. d. praktischen Eisenbetonbau, Berlin, 1926; Riepert P., Elementare Einführung in d. Eisenbetonbau, T. 1—2, 5 Aufl., Berlin, 1924; Salliger R., Der Eisenbeton, 5 Aufl., Lpz., 1925; Otzen R., Der Massivbau, B., 1926; Böhm F., Das Betonieren bei Frost, B., 1928; Büchi F., Die Massenberechnung im Eisenbetonbau, B., 1929; Olsen H., Die wirtschaftliche u. konstruktive Bedeutung erhöhter zulässiger Beanspruchungen f. d. Eisenbetonbau, B., 1928; Boost H., Beton-u. Eisenbetonbau, Darmstadt, 1920; Grabowski K., Formänderungsarbeiten d. Eisenbetonbauten bei Biegung, «Forscherarbeiten auf der Gebiete des Eisenbetons», B., 1906, H. 4; Bosch J., Berechnung d. gekreuzt armerter Eisenbetonplatten und deren Aufnahmeträger unter Berücksichtigung d. Kraftwirkungen nach zwei Richtungen, ibidem, 1908, H. 9; Danusso H., Beitrag zur Berechnung d. kreuzweise bewehrten Eisenbetonplatten u. deren Aufnahmeträger, bearb. v. H. Bronneck, ibidem, 1913, H. 21; Leitz M., Die Berechnung d. freiaufliegenden rechteckigen Platten, ibidem, 1914, H. 23; Förster M., Die Grundzüge d. Eisenbetonbaues, 3 Aufl., Berlin, 1926; Haberkalt K. u. Postuvanschütz Fr., Berechnung d. Tragwerke aus Eisenbeton, 2 Aufl., W., 1912; Hager K., Theorie d. Eisenbetons, Mch., 1916; Heintel K., Berechnung d. Einsenkung v. Eisenbetonplatten u. Plattenbalken, Berlin, 1909; Jackson A., Über Spannungslinien mit Anwendung auf d. Eisenbeton, Stuttgart, 1917; Marcus H., Die Theorie elastischer Gewebe u. ihre Anwendung auf d. Berechnung biegsamer Platten, B., 1924; Marcus H., Die vereinfachte Berechnung biegsamer Platten, B., 1925; Nádai A., Die elastischen Platten, B., 1925; Probst E., Vorlesungen über Eisenbeton, B. 1—2, B., 1923—23; Salliger R., Festigkeit veränderlich elastischer Konstruktionen, insbesondere d. Eisenbetonbauten, Lpz., 1904; Salliger R., Schubwiderstand und Verbund in Eisenbetonbalken, B., 1913; Strassner A., Beitrag z. Theorie kontinuierlicher Eisenbetonkonstruktionen, B., 1912; Thömann A., Die Statik d. gesamten Hoch-, Tief-, u. Eisenbetonbaues, T. 5—Einführung in d. Statik d. Eisenbetonbaues, nebst ausführlichen Berechnungsbeispielen, Naumburg a/S., 1923; Löser B., Bemessungsverfahren. Zahlentafeln und Zahlenbeispiele zu d. Bestimmungen d. deutschen Ausschusses für Eisenbeton v. Sept. 1925, 2 Auflage, B., 1925; Weese E., Eisenbetonzahlentafeln, T. 1—5, B., 1926—28; Handbuch f. Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, Berlin, 1921—28; Graf O., Versuche über d. Druckelastizität u. Druckfestigkeit v. Mauerwerk, Berlin, 1924; Abrams A., «Bull. of the Lewis Institute, Structural Materials Research Laboratory», Chicago, ab 1920; Mayer M., Die Wirtschaftlichkeit als Konstruktionsprinzip im Eisenbetonbau, Berlin, 1913; Amar Ch., Théorie générale et formulaire pratiques du ciment armé, P., 1926; Agros P., Béton armé, P., 1926; Baudart C., Béton armé. Tables de calcul des dalles et poutres, P., 1924; Chanson M., Manuel de la construction en ciment et en ciment armé, P., 1925; Spiegel G., Stahl- u. Eisenbeton im Geschossgrabbau, B., 1928; Geyer E., Tabellen zur Berechnung v. einfach und doppelt armerter Balken u. Platten aus Eisenbeton, mit Hilfstafel f. Plattenbalken, Berlin, 1921; Gödel P., Bemessungstafeln für Eisenbeton-Konstruktionen, Berlin, 1927; Kann F., Durchlaufende Eisenbetonkonstruktionen in elastischer Verbindung mit d. Zwischenstützen, Berlin, 1926; Kunze W., Neue Tabellen f. exzentrisch gedrückte Eisenbetonquerschnitte, B., 1925; Thiel W., Die Arbeitsfestigkeit d. Eisenbetonbalken, Berlin, 1924; Esselborn K., Lehrbuch d. Hochbaues, 8 Aufl., B. 1—2, B., 1923—25; Berger L., Die wirtschaftliche Bemessung v. Plattenbalken, B., 1928; Graf O. u. Mörsch E., Versuche mit Eisenbetonbalken, Berlin, 1928; Haberstroh H., Der Eisenbeton im Hochbau, B., 1923; Hartmann F., Die statisch unbestimmten Systeme d. Eisen- u. Eisenbetonbaues, 2 Aufl., B., 1922; Kayser H., Eisenbetonbau, B.—Lpz., 1923; Kleinlogel A., Bewegungsfugen im Beton- u. Eisenbetonbau, B., 1927; Kleinlogel A., Fertigungskonstruktionen im Beton- u. Eisenbetonbau, B., 1928; Lerche K., Aus d. Praxis d. Veranschlagens von Eisenbetonbauten, 2 Aufl., Berlin, 1928; Schlüter H., Der Eisenbetonbau. Rahmen u. Gewölbe, Berlin, 1920—22; «Deutscher Ausschuss f. Eisenbeton», B., ab 1910; «Österreichischer Ausschuss f. Eisenbeton», W., ab 1912; «Proceedings of the Amer. Soc. for Testing Materials», Philadelphia; «Teknisk Forenings Tidskrift», Kjobenhavn; «Béton armé», P., «Le

constructeur de ciment armé», P.; «Engineering News-Record», New York; «Civil Engineering», London; «Zeitschriftenschau für das gesamte Bauingenieurwesen», Berlin.

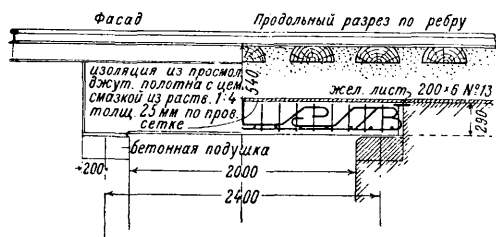
С. Бриллиг.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ МОСТЫ, мосты, основным материалом к-рых служит *железобетон* (см.). Быстрые успехи железобетона в области мостостроения объясняются тем, что Ж. м. в экономич. отношении могут успешно конкурировать с каменными, деревянными и в особенности с железными мостами. По данным Залигера, балочные Ж. м. пролетом до 20 м почти всегда дешевле железных; арочные Ж. м. со сплошным и сквозным заполнением безусловно дешевле, в среднем на 11—37%, чем железные двухшарнирные арки небольших пролетов; стоимости уравниваются только для пролетов 90—100 м. Особенно широкое применение находят Ж. м. на шоссе-ных дорогах, для к-рых необходимы дешевые, легкие и долговечные мосты. Ж. м. оказываются в общем дешевле железн., требующих каменных опор, и дешевле каменных, требующих также солидных опор. Хотя они и дороже деревянных по капитальным затратам, но дешевле при учете стоимости их эксплуатации. Все это выдвигает Ж. м. на первое место для обыкновенных дорог, за исключением мостов, располагаемых в крупных городах, где красота и монументальность требуют возведения каменных мостов.

Существенное преимущество в отношении долговечности, стоимости и технич. достоинств имеют железобетонные путепроводы. Железобетон не страдает от дыма и пара паровозов в такой степени, как железо, а стоимость железобетонного путепровода, по подсчетам инж. Успенского, на 16—30% меньше стоимости железного. Как строительный материал для ж.-д. мостов малых пролетов железобетон, уступаая камню в отношении долговечности, конкурирует с ним по стоимости (с учетом содержания) и технич. достоинствам в смысле жесткости, непрерывности пути и легкости надзора. Кроме того, бетон обладает еще тем свойством, что его сопротивление расст. с увеличением возраста; таким обр., если увеличивается подвижная нагрузка для давно построенного моста, то для вычислений можно поднять и допускаемое напряжение на бетон, если, конечно, для напряжений в железе имеется запас.

По временным технич. условиям, временная нагрузка, действующая на мост, вводится в расчет со следующими динамическ. коэфф-тами: ж.-д. поезд и автомобиль—1,4, шоссе-ный каток—1,3, толпа во всех случаях—1,25. Напряжения от колебаний t° и усадки бетона определяются для сооружений, имеющих пролет 15 м и более, при чем расчетная разность t° определяется в зависимости от t° замыкания и климата местности, по карте изотерм. Расчетные напряжения в элементах определяются в предположении неучастия бетона в работе на растяжение и пропорциональности между деформациями и напряжениями; при этом модуль упругости железа принимается равным 2 100 000 кг/см², а бетона на сжатие—140 000 кг/см², т. е. отношение между ними принимается равным 15. При расчете железной арматуры допускаются напряжения на растяжение основной арматуры в 900 кг/см²

и на растяжение хомутов и скалывание арматуры—в 700 кг/см^2 . Основное допускаемое напряжение на растяжение невелико, особенно если принять во внимание, что временная нагрузка вводится в расчет с довольно



Фиг. 1.

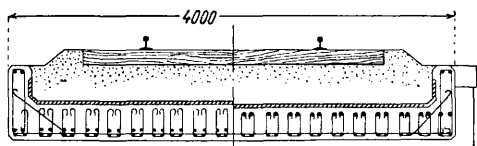
значительным динамич. коэфф-том. Правильнее было бы допускать основное напряжение для железа в 1000 кг/см^2 и выше, производя проверку бетона на растяжение. Допускаемое напряжение на сжатие бетона назначается в зависимости от марки бетона; последняя же определяется составом бетона, а следовательно и временным сопротивлением на сжатие через 28 дней после затворения (табл. 1).

Табл. 1.—Допускаемые напряжения для бетона.

Расчетные данные	Марки бетона		
	1	2	3
Приблизительный состав трамбованного бетона	1:1½:3	1:2:4	1:2½:5
Весовое количество портландцементов в 1 м³ в кг	350	300	250
Времен. сопротивление на сжатие в кг/см²	200	180	140
Допускаемое напряжение в кг/см²:			
на сжатие *	45; 50; 60	40; 45; 55	30; 35; 40
на скалывание *	4; 4,5; 5	3,5; 4; 4,5	3; 3,5; 4

* Указанные для каждой марки три величины относятся к трем классам сооружений.

При учете влияния t° все вышеуказанные напряжения для железа и бетона м. б. повышены на 20%, а при учете t° и усадки—на 40%, но во всяком случае они не м. б. выше 1100 кг/см^2 для железа и $75, 70$ и 55 кг/см^2 для бетона (соответственно маркам 1, 2 и 3). Тогда как временное сопротивление бетона на сжатие через 28 дней, при употреблении обыкновенных цементов, обычно заключается между 150 и 250 кг/см^2 , при применении

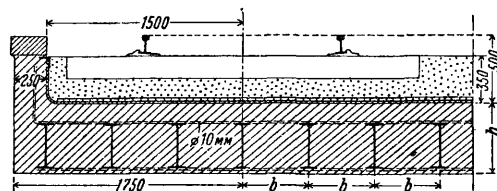


Фиг. 2.

высокосортных цементов (в количестве $350\text{--}400 \text{ кг}$ на 1 м^3 смеси) оно достигает в среднем для того же срока 300 и даже $600\text{--}700 \text{ кг/см}^2$. Повышение допускаемого напряжения, в свя-

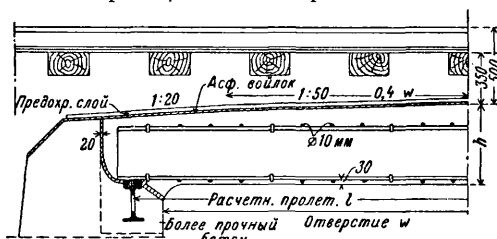
зи с применением высокосортных цементов, особенно необходимо для мостов пролетом свыше $70\text{--}80 \text{ м}$, в которых собственный вес становится весьма большим. Напряжения м. б. соответственно повышены и для арматуры применением углеродистой стали более высокого качества. Нек-рые авторы считают возможным допускать напряжение для высокосортной стали 2000 кг/см^2 и для бетона на высокосортном цементе 100 кг/см^2 ; в проекте Эмпергера эти величины несколько ниже, а именно: 1540 кг/см^2 для стали и 70 кг/см^2 для бетона.

Балочные мосты. Балочные мосты из железобетона строятся весьма разнообразных форм. Существуют мосты, опоры к-рых состоят из бутовой или бетонной кладки, а пролетное строение представляет собою либо плиты, либо тавровые балки, либо фермы; есть мосты, построенные полностью из железобетона, при чем железобетонные устой и



Фиг. 3.

быки имеют вид пустотелых коробок, заполненных балластом или тощим бетоном, или состоят, как в деревянных мостах, из системы стоек со связями. Что касается применяемых здесь балок, то они столь же разнообразны, как и в железных мостах: простые балки, неразрезные и консольные. Кроме того, из железобетона сооружают мосты специальных систем—рамные мосты, отличительная черта которых—полная объединенность опор с пролетным строением.



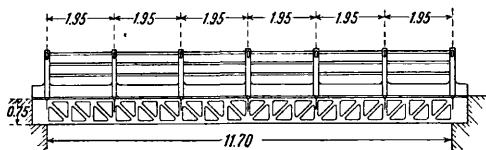
Фиг. 4.

Мосты, перекрытые плитами. Этот вид перекрытия применяется как для мостов небольших отверстий, так и для труб; при этом мост отличается от трубы лишь тем, что над плитой моста оставляется самое минимальное количество земли или балласта, в зависимости от рода пути; ширина моста зависит не от высоты насыпи, а лишь от ширины полотна пути.

Плитное пролетное строение под железной дорогой, спроектированное Центральным отделом сооружений НКПС, изображено на фиг. 1 и 2. Отверстие моста $2,0 \text{ м}$, длина железобетонной плиты превосходит отверстие на $2,0,40 \text{ м}$ и составляет $2,80 \text{ м}$, ширина моста $4,0 \text{ м}$ —меньше, чем нужно по габариту между перилами, так как последних не имеется. Балласт с боков плиты поддерживается стенками толщиной $0,20 \text{ м}$, возвышающимися над плитой на $0,35 \text{ м}$. Толщина пли-

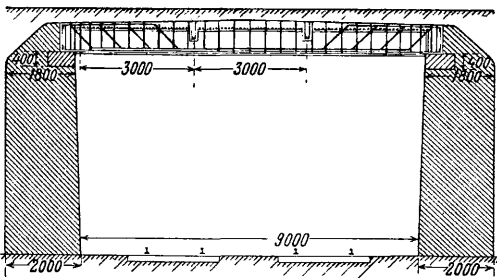
ты в середине пролета—0,33 м, т. е. около $\frac{1}{4}$ пролета в свету, а по концам—0,29 м, так как плита имеет по верхней поверхности скаты с уклоном 4%. Изоляция по скатам состоит из просмоленного джутового полотна с цементной смазкой толщиной 2,5 см, по проволоочной сетке; у концов плиты щель между ней и устоем перекрыта под изоляцией железным листом. Продольные прутья арматуры диаметрами 14 и 24 мм размещены на расстоянии 10 м друг от друга; половина их имеет концы переведенными в верхний слой плиты, для принятия растягивающих напряжений, и сверх того для той же цели добавлено 15 прутьев диаметром 14 мм, которые отогнуты в средней части плиты. В поперечном направлении поставлена распределительная арматура из стержней \varnothing 10 мм, через 20 см один от другого; подвески \varnothing 6 мм размещены через 15 см.

На фиг. 3 и 4 изображен тип моста с жесткой арматурой из двутавровых балок, принятый на прусских ж. д. Плита концами двутавровых балок опирается на балку рельсовидного профиля, заложенную поперек пути в устое. На устое сделан связной кривой шов, заполненный асфальтом, который дает свободу концу при деформации плиты. Мостов подобной конструкции пролетами от 1 до 12 м построена целая серия; длина плиты превышает пролет в свету



Фиг. 5.

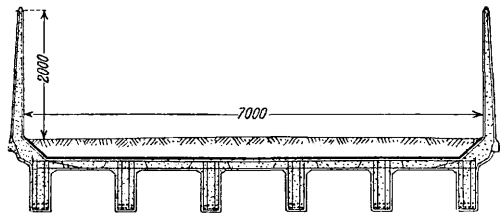
на 0,6—1,2 м; толщина балластного слоя до верхнего шпала допущена в 0,35 м. Железные балки этого моста выдерживают всю нагрузку; бетон служит лишь заполнением и для предохранения железа от ржавления. В таких случаях формы для бетона подвешиваются к железным балкам, чем устраняется необходимость подмостей. Балки расставлены на расстоянии от 30 до 55 см так, чтобы для удобства бетонирования просвет между полками был не меньше 15 см; между собой балки связаны круглыми стержнями \varnothing 10 мм. Высота плит колеблется в пределах от 22 до 109 см, или от $\frac{1}{10,5}$ до $\frac{1}{18}$ пролета; определяется она тем, чтобы напряжение в бетоне на разрыв не превосходило 20 кг/см², имея в виду предупредить образование трещин, в которых могла бы появиться ржавчина на железе. Плита покрыта асфальтированным войлоком, поверх которого, для предохранения его от повреждения при подбивке шпал, укладываются слои кирпича, положенного плашмя, доски или листовое железо. Для стока воды верхняя поверхность имеет уклон к опорам, в середине—2%, у концов—5%. При расчете устоев принято во внимание, что плита служит распоркой между устоями и улучшает сопротивление их опрокидыванию. При сооружении таких мостов Берлинским управлением ж. д. широко применялись в качестве арматуры старые рельсы и широкополые двутавровые балки Диффердингера.



Фиг. 6.

В балочных мостах с жесткой арматурой большое количество железа и бетона плохо утилизируется. Плита с гибкой арматурой является более совершенной и более экономичной, хотя применение ее и ограничивается пролетами до 4—6 м.

Мосты с плитами из балок Визинтини. Балка Визинтини представляет собою прямоугольную балку, в которой сделаны треугольные пустоты, вследствие чего получается решетчатая железобетонная ферма, армированная во всех элементах. Балки



Фиг. 7.

изготавливаются обыкновенно на заводе и доставляются на место работ в готовом виде, вследствие чего размеры балок не д. б. особенно велики. Высота их при больших пролетах—ок. $\frac{1}{20}$ пролета, а ширина—от 20 до 50 см. Ряд таких балок одинаковой высоты, положенных вплотную друг возле друга, образует сплошной настил-плиту, к-рый и применяется для перекрытия мостов. Преимущество таких мостов—легкость и отсутствие подмостей для возведения пролетного строения. На фиг. 5 изображен общий вид пролетного строения такого мостика, построенного под обыкновенную дорогу в Тамбовской губернии. Балки Визинтини применяют до настоящего времени для перекрытия пролетов до 22 м (мосты под обыкновенную дорогу).

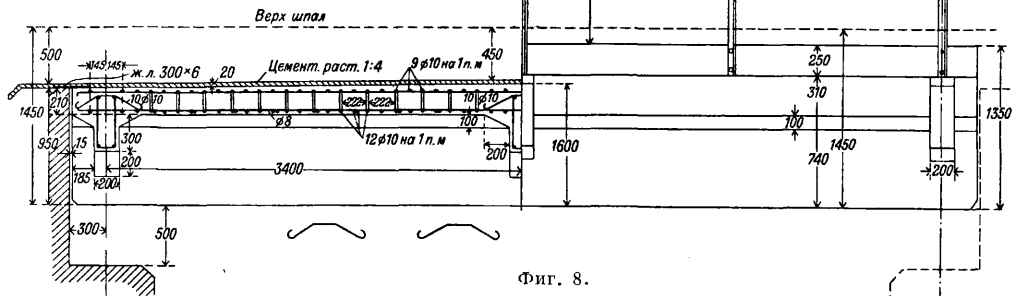
Мосты с тавровыми балками. Плитное перекрытие применяется в тех случаях, когда толщина плиты не превосходит примерно 40 см; при больших пролетах применяют тавровые балки. В поперечном направлении ребристая плита или тавровая балка распадается на две части—ребра и плитное перекрытие между ними. Плитное перекрытие играет двойную роль: кроме роли поперечного перекрытия, оно принимает участие в сопротивлении изгибу ребер. Для связи между ребрами ставят поперечные балки, образующие с главными балочную клетку; плита, перекрывающая клетку, опирается по всему контуру, что позволяет уменьшить ее толщину.

Мосты с разрезными балками. На фиг. 6 и 7 изображен путепровод через два пути, построенный в Германии под шоссе с шириной 9,4 м.

Из поперечного разреза видно, что для поддержания ездового полотна шириной 7,0 м (тротуаров нет) поставлено 6 ребер на расстоянии 1,3 м, считая между осями; при толщине ребер 0,3 м получается просвет для перекрытия плитой в 1,0 м. Высота ребра с плитой 0,80 м, что составляет примерно $\frac{1}{2}$ пролета; толщина плиты 0,14 м. Сбоку крайних балок для поддержания полотна дороги устроены, в виде консоли, железобетонный бордюр, который переходит в железобетонный глухой парапет. Внутренняя поверхность ящика покрыта асфальтированным войлоком. Арматура плиты состоит из рабочих стержней (поперек моста) диаметром 10 мм, размещенных на расстоянии 17 см; над опорами плиты, где для нее получаются отрицательные моменты, $\frac{2}{3}$ стержней переведены в верхнюю зону; кроме того, вверх идут непрерывно 4 стержня на 1 м ширины. Ребра имеют 8 продольных прутьев диам. 30 мм, поставленных в два ряда и соединенных с плитой парными хомутами из полосового железа. Верхний ряд арматуры ребра при приближении к опоре переведен наверх для восприятия косых растягивающих напряжений. Поперечных балок поставлено четыре; крайние имеют

высоту главных балок, средние—0,30 м. Пролетное строение опирается на устои концами ребер, запущенными в устои на 0,40 м. Для свободы деформации балки, между ее торцом и устоем оставлен зазор шириной в 3 см, перекрытый сверху листом железа.

Для русских ж. д. бывш. М-вом путей сообщения была утверждена в 1915 г. целая серия проектов железобетонных перекрытий с ребрами для мостов пролетом от 4 до 12,5 м. Конструкция одного из этих перекрытий (для пролета 6,00 м) представлена на



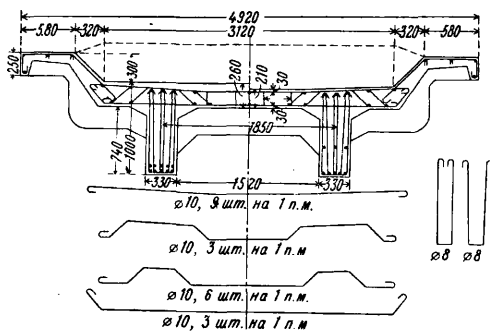
Фиг. 8.

фиг. 8—10. Ширина моста 4,92 м, длина перекрытия 7,37 м (на устои запущено по 0,685 м). Перекрытие имеет два ребра, по одному ребру под каждую нитку рельса, при расстоянии между их осями 1,85 м. Высота ребра 1,00 м, т. е. ок. $\frac{1}{3}$ пролета; ширина ребра 33 см; в ребре размещено два ряда стержней, в каждом по 5 штук $\varnothing 36$ мм. К опорам часть нижних

стержней на массивных колоннах устоя, облицованных плитками песчаника. Передняя стенка и обратные стенки, имеющие тол-

щину 20 см, укреплены контрфорсами. Для придания устою веса и устойчивости устроена горизонтальная платформа, нагруженная землей.

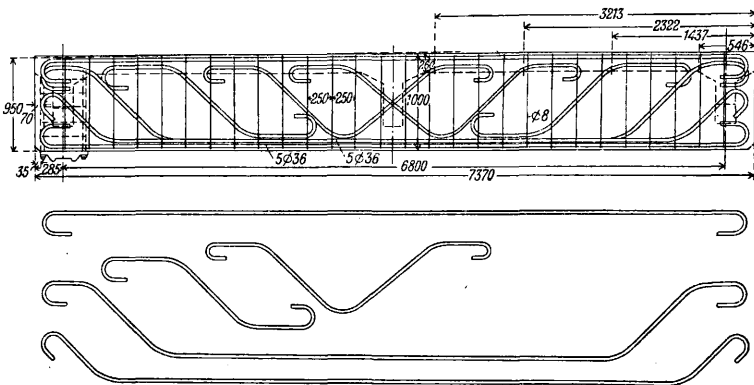
Мосты с консольными балками и. Консольные балки сравнительно с простыми балками того же пролета, благодаря действию консолей имеют меньший момент от постоянной нагрузки в середине пролета. Собственный вес железобетонных строений довольно велик, и потому применение к ним консольной системы дает возможность либо увеличить пролеты моста, ограничиваемые теперь для простых балок пролетом в 20—25 м, либо уменьшить высоту балок в середине. Наиболее часто применяемые типы консольных пролетных строений изображены схематически на фиг. 13. Тип А, простейший, дает возможность обходиться без устоев и имеет поэтому большое значение для мостов под обыкновенную дорогу. Прогиб железобетонных консолей настолько невелик, что можно давать им большую длину без всяких неудобств. Интересен тип Е, дающий часто самое дешевое решение из всех возможных вариантов перекрытия. В качестве варианта



Фиг. 9.

стержней переводится наверх для восприятия косых растягивающих усилий. Толщина плиты 21—26 см; армирована она сверху 9, а внизу 12 стержнями $\varnothing 10$ мм. Вдоль моста поставлена распределительная арматура. Для связи между ребрами имеются три поперечные балки полной высотой 0,50 м и шириной 0,30 м. Поперечные балки выступают за главные, поддерживая плиту, оканчивающуюся узкой бордюрной балкой; образованный таким образом ящик покрыт изоляцией, в виде слоя просмоленного джутового полотна, и защищен сверху цементной смазкой. Заслуживает одобрения система пролетного строения из двух ребер, вместо часто встречающихся четырех.

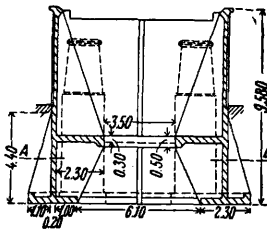
Устои для описанных выше Ж. м. делаются из каменной кладки того же типа, что и для железных мостов, но имеются примеры постройки устоев из железобетона. На фиг. 11 и 12 изображен железобетонный устой для разрезной балки (путепровод возле станции Самбор в Австрии). Четыре балки пролетного строения соединены поперечной опорной балкой, ле-



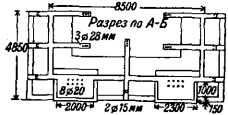
Фиг. 10.

в конкурсе на постройку моста отверстием 110 м через р. Днепр в Смоленске место типа Е оказалось наиболее экономич. среди различных систем каменных, железных и Ж. м.

Особый вид консольного моста представляет мост отверстием в 20,0 м, построенный в Бреславле через канал (фиг. 14 и 15). Малая высота насыпи, при сравнительно высоком судоходном габарите, не позволяла применить балочного моста, требующего большой конструктивной высоты; еще менее был возможен арочный мост, стесняющий ширину габарита. Поэтому была принята консольная система, при чем



Фиг. 11.



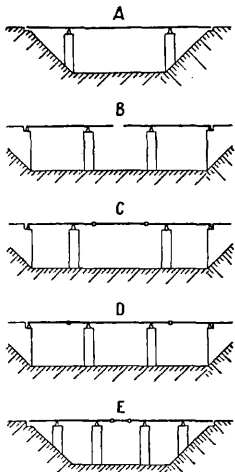
Фиг. 12.

консоли представляли собою железобетонные ящики, нагруженные бетоном и грунтом. Ширина моста—20,1 м; из них 13,0 м — ширина, необходимая для дороги. Пролетное строение состоит из 15 главных балок, разставленных на 1,70 м друг от друга под тротуарами и на 1,34 м под полотном дороги, так что крайние балки приходятся под стойками перил; главные балки связаны плитой и пятью поперечными балками, а в боковых четвертях пролета—еще плитой внизу, между ребрами, поставленной для принятия значительного отрицательного момента. Высота балок 1,25 м, или $\frac{1}{4}$ пролета, что при тяжелой нагрузке вызвало необходимость особенно сильной арматуры ребер; поэтому в нижней части ребра уширены до 0,75 м, при толщине в середине в 0,35 м. Средние ребра переходят



Фиг. 14.

в треугольные, а крайние в четырехугольные консоли длиной по 4,5 м, связанные внизу горизонтальной плитой; толщина средних ребер консоли 0,35 м, крайних—0,65 м. Консольное пролетное строение, при помощи опорных частей, из которых подвижная устроена в виде сильно армированного железобетонного вальца, покоится на бетонных устоях; обратные стенки между концами консолей и насыпью с верховой стороны—бетонные, с низовой—железобетонные толщиной 0,85 м, основаны на железобетонных сваях.

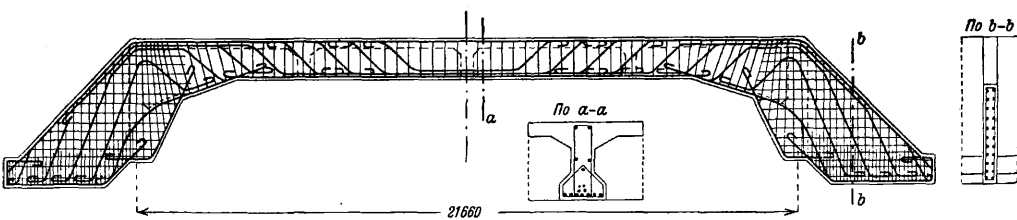


Фиг. 13.

ных, а следовательно экономичнее. Собственно говоря, этот тип можно причислить к мостам с неразрезными балками только при незначительном сечении колонн по сравнению с сечением балок, т. к. только при этом можно пренебречь их сопротивлением изгибу; в противном случае правильнее причислять такие мосты к группе рамных. Значительно реже встречаются мосты с неразрезными балками на каменных бьках.

Из мостов, перекрытых неразрезной балкой (в чистом виде), интересен мост через р. Дон в г. Лебедяни отверстием в 140 м (фиг. 16 и 17), построенный в 1910 году. Ширина проезжей части 5,70 м, а тротуаров—по 1,07 м. Проезная часть поддерживается тремя главными неразрезными шестипролетными балками. Береговые пролеты имеют величину 20,0 м, четыре средние—по 25,0 м. Сечение балок у опор 2,3×0,40 м и в середине пролета 1,25×0,40 м. Главные балки пролетного строения соединены между собой поперечными балками сечения 0,20×0,15 м, расположенными друг от друга на расстоянии 2,50 м. Главные балки отстоят одна от другой на 2,85 м, так что образуются клетки в 2,50×2,85 м. На главные и поперечные балки опирается плита толщиной 0,12 м. Для большей жесткости ребра главных балок внизу соединены между собой ветровыми связями в виде балочек сечением 0,20×0,30 м, по две на каждый пролет. Все пролетное строение опирается на каменные устои и пустотелые железобетонные бьки с бетонным заполнением. Хотя свободное изменение длины от влияния температуры достигнуто при помощи подвижных опорных частей на береговых устоях и прибрежных бьках, все же необходимо признать общую длину неразрезной балки чрезмерной. Основания большинства опор покоятся на каменном грунте, на глубине 3,0 м, а левый устой и ближайший к нему бьк заложены на свайных основаниях, в шпунтовых ограждениях.

Р а м н ы е м о с т ы. В рамных мостах опоры и пролетное строение составляют одно непрерывное целое. При нагрузке пролетного участка рамного моста работают на изгиб и опоры, вследствие чего поперечные размеры пролетного строения получают меньшую величину по сравнению с вышеописанными системами. Передача части изгибающего момента с пролетного строения на опоры выгодна в том отношении, что собствен. вес материала колонны, работающей на изгиб, не вызывает увеличения момента изгиба, как в пролетном перекрытии. В виду этого опорам рамных мостов следует придавать возможно большую жесткость на изгиб в плоскости, параллельной фасаду моста. При равных условиях производства работ рамная система во многих случаях оказывается дешевле других балочных систем, позволяет перекрыть большие пролеты и м. б. лучше приспособлена к местным условиям. Рамные



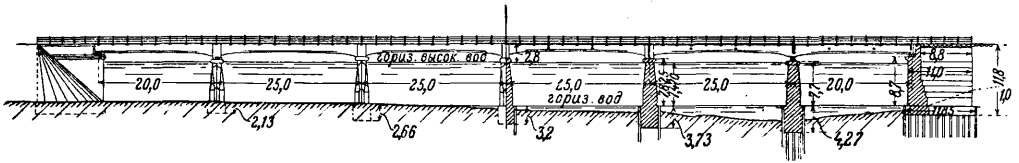
Фиг. 15.

Мосты с неразрезными балками. Многопролетные балочные мосты из железобетона делаются часто с неразрезными балками, при чем промежуточные опоры устраиваются также из железобетона в виде тонких колонн, соединенных в одно целое с балками. Неразрезные балки легче разрез-

мосты можно рекомендовать во всех случаях, когда опоры м. б. составлены из колонн, напр. для путей, эстакад, мостов на ручьях и небольших речках. Вследствие дешевизны и простоты конструкции эта система, в связи с устранением устоев при помощи консольных свесов, должна получить

большое распространение на шоссе-ных дорогах. При незначительной высоте моста уместно применение плитной рамы,

Ширина балластного корыта в свету равна 3,4 м. Тротуары по 75 см шириной расположены на весу. Проезжая часть поддерживается двумя балками, входящими в состав рам и расположенными на расстоянии



Фиг. 16.

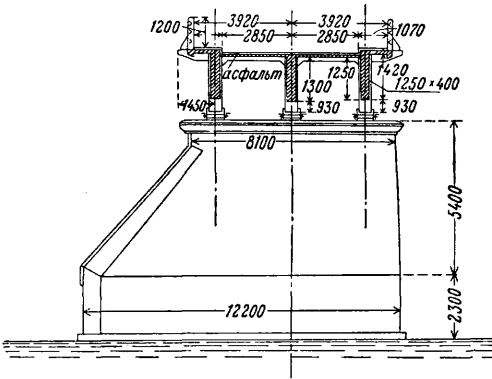
боковые сплошные стенки к-рой поддерживают землю берегов (фиг. 18). При плохих грунтах раму можно делать замкнутую, в виде четырехсторонней трубы. С увеличением пролета неизбежен переход к ребристой раме.

Одним из наиболее экономичных типов среди всех родов мостов является тип рамного моста со свешивающимися концами. На

2,4 м ось от оси. Для боковой устойчивости эстакады опоры разведены в стороны настолько, что по обрезу фундамента центры их отстоят друг от друга на расстоянии от 3,88 м до 4,80 м, в зависимости от высоты; от полотна до точки перелома каждая поперечная пара опор соединена сплошной вертикальной стенкой высотой около 3,00 м. Боковой трапециoidalный профиль опорных стоек переходит при помощи больших закруглений в пролетные балки высотой 1,56 м, при толщине 0,50 м; для поперечной связи в каждом пролете помещены три поперечные балки. Плита проезжей части имеет толщину от 20 до 32 см, меняющуюся вследствие устройства скатов для отвода воды; в качестве изоляции применен асфальтовый слой. Для опорных частей свободной балки и консолей применены клепаные железные коробки, состоящие из двух щелевых вертикальных листов, на которые и передается вертикальное давление балок. Стойки рам в уровне поверхности грунта заделаны в железобетонные фундаменты, общие для каждой поперечной пары стоек.

Мосты с фермами. При пролетах примерно в 20 м и больше, железобетонные балки со сплошной стенкой становятся слишком тяжелыми, а бетон утилизируется полностью лишь на периферии балки. Для уменьшения веса балок следует оставить массивный верхний пояс и сделать более тонкой остальную часть балки, выбросив часть стенки и перейдя, т. о., к ферме, составленной из стержней, работающих на сжатие, растяжение и изгиб. Элемент плиты Визинтини представляет собою подобную ферму со сквозными поперечными отверстиями, образованными поясами, раскосами и стойками.

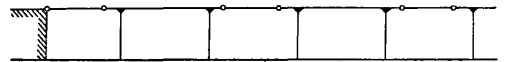
Идея конструирования из железобетона ферм с раскосами, вполне аналогичных железным фермам, принадлежит Консидеру и



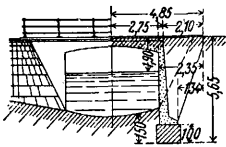
Фиг. 17.

фиг. 19 изображен подобный путепровод через железнодорожную выемку. Экономия обусловлена отсутствием опор и массивных быков. Опоры в поперечном направлении представляют собою жесткие рамы; распоркам рам придана значительная высота, что способствует увеличению жесткости в поперечном направлении.

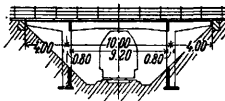
Для многопролетных мостов применимы неразрезные и консольные рамы. Примером



Фиг. 20.



Фиг. 18.



Фиг. 19.

последних является железобетонная эстакада на Финляндской соединительной ветке в Ленинграде (фиг. 20).

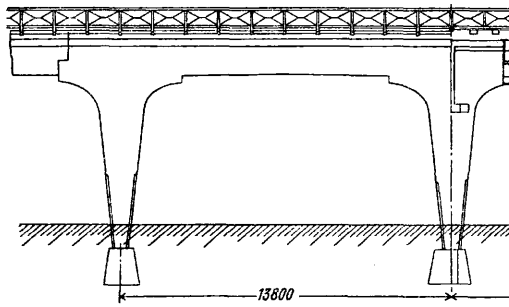
Сооружение состоит из цепи отдельно стоящих рам с консолями, звенья которой соединены свободными балками, опирающимися на консоли рам; длина эстакады 610 м, высота от 6,27 до 8,16 м. Расстояния между опорами по фасаду равны 13,8 м; свободная балка имеет длину 9,00 м (фиг. 21 и 22). Одна опора ее неподвижна, другая подвижна, что и создает поперечные разрезы сооружения через 27,6 м длины, для свободы деформаций под влиянием перемен температуры. Длина консолей 2,4 м; пролет свободной балки выбран так, чтобы момент в середине балки был такой же, как момент в раме по середине пролета.

была осуществлена им для виадука д'Авраш, имеющего расчетный пролет в 30,2 м; в последнее время достигнут пролет в 43,0 м (мост Ферен). Применение раскосов приводит к большим трудностям конструирования узлов и усложняет работу по формированию балки, тогда как того же результата можно достичь увеличением жесткости узловых соединений и составных элементов балки: получается естественный переход к безраскосным фермам—т. н. балкам Виренделя.

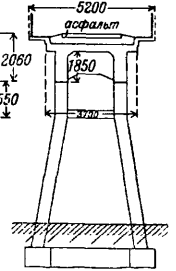
На фиг. 23—25 представлено пролетное строение служебного моста на Беговатской плотине. Ширина моста между перилами 4,85 м, между осями ферм—4,00 м. По верхним поясам ферм уложены рельсы для прохода крана; верхние пояса связаны только поперечными балками (без плиты), на которые укладываются шандоры. Нижние пояса, кроме поперечных балок, связаны также плитой, служащей для поддержания моторов и лебедок (фиг. 24). Расчетный пролет фермы 14,85 м; ферма разделена на 9 панелей, по 1,65 м каждая, при чем вырезы устроены в 7 средних панелях, крайние же—сплошные. Высота фермы

2,00 м, что составляет $\frac{1}{7,5}$ пролета; толщина стенки фермы 0,35 м. Верхний пояс фермы—таврового сечения и имеет высоту 0,45 м, нижний—прямоугольного сечения, высотой 0,35 м, так что высота вырезанного окна составляет 1,20 м, при ширине по фасаду 0,95 м; ширина стойки по фасаду 0,70 м. Косые стержни проходят без перерывов из нижнего пояса в верхний и надежно закреплены обоими концами (Фиг. 25).

при значительном пролете их, помещаются вспомогательные продольные балки. Наиболее выгоднейшая комбинация состоит в том, чтобы при толщине плиты в 13—18 см иметь расстояние между ребрами от 1,5 до 2 м, равное примерно расстоянию между колесами



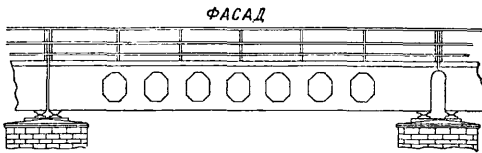
Фиг. 21.



Фиг. 22.

Конструктивные данные из практики. Расчетный пролет l балки больше пролета в свету на 0,40—1,5 м. По

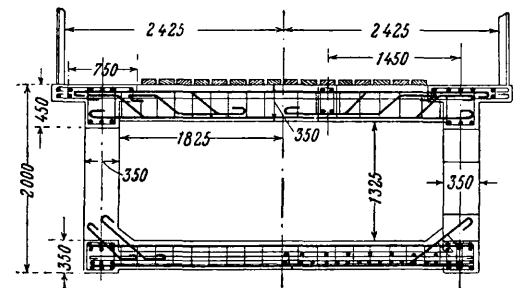
повозок. В жел.-дор. мостах расстояние между ребрами берется около 2,00 м, толщина плиты—от 20 до 30 см. Величина свесов для тротуаров в существующих мостах доходит до 2 м.



Фиг. 23.

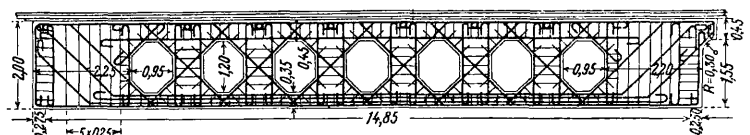
Арочные мосты. Мосты со сплошным сводом. Наподобие обыкновенных сводов каменных мостов сооружаются железобетонные сплошные своды, к-рые имеют несколько типич. форм. В большинстве случаев такие своды устраиваются бесшарнирными, но иногда они имеют два или три шарнира. Арматура свода м. б. г и б ко г типа, составлен. из прутьев, и жесткого

эмпирич. данным, $l = 1,03 L + 0,40$ м для однопролетных мостов и $l = L + 0,30$ м для многопролетных (L —пролет в свету в м). Для мостов под обыкновенную дорогу в высота главных балок изменяется в пределах от $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{14}$ пролета (в средн. $\frac{1}{12}$); для пешеходных мостов—до $\frac{1}{20}$; для мостов с неразрезными балками—от $\frac{1}{12}$ до $\frac{1}{18}$ (в среднем до $\frac{1}{14}$). В консольных и неразрезных балках у опор высота ребра увеличивается. т. к. на сжатие здесь работает ребро, а не плита, как в середине пролета. В мостах под ж. д. высота ребра значительно больше и колеблется в пределах от $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{8}$ пролета. Ширина балок колеблется в пределах от 0,20 до 0,75 м, б. ч. берется в 30—40 см и в исключительных случаях больше 50 см. По отношению к высоте балок ширина составляет $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$, в исключительных случаях $\frac{1}{5}$; она берется такой, чтобы возможна была укладка арматуры с соблюдением необходимых просветов между стержнями в два и, в виде исключения, в три ряда. Расстояние между главными балками колеблется в широких пределах—от 0,8 до 4,5 м. При расстояниях до 2,0—2,5 м плита может еще опираться на главные балки; при больших расстояниях следует ввести поперечные балки, к-рые, являясь связями, вообще говоря, полезны во всяких случаях, т. к. позволяют опирать плиту по контуру и, т. о., уменьшать ее толщину. Между поперечными балками,



Фиг. 24.

типа (система Мелана), в виде жестких арок, клепаных или из прокатного железа, соединенных поперечн. связями; такая ар-

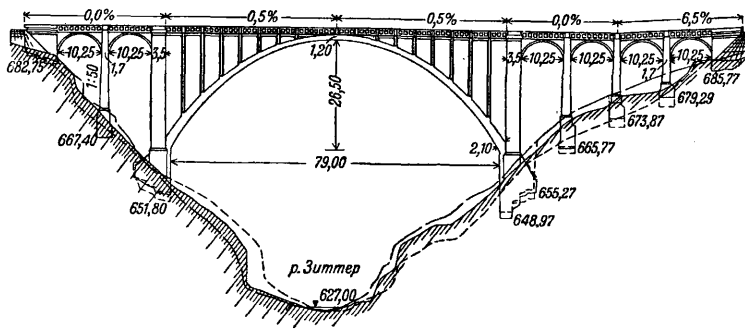


Фиг. 25.

матура может не только держать сама себя, но и поддерживать как формы, подвешенные к ней, так и бетонный свод до его затвердения. Надсводное заполнение может быть массивным, сплошным, образованным глухими щековыми стенками с сыпучим или бетонным заполнением, и сквозным; в последнем случае передача нагрузки на свод

происходит при посредстве колонн или поперечных стенок. Этот вид мостов является более совершенным в технич. отношении.

тив опрокидывания ветром. Толщина свода в замке 1,20 м ($\approx 1/6$ пролета), в пятах 2,13 м. Ось свода очерчена по кривой давления для постоянной нагрузки. Хотя расчетом было выяснено отсутствие в своде растягивающих напряжений, тем не менее арматура была поставлена, в виду того что практич. осуществление свода может дать уклонение от теоретич. формы, опоры могут дать нек-рую осадку и, наконец, остается неучтенным влияние сокращения бетона при твердении. Арматура поставлена вверх и вниз в количестве 28 стержней $\varnothing 28$ мм на всю ширину свода; стержни соединены между собой хомутами и распределительными стержнями, поставленными через каждые 50 см. Нагрузка на свод передается колоннами, по четыре в каждом поперечном ряду; колонны каждого поперечного ряда связаны вверх поперечной балкой в жесткую раму. Расстояние между рядами колонн 3,70 м в свету, а между осями 4,50 м. Число продольных ребер проезжей части равно четырем; промежутки перекрыты плитой толщиной 20 см в середине пути и 25 см по краям. Изоляция состоит из асфальтированного джутового полотна, которое уложено по слою гудрона и прикрыто сверху таким же слоем гудрона. Плита, как видно из фиг. 27, имеет двойную арматуру, в предвидении изгиба плиты вследствие неодинакового прогиба продольных

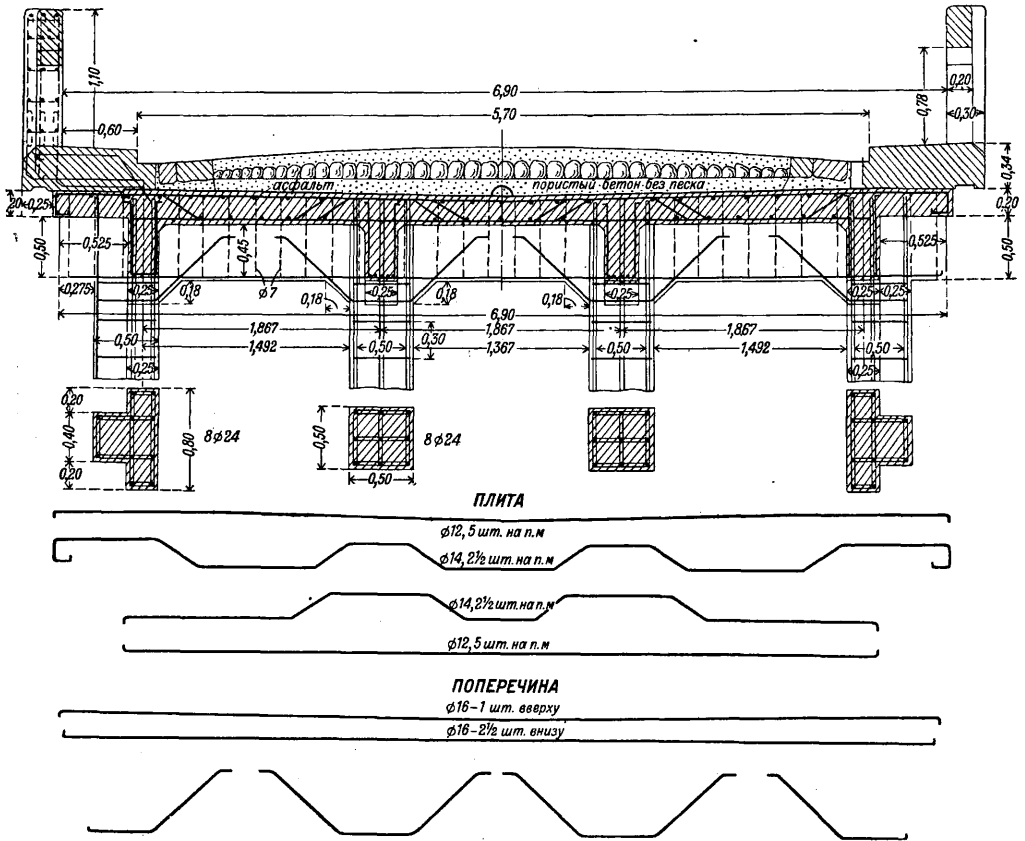


Фиг. 26.

Для придания внешн. виду моста большей массивности полотно моста иногда поддерживают продольными стенками или колоннами, поставленными внутри щековых стен.

Примером мостов с бесшарнирными сводами служит Гмюндертобельский виадук под обыкновенную дорогу. Долина реки Зиттер перекрыта одним сводом,

лонн 3,70 м в свету, а между осями 4,50 м. Число продольных ребер проезжей части равно четырем; промежутки перекрыты плитой толщиной 20 см в середине пути и 25 см по краям. Изоляция состоит из асфальтированного джутового полотна, которое уложено по слою гудрона и прикрыто сверху таким же слоем гудрона. Плита, как видно из фиг. 27, имеет двойную арматуру, в предвидении изгиба плиты вследствие неодинакового прогиба продольных



Фиг. 27.

с пролетом 79,0 м в свету (фиг. 26) и стрелой 26,5 м, со сквозным надсводным заполнением. К главному пролету на косогорах примыкают малые пролеты подходов, по 10,25 м каждый. Ширина свода в замке 6,50 м, в пятах 7,5 м, при чем боковые его грани лежат в наклонных плоскостях: это сделано для придания своду большей боковой устойчивости про-

балок при неравномерном нагружении моста в поперечном направлении. При осадке свода от нагрузки и, главное, от понижения температуры замок опускается, и концы полотна над пятами свода получают горизонтальное перемещение; подвижность достигается тем, что конец полотна опирается на особую легкую упругую железобетонную стенку высотой

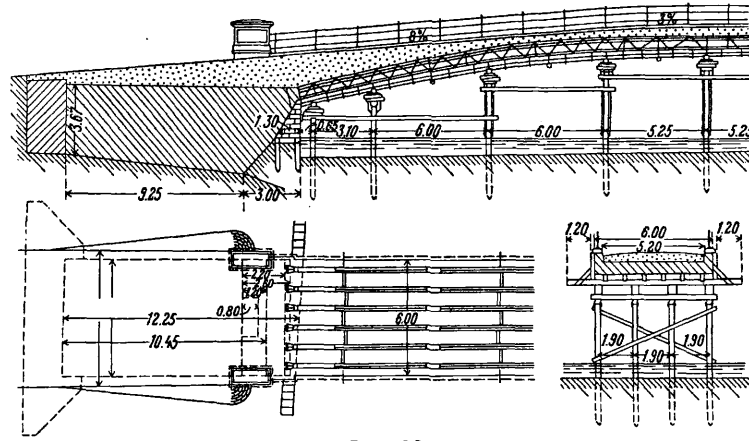
12 м и толщиной 25 см. Боковые пролеты перекрыты сводами с заданными пятами, пазухи заполнены толстым бетоном. Для свободной деформации сводов и для устранения трещин над пятами имеются вертикальные сквозные щели, образованные разновременным бетонированием смежных частей и смазкой поверхности ранее сложного массива смолой. В виду наличия в главных быках растягивающих усилий под

двигать примыкающие части железными листами или накрест пересекающимися прутьями (фиг. 29). Применяются также металлические шарниры.

На фиг. 30 представлен замковый шарнир в своде моста через Эмс—Везерский канал. Шарнир состоит из трех стальных частей: двух подушек, погруженных в бетон, и цилиндра $\varnothing 10$ см. Болты, стягивающие подушки на время установки и бетонирования, перед раскруживанием распиливают или оставляют в покое, так как при толщине около 10 мм они не могут помешать действию шарниров.

Из мостов со сплошными сводами некоторую разновидность представляет трехпролетный мост в Гамбурге через Лангенцуг; пролетные строения этого моста и опоры до их фундамента включительно сделаны из железобетона и объединены в одно целое; последнее обстоятельство позволило допустить неравные пролеты при относительно небольшой толщине быков.

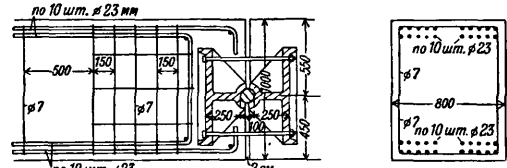
Мосты с параллельными сводами. Конструкция этого рода мостов отличается от конструкции предыдущего типа разделением свода при широком полотне на две параллельные части, что дает сбережение в кладке свода и опор, а также



Фиг. 28.

действием распора бокового свода, на соответствующей грани быков поставлено железо. Устои спроектированы своеобразно; насыпь спущена внутрь устоя естественным откосом, и земля не давит на переднюю стенку; для перекрытия же откоса применена железобетонная плита, поддерживаемая, кроме обратных стенок, еще двумя продольными. Бетона на мост пошло около 8 400 м³.

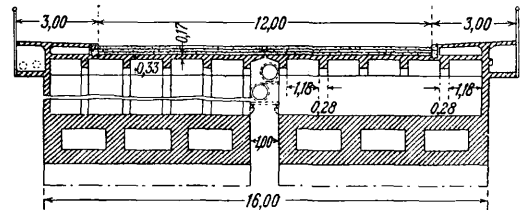
На фиг. 28 изображен первый мост, построенный по системе Мелана в Штейре; единственный его пролет перекрыт сводом с тремя шарнирами. Пролет свода—42,4 м, стрела—2,62 (1/16); это один из самых пологих сводов, примененных до сего времени в мостах. Мост построен под обыкновенную дорогу. Массивные бетонные устои заложены на скале. Ось свода



Фиг. 30.

в кружалах, к-рые могут быть употреблены сперва для одной части, а затем для другой.

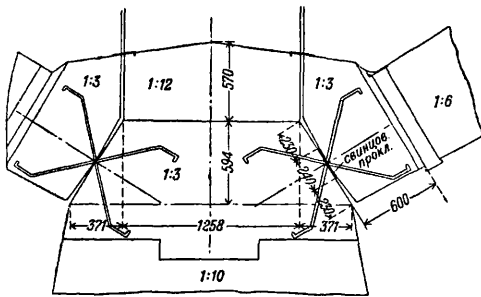
Мосты с пустотелыми сводами. Значительное сбережение в кладке свода м. б. достигнуто путем устройства пустот в теле свода; благодаря им понижается общий вес свода, а следовательно и размер его сечения. Сказанное относится к сводам больших пролетов, когда сечение свода и количество арматуры в нем в малой степени зависят от временной нагрузки; разделение же свода на два параллельных не всегда м. б. допущено по соображениям поперечной жесткости.



Фиг. 31.

В проекте моста через Мозель в Кобленце инж. Ягером применен прием облегчения для двух параллельных сводов пролетом 112 м (фиг. 31).

Мосты с ребристыми сводами. Этот тип пролетного строения является

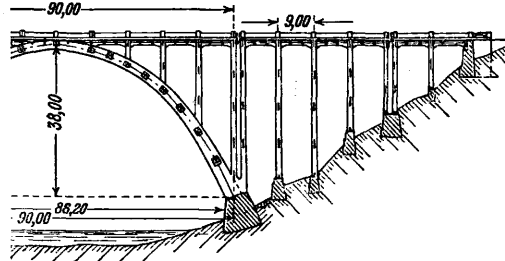


Фиг. 29.

очерчена по дуге круга; толщина в замке—0,60 м, в пятах—0,70 м. Арматура состоит из железных клепаных арок, размещенных по ширине свода через каждый м; сечение арки состоит из 4 уголков, соединенных решеткой из планок и распорок из уголков. Кружала устроены т. о., что во время бетонирования половина веса свода воспринимается арматурой. Арки имеют металлические шарниры в виде стальных цилиндров, $\varnothing 8$ см, занятых между стальными и чугунными (в пятах) балластами. Бетонный свод имеет бетонные шарниры из бетонных камней; пара камней, образующих шарнир, соприкасается друг с другом по цилиндрическим поверхностям, из к-рых одна выпуклая, а другая вогнутая, с радиусами 3 и 4 м. Эти шарнирные камни имеют ширину 0,50 м; при расстоянии между арками 1,0 м получились зазоры по 25 см, заделанные потом бетоном. Напряжения в бетонных шарнирах, исчисленные по ф-ле Герца, достигают 265 кг/см².

Простейшим устройством шарнира временного характера является прокладка свищовой узкой полосы; для постоянно действующих шарниров рекомендуется сое-

ную против шоссейной дороги толщину балластного слоя. Плита имеет толщину 0,16 м. Для свободного температурного перемещения проезжая часть с



Фиг. 34.

обеих сторон замка разрезана; над пятами арок проезжая часть опирается на две колонны высотой 34,3 м; рядом с ними на устое поставлены такие же колонны подходов эстакад. Левая эстакада состоит из 2 четырехпролетных рам длиной каждая по 36 м; правая несколько короче, но также разделена на 2 части.

Наряду с конструктивными достоинствами у этого видауна имеются и некоторые недостатки: пролеты эстакады, особенно в средней части видауна, малы, что вызывает необходимость в большом числе очень высоких колонн; заделка арок в устоях путем всерного раскидывания концов, с пропусками поперечных стержней через загнутые крючья, слаба; распорки между арками сильно армированы по боковым граням при отсутствии железа в верхней и нижней зоне, тогда как изгиб их возможен в радиальной плоскости, — вследствие чего им и придано высокое сечение.

Аналогично мостам со сплошными сводами рассматриваемые мосты также м. б. снабжены жесткой арматурой, а в нек-рых случаях и шарнирами. В весьма интересном проекте моста через Эльбу в Дрездене пролет в 136 м перекрыт трехшарнирными арками с жесткой арматурой из высококоротной стали (пологость $1/15$). Как видно из фиг. 37, сечение каждой клепаной арки состоит из трех сквозных ветвей высотой 2,55 м, связанных в продольной и поперечной плоскостях крестами.

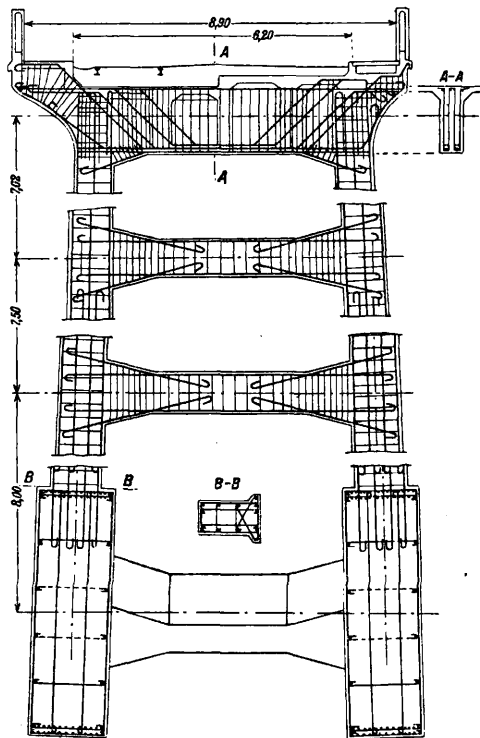
При проектировании мостов указанного типа с большими пролетами серьезное значение имеет не только вопрос о рациональной форме поперечного сечения арок, но и вопрос о повышении в них допускаемых напряжений, в виду крайне значительного собственного веса таких мостов, превышающего временную нагрузку часто в несколько раз. С этой целью в проекте моста через Арста в Стокгольме, пролетом в 170 м, было предложено прямоугольное сечение арки (фиг. 38) со скошенными краями, высотой 5 м и шириной 1,5 м, заключающее в себе 4 кольца консидеровской спиральной обмотки \varnothing 1,40 м, при толщине стержня спирали 24 мм; внутри кольца проходят 25 прутьев \varnothing 22 мм. Инж. Эмпергером кольцевая арматура совмещена с жесткой, проходящей в виде продольных чугунных стержней (уголков и невысоких вертикальных листов). Более рационально распределен материал в сечении арки моста Vésudie. Пролет в 96 м перекрыт двумя арками двутаврового сечения (фиг. 39). Такое сечение с сосредоточен. кольцевой арматурой по краям арки способствует также и некоторому облегчению пролетного строения.

Весьма оригинальна система арматуры, предложенная инж. Люнгербергом, состоящая из труб, наполняемых бетоном; допускаемое напряжение в бетоне в этом случае может быть удвоено. Система отдельных арок име-

ет исключительное применение для Ж. м. больших пролетов с ездой по низу.

Одним из замечательных мостов этого рода является мост С.-Пьер около Руана отверстием 131 м (фиг. 40). Мост имеет один пролет, перекрытый двумя возвышенными арками со стрелой в 25 м; высота арки в замке 2,5 м, в пятах—5,0 м, при одинаковой ширине 2,5 м. Столь мощное сечение облегчено устройством в середине прямоугольного канала (фиг. 41), так что сечение получается трубчатым; толщина боковых стенок всего 20 см. Ниже проезжей части арки сливаются вместе, образуя сплошной свод. Проезжая часть прикреплена к аркам при помощи подвесок за концы поперечных балок.

Заслуживает особого внимания метод раскруживания этого моста, предложенный инж. Фрейсине и ранее примененный в других мостах. Раскруживание было выполнено при помощи гидравлич. домкратов, введенных в ключ арки; при действии домкратов оставленный в замковом сечении шов раскрылся, и арка несколько приподнялась над кружалами, после чего кружала были разобраны и шов заклинен.



Фиг. 35.

Этот прием дает возможность регулировать напряжения в верхнем и нижнем сечениях трубчатой арки с целью их уменьшения и более равномерного распределения. Так, в рассматриваемом мосту наибольшее напряжение бетона в ключе было понижено с 72 до 54 кг/см² и в пятах с 65 до 49 кг/см², а разница в напряжениях верха и низа арки почти уничтожилась, тогда как при обычных приемах раскруживания она достигла бы нескольких десятков кг.

Несколько иначе сконструирован мост Меллер в Тунисе (фиг. 42 и 43). Пролет, в свету 90 м, перекрыт двумя сквозными арками с раскосным заполнением. Ширина моста 6 м, из них 4,8 м занимает ездовое полотно. Отличительная особенность моста состоит в том, что арки снабжены затяжкой, вследствие чего система обращена в балочную и, как таковая, м. б. расположена на узких опорах, при чем одна опорная точка каждой фермы д. б. подвижна; в данном случае эта подвижность достигнута применением железобетонного вальца. Каждая главная ферма состоит из двух поясов параболич. очертания, соединенных между собой раскосами и стойками, а также поперечными связями, поставленными в вертикальной плоскости. Пояса имеют одинаковую по длине ширину 0,9 м и толщину от 0,3 до 0,60 м;

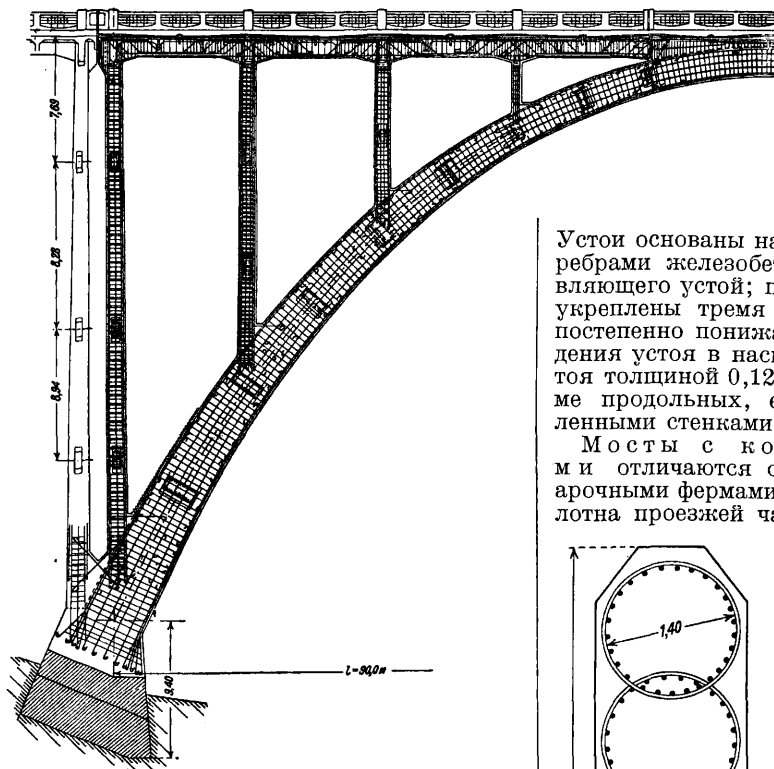
решетчатое заполнение имеет ширину 0,4 м и толщину 0,15 м. Затяжка сечением $0,70 \times 0,80$ м армирована 90 стержнями $\varnothing 27$ мм. Подвески, расположенные через 4,0 м, поддерживают поперечные балки,

поставленными на расстоянии 4 м друг от друга арочными фермами со сплошной стенкой и поперечными балками. Высота ферм

в середине 0,60 м, у пят—2,58 м; ширина 2 средних ферм соответственно 0,40 и 0,80 м, крайних 0,25 и 0,50 м. Фермы в пятах заделаны по всей их высоте и непосредственно переходят в продольные стенки коробчатых железобетонных устоев.

Устои основаны на сваях, размещенных под ребрами железобетонного ящика, представляющего устой; продольные стенки ящика укреплены тремя поперечными стенками, постепенно понижающимися по мере вхождения устоя в насыпь. Передняя стенка устоя толщиной 0,12 м, поддерживается, кроме продольных, еще и наклонно поставленными стенками.

Мосты с коробчатыми сводами и отличаются от мостов со сплошными арочными фермами тем, что арки, кроме полотна проезжей части, прикрывающего их

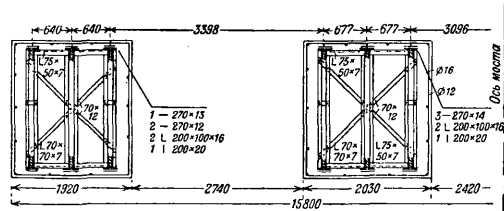


Фиг. 36.

между к-рыми идут три продольные балки, а между ними и затяжкой, для уменьшения длины контура (а следовательно и толщины) плиты, поставлена дополнительная поперечная балочка. Опорные части покоятся на небольших колоннах (устоях), соединенных между собой железобетонными распорками и диагоналями; основанием для устоев, в виду мягкого грунта, залегающего на значительную глубину (12—20 м), служат железобетонные сваи восьмиугольного сечения $\varnothing 0,4$ м и длиной 18 м.

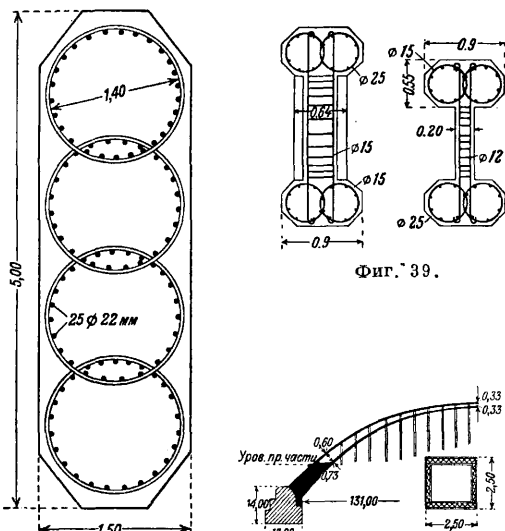
По такой же системе закончен в 1928 г. построенный многопролетный мост Ура-Зогу (Ura-Zogu) в Албании (6×54 м). В отличие от предыдущего моста арка имеет сплошное сечение. Вместо нерационального верного заделывания стержней затяжки моста—в мосте Ура-Зогу пропущенные наружу стержни снабжены нарезной и закреплены гайками и контргайками, которые упираются в широкую чугунную плиту (фиг. 44).

Мосты с арочными фермами. Представителем этого типа может служить



Фиг. 37.

однопролетный мост отверстием 23,60 м под обыкновенную дорогу через Шехват в Австрии (фиг. 45 и 46). Плита ездового полотна толщиной 0,12 м поддерживается четырьмя



Фиг. 38.

Фиг. 40.

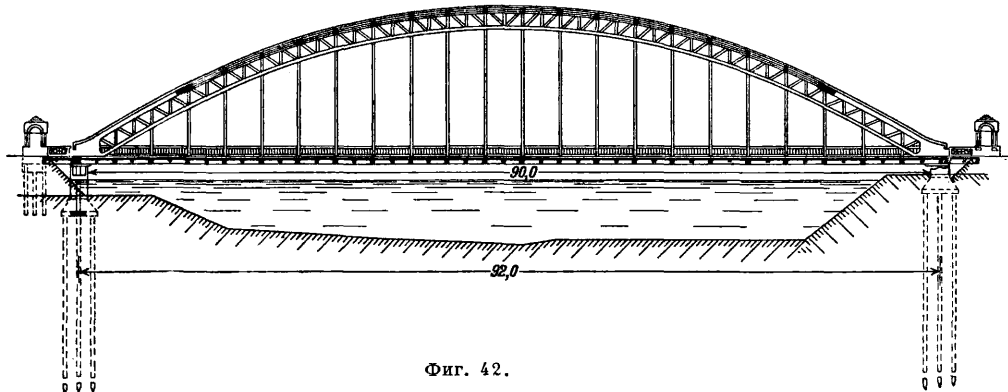
Фиг. 41.

сверху, закрыты снизу тонким сплошным сводом. Получается как бы пустотелый коробчатый свод с продольными и поперечными перегородками; как наружные стенки, так и перегородки свода имеют сравнительно небольшую толщину.

По этой системе построен мост через р. Тибр в Риме (фиг. 47). Кроме величины пролета в 100 м, мост замечателен своей пологостью в $\frac{1}{10}$ и тем, что построен на слабом грунте. Ширина моста между перилами 19,2 м, из к-рых 13,0 м отведено на ездовое полотно. Устои моста, имеющие тот же коробчатый характер, что и свод, состоят из продольных и поперечных стенок (фиг. 48 и 49). В местах их пересечения расположены бетонные колонны, основания, в которые своевременно были погружены вертикальные железные стержни, а с этими стержнями была затем соединена арматура стенок устоя. Т. о., мост представляет непрерывное целое вместе с колоннами основания. Устой коробчатого типа снабжены в передней своей части дном в виде плиты толщиной 40 см; задняя часть заполнена землей, но не имеет дна; грунт в этой части уплотнен устройством добавочных колонн.

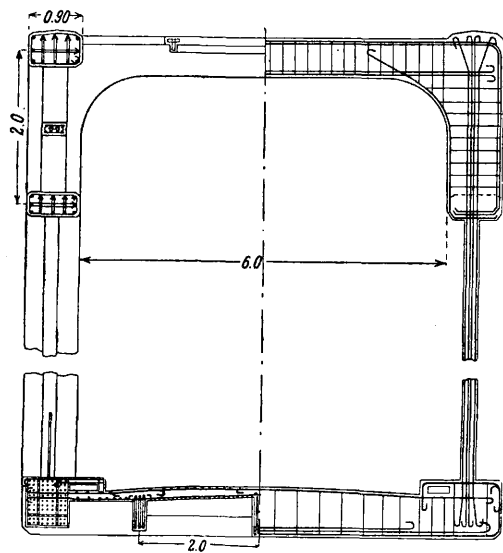
Коробчатый свод устроен с т. н. «норовыми рогами», к-рые получают вследствие того, что наружные ребра свода срезаются постепенно уходящейся к пятам фаской. Нижняя плита коробчатого свода имеет толщину в замке 20 см, в пятах 50 см. Вертикальные стенки, в количестве 7 шт. по ширине моста, имеют толщину 20 см. Вблизи замка поставлены в промежутках дополнительные продольные стенки, связанные

кратами, возможно спроектировать железобетонный свод пролетом 600 м. Достигнутая предельная пологость сводов и арок равна $\frac{1}{17,2}$; нормальной предельной пологостью можно считать $\frac{1}{15}$; пологость в $\frac{1}{10}$ или $\frac{1}{8}$ не считается затруднительной.



Фиг. 42.

поперечинами, толщиной в 10 см. Плита проезжей части имеет толщину 15 см. Высота пустого промежутка между сводом и плитой в замке—45 см. Таким образом, полная высота коробчатого свода в замке—80 см, т. е. $\frac{1}{125}$ пролета. Полотно выложено плитами, спрессованными из смеси асфальта с песком; толщина ездовой корки всего 5 см. На остальном протяжении пролета, где нет дополнительных продольных стенок, плита проезжей части поддерживается поперечными балками, опирающимися на основные продольные ребра. В поперечных стенках оставлены отверстия для прохода. Основная арматура пролетного строения состоит из стержней, которые напоминают своей формой камышевый ствол, расколотый вдоль пополам; этот полукруглый профиль с перегородками на



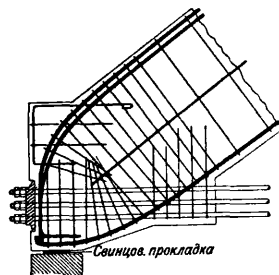
Фиг. 43.

выгнутой стороне и ребрами на выпуклой применен для достижения лучшей связи железа с бетоном. При испытании наибольший прогиб, при нагрузке в 200 кг/м^2 по всему пролету, выразился в 32 мм, т. е. около $\frac{1}{3000}$ пролета.

Практические данные. Предельный пролет Ж. м.—186,4 м (мост Элорн). Инж. Фрейсине считает, что при искусственном регулировании напряжений в своде, путем раскружачивания его гидравлич. дом-

Толщина сплошных сводов редко принимается в $\frac{1}{100}$ пролета, чаще—ок. $\frac{1}{60}$ для сводов без шарниров и около $\frac{1}{75}$ для сводов с 3 шарнирами. Высота ребер в ребристых сводах немного больше толщины сводов сплошных; во французских мостах она составляет ок. $\frac{1}{60}$ пролета, в немецких—ок. $\frac{1}{55}$; такое же примерно соотношение наблюдается и в высоте отдельных арок. Что касается ж.-д. мостов, то толщина сводов и высота арок колеблется в пределах от $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{40}$, составляя в среднем—ок. $\frac{1}{30}$. Очертание оси свода или арки следует принимать по кривой давления для постоянной нагрузки; приближенное очертание для подъемистых сводов ($f:l=0,5 \div 1,0$) можно взять по эллипсу или по параболе, для сводов средней пологости ($f:l=0,25 \div 0,5$)—по параболе, для пологих ($f:l < 0,25$)—по кругу. Шарниры устраивают в случаях, когда свойства грунта не дают уверенности в стойкости опор; необходимость в шарнирах встречается также при очень пологих сводах, т. к. они имеют значительные перемещения замка и повороты в пятах при колебаниях t° , твердения бетона и при раскружачивании. Двухшарнирных сводов не строят пока в виду того, что главная масса свода располагается у замка, что невыгодно в смысле величины распора, а с другой стороны, в замке остаются те неудобства, к-рые устранены в пятах; поэтому назначают чаще всего три шарнира.

Арматура из прутьев является более экономичн. по своей приспособляемости к величине действ. усилий и более равномерно распределению в бетоне. Желание обойтись без устройства кружал или значительно уменьшить затраты на них приводит к применению жесткой арматуры. Количество



Фиг. 44.

Расчет прочности подмостей, кружал, опалубки и горизонтальных частей форм производится на нагрузку полным весом бетонной массы; в случае применения трамбованного бетона расчетная нагрузка увеличивается в 1,5 раза по сравнению с действительной; д. б. принята также во внимание нагрузка от толпы рабочих в 200 кг/м^2 горизонтальной проекции кружал, а также нагрузка от кранов и вагонеток по действительному их весу. Нагрузка от кладки свода на n . m длины кружал исчисляется по ф-ле:

$$N = \gamma \cdot e \left(1 + \frac{e}{2R} \right) \cdot \cos \alpha,$$

где γ — вес 1 м^3 железобетонной кладки, e — средняя толщина свода в рассматриваемом клине, α — угол шва с вертикалью и R — радиус оси свода. Для расчета прочности принимают следующие допускаемые напряжения (в кг/см^2):

	Хвойн. лес	Дуб	Железо
Для нормальных напряжений при изгибе	120	150	1 400
Для непосредствен. растяжения вдоль волокон	165	210	1 400
Для непосредственного сжатия вдоль волокон	105	120	1 400
Для смятия во врубках:			
при глубине врубки до 30 мм	50	60	—
» » » 40 »	40	50	—
Для скалывания во врубках	15	25	—
Для скалывания при изгибе	30	45	—
Для срезывания	—	—	1 100

При проверке на совокупное действие вертикальной нагрузки и ветра указанные выше напряжения на растяжение, сжатие и изгиб м. б. увеличены на 15%. Коэфф. устойчивости на опрокидывание от действия ветра д. б. не менее 1,25. При устройстве кружал необходимо придавать им строительный подъем от $\frac{1}{400}$ до $\frac{1}{1000}$ пролета, постепенно убывающий от середины к опорам.

Приготовление арматуры сводится к следующим операциям: 1) отрезка стержней по данным в проекте длинам, 2) наращивание коротких стержней и 3) гнутье стержней. Железо перерубают зубилами или режут ручными или механич. пилами. Гнутье стержней, в зависимости от диаметра, производится в холодном или горячем виде по шаблонам. Для больших работ применяется специальная машина с электрич. приводом; обычно же гнутье производят на специальных верстаках, ручными машинками, устроенными по принципу рычага. Перед укладкой арматурное железо очищают от грязи и отпадающей ржавчины и смазывают цементным молоком. Для устранения сдвига арматуры при укладке бетона продольные и поперечные стержни и хомуты связывают отоженной проволокой $\varnothing 1-2 \text{ мм}$. Устройство стыков стержней арматуры д. б. избегаемо, а при отсутствии железа требуемой длины стыки должны располагаться вразбежку и в менее напряженных местах; стыки делают внахлестку, с заходом стержней один за другой и с обмоткой вязальной проволокой, или же соединяют стержни свариванием или посредством стяжных муфт.

Приготовление бетона. Никаких обязательных пропорций и приемов приготовления бетона не установлено, т. к. при

должном сочетании крупностей песка и камневидной составляющей одни и те же механич. качества бетона м. б. достигнуты при помощи разнообразных комбинаций. Бетон по консистенции допускается двух типов: пластичный, требующий уплотнения несильным трамбованием, и литой. Точное установление необходимой консистенции бетона, в зависимости от требуемого временного сопротивления и характеристик имеющихся материалов, производится по методу Абрамса (см. *Железобетон*). Перед замешиванием бетона грязные пески и гравий промывают в плоских сосудах ручным способом или в особых промывочных машинах, устроенных по принципу промывочка; после промывки материал сортируют по крупности сеточной воронкой. Если естественная смесь гравия не соответствует требуемой для получения наиболее плотного строения бетона, то производится искусственная сортировка пропуском гравия через особый сортировочный цилиндр. На малых работах щебень и гравий прогрохачивают вручную через обыкновенные проволочные сита. Заготовка щебня производится ручным или машинным способом; в наиболее распространенных камнедробилках (см. *Дробление*) измельчение производится между неподвижной и подвижной челюстями из твердой стали или закаленного марганцевого чугуна, которые действуют сильным давлением. На малых работах выгодно ручное приготовление бетона; при этом необходимо устройство горизонтального пола из досок, т. н. бойка, на котором производится перемешивание сначала песка с цементом, а затем и с мокрым щебнем, с добавлением потребного количества воды. При более крупных работах следует предпочесть машинное изготовление бетона, обладающего лучшими механич. свойствами (см. *Бетон*). Бетономешалки устраивают с ручными или механич. приводами; они работают периодически или непрерывно (см. *Бетоньерки*). Особенно удобны последние: подача, автоматич. отмеривание сырья, промывание и отдача происходят в них остановочно. Из периодических лучшей является бетономешалка Рансом, с производительностью в $10-12 \text{ м}^3/\text{ч}$, при потребной мощности в 6 л.с.

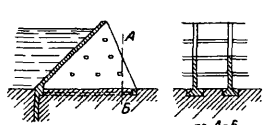
Бетонирование должно производиться непрерывно, т. е. каждый слой бетона, толщиной не более 15 см, должен укладываться на свежую поверхность уже положенного и утрамбованного бетона до его полного схватывания. При употреблении литого бетона строят распределительные башни (деревянные или железные), в которых устанавливают подъемники с бадами или черпаковые элеваторы. Через воронку и отвесную выводную трубу бетон попадает в систему наклонных желобов, по которым он медленно течет к месту потребления; скорость течения д. б. такова, чтобы бетон во время движения не распадался на свои основные части. При бетонировании тонких плит иногда применяется пневматический способ бетонирования, заключающийся в нагнетании смеси цемента с песком и выкидывании ее на подлежащую бетонированию поверхность под давлением сжатого воздуха при помощи особой

машины—цемент-пушки. Окончательное раскружаливание производится через 4 недели для мостов малых пролетов и через 6 недель для всех остальных мостов.

Лит.: П е р е д е р и й Г. П., Курс железобетонных мостов, 3 изд., Л., 1925 (лит.); У с п е н с к и й Ю. И., Железобетонные мосты и путепроводы в России, с. 1., 1908; Д и а м а н д и Н. О., Шоссейные железобетонные мосты Тамбовской губ., Тамбов, 1914; М а л ь ц е в, Железобетонные сооружения Екатеринбургской ж. д., 1908; К и р е е н к о И. А., Производство железобетонных работ, Киев, 1915; П и п е р т П., Производство железобетонных работ, пер. с нем., М.—Л., 1928; З а л и г е р Р., Железобетон, пер. с нем., 2 изд., М.—Л., 1928; Временные технич. условия и нормы для проектирования и возведения железобетонных сооружений, М., 1926; Сборник разработ. и одобр. Технич. совещанием при Упр. по сооружению ж.-д. проектов сооружений и пр., вып. 4, П., 1918; Сборник типов проектов железобетонных пролетных строений, мостов, разработанных Централн. отд. НКПС по сооружению ж. д., М., 1928; Handb. f. Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, B. 6—7, B., 1921—22; M e l a n J., Der Brückenbau, B. 2, W.—Stg., 1924 (лит.); K e r s t e n C., Brücken in Eisenbeton, B. 1, B., 1928; d e T e d e s c o N., Recueil des types de ponts-routes, P., 1907; S p a n g e n b e r g H., Eisenbetonbogenbrücken f. grosse Spannweiten, Berlin, 1924; S p a n g e n b e r g H., Die gewölbten Brücken über 80 m Spannweite, «B. u. E.», 1928, 18; M ö r s c h E., Der Eisenbetonbau, seine Theorie u. Anwendung, B. 1—2, Stg., 1923—26; H o o l G. A., Reinforced Concrete Constructions, v. 3—Bridges a. Culverts, N. Y., 1916; K e t c h u m M. S., Design of Highway Bridges of Steel, Timber and Concrete, New York, 1920; S t r a s s n e r A., Neuere Methoden zur Statik d. Rahmentragwerke u. die elastischen Bogen träger, B. 2—Der Bogen u. das Brückengewölbe, 3 Aufl., B., 1927.

Н. Хомутильников.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЛОТИНЫ, плотины, материалом к-рых является по преимуществу железобетон. В современ. практике плотиностроения железобетон играет большую роль, нередко позволяя использовать в конструкции вес самой воды в целях устойчивости сооружения, придавая последнему формы, повышающие его устойчивость до пределов, недоступных при прочих материалах. Господствующим типом Ж. п. является полая плотина с передней (напорной) гранью, наклоненной к горизонту под углом от 30 до 45°, и контрфорсами (устоями), расположенными на расстоянии от 1,5 до 6,0 м и более один от другого в зависимости от высоты плотины. Эта передняя грань образуется плитой, выдерживающей давление воды и опирающейся на контрфорсы. В больших плотиных плитах заменяют арками, допускающими увеличение расстояния между контрфорсами и способствующими лучше использовать и сохранению материала, т. к.



Фиг. 1.

образующиеся трещины сами закрываются вследствие работы арки на сжатие. Толщина контрфорсов увеличивается сверху вниз от 0,15 до 1 м и более, путем устройства уступов или применения трапециoidalного профиля контрфорса по его толщине. В целях же придания всей конструкции жесткости контрфорсы соединяются между собою ребрами жесткости (фиг. 1) в виде железобетонных балок и плит. Уклон задней грани контрфорсов вододержательных плотин обыкновенно равен 0—15° по отношению к вертикали. При допускаемом напряжении бетона на сжатие 20—25 кг/см² для контрфорсов берут

обычно состав бетона 1:3:6. По конструктивным соображениям (требования жесткости сооружения в целом) контрфорсам придают размеры несколько более солидные, чем того требует расчет. Обычно контрфорсы снабжаются легкой арматурой. Напорная плита делается из бетона состава 1:2:4 с применением портланд-цемента, крупнозернистого острогранного чистого речного или морского песка и мелкого гравия безупречной промывки. Допускаемые напряжения для плиты: на сжатие от 35 кг/см² и выше для бетона и 1000 кг/см² для железа на растяжение. Железо располагается в расстоянии 2—4 см и более от напорной грани. Отличительная черта плотин рассматриваемого типа—высокие коэффициенты устойчивости сооружения на опрокидывание и на скольжение, что объясняется наклонным положением силы давления воды на переднюю плиту и отчасти наклонным положением задней грани контрфорсов. Давление на основание передается в подошвах контрфорсов, воспринимающих нагрузку от напорных плит, работающих под давлением воды. Плиты работают, как балки, полузаделанные на концах с моментом $M = \frac{pl^2}{10}$; контрфорсы—на неравномерное сжатие и продольный изгиб, который устраняется введением ряда ребер жесткости. Плита, кроме условий прочности, должна удовлетворять условию водонепроницаемости; толщина δ плиты, при составе бетона 1:2:4, в зависимости от напора h (по Житкевичу) равна (в м):

h	1,20	12,000	30,000
δ	0,10	0,37	1,65

Эти данные являются средними и иногда в практике уменьшаются.

Расчетную толщину плиты определяют по ф-ле Кристофа (Cristophe): $\delta = 0,0044\sqrt{M}$ или лучше по одной из ф-л:

$$\delta'' = 0,00375 \sqrt{M} \begin{cases} = 0,00375 l \sqrt{\frac{p}{8}}, & \text{когда опоры свободные;} \\ = 0,00375 l \sqrt{\frac{p}{10}}, & \text{когда опоры полузаделанные;} \\ = 0,00375 l \sqrt{\frac{p}{12}}, & \text{когда опоры заделанные.} \end{cases}$$

При этом конструктивная толщина $\delta = \delta'' + \Delta\delta''$, где $\Delta\delta''$ равно от 0,02 до 0,04 м. При нахождении величины M (расчет ведут по горизонтальным полосам) берут величину p , отвечающую нагрузке на 1 м пролета в нижней точке полосы шириной 1 м по высоте и пролетом l . Коэффициент насыщения железом лучше всего брать 1%—это отвечает наибольшей экономии.

Для расчета устоев будем иметь следующие формулы.

Вес устоя равен (фиг. 2):

$$G = \frac{1}{6} \cdot \gamma \cdot \beta \cdot d_0 \cdot h^2 (2\theta + 1), \quad (1)$$

где γ —вес 1 м³ тела устоя, $\beta = \frac{b}{h}$, $\theta = \frac{d_0}{d_0}$; остальные величины видны из фиг. 2.

Точка S приложения силы веса G лежит на прямой PO , соединяющей вершину P с серединой O основания; с другой стороны, точка S отстоит от вершины P на расстоянии

$$z_0 = \frac{h}{2} \cdot \frac{3\theta + 1}{2\theta + 1}. \quad (2)$$

Расстояние точки S от низа устоя:

$$z_u = h - z_o = \frac{h}{2} \cdot \frac{\vartheta + 1}{2\vartheta + 1} \quad (3)$$

Величина

$$e = \frac{h}{2} \cdot \frac{\vartheta + 1}{2\vartheta + 1} \left(\mu - \frac{\beta}{2} \right), \quad (4)$$

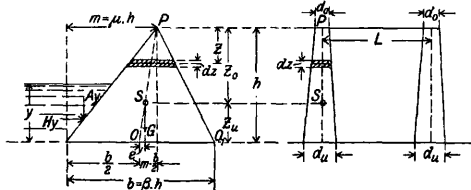
где

$$\mu = \frac{m}{h}.$$

Момент силы веса M_G относительно точки O

$$M_G = +G \cdot e = \frac{1}{12} \cdot \gamma \cdot \beta \cdot d_o \cdot h^3 \left(\mu - \frac{\beta}{2} \right) (\vartheta + 1). \quad (5)$$

Знак (+) отвечает случаю, изображенному на чертеже. Возможен случай, когда $M_G < 0$.



Фиг. 2.

Если отношение толщины устоя d_o к расстоянию между осями устоев равно δ

$$\frac{d_o}{L} = \delta, \quad (6)$$

то из ур-ий (1) и (5) получим:

$$G = \frac{1}{6} \cdot \gamma \cdot \delta \cdot h^2 \cdot L \cdot \beta (2\vartheta + 1), \quad (1')$$

$$M_G = \frac{1}{12} \cdot \gamma \cdot \delta \cdot h^3 \cdot L \cdot \beta \left(\mu - \frac{\beta}{2} \right) (\vartheta + 1). \quad (5')$$

Вертикальная слагающая давления воды

$$A_y = \frac{1}{2} \cdot \gamma_o \cdot L \cdot \mu \cdot y^2. \quad (7)$$

Горизонтальная слагающая давления воды

$$H_y = \frac{1}{2} \cdot \gamma_o \cdot L \cdot y^2. \quad (8)$$

В ф-лах (7) и (8) величина γ_o означает удельный вес воды.

Моменты слагающих давления воды относительно точки O

$$M_A = -\frac{1}{4} \cdot \gamma_o \cdot L \cdot \mu \cdot \beta \cdot h \cdot y^2 + \frac{1}{6} \cdot \gamma_o \cdot L \cdot \mu^2 \cdot y^3; \quad (9)$$

$$M_H = H_y \cdot \frac{y}{3} = \frac{1}{6} \cdot \gamma_o \cdot L \cdot y^3. \quad (10)$$

Сумма всех вертикальных сил $\Sigma V = G + A_y$, а полная величина моментов сил $\Sigma M = M_G + M_A + M_H$.

Напряжение на задней (обращенной к нижнему бьефу) грани:

$$\sigma_2 = \frac{G + A_y}{b \cdot d_u} + \frac{6 \Sigma M}{b^2 \cdot d_u}. \quad (11)$$

Напряжение на передней (напорной) грани:

$$\sigma_1 = \frac{G + A_y}{b \cdot d_u} - \frac{6 \Sigma M}{b^2 \cdot d_u}. \quad (11')$$

Главные напряжения на задней и напорной гранях устоя (фиг. 3) соответственно равны: а) при полном водохранилище

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1' &= \frac{\sigma_1}{\sin^2 \varphi_1} - p \cdot \text{ctg}^2 \varphi_1; \quad \tau_1' = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma_1 - p}{\sin^2 \varphi_1} \\ \sigma_2' &= \frac{\sigma_2}{\sin^2 \varphi_2} - p \cdot \text{ctg}^2 \varphi_2; \quad \tau_2' = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma_2 - p}{\sin^2 \varphi_2} \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где

$$p = \gamma_o \cdot y \cdot \frac{L}{d_u} = \frac{\gamma_o \cdot y}{\delta \cdot \vartheta};$$

σ и τ со знаками — соответственно главные нормальные и касательные напряжения; б) при порожнем водохранилище главные напряжения определяются по тем же формулам (12) при условии приравнения величины p нулю.



Фиг. 3.

Для устойчивости сооружения на скольжение необходимо, чтобы

$$f(G + A) > H, \text{ или } f > \frac{H}{G + A};$$

в крайнем случае:

$$f = \frac{H}{G + A} = f_{min}.$$

Величина f определится из равенства:

$$f = \frac{1}{\mu + \frac{1}{3} \gamma' \cdot \beta \cdot \delta \cdot (2\vartheta + 1)},$$

где $\gamma' = \frac{\gamma}{\gamma_o}$. Из трех сил H , G и A сила H

старается опрокинуть устой вокруг точки O_1 , а силы A и G противодействуют этому.

Если моменты этих сил относительно точки O_1 обозначить соответственно через M_{H_1} , M_{G_1} , M_{A_1} , то для устойчивости сооружения необходимо, чтобы было соблюдено условие:

$$M_{A_1} + M_{G_1} > M_{H_1},$$

или

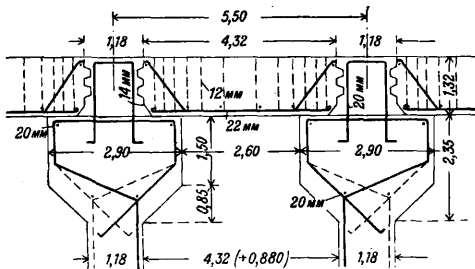
$$\frac{M_{A_1} + M_{G_1}}{M_{H_1}} = \varrho > 1.$$

Обыкновенно берут ϱ от 1,5 до 2, что нетрудно обеспечить надлежащим выбором угла наклона передней грани.

Кoeff-т устойчивости на опрокидывание определится из равенства:

$$\varrho = \frac{\gamma'}{4} \cdot \beta \cdot \delta [(5\beta - 2\mu)\vartheta + 3\beta - 2\mu] + \mu(3\beta - \mu).$$

Аналогичным образом решается задача в случае принятия фильтрационного давления воды снизу. При устройстве полых Ж. б. на скалистом основании необходимо обратить внимание на соединение передней плиты и



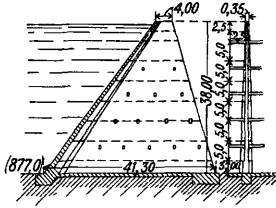
Фиг. 4.

контрфорсов со скалой. Плита д. б. погружена вниз в виде зуба до вполне прочной и водонепроницаемой породы, контрфорсы д. б. заделаны в прочную скалу, свободно выдерживающую нагрузку от контрфорсов. Для примера приведем данные о двух плотинах.

Итальянская плотина Комбамала (Combamala, 1917—18 гг.) имеет высоту до 38 м и длину 90 м (фиг. 4 и 5). Передняя грань

наклонена к горизонту под углом 55° и состоит из плит размерами 5×5 м, при толщ. их 1,35 м внизу и 0,35 м у гребня. Контрфорсы расставлены на 5,50 м друг от друга (центр от центра), при толщине их внизу 1,85 м и вверху 0,35 м. Бетон в сооружении нигде не работает на растяжение. Передняя плита погружена в прочную водонепроницаемую породу на глубину не менее 3 м. Для лучшего сопротивления горизонтальной сдвигающей силе устроены упоры в скалу в верховой и низовой частях.

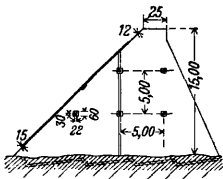
Плотина Селюн (Selune, Франция) имеет высоту до 15 м. Напорная грань составлена из 17 полукруглых арок пролетом в 5 м,



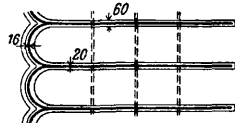
Фиг. 5.

имеющих толщину по низу 0,16 м и по верху 0,12 м (фиг. 6—8). В виду незначительной толщины арки водонепроницаемость ее достигнута покрытием напорной поверхности цементной штукатуркой, в к-рую погружена метал. сетка. Арки работают на сжатие с напряжением до 38 кг/см^2 . Швов соединения не устраивалось. Контрфорсы имеют толщину 0,20 м и поддерживают пешеходный мостик шириной 2,50 м: при расчете мостика принято напряжение бетона на сжатие 45 кг/см^2 . Давление на основание не превышает 7 кг/см^2 . Арматура арок состоит из железа диам. 10 мм и распределителей диам. 6 мм.

Применение рассматриваемого типа Ж. п. при значительных высотах ограничивается пока несжимаемыми, трудно размываемыми грунтами: галечно-гравелистыми, песчано-гравелистыми, галькой с валунами и плотными глинистыми; что касается прочих мягких грунтов (мягкий песчано-глинистый, песчаный, песчано-илистый и друг.), то на них водоудержательные Ж. п. значительной высоты пока не устраивались. В пределах подпора в 5—8 м возможно построить полу плотину и на последних грунтах, прибегая к шпунтовым рядам, а в случае надобности и к свайным основаниям. На первом



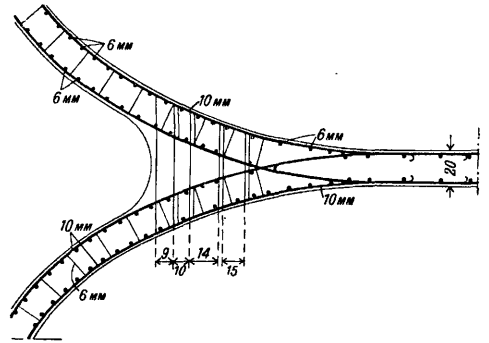
Фиг. 6.



Фиг. 7.

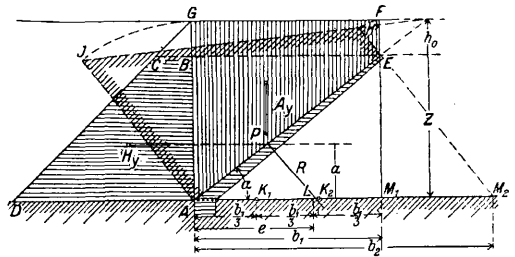
месте стоят металлич. шпунтовые ряды, забитые на достаточную глубину с верховой стороны в один или два ряда, смотря по грунту и по подпору; они позволяют довести фильтрацию в основании до минимума, предупреждая вымывание мелких частиц грунта из-под сооружения. В данном случае передняя плита переходит в глубокий зуб, опущенный в грунт. В случае опасности фильтрации воды вдоль зуба и далее вдоль осно-

вания делают забивку верхового шпунта ниже зуба на глубину, равную подпору плотины. При метал. шпунтовом ряде ограничиваются устройством его с верховой стороны, не прибегая к устройству его с низовой стороны. Водосливная часть железобетонных водоудержательных плотин ничем не



Фиг. 8.

отличается от водоподъемных водосливных плотин. Водобойная часть при значительном подпоре требует устройства водяной подушки, как требуют этого и каменные водосливы. Правильный выбор угла α наклона напорной грани играет большую роль в распределении напряжений в теле поллой плотины. Величина α в зависимости от высоты плотины z и толщины переливающегося слоя h_0 (фиг. 9) определяется следующим образом.



Фиг. 9.

Если H_y —горизонтальное давление, а A_y —вертикальное давление воды на переднюю грань плотины, то на 1 н. м длины сооружения, при весе 1 м³ воды, равном γ_0 ,

$$H_y = \frac{z^2 + 2zh_0}{2} \gamma_0,$$

$$A_y = \frac{z^2 + 2zh_0}{2 \operatorname{tg} \alpha} \gamma_0.$$

Чем меньше величина α , тем больше величина A_y . Силы A_y и H_y пересекаются в точке P и заменяются равнодействующей R при расстоянии a точки P от подошвы:

$$a = \frac{z(z + 3h_0)}{3(z + 2h_0)}.$$

Величина силы R определяется площадью эпюры $AENJ$, где $HE = h_0$ и $AJ = z + h_0$:

$$R = \frac{z^2 + 2z \cdot h_0}{2 \sin \alpha} \gamma_0.$$

Сила R пересекает подошву в точке L , положение к-рой определяется величиной

$$AL = e = \frac{a}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha} = \frac{z}{3 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{z + 3h_0}{z + 2h_0}.$$

При проектировании необходимо достигнуть того, чтобы точка L была внутри средней трети и никак не выходила правее K_2 , границы крайней трети сечения контрфорса. Низовая грань контрфорса плотины колеблется в практике между отвесным и перпендикулярным к напорной грани положениями. В первом случае, при совпадении точки L с точкой K_2 или при положении, близком к этому, угол α лежит между 45 и 38° , при чем α тем меньше, чем больше h_0 . Угол α м. б. вычислен по уравнению:

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{z + 3h_0}{z + 2h_0}},$$

при чем для h_0 надо брать возможно большее значение. Когда низовая грань контрфорса плотины расположена перпендикулярно к напорной грани, т. е. $EM_2 \perp AE$, то равнодействующая всех сил проходит внутри средней трети подошвы контрфорса и в предельном положении—через точку K_1 , когда h_0 близко к нулю. При возрастании h_0 точка L перемещается к середине (в сторону внутренней трети). Угол α в данном случае также целесообразнее всего брать в пределах $40-45^\circ$, как показала практика возведения плотин в Америке. Конструкция водосливных Ж. п. аналогична конструкции плотин вододержательных.

Лит.: Анисимов Н. И., Плотины, ч. 1, М., 1928, ч. 2, М., 1924; Житкевич Н. А., Бетон и бетонные работы, СПб, 1912; Bonnet M. F., Cours de barrages, 2 ed., P., 1920; Garnier E., Forces hydrauliques, v. 1—3, P., 1922; Taylor W. T. a. Braumer D. H., American Hydro-Electric Practice, N. Y., 1917; Wegmann E., The Design a. Construction of Dams, N. Y., 1927; Ziegler P., Der Talsperrenbau, V. 2, B., 1927; Kelen N., Die Stau-
mauern, V., 1926.

Н. Анисимов.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СВАИ, сваи из железобетона (см.). Ж. с. могут быть как забитые и вынутые, т. е. изготовленные заранее и потом забитые, так и набивные, т. е. изготовленные на месте своей установки. В большинстве случаев применяются забивные сваи. Размеры Ж. с. варьируют в пределах от 20 до 40 см в поперечнике, при длине до 20 м (до такой длины доходили Ж. с., примененные при постройке в 1927 году основания для холодильника в Севастополе).

Теория удара бабы о сваю показывает, что сваю нельзя погрузить в грунт, если вес бабы меньше веса самой сваи. Отсюда следует, что наибольшие размеры Ж. с. определяются ее предельным весом, к-рый не должен превышать веса бабы. В обыкновенных копрах вес бабы принимается равным 1—1,5 т; в особо важных случаях он доводится, в специального типа копрах, до 4 т. Методы расчета Ж. с.—см. Бетонные и железные сваи.

Форма поперечного сечения сваи, при одной и той же площади его, мало влияет на сопротивление сваи; так, напр., при замене круглого сечения квадратным сопротивление увеличивается на 7—9%, а при замене круглого сечения восьмиугольным—всего лишь

на 1—2%. С другой стороны, придание стволу цилиндрической сваи даже небольшой коничности ($\alpha_1 = 1-3^\circ$) увеличивает сопротивление ее в значительной степени, что можно видеть из табл. 1.

Табл. 1 приводит к следующим выводам: 1) общие сопротивления сваи при переходе от цилиндрич. формы к конич. возрастают очень существенно, и коэфф. этого возрастания в среднем колеблется от 5 до 6, в зависимости от глубины забивки сваи; 2) общие сопротивления коническ. сваи сравнительно мало меняются от увеличения угла коничности α_1 ствола сваи (по крайней мере в малых пределах значений этих углов в зависимости от конструктивных ограничений в поперечных размерах ствола сваи); 3) возрастание коэфф.-тов сопротивления сваи, при одной и той же глубине забивки их, мало меняется в зависимости от изменения значений угла трения φ грунта.

Т. о., заменой в свайном ростверке большого количества длинных цилиндрич. свай меньшим количеством более коротких конич. свай можно значительно выиграть в кубатуре бетона и тем самым существенно понизить стоимость всего ростверка. При этом сваи м. б. погружены в слабый грунт, не доходя своими нижними оконечностями доплотного грунта (т. н. висячий ростверк), т. к. здесь нагрузка на сваю будет полностью поглощена боковой реакцией грунта; для усиления же последней, сваи в ростверке составляются на таких расстояниях L друг от друга, чтобы области уплотнений их взаимно пересекались. Для этого L д. б. менее $d + 2\delta$, где d —диам. сваи, а δ —ширина области уплотнения, равная $\xi \cdot \frac{d}{2}$ (ξ —коэффициент

Табл. 1.—Соотношение сопротивлений цилиндрических и конических свай.

Угол трения грунта φ	Длина сваи l в м при полном погружении в грунт	$R_{ц.} : R_{к.}^{\alpha_1 = 1^\circ} : R_{к.}^{\alpha_1 = 2^\circ} : R_{к.}^{\alpha_1 = 3^\circ}$ *
25°	3	1 : 5,28 : 6,08 : 6,72
	4	1 : 5,87 : 7,00 : 7,92
	5	1 : 6,40 : 7,94 : 9,14
35°	3	1 : 5,19 : 5,98 : 6,60
	4	1 : 5,85 : 6,98 : 7,89
	5	1 : 6,37 : 7,91 : 9,12
45°	3	1 : 5,45 : 6,28 : 6,94
	4	1 : 6,19 : 7,38 : 8,35
	5	1 : 6,77 : 8,40 : 9,88

* $R_{ц.}$ —сопротивление цилиндрической сваи, $R_{к.}$ —сопротивление конической сваи.

уплотнения грунта; его числовое значение колеблется в пределах от 1—для насыпных грунтов до 2—для глины).

Т. к. отношение длины сваи к ее поперечнику обыкновенно более 20, то возникает вопрос о том, нужна ли проверка сваи на продольный изгиб. Оказывается, что, когда свая находится всей своей длиной в грунте, хотя бы и весьма слабом и водоносном, надобность в учете продольного изгиба

отпадает, если только длина свай

$$l > \frac{1,66 \cdot N + \sqrt{2,75 \cdot N^2 + 3,33 \cdot M (\mu_0 - \nu_0)}}{\mu_0 - \nu_0},$$

где

$$N = \frac{\pi d}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \mu_0; \quad M = \frac{\pi d^3}{4 \sin \alpha} \cdot \mu_0^2;$$

$$\mu_0 = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \quad \text{и} \quad \nu_0 = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right).$$

В этих ф-лах d —диам. свай, φ —угол трения грунта, α —половина угла заострения свай.

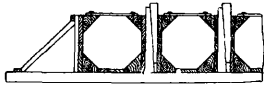
Для частного случая цилиндрическ. свай обычного типа диам. 0,30 м, при $\alpha=20^\circ$, значения l , в зависимости от различных значений φ , выражаются след. числами (табл. 2).

Табл. 2.—Значения для предельных величин l при различных углах трения грунта φ .

φ	l в м	φ	l в м
10°	1,69	30°	2,11
15°	1,77	35°	2,35
20°	1,80	40°	2,64
25°	1,93	45°	3,00

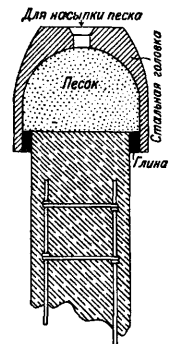
Из таблицы видно, что при длине свай в 3 м и более надобность в расчете свай на продольный изгиб отпадает, независимо от рода грунта и его качества и состояния.

При расчете арматуры Ж. с. принимают к учету то наиболее неблагоприятное положение



Фиг. 1.

т. е. когда она работает на простой изгиб. В целях облегчения свай в этих условиях от чрезмерных напряжений, заделывают в ствол свай в определенных местах по ее длине особые крюки, за которые и зацепляют ее при переноске. На фиг. 1 видны горизонт. формы, в которых производится заготовка свай восьмиугольн. сечения. Одна форма делается на несколько свай сразу. В таких формах свай выдерживаются от 3 до 14 дней, после чего освобожденные от форм свай вылеживаются от 1 до 2 месяцев. Пропорции бетона принимаются в среднем от $1:1\frac{1}{2}:3$ до $1:2:4$. Допускаемые напряжения в железобетонных сооружениях



Фиг. 2.

на простое сжатие сопоставлены в табл. 3.

Табл. 3.—Допускаемые напряжения в железобетонных сваях на простое сжатие (в кг/см²).

Нормы	Состав бетона	
	$1:1\frac{1}{2}:3$	$1:2:4$
НКПС 1926 г.	45	40
Госплана СССР 1926 г.	50	45
Французские	56	45

При забивке Ж. с. в грунт, во избежание разрушения головы свай, на нее надевают различных конструкций наголовники, имеющие своим назначением поглощать силу удара и удлинять процесс действия его. Один из простейших типов наголовника показан на фиг. 2.

Лит.: Дмоховский В., О работе свай в основаниях в связи с явлением продольного изгиба, «Научные труды Моск. института инж. транспорта», М., 1927, вып. 4; В г е п е с к е L. u. L o h m e y e r E., Der Grundbau, 4 Aufl., В. 1, В., 1927. См. также Бетонные и железные свай. В. Дмоховский.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ, сооружения, в к-рых применяется сочетание бетона с железной или стальной арматурой, обеспечивающее совместное участие как бетона, так и арматуры в восприятии внешних сил и в работе внутреннего противодействия этим силам. Достоинства железобетона в сооружениях: 1) высокое сопротивление как сжимающим, так и растягивающим усилиям; 2) хорошее сопротивление динамической нагрузке; 3) большая жесткость; 4) легкость при монолитности конструкции; 5) способность принимать любую форму; 6) долговечность; 7) огнестойкость; 8) водонепроницаемость; 9) большие возможности для применения механизации работ; 10) преимущества в гигиенич. отношении: отсутствие грибка, гнили и насекомых в зданиях; 11) небольшие расходы при эксплуатации; 12) в большинстве случаев экономическая выгода по сравнению с каменными, деревянными и особенно железными конструкциями. К отрицательным сторонам Ж. с. относятся: 1) возможность появления трещин, могущих вызвать ржавление арматуры; 2) трудность исправлений и изменений в готовом виде; 3) значительная звуко- и теплопроводность; 4) ограниченный в нашем климате срок производства работ без тепляков; 5) значительные расходы на подмости и формы; 6) необходимость выдерживать значительное время (месяц и более) на подмостях. Часть недостатков м. б. ослаблена применением специальных сортов цемента и рациональной организацией работ.

Характерной особенностью железобетонной конструкции является ее монолитность. Шарниры и расчленение сооружений применяются только как необходимость для ослабления температурных и усадочных напряжений. При сооружении оснований и фундаментов употребляются железобетонные шпунтовые ряды (см. Шпунтовые стенки); железобетонная подушка или плита под отдельными опорами или стенами часто целесообразнее, чем бутовые или бетонные массивы, вследствие экономии в земляных работах и в кубатуре кладки; сплошные же железобетонные плиты под здание равномернее распределяют на почву давление больших сосредоточенных нагрузок. Железобетонные свай (см.) по сравнению с деревянными обладают следующими достоинствами: 1) не подвергаются гниению и действию червя, 2) обладают большим сцеплением с грунтом и 3) могут иметь почти какие угодно размеры. Недостатки: 1) бетон разрушается кислотами и другими соединениями, содержащимися в грунтовых водах, 2) чувствительность

к ударам, 3) необходимость выдерживать в формах 6—8 недель, 4) затруднения при необходимости укоротить забитую до отказа сваю. За последние годы часто употребляются сваи, бетонизируемые в грунте. *Кессоны* (см.) из железобетона часто дешевле железных; их изготовление проще; в особенности в однородном грунте они имеют много преимуществ перед железными. Опускные железобетонные колоды целесообразно применять гл. образом в тех случаях, когда ожидается появление дополнительных усилий, возникающих от препятствий при опускании. Железобетонные *подпорные стенки* (см.) дают значительную экономию в материале. Наивыгоднейшая форма сечения подпорной стенки—угловой профиль. *Фундаменты* под машины, мощные двигатели, паровые молоты, турбины и т. д. из железобетона хорошо сопротивляются переменной и динамической нагрузке; они экономичнее, чем какой-либо другой тип фундаментов.

Железобетонные стены гражданских и промышленных сооружений делаются из плоских плит с арматурой из железной сетки цельнорешетчатого металла, а в массивных строениях—из прокатных профилей. Делают также светопропускаемые стены из стеклянных кирпичей со швами, армированными железом. Междуэтажные перекрытия жилых зданий из железобетона отличаются легкостью, несгораемостью и дешевизной; в виду их тонкости можно у многоярусных зданий выгадать на высоте; недостатки—тепло- и звукопроводность. Снизу эти перекрытия обыкновенно подшиваются досками. Железокаменные перекрытия состоят из легких цельных камней или пустотелых изделий, воспринимающих сжимающие и скалывающие напряжения; они связываются цементным раствором; в продольных швах располагаются стержни арматуры. Стекло-железобетонные перекрытия состоят из перекрестных железобетонных ребер, между которыми расположены специальные стекла. Собственно железобетонные многоярусные здания суть монолитные конструкции и состоят обыкновенно из жестко связанных между собой стоек, балок и плит. Наружные стены делаются из каменной кладки или из заполнения с железобетонным каркасом. Железобетонные *лестницы* (см.) по сравнению с железными огнестойки; кроме того, железобетонным лестницам можно придать форму, недоступную при конструкциях из других материалов. *Стропила* (см.) и *крыши* (см.) из железобетона обладают следующими преимуществами: 1) они огнестойки, 2) не нуждаются в окраске, 3) м. б. применяются в самых сложных конструкциях (например куполы), 4) вызывают малые эксплуатационные расходы, 5) не имеют внутри здания поверхностей, на которых отлагается пыль (последнее бывает важно, например в текстильных ф-ках). Железобетонные рамные конструкции широко применяются при возведении разного рода фабрично-заводских сооружений, вокзалов, ангаров и т. п. Для куполов, сводов и пирамидальных покрытий железобетон

применяется благодаря его большой сопротивляемости изгибающим и растягивающим усилиям и возможности придать покрытию любую форму.

Мосты и мосты-каналы из железобетона (см. *Железобетонные мосты*) получили особенно широкое распространение вследствие своей экономичности, ничтожности эксплуатационных расходов, долговечности, малочувствительности к позднему увеличению нагрузки против расчетной и стойкости против действия паровых дымовых газов. Балочные мосты в виде ребристой плиты, отдельных ферм или рамных конструкций делаются обыкновенно пролетом не более 40 м, хотя в Париже в 1928 г. построен двухпролетный неразрезный мост, у которого каждый пролет ~ 70 м, при ширине моста 20 м. В арочных мостах железобетон успешно конкурирует с железом даже при пролетах более 150 м; напр. Брестский мост во Франции (три пролета по 200 м, мост двухъярусный) оказался даже выгоднее металлич. висячего моста. Железобетонная одежда дорог применяется при плохом грунте и тяжелой нагрузке. Пустотелые *железобетонные плотины* (см.), с наклонным расположением напорной поверхности для придания устойчивости всему сооружению, имеют следующие преимущества перед другими типами: 1) экономия в материале, 2) быстрота сооружения, 3) лучшее использование материала, 4) устранение опасности от фильтрации, 5) большая устойчивость, 6) удобство надзора за стенками, 7) возможность использования внутреннего помещения плотины под машинное здание. Железобетонные *трубы* (см.) и лотки (см. *Желоба*) имеют следующие преимущества перед железными: 1) большая стойкость в отношении вредных влияний грунта, 2) большая долговечность труб малых сечений и 3) меньшая шероховатость внутренней поверхности старых труб. Такие трубы выдерживают рабочее давление до 15 atm. Железобетонные *резервуары* (см.) имеют перед металлическими преимуществами меньшей теплопроводности и большей химич. стойкости, а перед бетонными—меньшей толщины стенок и меньшей площади, занимаемой при данном объеме. Железобетон употребляется также для устройства *газгольдеров* (см.). *Силосы* (см.) теперь делают почти исключительно из железобетона в виде больших помещений или разделяются на закрытые квадратного, многоугольного или же круглого сечения. *Железобетонные дымовые трубы* (см.) имеют перед кирпичными следующие преимущества: 1) большая прочность, 2) малый вес и легкое основание, 3) монолитность. Отрицательные стороны: 1) быстрое охлаждение продуктов горения, 2) трудность сооружения. В судостроении и быстрота постройки и экономия в металле во многих случаях дают железобетону преимущества перед железными судами, породами и т. п. В железнодорожном строительстве применяются железобетонные шпалы, мачты для подвески проводов электрич. дорог, семафоры и т. д. В сельскохоз. хозяйственных постройках

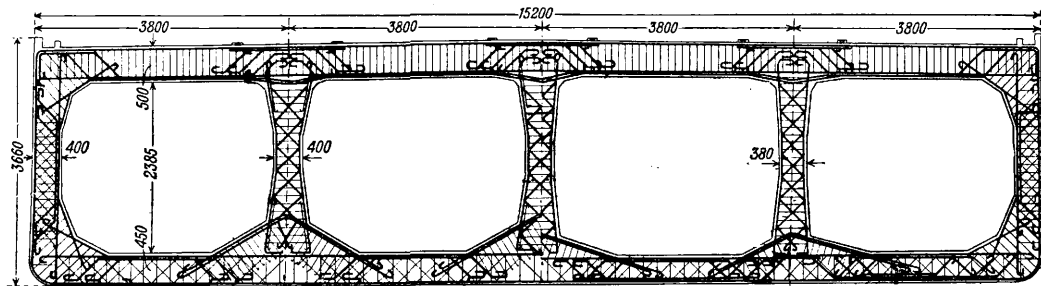
(конюшни, сеновалы, ледники и т. д.), при сооружении гидравлических установок в речных (напр. шлюзы) и морских сооружениях, в горном деле и в сооружении тоннелей и штолен железобетон находит себе широкое применение. Необходимо отметить еще: смешанные конструкции, напр. железные мосты с железобетонной проезжей частью, деревянно-железобетонные кружала Фрейсине и т. д.; далее, восстановление и усиление чугунных и железных конструкций при помощи железобетона и сборные железобетонные конструкции. Железобетон применялся для антисейсмич. построек в Мессине и др. местах.

Лит.: см. Железобетон, Железобетонные мосты, Железобетонные конструкции. **Б. Дучинский.**

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СУДА, суда, корпус к-рых сооружен из железобетона (см.). Ж. с. до 1915 года были построены отдельными единицами почти во всех странах, включая Турцию и Китай. В 1915 году, вследствие огромной нужды в тоннаже, недостатка стали и возможности быстрой постройки Ж. с., все страны начали лихорадочно их строить и развивали это судостроение до начала

последней; содержание железа на 1 м^3 железобетона составляет от 275 до 450 кг; обычно количество железа в плитах в 2—3 раза меньше, чем в балках. Диаметр железа—от 6 до 25 мм. Расстояние между шпангоутами берется в гражданской практике от 250 до 750 мм, в русской—от 700 до 1 000 мм (в последних конструкциях доходит до 5 м). Назначение отдельных частей арматуры то же, что и в гражданских сооружениях. Нужно только иметь в виду, что в Ж. с. армируются, вследствие знакопеременности нагрузки, обе зоны напряжений; особенно развита арматура, воспринимающая главные растягивающие напряжения, в виду их большого значения. В отличие от желез. судостроения, стесненного в выборе профилей, железобетонное судостроение располагает широкими возможностями в смысле форм и размеров.

Р а с ч е т Ж. с. в отношении определения действующих сил ничем не отличается от расчета железного судна; добиваются только большей точности при определении усилий,



Сечение по миделю

Сечение по машинному отсеку

1919 года. Эти работы проводились в Америке, Англии, Италии, Германии, Франции, Норвегии, Швеции, Дании и Голландии. По неполным данным, общая грузоподъемность Ж. с., выстроенных за этот период, превышает 600 000 т при числе единиц более 1 000. Были построены следующие типы судов: моторные баркасы, рыболовные суда, самоходные поромы для перевозки поездов, баржи для угля, соли, нефти, морские буксиры, суда малого каботажного и океанские суда водоизмещением до 8 000 т. После окончания войны 1914—18 гг. усиленная постройка Ж. с. прекратилась; только Италия, проводившая в 1926 году закон о премировании заказчиков Ж. с. в размере от 8 до 10 % стоимости этих судов, продолжает последовательно развивать это дело. Помимо депрессии промышленности и отпадения стимулов, вызвавших к жизни железобетонное судостроение, можно указать 4 основные причины затухания этого дела: 1) отсутствие специальных норм для постройки Ж. с., 2) отсутствие опытного личного состава, 3) предубеждение против железобетона вследствие новизны дела, 4) отсутствие производственного опыта.

В СССР первый серьезный опыт был проделан Ленинградским судостроителем; с 1925 года за три года им выстроено: самоходный пором на 20 вагонов, две баржи, понтоны для больших паровых козлов, грязевозная шаланда, четыре дебаркадера и две секции трехсекционного дока (общей грузоподъемностью в 6 000 т). Итоги трехлетней работы привели к заключению о целесообразности постройки железобетонных судов и возможности понизить вес железобетонных судов против металлических.

К о н с т р у к ц и я Ж. с. (см. фиг.) аналогична с конструкцией железного судна и состоит из продольных и поперечных балок (стрингеров, шпангоутов, карленгсов) и плит (обшивки). Толщина плит обычно колеблется в пределах от 25 до 70 мм; ширина балок—от 70 до 150 мм, высота—от 100 до 600 мм. Кубатура плит и балок зависит от общей кубатуры железобетона и варьирует для плит в пределах 40—50%, а для балок 50—60%

особенно в тех случаях, когда требуется максимальная экономия железа без уменьшения прочности. Подбор сечений ведется, как в гражданских сооружениях, но производится проверка работы бетона на растяжение, т. к. нельзя допустить образования трещин, особенно в частях, соприкасающихся с водой. Обычно все сочленения элементов корпуса рассматриваются как жесткие узлы. Учитывая большое количество железа и необходимость обеспечить протекание бетона между стержнями, при конструировании Ж. с. необходимо: 1) стремиться к укрупнению размера балок, 2) проверять все пересечения и стыки железной арматуры, 3) стремиться к возможно большему разнообразию в размерах и формах, 4) избегать высадок и выгибов в арматуре балок и плит, 5) производить при выборе конструкций экономич. подсчет, учитывая производственные затруднения и стоимость опалубки.

Расход рабочей силы на 1 м^2 опалубки колеблется в пределах от 0,855 (для наружной части) до 3,3 (для бортовых стрингеров) чв-ч. Нормы допускаемых напряжений разных сортов бетона, принятые для проектирования Ж. с., указаны в табл. 1.

Допускаемые напряжения арматуры при расчете железобетонных судов берутся: для стали марки 1 $\geq 1 000 \text{ кг/см}^2$, для стали марки 2 $\geq 1 100 \text{ кг/см}^2$, для стали марки 3 $\geq 1 200 \text{ кг/см}^2$, для стали марки 4 $\geq 1 400 \text{ кг/см}^2$. Защитные слои арматуры должны быть не менее 5 мм для плит и 10 мм для ребер.

Табл. 1. — Допускаемые напряжения бетона в кг/см² для железобетонных судов.

Род напряжений	При временном сопротивлении бетона раздавливаю (в кг/см ²)		
	200	275	350
Чистое сжатие	50	60	75
» растяжение	20	24	27
Сжатие при изгибе	60	70	80
Растяжение при изгибе	30	35	40
Скалывание	7	8	9

Бетон в Ж. с. применяется б. ч. литой; размер гравия д. б. не более 10—12 мм; плиты рекомендуются изготовлять способом торкретирования. Перед производством работ надлежит тщательно подобрать при помощи лабораторных испытаний состав бетона и жестко проводить его в жизнь, следя по контрольным кубикам за качеством бетона в процессе работ. Обычный состав бетона от 1:2 до 1:4. В местах, соприкасающихся с водой, водонепроницаемость д. б. достигнута обязательно составом бетона, а не штукатуркой. В случае значительных местных ударов полезно в защитный слой бетона вводить стальную сетку. Проектирование и производство Ж. с. требуют большого внимания, тщательности и обязательно хорошего знакомства с железобетонным судостроением. Целый ряд неудачных конструкций (в смысле веса и форм) и недостатков в производстве работ у нас и за границей объяснялся гл. обр. слабым знакомством с особенностями железобетонного судостроения.

Основные элементы стоимости Ж. с. За единицу стоимости Ж. с. обычно берется 1 м³. Значение составных элементов стоимости 1 м³ следующее: на арматурные работы приходится 30—35% общей стоимости, на работы по опалубке 25—28%, на работы по бетону 25—30%, на стапель 2—8%. От 40 до 50% всей суммы составляет материал, от 30 до 25% — рабочая сила, от 30 до 25% — накладные расходы. При серийных стандартных постройках цены м. б. резко снижены по всем категориям расходов; современная стоимость колеблется от 370 до 850 р. за 1 м³; при стандартных постройках она м. б. доведена до 275—300 р. О стоимости 1 т грузоподъемности можно судить из следующих данных: на 1 м³ бетона приходится 2,6—5,4—10,8 т грузоподъемности; низший и средний пределы относятся к малым и большим морским судам, высший — к речным наиболее легкого типа.

Преимущества и недостатки Ж. с. Преимуществами Ж. с. являются: 1) большое сокращение применяемого по сравнению с железными судами железа (от 3 до 4 раз); 2) быстрая постройка и ничтожные средства для производства работ (постройка большого дока может быть произведена в 6—8 месяцев); 3) доступность материалов, идущих в дело и б. ч. (песок, гравий) имеющих на месте; 4) долговечность Ж. с. при минимальных затратах на уход и простоте самого ухода, что создает большую экономию в подсобных средствах, необходимых

для обычного деревянного и железного флотов (доки, мастерские и т. д.); 5) дешевизна постройки и ремонта (ориентировочно стоимость Ж. с. на 30—40% ниже стоимости железных; ремонт Ж. с. в 4—5 раз дешевле, чем деревянных); 6) пожарная безопасность и отсутствие водотечности; 7) большая прочность Ж. с. в целом; 8) меньшая сопротивляемость Ж. с. движению в воде, если поверхность их зажелезнена, по сравнению с деревянными и железными судами. Основными недостатками Ж. с. являются их большой вес и сравнительно малая местная прочность, не имеющая, однако, значения при правильном конструировании.

Представление о собственных весах построенных морских Ж. с. видно из следующих данных:

Грузоподъемность	Собств. вес	Грузоподъемность	Собств. вес
100 т	100 т	3 000 т	1 820 т
300 »	250 »	4 000 »	2 200 »
500 »	500 »	5 000 »	2 540 »
1 000 »	850 »	6 000 »	2 880 »
2 000 »	1 720 »		

Веса эти получались при очень низких нормах допускаемых напряжений. Для речных судов соотношение это много выгоднее, и, по сообщению Минденской верфи Ж. с. в Германии, последнее Ж. с. имело вес корпуса 185 т против 155 т железного. Сравнить веса деревянных речных и наиболее легких железобетонных дунайских и рейнских судов можно по табл. 2.

Табл. 2. — Веса деревянных и железобетонных речных судов.

Типы судов	Отношение грузоподъемн. к L · В · Н *
Дунайская железобетонная палубная баржа: L=58 м, B=8 м, H=2,5 м, осадка порожнем 0,4 м, грузоподъемность 674 т	0,58
Рейнская беспалубная железобетонная баржа: L=55 м, B=7,74 м, H=2,15 м, грузоподъемн. 525 т	0,58
Деревянная баржа Маринской системы: L=48,8 м, B=9 м, H=3 м, грузоподъемность 662 т	0,50
Деревянная баржа Донского бассейна: L=53,58 м, B=10,26 м, H=2,3 м, грузоподъемность 680 т	0,536

* L — длина между перпендикулярами, B — ширина по миделю, H — высота борта.

Lum.: Handbuch für Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, 3 Aufl., B. 3, p. 399, 402, 475, B., 1922; Teubert, Der gegenwärtige Stand d. Eisenbetonschiffbaues, «Jahrbuch d. Schiffbautechnischen Gesellschaft», B., 1922, 23.

М. Обольянинов.

ЖЕЛЕЗОДЕЛАТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО обнимает собой целый ряд последовательных производств, в к-рых сырой материал — железная руда (см.) — превращается в полупродукты (сварочное железо, чугуны, сталь) и затем в торговые сорта железа, а также в простейшие изделия, изготовляемые на металлургич. заводах: трубы, ж.-д. оси, бандажы, рельсы и их крепления. Непосредственно из руды сварочное железо может получаться т. н. сыродутным процессом (см. Железо) в сыродутных горнах и печах (см.), но этот первобытный процесс при современных экономических условиях невыгоден вследствие

большого расхода руды (неполного из нее восстановления железа), топлива и рабочей силы. В промышленности стран в наст. время основным, или исходным, материалом Ж. п. является чугу́н, получаемый плавкой в доменных печах (см. *Доменное производство*) и переплавляемый затем в сварочное железо и сталь (в последнем случае—с большим или меньшим количеством малоуглеродистого металла в виде концов, обрезков, брака протатных мастерских и лома) в кричных горнах, пудлинговых печах, бессемеровских или томасовских конвертерах, мартеновских печах, тигельных горнах и, наконец, электрических печах.

1) При выплавке чугуна из железной руды, кроме последней, сырыми материалами служат: флю́с (обыкновенно—известняк, реже—доломит) и горючие в виде *кокса* (см.) и *древесного угля* (см.), а иногда и антрацита или сырого каменного угля, не спекающегося при потере летучих веществ и при достаточной прочности сохраняющего форму своих кусков. Ок. 15% всего выплавляемого чугуна идет на производство литья (см. *Литейное производство*) как литейный чугун, характеризующийся высоким содержанием кремния (2—3,5%) и низким—марганца (<1%); остальные 85% составляет т. н. переплавный чугун, идущий в передел на сварочное железо и сталь; он характеризуется низким содержанием кремния (обыкновенно <1,0%) и повышенным—марганца (1—1,5%, иногда больше).

2) Передел чугуна в кричных горнах на сварочное железо требует применения в качестве топлива древесного угля, дорогого и не везде доступного вида горючего, и в настоящее время практикуется лишь в Швеции, к-рая целиком удовлетворяет мировой спрос на кричное железо (экспорт его в последние годы сократился до 12 000 т в год). Что касается *пудлингования* (см.), то хотя оно еще ведется во всех промышленных странах (кроме СССР), но везде производство железа по этому способу ограничивается незначительными размерами, объясняемыми слабым спросом на сварочный металл специального назначения. Продукт передела чугуна—сварочное железо в виде кусков—служит материалом для производства сортового сварочного железа простых профилей (полосового, круглого и квадратного). Оборудование, применяемое для этого,—нагревательные печи и прокатные станы имеют сравнительно небольшие размеры и мощности в виду незначительных размеров кусков (150 × 150 мм сечением и весом ок. 50 кг).

3) *Сталь*, т. е. б. или м. углеродистое железо, получаемое в жидком состоянии, производится в настоящее время гл. обр. *мартеновским процессом* (см.), являющимся универсальным как в отношении состава металла, могущего поступать в передел, так и качества продукта производства. Но для Франции, Бельгии (а до войны и для Германии) исключительное значение имеет томасирование (продувка в основных конвертерах), так как самой дешевой рудой для этих стран была и остается фосфористая руда (минетт), дающая чугун с содержанием 1,7—2% фосфора. В названных странах со-

отношение между количествами стали, получаемой мартеновским и томасовским переделами, было таково (в %):

	Бельгия	Франция	Германия
Мартеновский . . .	6	25	43
Томасовский . . .	94	75	57

В СССР томасирование до войны имело слабое развитие (на двух приазовских з-дах), и в необходимости его возрождения теперь (в связи с возобновлением эксплуатации керченских месторождений дешевой фосфористой руды) можно сомневаться, т. к. и для фосфористого чугуна в настоящее время можно с выгодой применять мартеновский передел в его специальной форме (процесс Бертран-Тила). В Англии и С. Ш. А. томасовский передел теперь не применяется. Продувка в кислых конвертерах, т. е. *бессемеровские* (см.) в настоящее время совсем утратило свое былое значение в Европе (в Англии в бессемеровск. конвертерах изготавливается в 14 раз меньше стали, чем в мартеновских печах). Но для СССР оно еще имеет практич. интерес в виду наличия богатых месторождений малофосфористой руды (Кривой Рог и гора Магнитная), с одной стороны, и возможности развития большой производительности стали для прокатки рельсов при использовании старого оборудования или с меньшими расходами на новое, с другой стороны. Наконец, старый *тигельный процесс* (см.) получения стали, требующий большого расхода высокоценного горючего и значительных издержек на рабочую силу, применяется теперь лишь для самых дорогих сортов специальной стали (см. *Инструментальная сталь*). Этот процесс свое значение постепенно утрачивает вследствие конкуренции электротермического процесса (см. *Электрометаллургия*). Непосредственным продуктом всех перечисленных выше процессов получения стали является слиток стали, различных веса и формы, смотря по назначению,—от 100 кг до 8 т, квадратного или прямоугольного поперечного сечения. Последняя форма («плоские слитки») применяется лишь для раскатки в котельное железо; главная же масса стали, в виде квадратных слитков, идет на производство прокаткой всего сортового железа простых и сложных профилей (считая и рельсы).

4) Как листовое, так и сортовое железо катают из стальных слитков непосредственно или из промежуточного продукта—затого в ки. В первом случае тяжелые слитки (2 т и более) проходят через нагревательные колодцы, неотапливаемые или отапливаемые, смотря по t° , с к-рой слитки приходят в прокатный цех, и раскатываются без дополнительного подогрева в станах блуминг, а затем в сортовых (ручьевых) валах, или же в плоских—на котельное железо. Легкие слитки, всегда холодные, предварительно подогревают в рекуперативных газовых или «полугазовых» печах и затем раскатывают на среднесортное и мелкосортное железо, а также на проволоку. Чтобы избежать получения большого количества мелких слитков из одной плавки (печей большой мощности), часто сортовое и тонкое листовое железо катают из полупродукта, который носит у нас

общее название заготовки, или болванки, хотя имеет различное поперечное сечение и вес в зависимости от своего назначения. Для сортового железа выдержанные в колодцах квадратные слитки раскатываются в квадратную болванку, часто называемую у нас «блум» (англ. bloom), если сечение ее больше 100×100 мм. Для легких сортов железа прокатывают полупродукт меньшего сечения (часто 50×50 мм), к которому собственно и относится старый русский термин «заготовка». Проволоку, несмотря на ее малое поперечное сечение (не более 10 мм в поперечнике), катают непосредственно из слитков в специальных проволочных станах, но иногда и из квадратной заготовки. Наименьшее поперечное сечение катаной проволоки — 5 мм; более тонкую проволоку получают из катаной в о л о ч е н и е м на барабанах, и изготовление ее не входит в программу железнотермических (т. е. металлургических) заводов. Для крупных тонких листов (тонкокатальное железо) делают тяжелую плоскую заготовку (англ. slab) раскаткой выдержанных в колодцах плоских слитков в станах с л а б и н г (Америка) или в плоских ручьях станом б л у м и н г. Для жести и кровельного железа у нас производят раскаткой сравнительно легких ($1/2 m$) квадратных слитков легкую плоскую заготовку — с у т у н к у (англ. strips)—в специальных сутуночных станах (крупное производство) или на черновых валах крупносортных станом. Также изготавливают и плоскую заготовку для труб (англ. skelp), для обозначения которой у нас не хватает термина (на южных заводах ее неправильно называют «стрипсы»).

5) Чтобы дать готовый продукт прокатки, болванку и заготовку подогревают в рекуперативных газовых печах (меньшего поперечного сечения, чем для слитков), называвшихся прежде «сварочными», и раскатывают затем в подходящих валах прокатных станом, т. е. в валах, диаметр и число оборотов которых соответствуют наибольшему поперечному сечению прокатываемых болванок или заготовок (см. *Прокатка, Прокатные станы*).

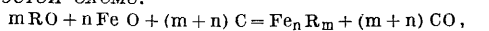
М. Павлов.

ЖЕЛЕЗОСПЛАВЫ, ферросплавы (см. *Спр. ТЭ.*, т. II), представляют собою сплавы железа и какого-либо второго металла из применяемых в сталелитейном и чугунолитейном производствах, как то: Mn, Si, Cr, W, Mo, V, Ti, U и др. Содержание их в Ж. часто сильно преобладает над железом, доходя до 80—90%, но не редки также Ж. с содержанием второго металла в 10—15%. Обычной составной частью Ж. является углерод, в присутствии которого почти всегда производится выплавка их из руд. Содержание C в сплаве бывает тем больше, чем больше у второго металла способность к образованию карбидов; это содержание C колеблется в пределах от 3 до 8%. В случае надобности оно м. б. понижено до 0,5—1% путем переплавки сплавом с соответственными окислителями. Обычные примеси Fe-C-сплавом—Mn, Si, S и P—также входят в состав Ж., при чем содержание их зависит исключительно от чистоты применяемых при плавке материалов—руды, горючего, флю-

са и электродов, но чаще всего оно не превышает количество, встречающихся в обыкновенных чугунах. Кроме того, в Ж. находятся в небольших количествах (от 0,1 до 1%) необычные для Fe-C-сплавом примеси—Al, Ca, Mg; они входят в состав Ж. в виде карбидов, особенно легко образующихся при выплавке их электротермич. процессом.

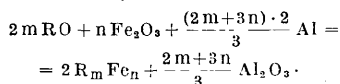
Ж. применяются в металлургии исключительно в качестве прибавок к стали и чугуну для улучшения тех или иных свойств готового металла. Особенное значение Ж. имеют в производстве специальных сортов стали, в к-рые специальные примеси в определенном количестве удобнее всего вводить при помощи соответствующих Ж.

Ж. получают путем прямого восстановления руд, содержащих кроме железа и второй металл, при чем соотношение между ними может быть установлено произвольно, путем соответствующего обогащения руды или введения в нее железных окислов. Чаще всего указанное восстановление идет по простой схеме:



где R означает второй металл Ж., a m и n—коэфф-ты, характеризующие соотношение железа и второго металла в шихте и в готовом Ж. Восстановление происходит при очень высоких t° и, следовательно, с затратой больших количеств горючего или электрической энергии, в присутствии тугоплавких (основных) или легкоплавких (кислых) силикатов (шлаков). Наиболее простым и наиболее старым способом производства Ж. является тигельный способ, при котором шихту из RO, FeO, C (в виде чистого горючего) и флюса выдерживают в графитовых тиглях при высокой t° до полного восстановления металлов; по получении жидкого Ж. его выливают в металлическую изложницу. Тигельный способ не требует сложного оборудования и м. б. осуществлен в любом масштабе; но он связан с очень большим расходом горючего, тиглей и рабочей силы и поэтому в настоящее время почти оставлен. Нек-рые Ж. выплавляют в обыкновенных доменных печах: это Ж. массового потребления, получающиеся из легко восстанавливаемых руд и плавящиеся при сравнительно умеренных t° (зеркальный и кремнистый чугуны, ферромарганец, ферросилиций, силикошпигель и др.). Выплавка этих Ж. также требует большого расхода горючего, тугоплавких шлаков и высокой t° печи, что достигается соответствующим составом шихты и подогревом дутья до высшей возможной t° . Но такая работа печи ведет к быстрому разьединению печной кладки, засорению газопроводов и воздухонагревателей улетучивающимися металлами (марганец) и солями с последующим расстройством хода печи; поэтому продолжительность кампании печей, работающих на Ж., измеряется не годами, как при выплавке обыкновенных чугунов, а только месяцами, что делает самый способ выплавки Ж. в доменных печах невыгодным. В наст. время преобладающее значение получает электротермический способ выплавки Ж., особенно в странах с дешевой электрич. энергией. При выплавке Ж. в электрических

печах можно широко варьировать масштаб производства и получать Ж. с любым содержанием второго металла, по сравнительно умеренной цене. Для выплавки Ж. применяются исключительно дуговые печи, чаще всего с подвижным верхним электродом и неподвижным нижним, заделанным в подпечи. Шихта, состоящая из соответствующей руды ($RO + Fe_2O_3$), угля и флюса, загружается сверху вокруг верхнего вертикального электрода, проходит в печи через зону высоких t° вольтовой дуги и подвергается восстановлению, в результате к-рого на поду печи собирается жидкий Ж., к-рый вместе с образовавшимся шлаком от времени до времени выпускается из печи. Иногда готовые Ж. подвергаются в таких же электрич. печах вторичной (рафинировочной) переплавке с рудой для удаления большей части содержащегося в Ж. углерода; при этом получают малоуглеродистые Ж., идущие для приготовления малоуглеродист. сортов специальной стали. Иногда безуглеродистые Ж. получают в заводском масштабе а л ю м и н о т е р м и ч е с к и м п у т е м (способ Гольдшмита), по к-рому восстановление производится металлч. алюминием по схеме:



Способ Гольдшмита очень дорог и дает Ж. с б. или м. значительным содержанием Al; поэтому он применяется в тех случаях, когда стоимость Ж. имеет второстепенное значение, а присутствие Al не вредит применению сплава.

Все Ж. отличаются резко выраженной хрупкостью, что объясняется присутствием в них карбидов или других химич. соединений; легкой изменчивостью нек-рых из этих соединений объясняется присущая многим Ж. способность рассыпаться на воздухе. Цвет различных Ж. различен и меняется от темносерого и почти черного до серебрианого. Уд. вес их колеблется в очень широких пределах в зависимости от второго металла; наиболее легкими являются сплавы с Si (2,5), наиболее тяжелыми—сплавы с W и U (16,5). Почти все Ж. плавятся при более высоких t° , чем обыкновенный чугун (1145°), а сплавы с тугоплавкими металлами (W, Mo) плавятся при t° значительно более высоких, чем $t_{пл.}^{Fe}$ (1530°); последнее обстоятельство создает затруднение при выплавке этих сплавов. Многие Ж. отличаются высокой кислотоупорностью и м. б. переведены в раствор только путем сплавления их с содой; это обстоятельство несколько затрудняет анализ этих сплавов.

Ферросилиций. Сплавы с содержанием Si до 20% принято называть кремнистым чугуном, свыше 20% Si—ферросилицием. Кремнистые сплавы находят себе самое широкое применение в сталеплавильном и чугунолитейном производствах: в первом они применяются для раскисления металла и для уничтожения пузырьристости в получаемых из него слитках и отливках; кроме того, введение в сталь нек-рого количества кремния (до 1%) заметно повышает ее механич. качества, что способствует широко-

му применению целого ряда сортов кремнистой стали. Введение Si в чугун улучшает литейные качества последнего и позволяет широко варьировать прочность и твердость чугунных отливок. Кремнистые чугуны (до 20% Si) получают преимущественно в доменных печах; в шихту вводится большое количество SiO_2 (кварцита), а также избыток глинозема для образования тугоплавких глиноземистых шлаков; расход горючего (кокса) велик (2 $\frac{1}{2}$ вес. ч. на 1 ч. сплава). Различные сорта ферросилиция (>20% Si) готовятся в электрич. печах при умеренном напряжении тока (60—70 V) и высокой плотности (6—7 А/см²). Шихта здесь составляет из кварцита и древесного угля. Для более полного отделения восстановленного Si от кислого шлака к шихте прибавляют железный лом, от количества которого часто и зависит конечный состав ферросилиция. В сводной табл. 1, приводятся данные о составе наиболее распространенных кремнистых Ж. с 12, 30, 50, 75 и 90% Si. Для всех этих сплавов характерно невысокое содержание С, что объясняется неспособностью высококремнистых сплавов удерживать в себе С. Часть углерода повидимому находится здесь в форме карбидов Al и Ca, к-рые сами неустойчивы на воздухе и сообщают такую же неустойчивость и содержащим их сплавам, особенно при содержании Si от 30 до 65%; последние на воздухе рассыпаются с выделением легко воспламеняющихся и ядовитых газов. Это обстоятельство требует применения различных мер предосторожности при перевозке, хранении и употреблении сплавов, содержащих ок. 50% Si.

Ферроманган—наиболее важный и наиболее широко применяемый Ж. Во всех сталеплавильных производствах он применяется для раскисления ($FeO + Mn = Fe + MnO$), для уничтожения вызываемой присутствием серы красноломкости ($FeS + Mn = Fe + MnS$) и для сообщения стали более высоких механич. свойств; кроме того, в нек-рые сорта стали Mn вводится в качестве специальной примеси (наприм. сталь Гадфильда). Этот Ж. выплавляется в настоящее время гл. обр. в доменных печах из пиролузита (MnO_2) и обожженного марганцового шпата ($MnCO_3$ переходит в Mn_2O_4), при избытке горючего (2 $\frac{1}{2}$ ч. на 1 ч. сплава) и сильно известковых шлаках. В последнее время, с удешевлением электрич. энергии, в производстве ферромангана с доменными печами начинают конкурировать электрич. печи, легко дающие из богатой руды (48—50% Mn) сплав с содержанием Mn ок. 80%. Теперь применяются два типа марганцовых Ж.: зеркальные чугуны с содержанием Mn ок. 20% и ферроманганы—с 80% Mn; состав тех и других характеризуется цифрами, приведенными в табл. 1. В СССР зеркальные чугуны и ферроманганы выплавляются в доменных печах, в Донецком бассейне; но это производство обслуживает только внутренний рынок и по своему масштабу далеко не соответствует имеющимся у нас богатым залегам марганцовых руд (Чиагуры, Никополь).

Феррохром—Ж. с хромом, применяемый в качестве прибавки к стали для вве-

дения в нее хрома и получения специальных сортов стали: хромистых, хромоникелевых, хромовольфрамовых и др. В прежнее время (до 1899 г.) феррохром получался в тиглях, доменных печах и вагранках путем восстановления углем хромистого железняка ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$). В настоящее время феррохром получается исключительно в дуговых электрич. печах из хорошо обогащенного (до 50% Cr) хромистого железняка; восстановление последнего ведется антрацитом при минимальном количестве хромисто-железистого шлака. Полученный феррохром содержит 60—70% Cr и очень большое количество С. Для обезуглероживания сплава, что теперь особенно требуется при приготовлении малоуглеродистой нержавеющей стали, его подвергают переплавке в электрич. печи с хромистым железняком до надлежащего содержания С. Состав углеродистого и безуглеродистого феррохрома приведен в табл. 1.

Ферромолибден—применяется только в качестве прибавки для введения в специальные стали (молибденовая, хромомолибденовая и др.) молибдена. Получается ферромолибден в электрич. печах из хорошо обогащенного, предварительно обожженного или необожженного молибденового блеска (MoS_2) в присутствии угля и извести. При содержании Mo в сплаве до 60% он может быть выпущен из печи в жидком состоянии; более богатые сплавы настолько трудноплавки и густы, что, так же как и ферровольфрам, выламываются из печи после ее охлаждения. Обезуглероживание сплава производится в той же печи дополнительной плавкой с известью. Состав двух образцов ферромолибдена приводится в табл. 1.

Феррованадий—Ж., применяемый для наиболее полного раскисления специальной стали и введения в нее небольших количеств ванадия, заметно улучшающих

Табл. 1.—Примерный состав различных железосплавов.

Названия железосплавов	Процентное содержание								
	Fe	Спец. металла	C	Si	Mn	S	P	Al	Ca
Кремнистый чугун	87—82	10—15 Si	2—1	—	1—2	0,02—0,05	0,05—0,1	—	—
Ферросилиций 30 %-ный	75—67	25—32 »	0,3—0,5	—	0,3—0,8	0,02—0,04	0,03—0,1	0,1—0,2	0,2—0,3
» 50 % »	50—47	49—52 »	0,1—0,3	—	0,1—0,3	0,01—0,03	0,03—0,06	0,1—0,6	0,2—0,4
» 75 % »	24—19	74—78 »	0,3	—	0,1—0,3	0,01—0,02	0,03—0,04	0,1—1,4	1,0—1,2
» 90 % » (сильноль)	11—3	88—94 »	0,2	—	0,1—0,2	0,01—0,02	0,01—0,02	0,1—1,5	0,8—1,2
Зернистый чугун	89—74	6—20 Mn	4—5	0,5—1,0	—	0,02—0,05	0,03—0,08	—	—
Ферроманган доменный	13—11	79—80 »	6,8—7,0	0,3—0,8	—	0,01—0,02	0,2—0,3	—	—
» электротермический	16—12	78—80 »	6—7	0,2—0,6	—	0,01—0,02	0,1—0,2	—	—
Ферроманган электротермич. рафинир.	20—18	79—80 »	0,5—1,0	0,2—0,6	—	0,01—0,02	0,1—0,2	—	—
Феррохром	31—16	63—72 Cr	5—9	0,5—2,0	0,1—0,5	0,01—0,07	0,01—0,03	0,1—0,8	0,1—0,2
» рафинир.	37—28	62—69 »	0,4—1,5	0,1—0,3	0,1—0,2	0,01—0,03	0,01—0,03	0,1—0,4	0,1—0,3
Ферровольфрам	25—20	72—73 W	2—3,5	0,3—0,4	0,5—0,8	0,01—0,05	0,01—0,03	0,1	0,1
» рафинир.	28—17	71—82 »	0,3—0,7	—	0,1—0,5	0,01—0,03	0,01—0,03	0,1	0,1
Ферромолибден	20—6	75—87 Mo	4—6	0,2	0,1	0,02—0,03	0,01—0,03	0,1	0,1
» рафинир.	24—15	75—83 »	0,3—0,1	0,1—0,5	0,1	0,01—0,02	0,01—0,03	0,1	0,1
Феррованадий	62—50	34—40 V	0,3—0,4	3—9	0,1—0,4	0,04—0,08	0,11—0,14	0,2—0,6	—
» рафинир.	65—44	34—55 »	0,3—0,4	0,1—0,3	—	0,01—0,03	0,02—0,04	0,1	—
Ферротитан электротермич. алюминотермический	74,8	15,79 Ti	7,46	1,41	0,11	0,08	0,05	0,8	—
»	74,0	19,37 »	0,13	2,74	0,47	—	—	—	—
Ферроуран	67—55	30—40 U	1,0	2,5—4	—	0,027	0,107	3,18	—
Ферроалюминий	78—77	20 Al	0,5—1,0	1—2	0,1—0,2	0,02—0,04	0,02—0,04	—	—
Феррофосфор	81—66	15—30 P	1,0—1,5	1—3	—	2—3	0,1—0,3	—	—
Силикошпигель	70—25	10—20 Si	1,0—3,0	—	20—50	0,02—0,05	0,01—0,2	—	—
Силикомарганец	25—5	20—30 »	0,5—1,0	—	50—70	0,02—0,05	0,05—0,1	—	—
AMS Крупна	75—70	10—12 »	1,4—1,5	—	8—10	—	—	5,5—6,5	—
Ферроцирконий	50—7	40—52 »	0,2—0,5	—	—	—	—	Zr 9—40	—

Ферровольфрам—сплав с W, применяемый для приготовления специальных сталей, вольфрамовой и хромовольфрамовой—получается исключительно в дуговых электрич. печах путем восстановления вольфрамита (FeWO_4) или шеллита (CaWO_4) углем. Получающийся при этом Ж. вследствие его высокой $t_{\text{пл}}$ не выпускается в жидком виде, а после накопления в печи и обезуглероживания охлаждается вместе с печью и затем выламывается из нее в виде полуплавленной массы, легко разбивающейся на куски. Содержание вольфрама в сплаве обычно достигает 70—80% и зависит исключительно от степени обогащения руды, а содержание углерода—от продолжительности рафинирования. Состав наиболее обычных, углеродистого и малоуглеродистого, сплавов приводится в табл. 1.

механич. свойства металла. Феррованадий получается главным образом из патронита (V_2S_3) после его обогащения и иногда после предварительного обжига. Восстановление его углем в электрич. печах идет очень трудно, поэтому в качестве восстановителя предпочитают применять 90—95%-ный ферросилиций (силиколь). Полученный сплав подвергают затем окислительной плавке для удаления Si. Феррованадий готовится также алюминотермич. путем в тиглях или в особых шахтных печах. Состав кремнистого и малокремнистого образцов феррованадия приводится в табл. 1.

Ферротитан—применяется при плавке обыкновенной и специальных сортов стали в качестве раскислителя и поглотителя азота, но роль его в этом отношении остается до сих пор спорной. Готовится ферротитан

из ильменита (титанистый железняк) и рутила (TiO_2) восстановлением углем в электрич. печи, а также алюминотермич. путем. В первом случае сплав необходимо рафинировать для удаления С, а во втором—для удаления Al; в обоих случаях содержание Ti чаще всего не превышает 15—20%. Состав электротермич. и алюминотермич. ферротитана приводится в табл. 1.

Кроме перечисленных Ж., известны еще другие б. или м. часто применяемые сплавы: ферроуран, ферроалюминий, феррофосфор, а также сложные Ж., с двумя или большим числом составляющих—силикошпигель, силикомарганец (сплавы Fe, Si, Mn), AMS (сплавы Fe, Al, Mn, Si), ферроцирконсильций (Fe, Zr, Si). Для характеристики этих Ж., в табл. 1 приводится их состав.

Производство Ж. наиболее обширно в странах с высоко развитой железнотермической промышленностью и обладающих запасами необходимых для производства Ж. руд и дешевыми источниками электрич. энергии. Точных статистических данных о производстве многих Ж. не имеется; можно только грубо определить, что мировое производство ферромарганца и ферросилиция измеряется сотнями тысяч т в год, феррохрома—десятками тысяч, ферровольфрама—тысячами, ферромolibдена и феррованадия—сотнями т, а остальных Ж.—лишь десятками т.

Для характеристики рыночной стоимости отдельных Ж. приводится табл. 2, дающая средние цены их в 1927 г. на америк. рынке.

Табл. 2.—Средние цены на железосплавы в 1927 г. за 1 англ. т (1 016,048 кг).

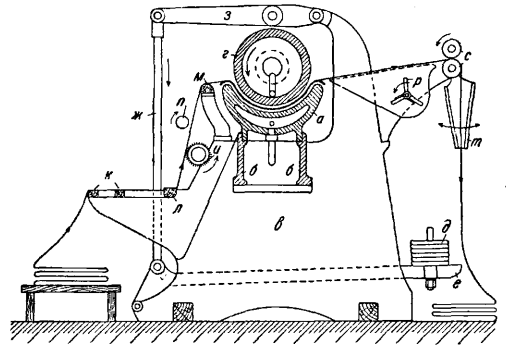
Названия железосплавов	Цена в долл.
Зеркальный чугун 19—21% Mn	33—34
Кремнистый » 10—12% Si	33—34
Ферроманган 78—82% Mn	90
Феррохром 60—64% Cr, 1—2% C	515,2
Ферровольфрам 70—80% W	2 553,6
Феррованадий 30—40% V	78 400
Ферротитан 15—18% Ti	200
Ферроуран 35—40% U	110 800

В СССР выплавляются только зеркальные и кремнистые чугуны и ферроманган, притом исключительно для внутреннего потребления. Другие железосплавы не изготавливаются в СССР за отсутствием дешевой электрической энергии, а частью вследствие недостатка соответствующих руд.

Лит.: Федотов в П. П., Электротермическая металлургия, вып. 3, П., 1922; Липин В. Н., Металлургия чугуна, железа и стали, т. 1, Л., 1924, т. 3, ч. 1, Л., 1926; Venator W., Über Eisenlegierungen u. Metalle f. d. Stahlindustrie, «St. u. E.», 1908, p. 41, 82, 149, 255; Es card J., Les métaux spéciaux, P., 1909; Geiger C., Handbuch d. Eisen- u. Stahlgesserei, 2 Aufl., B. 1, V., 1925; «The Mineral Industry during 1926», ed. by G. A. Roush, N. Y., 1927, v. 35. М. Окнов.

ЖЕЛОБЧАТЫЙ ПРЕСС, машина для прессования тканей (см. *Аппретура текстильных изделий*). Операция прессования имеет целью придать ткани плотность, блеск и упругость и сделать ее поверхность более гладкой. Ж. п. (см. фиг.) состоит из обогреваемого паром жолоба *a*, помещающегося на поперечине *б*, опирающейся на две боковые станины *в*. В углубление жолоба входит нагреваемый паром цилиндр *г*, прижимае-

мый к нему грузом *д* при помощи рычагов *е* и *з* и тяги *жс*. Материя проходит через планки *к*, *л* и *м*, служащие для ее натягивания и расправления. Перед прохождением



между валом и жолобом материя чистится щеткой *и* и валиком *п*; по выходе из пресса материя охлаждается током воздуха, создаваемым вентилятором *р*, проходит между валиками *с* и складывается самокладом *т*.

ЖЕЛТИННИК, париковое дерево, Cotinus Coggugria Scop., небольшой кустарник, достигающий 2—3,5 м высоты, из семейства Terebinthaceae; произрастает на юге СССР, в предгорьях Сев. Кавказа и Закавказья, поднимаясь здесь в горах до высоты 1 500 м над уровнем моря; встречается в Крыму, на С. Донце (Харьковского округа). Ж. может быть разводим искусственно даже в пределах Орловского и Воронежского округов и Тульской губ. Не будучи особенно требовательным к почве, Ж. все же предпочитает почвы с небольшим содержанием извести. Ж. разводится в садах и парках как декоративное растение, но больше всего имеет значение как растение дубильное и доставляющее красящие вещества. Древесина Ж. плотная и прочная, обладает красивым рисунком, хорошо полируется и доставляет материал для столярных и токарных изделий. Цвет древесины внутри желтовато-зеленый, снаружи заболонная часть белого цвета. Объемный вес древесины 0,67. В древесине Ж. встречаются три красящих начала—красное, бурое и желтое. Извлеченная из древесины Ж. краска употребляется для окраски шелка в оранжево-желтый цвет; шерсть и кожа окрашиваются экстрактом из древесины Ж. в желтый и коричневый цвета. Разводят Ж. также с целью получения прочных кольев для виноградарства. Под пологом леса Ж. образует хороший почвозащитный подлесок.

ЖЕЛТОЕ ДЕРЕВО, Morus tinctoria, сем. Urticaceae, красильное дерево, растущее в тропич. странах, гл. обр. в Ю. и Ср. Америке, в Ост-Индии, на Антильских о-вах, и др. Ж. д. поступает в продажу либо в виде твердых светложелтых, лишенных коры поленьев, весом до 50 кг, либо в виде экстракта из дерева, получаемого обычным способом—экстрагированием и выпариванием водного раствора. Наилучшие сорта произрастают на острове Кубе, в республике Никарагуа и других средне- и южно-американ. странах. Красящее вещество Ж. д. состоит главным обр. из м о р и н а $C_{15}H_{10}O_7$ (см. *Красящие*

Н. Обранов.

вещества естественные), выделенного еще в 1830 году Шеврёлем [1]; строение его было установлено Перкинсом [2], а синтетически он был получен Костанецким [3]. Привоз Ж. д. в Европу в конце прошлого столетия достигал 25—30 тыс. т [4]. В настоящее время искусственные желтые протравные красители в сильной степени вытеснили Ж. д. в красильной практике.

Ж. д. служит для крашения протравленной шерсти в желтый цвет и главное применение находит для подцветки черных окрасок, получаемых с помощью экстракта кампешового дерева. Ж. д. дает светлооливковые хромовые лаки, желтые алюминиевые лаки, оливковые медные лаки, темнооливковые железные лаки и желтые оловянные лаки; последние являются наиболее прочными и яркими.

Лит.: 1) *J. Ch. Ind.*, 1830, В. 6, п. 158; 2) R u p e H., *Die Chemie d. natürl. Farbstoffe*, Т. 2, п. 75, Braunschweig, 1909; 3) В., В. 39, п. 625; 4) R u p e H., *Die Chemie d. natürlichen Farbstoffe*, Т. 1, п. 83, Braunschweig, 1900.

И. Иоффе.

ЖЕМЧУГ, отложение органич. веществ—конхиолина и арагонита (CaCO_3) в раковинах различных моллюсков (гл. обр. семейств Aviculidae, Mutilidae и Unionidae) вследствие раздражения, вызываемого посторонним телом, проникшим во внутренние ткани моллюска. Вещества эти нарастают в виде тончайших (0,0004—0,006 мм) concentрич. слоев вокруг этого тела. Тонкость слоев обуславливает своеобразный блеск Ж. благодаря интерференции света. Тв. 2,5—3,5; уд. вес 2,65—2,78. Форма: круглая, овальная, грушеобразная, выпуклая—*buttonperle* и сложная неправильная—«барокко». Цвет, в зависимости от вида моллюска и месторождения, бывает чаще белый с желтоватым (ценимый в Китае и Индии за прочность) или голубым оттенком; также желтый, серый, коричневатый, фиолетовый, розовый, красноватый и черный (самый твердый Ж., мексиканский), редко—зеленоватый и голубой. К-ты и жиры портят его блеск, к-рый теряется также и от пота при употреблении в течение 50—150 лет; Ж. разрушается от времени, когда органич. вещества начинают разлагаться. Существует несколько методов поддвечивания и восстановления блеска, часто за счет величины и долговечности Ж.

Первое место по добыче морских раковин (*Meleagrina* или *Avicula*) занимает Цейлон; в 1925 г. 2 000 пловцов выловили здесь 46 млн. раковин. Обычно на 30—40 штук раковин приходится одна с жемчужиной. После просвечивания рентгеновскими лучами, раковины, не имеющие Ж., бросают обратно в море. Промысел после добычи в данном месте оставляют на 6—7 лет. Следующее место по добыче раковин занимают: Персидский залив, Красное море, побережья Индии, Австралии, Центр. Америки и других стран. Гораздо меньшее значение имеет добыча во многих местах Европы, Азии и Америки пресноводных раковин *Unio*, *Margaritana* или *Alasmodonta margaritifera* (на 100 шт. одна с жемчужиной).

Крупный промысел по искусственному выращиванию Ж. по способу Микimoto существует в Японии, в бухтах Аго и Гокаско: в 3-летие раковины вводят перламутровый

шарик (по принципу естественного засорения), помещают их для защиты в проволочные клетки, к-рые подвешивают к плотам, и оставляют в защищенной от бурь бухте на 7 лет. В связи с этим способом добычи Ж. рынок его испытал большие потрясения: жемчужины средних размеров пали в цене в несколько раз, тогда как цены на крупные жемчужины поднялись. Ежегодная мировая добыча Ж. оценивается в 10 000 000 р. Цена 1 кг жемчужины исключительного качества—крупной 40 000 р., средней 5 200 р.; средней первосортной—4 000 р., обычного рыночного товара 100—10 р. Для расчета цены в общем приемлемо правило Тавернье (цена пропорциональна квадрату числа кг). Лучшим Ж. считается сферической—«скатный». Центры обработки Ж.—Париж, Идар.

Существует несколько видов подделки Ж.: 1) *Bourguignon perles* (изобретены в 17 в. в Париже Жаконом)—дуют тонкое стекло *Girasol*, покрываемое составом из рыбьих чешуек (*Alburnus lucidus* из семейства *Cyprinidae*); 2) *Perles au pasc*—имитация из перламутра; 3) Ж. из резцов дюгоня. Все подделки (и даже искусственно выращенный Ж.) обнаруживают бинокулярным микроскопом фирмы Рейхерт (Вена), к-рым определяют характер и размер ядра.

Из историч. жемчужин следует отметить: 1) шаха персидского—35 мм длины и 25 мм толщины, грушеобразной формы, 2) *Varesford Hope* (Лондон)—455 кг, 50 мм длины и 37,5 мм толщины, 3) жемчужина в австрийской короне—в 300 кг и, наконец, 4) *La Pellegrine*—28 кг—идеально круглая, из алмазного фонда СССР.

Лит.: Ферсман А. Е., «НИ», т. 1, стр. 379, 1926; Kraus E. a. Holden E., *Gems a. Gem Materials*, p. 183, N. Y., 1925; Michel H., *Die künstlichen Edelsteine*, p. 428, Lpz., 1926; *Woutan L.*, *La perle*, p. 420, P., 1925. Е. Цинзерлинг.

Ж. искусственный, стеклянные бусы, окрашенные жемчужной эссенцией. Бусы изготовляются полые и массивные.

1) Бусы полые окрашиваются с внутренней поверхности; дешевые сорта их вырабатываются из длинных трубок, выдуваемых в формах; получается цепь, состоящая из многих десятков шариков. Более дорогие сорта выдуваются индивидуально из специальных сортов бесцветного стекла, которому иногда сообщается радужная поверхность путем обработки ее фтористоводородной к-той. Окрашивание производят следующим образом. Жемчужную эссенцию смешивают с крепким раствором желатины или рыбьего клея, консервированного трикрезолом или гвоздичным маслом. В смесь добавляют эозин для придания ей телесного оттенка. В горячем виде ее впрыскивают тонкой пипеткой в бусу, вращаемую на оси. Застывание слоя желатины, покрывшего изнутри стекло, м. б. ускорено смачиванием поверхности бус эфиром, быстрое испарение к-рого вызывает охлаждение. Высохшие бусы заполняют смесь парафина и японского воска, с добавлением 20% сернокислого бария, для придания им тяжести и белизны.

2) Бусы массивные изготовляются из свинцового опалового стекла, выпускаемого з-дами в виде т. н. д р о т о в (стеклянных прутьев), к-рые для получения из них

бус могут быть обработаны 2 способами. А) При плавке на голом огне, весьма распространенной среди кустарей, кончик дрота нагревают на пламени паяльной лампы; плавящееся стекло, в достаточном для получения одного шарика количестве, набирают на медную проволоку, диам. 0,3 мм, и вращением придают ему сферическую форму. Готовые бусы срезают и подвергают обработке крепкой серной или азотной кислотой, для растворения содержащихся в них отрезков проволоки. Б) При плавке в электрич. печах горячим воздухом изменения цвета стекла и потери им в значительной степени опалового оттенка не происходит. Дроты в виде толстостенных трубок, разрезают на куски, длина которых равняется их диаметру. Дальнейшая обработка м. б. двоякая. а) Отрезки дротов нанизывают на медную проволоку и помещают в электрич. печь. Происходит оплавление; вращением оплавленным куском стекла придают сферич. форму. Готовые бусы освобождают от проволоки так же, как и при плавке на голом огне, обработкой кислотами. б) Отрезки дротов пересыпают тугоплавким порошком (напр. огнеупорной глиной или графитом), который заполняет отверстия в них. После этой операции куски стекла помещают в вращающийся железный барабан с насыпанным в нем порошкообразным тальком. Барабан нагревают до t° размягчения стекла, но не до такой степени, чтобы бусы слипались и растекались. Тальк противодействует слипанию. Когда стекло получит требуемую форму, нагревание прекращают, а барабан вращают до полного остывания.

Массивные бусы имеют громадное преимущество перед полыми; они практически могут считаться небьющимися. Слой краски на «небьющихся» бусах должен противостоять влаге, выделению человека, кожи и механич. воздействию. Этим требованиям отвечает жемчужный пат, окраска которым происходит следующим образом: бусы чистые и сухие нанизывают на нитки или укрепляют на нержавеющей иголках и погружают несколько раз в ванночку с жемчужным патом, смешанным с легко испаряющимся растворителем, напр. эфиром, окрашенным в цвет *сгёте* или *chair*. Каждому слою краски перед повторным погружением дают вполне просохнуть. По высыхании последнего слоя Ж. срезают с его опоры, отбирают бракованный (имеющий на поверхности пузырьки, отки и т. п.), сортируют по размерам и нанизывают на шелковые нитки. Наиболее употребительные сорта, в зависимости от диаметра жемчужины, следующие:

№ 3 — 4,7 мм	№ 7 — 6,5 мм
№ 4 — 5,3 »	№ 8 — 6,9 »
№ 5 — 5,5 »	№ 9 — 7,3 »
№ 6 — 6,3 »	№ 10 — 7,6 »

За границей получает в последнее время распространение искусственный Ж. еще больших номеров. Нитки выпускаются самой разнообразной длины; основные размеры их: 42, 49 и 160 см. Бусы особой формы — грушевидные, грибовидные и т. п. — идут для изготовления серег, запонок, пуговиц и т. п. Наибольшего развития производство искусственного Ж. достигло в послевоенные годы

во Франции, Америке и Германии. В последней под названием *Künstliche Perlen* подразумеваются всевозможные бусы: из искусственного Ж., искусственной слоновой кости, искусственного янтаря, искусственного коралла и даже простые стеклянные бусы, различно окрашенные. В Германии же существуют курсы, где преподается окрашивание искусственного Ж.

Несмотря на большой спрос на искусственный Ж. во всем мире, иностранные фабриканты, опасаясь выхода его из моды, не механизуют своих производств. Жемчужная эссенция изготовляется на ф-ках (напр. Nigg во Франции и Ruben u. Bielfeld в Германии), а иногда в лабораториях при самих предприятиях. Окраска производится ручным способом, нанизка же на фабрике часто вовсе не делается, а передается на сторону и за ничтожную плату выполняется инвалидами, женщинами и детьми.

В СССР производство искусственного Ж. начало развиваться. Обилие рыбьей чешуи, являющейся источником для жемчужной эссенции, все возрастающий спрос на искусственный Ж. и связанное с этим просачивание его из-за границы побудили наши государственные торговые организации наладить производство его в Союзе для реализации этого фабриката как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

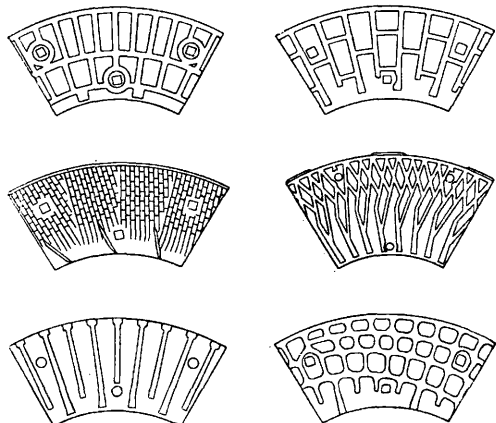
Лит.: Ф. П. 473662/14, добавления 19471, 19522, 20258; Taylor H. F., Pearl Essence, N. Y., 1923; Parkert O. W., Die Perle und ihre künstliche Erzeugung, Nauhof bei Lpz., 1925; «Die Perle», Lpz.; «La Perle», P., ab 1924. В. Гетлинг.

ЖЕРНОВА, жерновые камни и, представляют собою рабочие органы в т. н. *жерновых поставках* (см.). Жерновые камни должны обладать твердостью, вязкостью, пористостью и однородностью, при чем составляющие их частицы должны иметь острые кромки, при помощи которых размельчаемые в жерновах зерна подвергались бы разрезанию.

Горные породы и минералы наиболее удовлетворяющие отмеченным требованиям, следующие: песчаник, порфир, базальт, трахит, гранит и кварц. Ж. изготовляют из целых кусков, или из нескольких кусков, или, наконец, из мелких частиц. Жерновые камни, изготовленные по двум первым способам, называются естественными, а изготовленные по последнему способу носят название искусственных камней. Самыми лучшими жерновыми камнями являются кварцевые, добываемые во Франции (La Ferte sous Jouarre) и в Венгрии (в южной части Карпат); они одинаково хороши при размоле любых продуктов на мельнице (зерно, дранье, крупа, дунет и отруби). На русских с.-х. мельницах (простой помол) употребляют преимущественно песчаниковые жерновые камни, из которых особого внимания заслуживают подольские и путивльские. Жерновые камни из базальта и трахита добываются гл. обр. в Германии (Андернах на Рейне), Венгрии и Швейцарии. Худшими породами для жерновых камней следует считать гранит, который в работе быстро полируется.

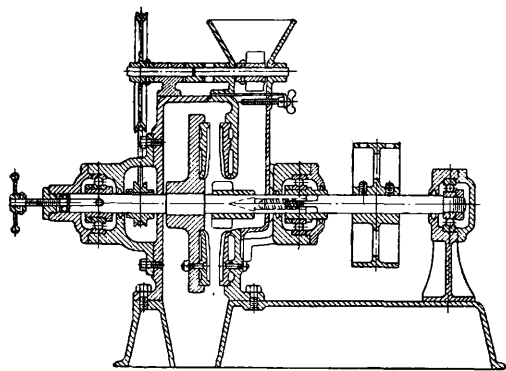
Искусственные жерновые камни имеют значительное преимущество перед естественными камнями в отношении своей однородности и возможности перерабатывать

различные виды зерна. Помимо наждака, кремня или кварца составными частями искусственных камней являются магнезит и хлористый магний. Процесс изготовления искусственных камней протекает так: в корыто засыпают наждак или кремень и добавляют магнезит; все это хорошо перемешивают в сухом состоянии, после чего вливают раствор хлористого магния и всю



Фиг. 1.

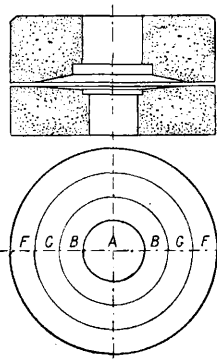
смесь вновь перемешивают до равномерно влажного состояния. Обычно придерживаются следующей весовой пропорции: твердой породы (кварц, наждак, и проч.)—70%, магнезита (MgO)—16%, остальное—раствор хлористого магния, при чем во всех случаях раствор хлористого магния должен иметь плотность в $34^\circ B\acute{e}$, а t° окружающего воздуха д. б. не ниже 15° . Рабочий слой делают высотой ок. $\frac{1}{3}$ высоты камня, а остальные $\frac{2}{3}$ состоят из естественного камня или бетона, что дает прочное основание для налива и удержание камней. Искусственные Ж. в Западной Европе и Америке вытеснили Ж. из естественного камня. В СССР естественные Ж. остались



Фиг. 2.

лишь на крестьянских примитивных мельницах. Ж. из камня имеют максимальную скорость $8,8 \text{ м/сек}$, что обусловлено качеством материала. Поэтому производительность их ограничена. Американцы ввели металли-

ческие жернова (закаленный чугун), позволяющие развивать окружную скорость до 72 м/сек . Это позволяет значительно повысить производительность жернового постава. Форма и начертание режущих граней показаны на фиг. 1. Эти молотые диски (показаны их части) привинчиваются к чугунному основанию и при износе легко м. б. заменены. На фиг. 2 показан разрез жернового постава с ременным приводом (на шарикоподшипниках); имеются жерновые поставы с электромоторами на валу с двумя вращающимися дисками. Вращающийся Ж. с электромотором на валу делает до 3500 об/м . Рабочая поверхность жернова (фиг. 3) делится на несколько



Фиг. 3.

концентрических поясов, из которых внешний F , называемый полозом, или мелющим (молотым) поясом, предназначен для окончательного размельчения продукта; пояс C , называемый двором, и пояс B , называемый сердцем, служат для предварительного измельчения продукта и подвода его к мелющему поясу (поясы C и B вместе называются глотком); отверстие A , через которое происходит поступление сверху продукта, называется глазом; в стенках отверстия укрепляется параплица, несущая на себе камень (бегун) и опирающаяся на вертикальный вал.

В совместно работающей паре жерновых камней обыкновенно один камень находится в неподвижном состоянии, а другой в состоянии вращательного движения; подвижным камнем, называемым бегуном, обыкновенно бывает верхний камень и очень редко нижний. Давление верхнего бегуна на нижний камень, необходимое для создания силы трения, за счет к-рой происходит размельчение продукта, обуславливается весом бегуна. Диаметр глаза, в к-ром помещается параплица, берется в $300\text{--}350 \text{ мм}$. Ширина мелющего пояса, к-рый д. б. горизонтальным, составляет примерно $\frac{1}{3}$ часть радиуса камня. Глоток должен иметь подъем в 1% от \varnothing бегуна; так, напр., у камня с \varnothing в 1000 мм глоток должен иметь подъем в 10 мм . Глоток лежняка берется с уклоном в два раза меньшим, чем подъем глотка в бегуне. В табл. 1 помещены основные данные по жерновым камням.

Табл. 1.— Основные данные по жерновым камням.

Диаметр камня в мм	Число об/м.	Окружн. скорость в м/сек	Диаметр глаза в мм	Ширина мелющего пояса в мм
1 000	170	8,89	250—300	110—120
1 200	140	8,80	300	120—140
1 300	130	8,84	300	130—150
1 400	120	8,80	300	140—160
1 500	110	8,68	350	150—170

Для установления веса (в кг) одной пары совместно работающих камней можно пользоваться данными, приведенными в табл. 2.

Табл. 2.—Вес жерновых камней (1 пары) в зависимости от диаметра (в мм)

Диаметр Виды жерновов	Диаметр в мм										
	1 000	1 050	1 100	1 150	1 200	1 250	1 300	1 350	1 400	1 450	1 500
Франц. камни из кварца пресной воды	900	1 150	1 200	1 350	1 450	1 575	1 700	1 850	1 950	2 100	2 300
Искусств. франц. камни	900	1 000	1 200	1 250	1 400	1 600	1 750	1 900	2 100	2 250	2 400
Немецкие песчаниковые камни	1 200	1 275	1 350	1 475	1 600	1 700	1 850	1 950	2 100	2 300	2 500
Наждачные камни	1 000	1 200	1 300	1 400	1 550	1 650	1 800	2 000	2 200	2 400	2 600
Искусств. камни из смеси	900	1 000	1 200	1 250	1 400	1 550	1 750	1 900	2 100	2 250	2 400

Ф-ка наждачных жерновов Уральский алмаз (в г. Свердловске) выпускает камни, данные о которых помещены в табл. 3.

На фиг. 4 показано, как наносится на камни прямые бороздки; как по своей длине, так и по ширине бороздки неодинаковы. Бороздки, идущие от самого глаза и делище всю поверхность камня на

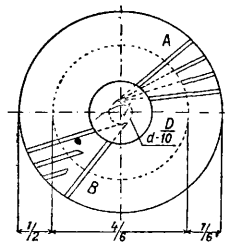
т. н. четверки, носят название главных бороздок. Короткие бороздки называются промежуточными. Число главных бороздок для камня $\varnothing 1\,000$ мм в среднем, можно брать 12, для камня $\varnothing 1\,200$ мм—14 и для камня $\varnothing 1\,400$ мм—16, промежуточных бороздок на каждую четверку берут обыкновенно 2. Ширина бороздок в среднем берется 30—35 мм, для малых камней—25 мм, а для больших—до 40 мм. Глубина бороздок обуславливается характером помола и зерна; в среднем можно считать 5 мм для бегуна и 3 мм для лежняка. На фиг. 4, в случае А промежуточные бороздки имеют тот же эксцентриситет, что и главные, а потому действие и тех и других совершенно однородно. В случае В промежуточные бороздки, имея иной эксцентриситет, чем главные, оказывают и иное действие на продукт. В случае В угол наклонения у всех бороздок каждой четверки разный, а именно: у главных он меньше, что хорошо для разрывания и разрезания, а у промежуточных он больше, что способствует выталкиванию продукта. Вследствие отмеченных достоинств, бороздки типа В очень распространены в практике. Следует упомянуть о т. н. новых круговых бороздках, расположенные которых см. на фиг. 5. На промежутках между главными и промежуточными бороздками на мелющем поясе параллельно главным нарезают мелкие бороздки, называемые штрихами или нитками. Число таких бороздок берет-

Табл. 3.—Жерновые камни, выпускаемые фабрикой «Уральский алмаз».

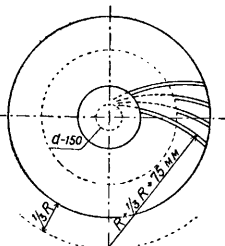
Диаметр	В четвертых аршинах	5	6	7	8
		в мм	890	1 088	1 244
Толщина бегуна	в мм	400	400	400	400
» лежняка	» »	300	300	300	300
» рабочего слоя у бегуна и лежняка	» »	125	125	125	125
Диаметр глаза бегуна	» »	300	300	350	400
» лежняка	» »	275	275	275	275
Вес 1 пары камней	в кг	850	1 300	1 800	2 300

Чтобы усилить эффект размолла жерновыми камнями продукта, на рабочих поверхностях камней нарезают бороздки, одновременно служащие каналами, по которым продвигается к выходу продукт и подается холодный воздух к горячему от трения продукта.

Естественно, что последн. роль выполняют бороздки, нанесенные на бегуне, а первую—главн. образом бороздки лежняка. В разрывании же продукта участвуют бороздки как бегуна, так и лежняка, при чем от угла наклона бороздок зависит—будут ли они только разрывать или одновременно и разрывать и резать. Разрезание наблюдается в том случае, когда угол наклона бороздок уменьшается от глаза к выходу продукта на внешней окружности камней.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

иными словами, когда бороздки работают подобно ножницам. Что касается продвижения продуктов вдоль бороздок к выходу за счет трения, то оно возможно не при всяких условиях, а лишь в том случае, когда угол наклона бороздок по своей величине больше удвоенного угла трения продукта о камень. По исследованиям Виебе (Wiebe), угол трения тонкого помола (см.) и муки о камень находится в пределах от 31 до 37° 20', а угол трения крупного помола и дранья о камень—от 29 до 35° 10'.

от 15 до 25, глубина—от 0,5 до 1 мм.

Для установления числа бороздок в каждом отдельном случае можно исходить из того, для какого помола предназначаются жерновые камни. Так, напр., для производства мягкой муки необходима большая мелющая поверхность, а для производства грубой муки—наоборот.

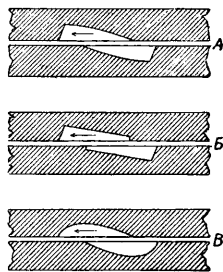
Действительно, при большей мелющей поверхности оболочка будет сильнее перетерта, а потому и муки выйдет больше, в то время как при меньшей мелющей поверхности муки будет выделяться меньше, но зато получится много дранья. В практике так и поступают: в случае низкого помола площадь бороздок берут равной площади мелющей поверхности, а в случае высокого помола—площадь бороздок и площадь мелющей поверхности берут соответственно в отношении 2:1.

Форма поперечного сечения бороздок оказывает большое влияние на нормальную работу жерновов и зависит от характера помола и продукта. На фиг. 6 изображены формы поперечного сечения бороздок, нарезаемых на жерновах и применяемых: А—при низком помоле, В—при высоком помоле и В—при помоле крупы.

Лит.: см. Жерновой постав.

И. Хомутов.

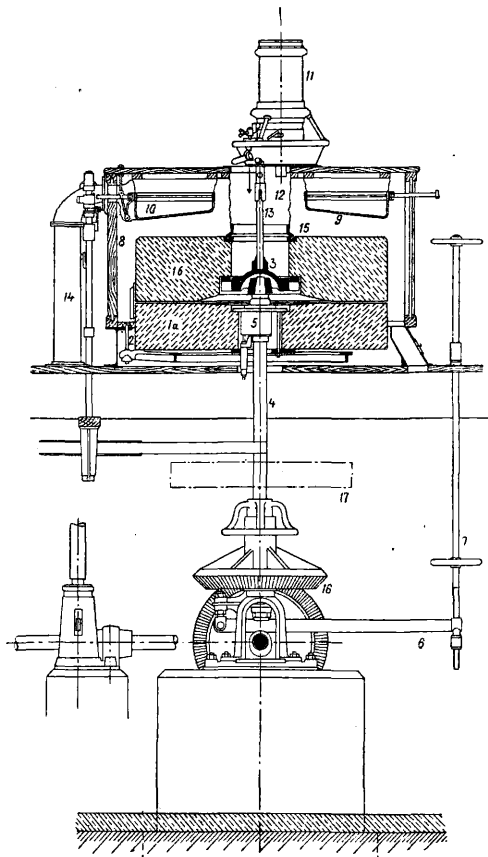
ЖЕРНОВОЙ ПОСТАВ, машина для переработки зерновых злаков на мельницах в муку. В настоящее время Ж. п. совершенно вытеснены с товарных и полутоварных мель-



Фиг. 6.

ниц валцовыми станками, но продолжают еще иметь широкое, почти исключительное, применение на крестьянских мельницах.

Ж. п. строятся или с верхним бегуном, или с нижним бегуном, или, наконец, с вертикально расположенными камнями (вертикальные жернова). Выбор той или иной конструкции непосредственно зависит от условий работы поставов, степени ухода и характера помола. Для крестьянских мельниц следует считать наиболее рациональной ту конструкцию Ж. п., когда бегуном является верхний камень, потому что Ж. п. этой конструкции требуют сравнительно простого ухода за собой. Ж. п. с нижним бегуном превосходят по своей



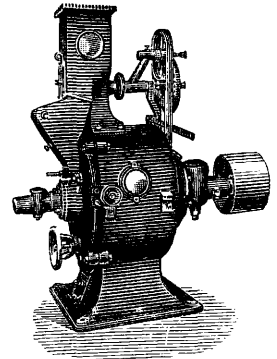
Фиг. 1.

производительности Ж. п. с верхним бегуном, но для обслуживания их требуются более квалифицированные лица, и стоимость их выше первых. При выборе Ж. п. для вымола отрубей и обработки обочечных отходов следует остановиться на вертикальных жерновах, отличающихся своей компактностью и простотой ухода.

Из представленного на фиг. 1 разреза Ж. п. с верхним бегуном видно его устройство.

Лежняяк 1а покоится на чугунном кольце, имеющем три лапы, концы к-рых опираются на установительные болты 2 для выравнивания лежняка. Бегун 1б опирается на двойную качающуюся паралициу 3, более совершенную по своей конструкции в сравнении с глухими двух- и трехлапными паралициами или полусвободными паралициами, из к-рых особенно первые не могут обеспечить ровного хода камня.

Паралициа 3 насажена на верхний заточенный на конус конец веретена 4, опирающегося внизу на подпятник, а сверху удерживаемого в вертикальном положении при помощи кружковины 5, помещенной в отверстие лежняка. Подпятник веретена опирается на рычаг 6, к-рый посредством винта 7 с маховичками может подниматься и опускаться и т. о. поднимать или опускать подпятник вместе с веретеном и установленным на нем бегуном. Описанное устройство носит название поддегивательного прибора, или арнады, и необходимо для регулирования рабочего пространства между камнями при помоле. Верхняя и часть лежняка обнесены т. н. обечайкой 8, на дне к-рой собирается готовый продукт, выводимый затем через отверстие в течку. Под верхней крышкой обечайки установлен матерчатый фильтр 9-10, встряхивание к-рого осуществляется передачей от веретена; сверху крышки расположен питательный прибор 11, подводящий зерно через кожаный рукав 12 и глаз бегуна в рабочее пространство между жерновными камнями и получающий движение от вертикального валика 13, связанного с паралицией. Цифрой 14 обозначена аспирационная труба, через которую отводится теплый воздух, освобожденный от мучной пыли в фильтре 10. Цифрой 15 обозначены два чугунных притертых одно к другому кольца, при чем верхнее кольцо прикреплено к ножаному рукаву 12, а нижнее вделано в глаз бегуна, так что верхнее кольцо является неподвижным, а нижнее — вращающимся. Устройство притертых колец дает возможность прогнать холодный воздух, поступивший вместе с продуктом из питательного прибора, через рабочее пространство между жерновными камнями и охладить т. о. горячий от трения продукт. Привод жерновов в движение осуществляется конич. зубчатками 16 или может быть выполнен ременной передачей, для чего на веретено насаживается шкив 17.



Фиг. 2.

Для определения числа об/м. на практике можно пользоваться эмпирической формулой инж. Билитца (K. Bielitz), по к-рой число

об/м. $n = \frac{140}{D} + 20$, где D — \varnothing камня в м. Так, например, для камня $\varnothing 1,2$ м число об/м. $n = \frac{140}{1,2} + 20 = 117 + 20 = 137$. Производительность жерновых поставов зависит главным образом от характера зерна и тонкости помола. В табл. 1 и 2 указаны средние данные о производительности жерновых поставов и расходе мощности.

Табл. 1. — Производительность и расход мощности жерновых поставов с верхним бегуном.

Диам. жернова в мм	Число об/м.	Производительность в кг/ч	Расход мощности в $\text{HP}_{\text{эфф.}}$
1 000	160—170	160—200	4—5
1 250	145—155	200—250	5—6
1 500	120—130	330—410	7—8

Табл. 2. — Производительность жерновых поставов с нижним бегуном на шарикоподшипниках.

Диам. жернова в мм.	Число об/м.	Производительность в кг/ч	Расход мощности в $\text{HP}_{\text{эфф.}}$
700	180—200	130—250	3—5
900	170—180	250—410	5—10
1 250	135—140	740—900	15—20
1 450	120—125	980—1 200	20—25

Устройство аспирации (см. *Аспирация мельничных машин*) у Ж. п. следует считать (там, где возможно) необходимым, так как производительность поставок с аспирацией на 25% больше производительности поставок без аспирации.

Данные для Ж. п. с вертикальными жерновами (фиг. 2), камни для которых берутся искусственные, или из наждака, или из франц. кварца, помещены в табл. 3 и 4.

Табл. 3.—Производительность вертикальных жерновов с искусственными наждачными камнями.

Диам. жорнова в мм	Число об/м.	Производительность в кг/ч	Расход мощности в $\text{P}^2\text{эфф.}$
250	1 000—1 200	110—200	2—4
400	900—1 000	380—600	6—10
600	850—800	900—1 300	15—20
700	700—750	1 200—1 900	20—25

Табл. 4.—Производительность вертикальных американских жерновов с металлическими дисками (закаленный чугуун или сталь)

Диам. жорнова в мм	Число об/м.	Производительность в кг/ч	Расход мощности в $\text{P}^2\text{эфф.}$
400	2 000	360—460	10—12
600	1 700	1 800—2 700	25—30
750	1 350	3 100—4 000	35—45
900	1 200	3 600—4 500	45—60

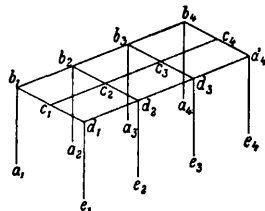
Эти таблицы дают производительность грубого и более тонкого помола зерна в муку, при чем большая производительность и меньший расход энергии соответствуют грубому помолу, а меньшая производительность и больший расход энергии—более тонкому помолу.

Лит.: Афанасьев И., Мукомольные мельницы, 2 изд., СИБ, 1883; Козьмин П., Мукомольно-крупяное производство, М., 1926; Пакуто М., Конспект лекций по муком. производству, М., 1924; Kettnerbach Fr., Mullerei u. Muhlenbau, Lpz., 1924; A mos P. A., Processes of Flour Manufacture, London, 1925. И. Хомутов.

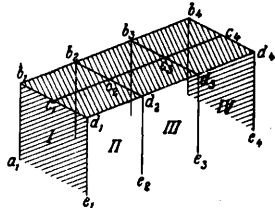
ЖЕСТКАЯ РАМА, конструкция, состоящая из стержней, жестко соединенных друг с другом. Отдельные стержни, как исключение, могут присоединяться к другим при помощи шарниров. Ж. р. применяются в строительстве в качестве основных несущих частей для путепроводов и мостов, для перекрытий в зданиях, для фундаментов турбин и т. п.; они могут входить в сооружение и как элементы конструкции (напр. жесткие опорные рамы мостов с ездой по низу). Материалом для Ж. р. может служить сталь (железо), но наиболее широкое применение Ж. р. нашли в железобетоне, к-рому жесткое соединение между собой отдельн. элементов конструкций присуще по самой его природе.

Ж. р. состоят чаще всего из горизонтальных или слабо наклонных стержней (ригелей) и из вертикальных или почти вертикальных стержней (стоек). Если оси всех стержней, образующих раму, одна из главных осей инерции каждого сечения этих стержней и все действующие на Ж. р. силы лежат в одной плоскости, Ж. р. называется плоской; если же эти условия не соблюдены, то пространственной. Плоские

Ж. р. на практике почти не встречаются, однако в целях упрощения пространственные Ж. р. при расчете чаще всего рассматриваются как плоские, работающие независимо друг от друга. Так, Ж. р. типа, изображенного на фиг. 1, часто расценивают для расчета на плоские жесткие рамы: $a_1b_1c_1d_1e_1$, $a_2b_2c_2d_2e_2$ и т. д.; стержни b_1b_4 , c_1c_4 и d_1d_4 рассчитывают при этом как неразрезные балки, шарнирно опирающиеся на рамы; иногда кроме рам $abcde$, рассчитывают еще рамы $a_1b_1a_2b_2a_3b_3a_4b_4$ и $e_1d_1e_2d_2e_3d_3e_4d_4$. Стойки ab и de входят при этом в состав двух рам, и потому усилия, полученные для них из обоих расчетов, суммируются. В действительности, благодаря жесткому присоединению стержней bb , cc и dd к стержням bed , последние подвергаются кручению. Жесткая связь стержней между собою обуславливает появление крутящих моментов и в других элементах Ж. р. Еще более важную роль может играть связь между отдельными жесткими рамами и другими частями конструкции, создаваемая плитами, монолитно соединенными со стержнями рам. Если, напр. (фиг. 2), в плоскостях I и IV стоят массивные стены, а в плоскости $b_1c_1d_1b_4c_4d_4$ устроена сплошная плита, монолитно связанная со стержнями рам, то смещение ригелей рам параллельно стенам встречает препятствие со стороны плиты и стен, которые имеют в этом направлении большую жесткость. В таких случаях ближе к действительности считать, что узлы плоских Ж. р. II и III вовсе не могут смещаться в их плоскости.

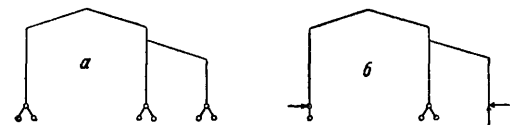


Фиг. 1.



Фиг. 2.

В большинстве случаев Ж. р.—статически неопределимые системы; иными словами, внутренние силы, а иногда и опорные реакции их, не м. б. получены при помощи одних только уравнений статики. При расчете Ж. р. обычно пользуются т. н. основной системой; основная система представляет собой либо статически определимую систему



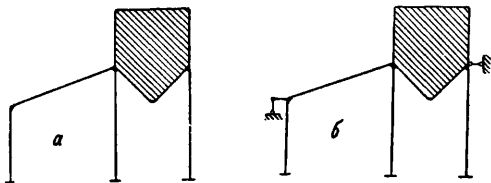
Фиг. 3.

либо такую статически неопределимую, расчет к-рой имеется уже в готовом виде или требует значительно меньшей затраты труда, чем непосредственный расчет заданной Ж. р. Основная система должна иметь те же очертания, размеры и жесткость стержней, как и заданная Ж. р., и м. б. получена из по-

следней либо уничтожением нек-рых связей (отбрасывание опорных закреплений, постановка шарниров, разрезы стержней), либо введением новых связей, либо, наконец, одновременным введением одних и уничтожением других связей. Напр., раму (фиг. 3, а) легко превратить в статически определимую

$$\left. \begin{aligned} X_1 \delta_{11} + X_2 \delta_{12} + \dots + X_n \delta_{1n} + \Delta_{n+1} \delta_{1,n+1} + \Delta_{n+2} \delta_{1,n+2} + \dots + \Delta_{n+m} \delta_{1,n+m} + \delta_{1,p} &= 0 \\ X_1 \delta_{21} + X_2 \delta_{22} + \dots + X_n \delta_{2n} + \Delta_{n+1} \delta_{2,n+1} + \Delta_{n+2} \delta_{2,n+2} + \dots + \Delta_{n+m} \delta_{2,n+m} + \delta_{2,p} &= 0 \\ \dots &\dots \\ X_1 \delta_{n1} + X_2 \delta_{n2} + \dots + X_n \delta_{nn} + \Delta_{n+1} \delta_{n,n+1} + \Delta_{n+2} \delta_{n,n+2} + \dots + \Delta_{n+m} \delta_{n,n+m} + \delta_{n,p} &= 0 \\ X_1 x_{n+1,1} + X_2 x_{n+1,2} + \dots + X_n x_{n+1,n} + \Delta_{n+1} x_{n+1,n+1} + \Delta_{n+2} x_{n+1,n+2} + \dots + \Delta_{n+m} x_{n+1,n+m} + x_{n+1,p} &= 0 \\ X_1 x_{n+2,1} + X_2 x_{n+2,2} + \dots + X_n x_{n+2,n} + \Delta_{n+1} x_{n+2,n+1} + \Delta_{n+2} x_{n+2,n+2} + \dots + \Delta_{n+m} x_{n+2,n+m} + x_{n+2,p} &= 0 \\ \dots &\dots \\ X_1 x_{n+m,1} + X_2 x_{n+m,2} + \dots + X_n x_{n+m,n} + \Delta_{n+1} x_{n+m,n+1} + \Delta_{n+2} x_{n+m,n+2} + \dots + \Delta_{n+m} x_{n+m,n+m} + x_{n+m,p} &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} n \text{ ур-ий} \\ n \text{ ур-ий} \\ m \text{ ур-ий} \end{array}$$

систему (фиг. 3, б), превратив одну из ее опор в горизонтально подвижную и отбросив другую. Внутренние силы и перемещения такой системы определяются без затруднений. Раму (фиг. 4, а), несущую бункер, деформациями к-рого благодаря его большей жесткости можно пренебречь, легко превратить в систему балок, заделанных обоими концами. Для этого достаточно воспрепятствовать горизонтальному смещению бункера постановкой горизонтального стержня и повороту узла А присоединением к нему жесткой неповорачивающейся консоли. Концы стержней полученной т. о. системы (фиг. 4, б) не могут ни смещаться ни поворачиваться и м. б. рассчитаны как балки, заделанные



Фиг. 4.

обоими концами. Расчет таких балок на любую нагрузку и оценка влияния смещения и поворота их концов производится легко и быстро по готовым ф-лам и таблицам. Системы (фиг. 3, б и 4, б) могут служить основными системами при расчете Ж. р. (фиг. 3, а и 4, а). Во многих случаях основная система получается проще всего комбинацией обоих описанных выше приемов.

Если в основной системе недостает некоторых связей, то взамен их прикладываются неизвестные внешние силы $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_k, \dots, X_n$; если в основной системе имеются добавочные связи, каждую из них представляют себе на время отброшенной, дают системе неизвестное по величине перемещение Δ по тому направлению, по к-рому отброшенная связь не позволяла перемещаться, и, вводя обратно связь, закрепляют систему в новом положении. Соответственным подбором сил X_1, X_2, \dots, X_n и перемещений $\Delta_{n+1}, \Delta_{n+2}, \dots, \Delta_1, \dots, \Delta_r, \dots, \Delta_{n+m}$ можно заставить основную систему работать под влиянием заданной нагрузки, сил X и перемещений Δ точно так же, как работает заданная Ж. р. под одной только заданной нагрузкой. Перемещения основной системы, ее внутренние силы и опорные реакции при этом ничем не будут отличаться от тех же величин для за-

данной Ж. р. В частности все перемещение по направлению сил X и усилия в добавочных связях (усилия по направлению перемещений Δ) д. б. равны нулю. На основании принципа независимости действия сил условия эти можно написать в виде следующих канонических уравнений:

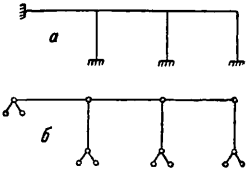
Здесь: δ_{ik} —перемещение по направлению X_i , вызываемое силой $X_k = 1$; δ_{ir} —перемещение по направлению X_i , вызываемое перемещением $\Delta_r = 1$, x_{ik} —усилие по направлению Δ_i , вызываемое силой $X_k = 1$; x_{ir} —усилие по направлению Δ_i , вызываемое перемещением $\Delta_r = 1$; δ_{ip} —перемещение по направлению X_i , вызываемое заданной нагрузкой; x_{ip} —усилие по направлению Δ_i , вызываемое заданной нагрузкой. Число канонич. ур-ий $(n + m)$ равно числу неизвестных сил и перемещений, а следовательно, достаточно для их определения.

По вычислении всех неизвестных можно определить для любого сечения заданной системы величины поперечной или продольной силы, изгибающего момента, угла поворота или прогиба, суммируя влияния на основную систему вычисленных уже сил X , перемещений Δ и нагрузки, на к-рую требуется рассчитать заданную Ж. р. Изгибающий момент в сечении s , напр., равен

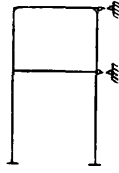
$$M_s = M_{s1} X_1 + M_{s2} X_2 + \dots + M_{sn} X_n + M_{s,n+1} \Delta_{n+1} + M_{s,n+2} \Delta_{n+2} + \dots + M_{s,n+m} \Delta_{n+m} + M_{sp},$$

где M_s —изгибающий момент в сечении s заданной системы, вызываемый нагрузкой; M_{si} —изгибающий момент в сечении s основной системы, вызываемый силой $X_i = 1$; M_{sr} —изгибающий момент в том же сечении основной системы, вызываемый перемещением $\Delta_r = 1$, и M_{sp} —изгибающий момент в том же сечении основной системы, вызываемый заданной нагрузкой. Расчет Ж. р. сводится, т. о., к расчету основной системы. В качестве элементов основной системы можно пользоваться не только статически определенными системами и балками, заделанными на обоих концах или на одном конце; для этой цели пригодна вообще любая такая система, к-рая при помощи простейших приемов или готовых таблиц и ф-л м. б. легко рассчитана на любую нагрузку и на каждое из смещений ее концов и опор, к-рым ее приходится подвергать в процессе расчета заданной Ж. р. Нек-рые Ж. р. добавлением одной дополнительной связи удается превратить в неразрезные балки на упруго поворачивающихся опорах (см. *Балки неразрезные*). Такой неразрезной балкой можно воспользоваться как основной системой, считав ее, кроме заданной нагрузки, еще и на боковое смещение ее ригеля. Вообще же основная система д. б. выбрана т. о., чтобы число неизвестных было возможно меньше,

чтобы возможно большее число коэфф-тов канонич. ур-ий обращалось в нуль и чтобы коэфф-ты, не обращающиеся в нуль, определялись возможно проще. Чтобы с удобством пользоваться в качестве элементов основной системы статически неопределимыми однопролетными балками, необходимо озаботиться неподвижностью тех узлов основной системы, к которым эти балки примыкают. Поэтому приобретает особое значение вопрос о возможных упругих перемещениях узлов



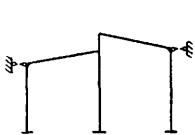
Фиг. 5.



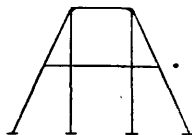
Фиг. 6.

рамных конструкций. Деформациями, зависящими от продольных сил, и тем более изменением расстояний между узлами вследствие искривления соединяющих эти узлы первоначально прямых стержней обычно пренебрегают, а расстояния между узлами рам, соединенными прямыми стержнями, принимают поэтому неизменными. Для определения возможных перемещений узлов рамы надо во всех узлах и во всех точках перелома стержней поместить шарниры и исследовать перемещения полученной т. о. шарнирно-стержневой системы. Шарнирная схема Ж. р. может оказаться изменяемой, статически определенной и неизменяемой, наконец, статически неопределимой. В исключительных случаях может оказаться одновременно статическая неопределимость и изменяемость системы. Если шарнирная схема рамы статически неопределима, расчет рамы вообще не может быть доведен до конца без учета деформаций, вызываемых продольными силами.

Изменяемые системы разделяются по степени их изменяемости, т. е. по числу связей, к-рое необходимо добавить для превращения изменяемых систем в неизменяемые. Раму, шарнирная схема к-рой n -кратно изменяема, называют n -ярусной рамой. Шарнирная схема (фиг. 5, б) рамы, изображенной на фиг. 5, а, — неизменяема; узлы такой рамы неподвижны, ярусность ее равна нулю. На фиг. 6 и 7 изображены двухъярусные рамы; для превращения их шарнирных схем в неизменяемые достаточно добавить по два стержня, изображенных пунктиром. Рама на фиг. 8 одноярусная, но ее шарнирная схема



Фиг. 7.



Фиг. 8.

не только изменяема, но и статически неопределима, поэтому при расчете необходимо учесть деформации от продольных сил. Чем выше ярусность рамы, тем менее выгодно выбирать основную систему, состоя-

щую из однопролетных статически неопределимых балок.

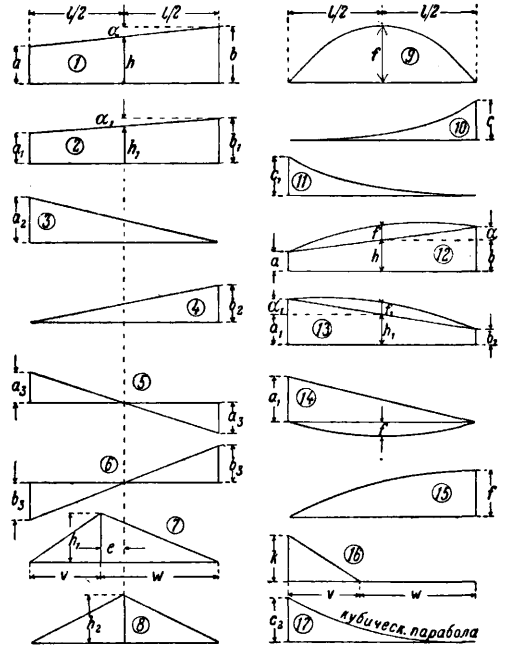
При определении коэфф-тов канонических ур-ий следует иметь в виду, что они по абсолютной величине попарно равны друг другу. На основании теорем взаимности

$$\delta_{ik} = \delta_{ki}; x_{lr} = x_{rl}; \delta_{ir} = -x_{ri}.$$

Поэтому достаточно вычислить только половину побочных коэфф-тов. Систему канонич. ур-ий (для облегчения решения) можно переписать т. о., чтобы коэфф-ты ее были симметричны. Для этого достаточно изменить знаки во всех членах всех ур-ий, начиная с $(n+1)$ -го. Коэфф-ты и свободные члены δ , представляющие собой перемещения по направлению неизвестных сил, например X_i , и вызываемые тоже силами, вычисляются по теореме Мора:

$$\delta_{ik} = \int \frac{M_i M_k}{EI} ds,$$

где M_i — изгибающий момент в основной системе, вызываемый силой $X_i=1$; M_k — изгибающий момент в той же системе, соответствующий той нагрузке, которая вызывает



Фиг. 9.

искомое перемещение; EI — жесткость стержней Ж. р. Интеграл берется по всем стержням системы. При вычислении интегралов можно воспользоваться табл. 1; схемы к таблице даны на фиг. 9. Цифры, помещенные в первых двух столбцах, означают номера схем, соответствующих очертанию эпюр M_i и M_k на том стержне, для которого вычисляется интеграл.

Коэффициенты α , представляющие собой усилия, возникающие по направлению неизвестных перемещений (напр. Δ_r) под влиянием перемещений опор основной системы, также м. б. определены по теореме Мора:

$$\alpha_r = \int \frac{M_r M_l}{EI} ds,$$

Табл. 1. — Вычисление интеграла Мора.

<i>i</i>	<i>k</i>	$\int M_i M_k ds$	<i>i</i>	<i>k</i>	$\int M_i M_k ds$
1	1	$\frac{l}{3} (a^2 + ab + b^2) = l \left(h^2 + \frac{a^2}{3} \right)$	3	17	$\frac{a_2 c_2 l}{5}$
1	2	$\frac{l}{6} [a(2a_1 + b_1) + b(2b_1 + a_1)] =$ $= \frac{l}{6} [a_1(2a + b) + b_1(2b + a)] =$ $= l \left(hh_1 + \frac{aa_1}{3} \right) = \frac{l}{6} (aa_1 + 4hh_1 + bb_1)$	4	7	$\frac{h_1 b_2}{6} (l + v)$
1	3	$\frac{la_2}{6} (2a + b)$	4	12	$\frac{lb_2}{6} (b + 2h)$
1	5	$\frac{la_3}{6} (a - b)$	4	14	$\frac{lb_2}{6} (a_1 + 2f)$
1	6	$-\frac{lb_3}{6} (a - b)$	4	15	$\frac{5b_2 l}{12}$
1	7	$\frac{h_1}{2} \left(lh - \frac{2ae}{3} \right) = \frac{h_1}{6} [a(l + w) + b(l + v)]$	4	16	$\frac{kb_2 v^2}{6l}$
1	8	$\frac{hh_2}{2} l$	4	17	$\frac{b_2 c_2 l}{20}$
1	9	$\frac{2fhl}{3}$	5	5	$\frac{a_2^2 l}{3}$
1	10	$\frac{cl}{12} (3b + a)$	5	6	$-\frac{a_2 b_2 l}{3}$
1	11	$\frac{c_1 l}{12} (3a + b)$	5	7	$\frac{a_2 h_1 l}{3}$
1	13	$l \left(hh_1 + \frac{aa_1}{3} - \frac{f_1 h}{3} \right) = \frac{l}{6} (aa_1 + 4hh_1 + bb_1)$	5	10	$-\frac{la_2 c}{6}$
1	14	$\frac{l}{6} [a_1(2a + b) + 4f_1 h]$	5	15	$-\frac{la_2 f}{6}$
1	15	$\frac{fl}{6} (b + 3h) = \frac{fl}{12} (3a + 5b)$	5	17	$\frac{3la_2 c_2}{20}$
1	16	$\frac{kv}{2} \left(a + \frac{2va}{3l} \right)$	7	7	$\frac{h_1^2 l}{3}$
1	17	$\frac{c_2 l}{20} (4a + b)$	7	8	$\frac{h_1 h_2 l}{2vw} \left(\frac{l}{2} - \frac{2v^2}{3l} \right)$
3	3	$\frac{la_2^2}{3}$	7	9	$\frac{l/h_1}{3} \left(1 + \frac{vw}{l^2} \right)$
3	4	$\frac{la_2 b_2}{6}$	7	10	$\frac{h_1 c}{12} \left(3v + \frac{w^2}{l} \right)$
3	5	$\frac{la_2 a_3}{6}$	7	15	$\frac{h_1 f}{12} \left(3l + 3v - \frac{v^2}{l} \right)$
3	6	$-\frac{la_2 b_3}{6}$	8	9	$\frac{5/h_2 l}{12}$
3	7	$\frac{h_1 a_2}{6} (l + w)$	9	9	$\frac{8f^2 l}{15}$
3	8	$\frac{h_2 a_2 l}{4}$	9	10	$\frac{c_1 f l}{5}$
3	9	$\frac{fa_2 l}{3}$	10	10	$\frac{c^2 l}{5}$
3	10	$\frac{cla_2}{12}$	10	11	$\frac{cc_1 l}{30}$
3	11	$\frac{c_1 la_2}{4}$	10	16	$\frac{ckv^3}{12l^2}$
3	12	$\frac{la_2}{6} (a + 2h)$	11	16	$\frac{hvc_1}{12l^2} (6l^2 - 4lv + v^2)$
3	14	$\frac{a_2 l}{3} (a_1 + f)$	12	12	$l \left[h^2 + \frac{a^2 - 2/l + f^2}{3} \right]$
3	15	$\frac{a_2 f l}{4}$	12	13	$l \left[hh_1 + \frac{aa_1 - f/h_1 - f_1 h}{3} + \frac{f_1^2}{5} \right]$
			12	17	$\frac{c_2 l}{5} \left(a + \frac{b}{4} + \frac{2}{3} f \right)$
			17	17	$\frac{c_2^2 l}{7}$

где M_r — изгибающий момент в основной системе, соответствующий перемещению $\Delta_r = 1$; M_r — изгибающий момент в той же системе, соответствующий перемещению Δ_1 , вызывающему усилие x_{r1} . Часто величины x можно найти и проще — непосредственным определением усилий в дополнительных связях основной системы.

Усилия в связях, вызываемые силами X_i или заданной нагрузкой, и перемещения по направлению неизвестных сил, соответствующие перемещениям Δ_r , не м. б. определены по теореме Мора и вычисляются непосредственно — расчетом основной системы. Для

балок, заделанных на одном или двух концах, применяемых в основных системах особенно часто, можно воспользоваться данными фиг. 10.

Для сосредоточенных грузов и других нагрузок можно воспользоваться линиями влияния опорных моментов. Вычисление ординат линий влияния опорных моментов балки, заделанной двумя концами, можно произвести, пользуясь данными табл. 2. При вычислении ординат линий влияния опорного момента балок, заделанных на одном и опертых на другом конце, можно пользоваться данными табл. 3.

Табл. 2.—Значения ξ , μ'_A и μ''_B для балок, заделанных двумя концами.

Линия влияния левого опорного момента	Линия влияния правого опорного момента		
$\mu''_A = \frac{z}{l} (1 - \frac{z}{l})^2 = \xi(1 - \xi)^2$	$\mu''_B = \frac{z^2}{l^2} (1 - \frac{z}{l}) = \xi^2(1 - \xi)$		
$\xi = \frac{z}{l}$	μ''_A	μ''_B	
0,00	0,0000	0,0000	1,00
0,01	0,0098	0,0001	0,99
0,02	0,0192	0,0004	0,98
0,03	0,0282	0,0009	0,97
0,04	0,0369	0,0015	0,96
0,05	0,0451	0,0024	0,95
0,06	0,0530	0,0034	0,94
0,07	0,0605	0,0046	0,93
0,08	0,0677	0,0059	0,92
0,09	0,0745	0,0074	0,91
0,10	0,0810	0,0090	0,90
0,11	0,0871	0,0108	0,89
0,12	0,0929	0,0127	0,88
0,13	0,0984	0,0147	0,87
0,14	0,1035	0,0169	0,86
0,15	0,1084	0,0191	0,85
0,16	0,1129	0,0215	0,84
0,17	0,1171	0,0240	0,83
0,18	0,1210	0,0266	0,82
0,19	0,1247	0,0292	0,81
0,20	0,1280	0,0320	0,80
0,21	0,1311	0,0348	0,79
0,22	0,1338	0,0378	0,78
0,23	0,1364	0,0407	0,77
0,24	0,1386	0,0438	0,76
0,25	0,1406	0,0469	0,75
0,26	0,1424	0,0500	0,74
0,27	0,1439	0,0532	0,73
0,28	0,1452	0,0564	0,72
0,29	0,1462	0,0597	0,71
0,30	0,1470	0,0630	0,70
0,31	0,1478	0,0663	0,69
0,32	0,1480	0,0696	0,68
0,33	0,1481	0,0729	0,67
0,34	0,1481	0,0763	0,66
0,35	0,1479	0,0796	0,65
0,36	0,1475	0,0829	0,64
0,37	0,1469	0,0862	0,63
0,38	0,1461	0,0895	0,62
0,39	0,1451	0,0928	0,61
0,40	0,1440	0,0960	0,60
0,41	0,1427	0,0992	0,59
0,42	0,1413	0,1023	0,58
0,43	0,1397	0,1054	0,57
0,44	0,1380	0,1084	0,56
0,45	0,1361	0,1114	0,55
0,46	0,1341	0,1143	0,54
0,47	0,1320	0,1171	0,53
0,48	0,1298	0,1198	0,52
0,49	0,1274	0,1225	0,51
0,50	0,1250	0,1250	0,50
	μ''_A	μ''_B	$\xi = \frac{z}{l}$

Табл. 3.—Значения ξ , μ'_A и μ'_B для балок, заделанных на одном и опертых на другом конце.

Линия влияния опорного момента при заделке на левом конце	Линия влияния опорного момента при заделке на правом конце		
$\mu'_A = \frac{1}{2} \frac{z}{l} (1 - \frac{z}{l}) (2 - \frac{z}{l}) = \frac{1}{2} \xi(1 - \xi)(2 - \xi)$	$\mu'_B = \frac{1}{2} \frac{z}{l} (1 - \frac{z^2}{l^2}) = \frac{2}{1} \xi(1 - \xi^2)$		
$\xi = \frac{z}{l}$	μ'_A	μ'_B	
0,00	0,0000	0,0000	1,00
0,01	0,0099	0,0049	0,99
0,02	0,0194	0,0099	0,98
0,03	0,0287	0,0149	0,97
0,04	0,0376	0,0199	0,96
0,05	0,0463	0,0249	0,95
0,06	0,0547	0,0299	0,94
0,07	0,0628	0,0348	0,93
0,08	0,0707	0,0397	0,92
0,09	0,0782	0,0446	0,91
0,10	0,0855	0,0495	0,90
0,11	0,0925	0,0543	0,89
0,12	0,0993	0,0591	0,88
0,13	0,1057	0,0639	0,87
0,14	0,1119	0,0686	0,86
0,15	0,1179	0,0733	0,85
0,16	0,1236	0,0779	0,84
0,17	0,1291	0,0825	0,83
0,18	0,1343	0,0871	0,82
0,19	0,1393	0,0916	0,81
0,20	0,1440	0,0960	0,80
0,21	0,1485	0,1004	0,79
0,22	0,1527	0,1047	0,78
0,23	0,1567	0,1089	0,77
0,24	0,1605	0,1131	0,76
0,25	0,1640	0,1172	0,75
0,26	0,1674	0,1212	0,74
0,27	0,1705	0,1251	0,73
0,28	0,1734	0,1290	0,72
0,29	0,1760	0,1328	0,71
0,30	0,1785	0,1365	0,70
0,31	0,1807	0,1401	0,69
0,32	0,1828	0,1432	0,68
0,33	0,1846	0,1470	0,67
0,34	0,1863	0,1503	0,66
0,35	0,1877	0,1536	0,65
0,36	0,1889	0,1567	0,64
0,37	0,1900	0,1597	0,63
0,38	0,1908	0,1625	0,62
0,39	0,1915	0,1653	0,61
0,40	0,1920	0,1680	0,60
0,41	0,1923	0,1705	0,59
0,42	0,1924	0,1730	0,58
0,43	0,1924	0,1752	0,57
0,44	0,1922	0,1774	0,56
0,45	0,1918	0,1794	0,55
0,46	0,1913	0,1813	0,54
0,47	0,1905	0,1831	0,53
0,48	0,1897	0,1847	0,52
0,49	0,1887	0,1862	0,51
0,50	0,1875	0,1875	0,50
	μ'_A	μ'_B	$\xi = \frac{z}{l}$

Симметричные Ж. р. допускают значительное упрощение решения. Всякую нагрузку, действующую на такую Ж. р., можно разложить на две части: симметричную и обратную симметричную. Пример такого раз-

ложения показан на фиг. 11. Из этого примера видно, что обе частные нагрузки в сумме дают заданную; кроме того, от симме-

тричной нагрузки все явления в Ж. р. будут симметричные, т. е., если, напр., в каком-нибудь сечении происходит растяжение, то и в симметрично расположенном сечении тоже будет растяжение; если какое-нибудь сечение перемещается при деформации по направлению к оси симметрии, то и симметричное сечение перемещается к оси симметрии. При обратной симметричной нагрузке, наоборот, растяжению какого-либо сечения соответствует сжатие в сечении, ему симметричном, перемещению точки к оси симметрии Ж. р.—перемещение от оси симметрии для симметрично расположенной точки. Поэтому для каждой из частных нагрузок число неизвестных в системе будет значительно меньше, чем при произвольной нагрузке. Если при выбранной уже основной системе общее число неизвестных для решения рамы равно m , то при решении на симметричную нагрузку будет всего $p < m$ неизвестных, а при решении на обратно симметричную нагрузку $m - p$ неизвестных. Благодаря разложению нагрузок решение системы m совместных ур-ий заменяется решением двух

Расчетная нагрузка или деформация	Эпюра моментов и опорные реакции

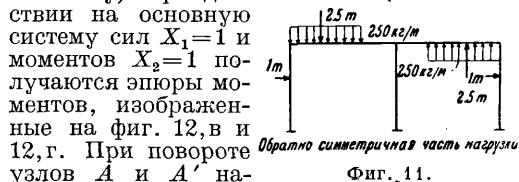
Фиг. 10.

независимых систем ур-ий общим числом m , что значительно проще. Пусть, напр., требуется рассчитать Ж. р. (фиг. 12, а) на два сосредоточенных груза по 3 т. Размеры рамы и моменты инерции стержней приведены на чертеже. Для расчета абсолютные значения жесткостей стержней EI не играют

роли, важно лишь соотношение $\frac{EI_1}{EI_2}$ жесткостей стержней. Поэтому жесткости заменены пропорциональными им числами, приведенными на фиг. 12, б. Основную систему удобно выбрать по фиг. 12, б, т. е. разрезать верхний этаж Ж. р. в коньке, ригель нижнего этажа закрепить от боковых смещений горизонтальными стержнями, а узлы A и A' закрепить от поворота. Верхняя часть основной системы статически определима, а нижняя состоит из балок, заделанных обоими концами. При произвольной нагрузке следовало бы в разрезе приложить три неизвестные силы (три компонента силы взаимодействия сечений, разделенных разрезом), ригелю рамы следовало бы дать боковое смещение и повернуть узлы A и A' . Всего было бы шесть неизвестных; из них—три силы и три перемещения. Благодаря симметрии нагрузки можно сказать заранее, что вертикальная составляющая силы взаимодействия в коньке и боковое смещение ригеля будут равны нулю, а узлы A и A' повернутся навстречу друг другу на одинаковый угол.

Т. о., остаются всего три неизвестных. Выберем их так: добавим мысленно в месте разреза абсолютно жесткие стержни, опускающиеся до нижнего ригеля, и представим себе, что связь между разделенными разрезом сечениями осуществляется через нижние концы этих стержней. Связь обоих сечений была бы при этом не менее полной.

Теперь можно неизвестные силы взаимодействия между частями верхнего этажа приложить к концам жестких стержней. Назовем горизонтальную составляющую силы X_1 , а момент— X_2 . Третьей неизвестной будет угол поворота узла A , к-рый обозначим через Δ_3 (угол поворота узла A' по симметрии имеет ту же величину). При действии на основную систему сил $X_1=1$ и моментов $X_2=1$ получаются эпюры моментов, изображенные на фиг. 12, в и 12, г. При повороте узлов A и A' навстречу друг другу на угол $\Delta_3=1$ рама получит деформацию, изображенную на фиг. 12, д. Вычислим изгибающие моменты, соответствующие этой деформации. Для ригеля (по таблице опорных моментов балки, заделанной двумя концами) находим момент на левой опоре:



Фиг. 11.

от поворота левого узла

$$\frac{4EI}{l} = \frac{4 \cdot 50}{10} = 20,$$

от поворота правого узла

$$-\frac{2EI}{l} = -\frac{2 \cdot 50}{10} = -10,$$

от одновременного поворота узлов

$$M = +10.$$

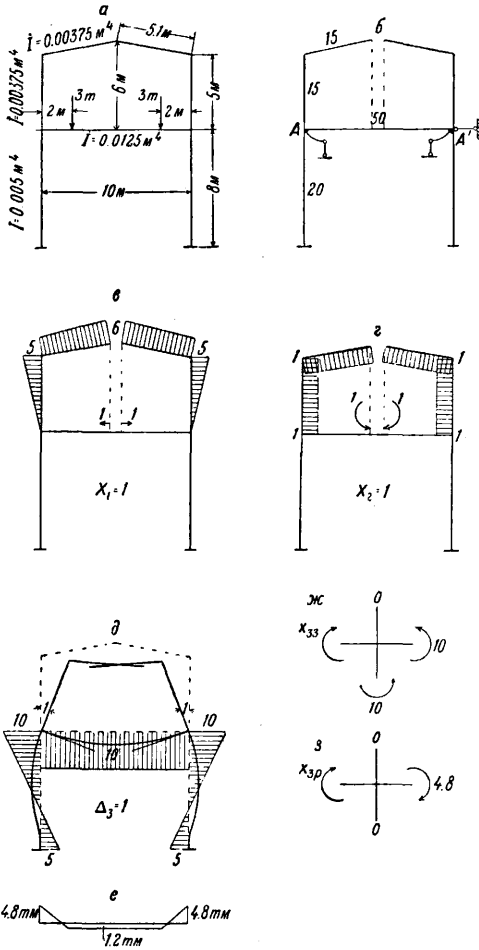
Для верха стойки под влиянием его поворота момент равен

$$\frac{4EI}{l} = \frac{4 \cdot 20}{8} = 10;$$

для нижнего конца стойки

$$\frac{2EI}{l} = \frac{2 \cdot 20}{8} = 5.$$

По этим значениям моментов построена эпюра фиг. 12, д, при чем, как и во всех остальных случаях, ординаты эпюры отложены со



Фиг. 12.

стороны растянутого волокна. Построим, наконец, эпюру моментов в основной системе от заданной нагрузки. Благодаря закреплению узлов эпюра занимает только нагруженный стержень. По линиям влияния, для $\xi = 0,2$ и $\xi = 0,8$, находим опорный момент:

$$M = -3 \cdot 10(0,128 + 0,032) = -4,8 \text{ тм.}$$

Эпюра показана на фиг. 12, е.

Теперь можно перейти к вычислению коэффициентов и свободных членов ур-ий. Благодаря симметрии можно ограничиться рассмотрением половины Ж. р. Для вычисления перемещения δ_{11} интегрируем эпюру для $X_i = 1$; пользуясь таблицей для вычисления

интегралов Мора (схемы 1-1 и 3-3), находим:

$$\delta_{11} = \frac{1}{15} \left[\frac{5,1}{3} (3^2 + 5 \cdot 6 + 6^2) + \frac{5 \cdot 5^2}{3} \right] = 13,1.$$

Для δ_{12} интегрируем эпюры $X_1 = 1$ и $X_2 = 1$; по схемам 1-2 и 1-3 находим:

$$\delta_{12} = -\frac{1}{15} \left[\frac{5,1}{2} (5 + 6) + \frac{5 \cdot 5}{2} \right] = -2,7.$$

Из эпюры для $X_2 = 1$ по схемам 1-1 и 1-1:

$$\delta_{22} = \frac{1}{15} (5 + 5,1) = 0,67.$$

Для определения момента x_{33} , развивающегося в закреплении узла А, при его повороте на угол $\Delta_3 = 1$, вырежем этот узел (фиг. 12, ж) и составим для него уравнение моментов:

$$x_{33} = 10 + 10 = 20.$$

Кoeff-ты x_{31} и x_{32} находим аналогично, при чем благодаря переносу сил X на концы жестких стержней получается:

$$x_{31} = -\delta_{13} = 0 \text{ и } x_{32} = -\delta_{23} = 1.$$

Подобным же образом определяются и свободные члены (фиг. 12, з):

$$\delta_{1p} = 0; \delta_{2p} = 0 \text{ и } x_{3p} = +4,8.$$

В результате получим такие канонич. ур-ия: $13,1X_1 - 2,7X_2 = 0$; $-2,7X_1 + 0,67X_2 - \Delta_3 = 0$; $-X_2 - 20\Delta_3 - 4,8 = 0$.

Решение системы канонических уравнений. Каждое из неизвестных, входящих в канонич. ур-ия, можно представить в виде линейных ф-ий свободных членов этих ур-ий. Если такое выражение найдено, вычисление значений неизвестных не представляет никаких затруднений. Поэтому основная задача при решении ур-ий состоит в определении значений коэф-тов ψ в ф-лах:

$$X_i = \psi_{1i}\delta_{1p} + \psi_{2i}\delta_{2p} + \dots + \psi_{ii}\delta_{ip} + \dots + \psi_{ni}\delta_{np} - \psi_{n+1,i}x_{n+1,p} - \dots - \psi_{ki}x_{kp} - \dots - \psi_{n+m,i}\delta_{n+m,p};$$

$$\Delta_k = \psi_{1k}\delta_{1p} + \psi_{2k}\delta_{2p} + \dots + \psi_{ik}\delta_{ip} + \dots + \psi_{nk}\delta_{np} - \psi_{n+1,k}x_{n+1,p} - \dots - \psi_{kk}\delta_{kp} - \dots - \psi_{n+m,k}\delta_{n+m,p}.$$

Кoeff-ты ψ_{1i} , ψ_{2i} , ..., ψ_{ii} , ..., ψ_{ni} представляют собой те силы, а коэф-ты $\psi_{n+1,i}$, ..., ψ_{ki} , ..., $\psi_{n+m,i}$ — те перемещения, к-рые надо приложить к основной системе по направлениям неизвестных сил $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$ и неизвестных перемещений $\Delta_{n+1}, \dots, \Delta_k, \dots, \Delta_{n+m}$ для получения неизвестной линии прогиба, в виде линии влияния неизвестной силы X_i . Аналогично этому коэф-ты ψ_{1k} , ψ_{2k} , ..., ψ_{ik} , ..., ψ_{nk} , $\psi_{n+1,k}$, ..., ψ_{kk} , ..., $\psi_{n+m,k}$ представляют собой значения тех сил и перемещений, которые надо приложить к основной системе по направлениям неизвестных сил и перемещений, чтобы линия прогиба представляла собою линию влияния перемещения Δ_k . На основании теорем взаимности между парами коэф-тов существует равенство $\psi_{ik} = \psi_{ki}$. Равенство это справедливо, когда обе неизвестные величины с индексами i, k — силы, когда эти неизвестные — перемещения, а также когда одна из неизвестных — сила, другая — перемещение. Для нахождения величин ψ рекомендуется следующий путь: переход от основной системы к заданной Ж. р. совершается постепенно путем изучения ря-

да промежуточных систем. Первая промежуточная система получается из основной введением первой неизвестной: если первая неизвестная — сила, то вводится первая связь, если это — перемещение, то выбрасывается соответствующая связь. Подобно этому введением, кроме первой, еще и второй неизвестной получается вторая промежуточная система, затем третья и т. д. Если число неизвестных равно $n + m$, то последней промежуточной системой является $(n + m - 1)$ -я; с введением последней неизвестной получается заданная Ж. р. Так, если при расчете Ж. р. (фиг. 13, а) принята основная система по фиг. 13, б, то промежуточных систем будет всего две (фиг. 13, в и 13, г).

Обозначим далее: через ζ_{ik} — усилие в последней из введенных связей (или перемещение по направлению последней из выброшенных связей) в i -й промежуточной системе, вызываемое силой $X_k = 1$ (или перемещением $\Delta_k = 1$, если k -я неизвестная — перемещение); через η_{ik} — усилие по направлению X_i (или перемещение по направлению Δ_i), вызываемое в $(k-1)$ -й промежуточной системе силой $X_k = 1$ (или перемещением $\Delta_k = 1$); через $\delta_{i(i)}$ — перемещение по направлению X_i (если i -я неизвестная — сила), вызываемое в $(i-1)$ -й промежуточной системе силой $X_i = 1$; через $\alpha_{i(i)}$ — усилие по направлению Δ_i (если i -я неизвестная — перемещение), возникающее в $(i-1)$ -й промежуточной системе при $\Delta_i = 1$. Ниже для простоты рассматривается случай, когда все неизвестные — силы. Если часть неизвестных — перемещения, то следует только заменить силы X перемещениями Δ , а перемещения по направлению сил X заменить усилиями по направлению перемещений Δ , взятыми со знаком минус, т. е. вместо δ писать $-\alpha$. Дальнейшее изложение опирается на построении линий влияния неизвестных. Для построения линии влияния первой неизвестной в 1-й промежуточной системе следовало бы дать по направлению X_1 перемещение, равное (-1) . Если по направлению X_1 приложить в основной системе силу, равную единице, получим линию прогиба, подобную линии влияния X_1 в 1-й промежуточной системе (модель линии влияния), при чем перемещение по направлению X_1 равно δ_{11} (фиг. 14). Для получения самой линии влияния надо по направлению X_1 приложить силу φ_{11} равную $-\frac{1}{\delta_{11}}$. Ординаты линий влияния (фиг. 15, а) равны:

$$\zeta_{12} = \varphi_{11} \delta_{21}; \quad \zeta_{13} = \varphi_{11} \delta_{31};$$

(в общем случае $\zeta_{14} = \varphi_{11} \delta_{41}, \dots, \zeta_{1n} = \varphi_{11} \delta_{n1}$). Зная влияние всех сил X на усилие в 1-й связи 1-й промежуточной системы, можно перейти ко 2-й промежуточной системе. Сила $X_2 = 1$, приложенная к 1-й промежуточной системе, вызывает в 1-й связи этой системы усилие $\eta_{12} = \zeta_{12}$. Реакцию 1-го стержня можно заменить внешней силой

η_{12} и рассматривать совокупность двух сил — силы, равной 1 и действующей по направлению X_2 , и силы, равной η_{12} и действующей по направлению X_1 — как группу сил или обобщенную силу $Y_2 = 1$, действующую на основную систему (фиг. 14). Тогда

$$\delta_{2(2)} = 1 \cdot \delta_{22} + \eta_{12} \delta_{21}.$$

Чтобы получить линию влияния X_2 во 2-й промежуточной системе, надо приложить вместо $Y_2 = 1$ группу Φ_2 , состоящую из сил

$$\varphi_{22} = -\frac{1}{\delta_{2(2)}} \quad \text{и} \quad \varphi_{12} = -\eta_{12} \varphi_{22}.$$

Отсюда (фиг. 15, б)

$$\zeta_{23} = \varphi_{22} \delta_{32} + \varphi_{12} \delta_{31},$$

и в общем случае еще

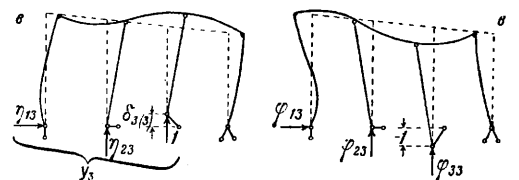
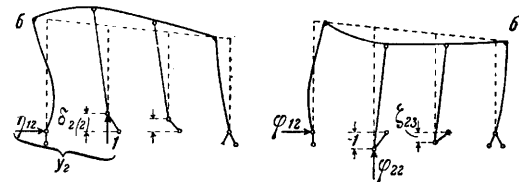
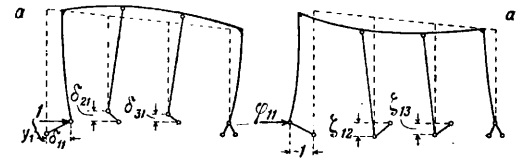
$$\zeta_{24} = \varphi_{22} \delta_{42} + \varphi_{12} \delta_{41},$$

$$\zeta_{2n} = \varphi_{22} \delta_{n2} + \varphi_{12} \delta_{n1}.$$

Под влиянием силы $X_3 = 1$, действующей на 2-ю промежуточную систему, в стержне 2-м возникает усилие $\eta_{23} = \zeta_{23}$, а в стержне 1-м — усилие

$$\eta_{13} = 1 \cdot \zeta_{13} + \eta_{23} \zeta_{12}.$$

Совокупность сил 1, η_{23} и η_{13} рассматривается как группа $Y_3 = 1$, действующая на основную систему. Масштаб модели линии



Фиг. 14.

Фиг. 15.

влияния силы X_3 в 3-й промежуточной системе, т. е. перемещение $\delta_{3(3)}$ определяется по формуле:

$$\delta_{3(3)} = \delta_{33} + \eta_{23} \delta_{32} + \eta_{13} \delta_{31}.$$

В общем случае, переходя т. о. от одной промежуточной системы к другой, находят, наконец, силы ψ для последней неизвестной X_n уже в заданной Ж. р.:

$$\begin{aligned} \psi_{nn} &= \varphi_{nn} = -\frac{1}{\delta_{n(n)}}; \\ \psi_{n-1,n} &= \varphi_{n-1,n} = -\eta_{n-1,n} \varphi_{nn}; \\ \psi_{2n} &= \varphi_{2n} = -\eta_{2n} \varphi_{nn}; \\ \psi_{1n} &= \varphi_{1n} = -\eta_{1n} \varphi_{nn}. \end{aligned}$$

Линии влияния для сил X в промежуточных системах представляют собой в то же время

линии влияния групп Y в основной системе. Между силами X , действующими на основную систему, и группами существует простая зависимость (фиг. 14):

$$\begin{aligned}
 X_n &= Y_n; \\
 X_{n-1} &= Y_{n-1} + \eta_{n-1,n} Y_n; \\
 X_{n-2} &= Y_{n-2} + \eta_{n-2,n-1} Y_{n-1} + \eta_{n-2,n} Y_n; \\
 &\dots \\
 X_2 &= Y_2 + \eta_{23} Y_3 + \eta_{24} Y_4 + \dots + \\
 &\quad + \eta_{2,n-1} Y_{n-1} + \eta_{2n} Y_n; \\
 X_1 &= Y_1 + \eta_{12} Y_2 + \eta_{13} Y_3 + \dots + \\
 &\quad + \eta_{1,n-1} Y_{n-1} + \eta_{1n} Y_n.
 \end{aligned}$$

Для случая фиг. 14 и 15 следует подставить $n=3$.

На основании этих ф-л, для вычисления величин ψ , относящихся к $(n-1)$ -й неизвестной, следует к величинам $\varphi_{n-1,i}$ прибавить величины $\varphi_{ni} \eta_{n-1,n}$:

$$\begin{aligned}
 \varphi_{n-1,n-1} &= \varphi_{n-1,n-1} + \eta_{n-1,n} \varphi_{n-1,n}; \\
 \varphi_{n-2,n-1} &= \varphi_{n-2,n-1} + \eta_{n-1,n} \varphi_{n-2,n}; \\
 &\dots \\
 \varphi_{2,n-1} &= \varphi_{2,n-1} + \eta_{n-1,n} \varphi_{2n}; \\
 \varphi_{1,n-1} &= \varphi_{1,n-1} + \eta_{n-1,n} \varphi_{1n}.
 \end{aligned}$$

Кроме того, $\varphi_{n-1,n-1} = \varphi_{n-1,n}$.
Для $(n-2)$ -й неизвестной:

$$\begin{aligned}
 \varphi_{n-2,n-2} &= \varphi_{n-2,n-2} + \eta_{n-2,n-1} \varphi_{n-2,n-1} + \\
 &\quad + \eta_{n-2,n} \varphi_{n-2,n}; \\
 \varphi_{n-3,n-2} &= \varphi_{n-3,n-2} + \eta_{n-2,n-1} \varphi_{n-3,n-1} + \\
 &\quad + \eta_{n-2,n} \varphi_{n-3,n}; \\
 &\dots \\
 \varphi_{2,n-2} &= \varphi_{2,n-2} + \eta_{n-2,n-1} \varphi_{2,n-1} + \eta_{n-2,n} \varphi_{2n}; \\
 \varphi_{1,n-2} &= \varphi_{1,n-2} + \eta_{n-2,n-1} \varphi_{1,n-1} + \eta_{n-2,n} \varphi_{1n}
 \end{aligned}$$

и $\varphi_{n-1,n-2} = \varphi_{n-2,n-1}$; $\varphi_{n,n-2} = \varphi_{n-2,n}$.
Для первой неизвестной:

$$\varphi_{11} = \varphi_{11} + \eta_{12} \varphi_{12} + \eta_{13} \varphi_{13} + \dots + \eta_{1,n-1} \varphi_{1,n-1} + \eta_{1n} \varphi_{1n}.$$

Остальные неизвестные определяются из равенства $\varphi_{i1} = \varphi_{i1}$.

Для проверки вычислений применяются следующие контрольные равенства:

$$\begin{aligned}
 \delta_{i-1(i)} &= \delta_{i-1,i} \cdot 1 + \delta_{i-1,i-1} \eta_{i-1,i} + \delta_{i-1,i-2} \eta_{i-2,i} + \\
 &\quad + \dots + \delta_{i-1,2} \eta_{2i} + \delta_{i-1,1} \eta_{1i} = 0; \\
 \eta_{ik} &= \zeta_{ik} + \eta_{i,k-1} \zeta_{k-1,k} + \eta_{i,k-2} \zeta_{k-2,k} + \\
 &\quad + \dots + \eta_{i,i+2} \zeta_{i+2,k} + \eta_{i,i+1} \zeta_{i+1,k}.
 \end{aligned}$$

Наконец, все величины φ для каждой данной неизвестной проверяются помощью системы равенств:

$$\begin{aligned}
 \varphi_{1i} \delta_{11} + \varphi_{2i} \delta_{12} + \dots + \varphi_{n-1,i} \delta_{1,n-1} + \varphi_{ni} \delta_{1n} &= 0; \\
 \varphi_{1i} \delta_{21} + \varphi_{2i} \delta_{22} + \dots + \varphi_{n-1,i} \delta_{2,n-1} + \varphi_{ni} \delta_{2n} &= 0; \\
 &\dots \\
 \varphi_{1i} \delta_{i1} + \varphi_{2i} \delta_{i2} + \dots + \varphi_{n-1,i} \delta_{i,n-1} + \varphi_{ni} \delta_{in} &= 1; \\
 &\dots \\
 \varphi_{1i} \delta_{n1} + \varphi_{2i} \delta_{n2} + \dots + \varphi_{n-1,i} \delta_{n,n-1} + \varphi_{ni} \delta_{nn} &= 0.
 \end{aligned}$$

Лит.: Стрелецкий Н. С., К расчету сложных статически неопределимых систем, М., 1922; Самойлов Л. А., Основы расчета рам, «Труды Моск. ин-га инж. транспорта», М., 1927, вып. 3; его же, Расчет рам по методу фокусов, там же; Гвоздев А. А., Расчет статически неопределимых систем, М., 1927; Жемочкин Б. Н., Расчет статически неопределимых систем. Способ угловых деформаций, М., 1927; Бейер К., Статика железобетон. сооружений, пер. с нем., М., 1928; Mohr O., Abhandlungen aus d. Gebiete d. techn. Mechanik, p. 480,

2 Auflage, Berlin, 1914; Pirlet J., Compendium d. Statik d. Baukonstruktionen, B. 2, T. 1, Berlin, 1921; Suter E., Die Methode d. Festpunkte, Berlin, 1923; Gehler W., Der Rahmen, Berlin, 1926; Ostefeld A., Die Deformationsmethode, B., 1926; Pasternak P., Berechnung vielfach statisch unbestimmter biegegesteuerter Stab- u. Flächenragwerke, B. 1, Zürich, 1927; Mann L., Theorie d. Rahmenwerke, auf neuer Grundlage, B., 1927. **А. Гвоздев.**

ЖЕСТКОСТЬ, сопротивляемость сооружений и механизмов, в отдельных частях их и в целом виде, деформациям, возникающим в них под действием внешних сил и нагрузок. Степень $Ж$. брусьев характеризуется величинами: при растяжении и сжатии $\frac{1}{E \cdot \omega}$, при изгибе $-\frac{1}{E \cdot I}$, при кручении $\frac{1}{G \cdot I_\rho}$; в них E

и G —модули упругости материала, ω и I —соответственно площадь и момент инерции сечения. Вообще $Ж$. понижается с увеличением свободной длины и уменьшением поперечных размеров сечений. **И. Прокофьев.**

ЖЕсть. Белая $Ж$. представляет собою листовое железо, покрытое оловом—белым, блестящим металлом, к-рый сообщает листу красивый наружный вид. Олово хорошо противостоит атмосферным влияниям и является для железа исключительно ценным защитным покрытием.

Слой олова сохраняет свой блеск и хорошо защищает железо от разъедания только до тех пор, пока слой остается непрерывным; если же непрерывность слоя нарушена и железо обнажено, то разъедание последнего идет быстрее, чем без олова; явление это объясняется тем, что в электролитич. паре железо—олово последнее является катодом. В присутствии воды или влаги, содержащей в растворе хотя бы малейшие следы примеси, эти два металла образуют электролитич. пару; т. к. железо образует анод этой пары, то на него будут действовать отрицательные ионы, в результате чего оно переходит в раствор, в то время как олово, соприкасающееся только с положительными ионами, остается нетронутым. Из этого следует, что даже тончайшего покрытия оловом, если оно произведено совершенно, достаточно для предохранения железа; с другой стороны, для огненных мест нет никакой защиты от разъедания, какой бы толщины слой олова ни лежал на листе. Для нек-рых целей, однако, предпочтительнее более толстое покрытие. Это в частности относится к $Ж$., из к-рой изготовляется посуда, подвергающаяся значительному изнашиванию от чистки. Толстое покрытие придает $Ж$. также и лучший внешний вид; нек-рое количество олова требуется, кроме того, чтобы закрыть неизбежные поверхностные неровности листа. В настоящее время изготовляется примерно около 10 разных сортов жести, которые различаются по толщине оловянного слоя. Примерно $\frac{2}{3}$ выпуска идет на производство жестяных банок и посуды.

Метод покрытия оловом заключается в следующем: железный лист, с предварительной очищенной от окислов, грязи, жира и влаги поверхностью, пропускается через расплавленную оловянную ванну. Железо при этом нагревается, сплавляется с оловом, и к нему пристает достаточное количество металла, образующего на поверхности быстро затвер-

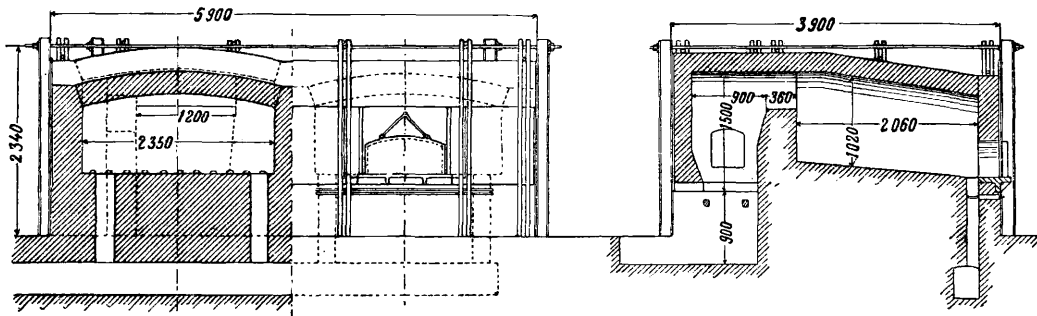
девающий слой чистого олова. Слой этот, если только все требуемые условия соблюдены, пристаёт настолько прочно, что лист можно штамповать, гнуть и прессовать, при чем слой олова не отстает.

Процесс производства Ж. состоит из следующих операций: 1) прокатка черной Ж., к которой относятся: резка заготовки на куски нужной длины, нагрев заготовки, операция прокатки, заканчивающаяся получением пакета из нескольких листов, резка пакета и его раздирание; 2) подготовка черной Ж. к лужению: травление черной Ж., первый отжиг, холодная прокатка, второй отжиг и второе травление; 3) лужение Ж.: сушка, покрытие оловом, чистка и полировка Ж.; 4) сортировка и упаковка Ж.

1. Прокатка черной Ж. почти ничем не отличается от прокатки тонкого листового железа (см. *Прокатка*). Ж. готовится из особенно доброкачественного металла — мягкого

дороже, но поверхность листа делается чистой и гладкой; излишние расходы по прокатке окупаются экономией олова. Производительность стана, т. е. двух пар валков, при таком способе работы составляет около 3 000 кг за 8 час. При трех нагревах производительность такого же стана на 30% выше.

Сдвигание листов при прокатке зависит от их толщины и производится при толщине листов в 0,08—0,16 мм четыре раза; при 0,16—0,35 мм — три раза; при 0,35—0,65 мм — два раза; при 0,65—1 мм — один раз. При этом приходится опасаться сваривания листов, чему можно до некоторой степени противодействовать, как уже говорилось, повышением содержания в металле Mn и Si. Практикуется опускание пакета в бак с H_2SO_4 , которая образует изолирующий слой $FeSO_4$. Лучшие же результаты достигаются умелым регулированием t° нагрева материала в печах. Операция прокатки



Фиг. 1.

и вязкого. Ответственные сорта Ж. изготовляют из железа состава: 0,08—0,10% С, 0,4—0,5% Mn, 0,03—0,04% P, 0,03—0,04% S. Для тонких листов, толщиной 0,16—0,25 мм, выбирают металл с несколько большим содержанием марганца, чтобы избежать сваривания листов. Для сортов менее ответственных можно брать материал с более высоким содержанием Mn, P и S (до 0,6% Mn, 0,05% P и 0,06% S). Примесь кремния препятствует слипанию листов, но вводить его нужно с большой осторожностью, т. к. он уменьшает вязкость металла и может вызывать образование трещин при штамповке. Обычно содержание кремния не превышает 0,03—0,04%. На Ж. идет почти исключительно маргеновский металл, выплавляемый в печах средних размеров (до 40—50 т); увеличение тоннажа печей часто ведет к значительному повышению процента брака, гл. обр. из-за образования пузырей.

На континенте Европы листы для Ж. прокатывают след. обр. Заготовку, длиной равной ширине листа +10—15 мм, подвергают нагреву и раскатывают, пропуская через валки поодиночке; потом нажимные винты ослабляют, и вытяжка продолжается попарно, пока листы не получат длину приблизительно в 1 200 мм. После этого листы складывают вдвое, подогревают, прокатывают во второй раз, снова сдвигают, нагревают в третий раз и окончательно выкатывают. Т. о., прокатка ведется с трех нагревов. В Англии предпочитают работу в пять нагревов. Это уменьшает производительность и обходится

ведется по преимуществу на горячих валках, т. е. не охлаждаемых водой; этот способ работы выгоднее в смысле производительности, и поверхность листов при этом получается чище (см. *Прокатка*).

Особенности производства Ж., направленные гл. образом к тому, чтобы получить безупречную по чистоте поверхность листов, заставляют иногда отдавать предпочтение печам с большим расходом топлива, но обеспечивающим хорошую поверхность листов.

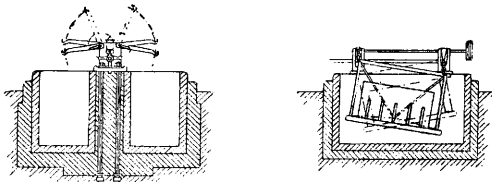
На этом основании нередко еще применяют печь, которая изображена на фиг. 1. Печь этого типа одинаково применима для нагрева заготовок и пакетов. Для нагрева заготовок входят в употребление методические печи с регенераторами или рекуператорами. Полугазовые и колосниковые топки, типичные для старых установок, в новых часто заменяются газовыми, нефтяными и пылеугольными. Однако, в Америке за последнее время снова начали находить применение автоматическ. топки. Наиболее распространенным видом топлива является каменный уголь. Т. к. особенно высокая темп-ра здесь не требуется, а нужно только ровное нагревание в восстановительном пламени, то уголь оказался наиболее подходящим топливом для этих печей.

Пакеты Ж. после прокатки охлаждают до атмосферной t° , после чего их передают к ножницам для резки на нужные размеры. Ножницы применяются обычно рычажного типа. Размеры листов жести установлены стандартом в 508 × 711 мм и 508 × 356 мм.

Обрезанные пакеты Ж. поступают на раздирку. Работу производят вручную, пользуясь особым инструментом, к-рым предварительно отгибают углы; сваренные места разъединяют ножом. Во время резки и раздирания, а также всех следующих процессов, листы Ж. должны быть тщательно защищены от грязи и жира. Хорошие листы в дальнейшем отправляются в травилку, где они сначала подвергаются так называемому черновому травлению.

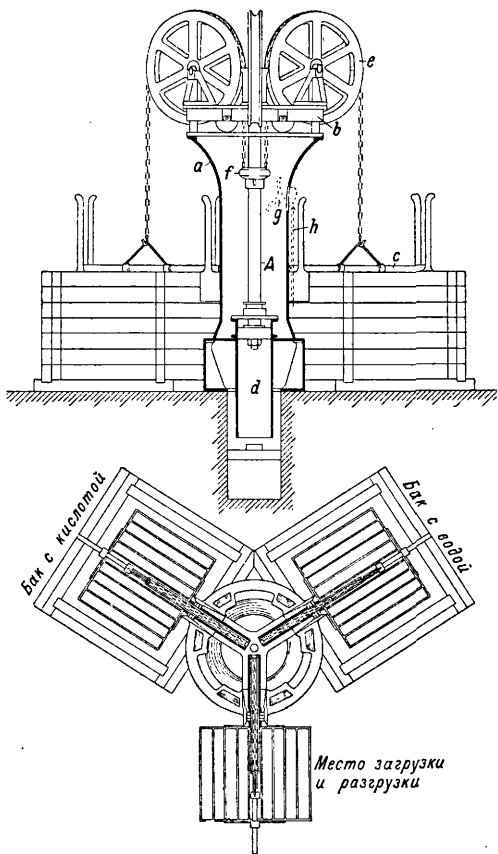
2. Черновое травление—первый шаг подготовки листов Ж. к лужению и имеет целью удаление окалины с поверхности листа. Травление производится на машинах различных типов, при чем во всех случаях применяют одинаковый способ травления: опускание подвешенных на люльке листов в к-ту и подъем их обратно. Практика показала, что Ж. с успехом можно травить только посредством серной или соляной к-ты. Электролитическое и электрохимическое травление не привело к удовлетворительным результатам по сравнению с кислотным травлением. Движение Ж. вверх и вниз имеет целью ускорение операции травления; при этом листы

дополнительно ставится чан с известковым молоком для нейтрализации остатков к-ты; листы Ж. укладываются вертикально в особые люльки, ок. 500 кг в каждой. Существуют устройства, в к-рых подвесные рельсовые пути, в виде замкнутого контура, соединяют



Фиг. 3.

склад черных листов для Ж., травильную установку и отжигательные печи. В этом случае часть рельсового пути над чанами отделена от остального пути и подвешена к двум длинным цилиндрам, приводимым в действие паром или сжатым воздухом и производящим погружение листов Ж. в чаны и подъем их. В других устройствах листы доставляются к травильной установке на тележках и здесь помещаются в люльки. На фиг. 2 представлена травильная машина Milbrook Engineering Co. Машина эта состоит из чугунной станины *a*, которая на верхней части несет платформу *b* с укрепленными на ней 3—4 блоками *e*. Машина приводится в действие от парового цилиндра *d*, с поршнем к-рого соединен шток *A*. Цепи, перекинутые через блоки, одним концом соединены со штоком, а другим—с люльками *c*. При работе поршня люльки получают движение вверх и вниз. Впуск и выпуск пара производится автоматически золотником, приводимым в движение штоком *A* посредством диска *f*, рычага *g* и тяги *h*. На нижнем конце штока закрепляется контргруз для уравнивания люлек. Платформа *b* вращается на роликах вокруг вертикальной оси; это движение дает возможность подвешенным люлькам описывать круг. Поворот платформы производится вручную при помощи системы валов и конич. шестерен. Машина для черного травления имеет обыкновенно три бака, для белого достаточно двух. Примерная длина баков 1 800 мм, ширина 1 800 мм и высота 1 300 мм. Баки располагаются так, чтобы оставить свободное место на площади, обслуживаемой машиной. Место это используется для загрузки и разгрузки люлек. Этой работе в значительной степени помогает устраиваемая на некоторых з-дах вращающаяся на роликах круглая платформа диам. около 5 м, движения которой дают возможность легко убирать травленую Ж. и подавать свежую к травильным чанам. На фиг. 3 представлена приводимая в движение от электромотора травильная машина, в которой люлька совершает колебательные движения, что содействует лучше омыванию листов травильной жидкостью.



Фиг. 2.

передвигаются один относительно другого, и, таким образом, жидкость действует одинаково хорошо по всей поверхности их.

Травильная установка состоит из подъемного устройства и чанов с травильной жидкостью и водой для споласкивания. Иногда

При выборе травильного устройства важным фактором является скорость движения листов: она оказывает существенное влияние на продолжительность травления. Установлено, напр., что при одной и той же высоте подъема, при 30 ходах в мин., число про-

травленных листов приблизительно вдвое больше, чем при 17 ходах; однако, при очень быстрых движениях тонкие листы мнутся и выбрасываются из люльки, а большой подъем усложняет передачу. Произведение из числа ходов в мин. на высоту равняется в немецких машинах 10,5—14 м/мин.

Чаны, употребляемые при травлении, делают из дерева или кислотоупорных кирпичей со специальной поливой. При этом лучше всего чан делать цельным или, в крайнем случае, из кусков, соединенных горизонтально, что дает большую прочность и позволяет лучше цементировать места соединений. Деревянный чан, скрепленный кислотоупорными бронзовыми болтами и покрытый листовым свинцом, держится также очень долго. Для люлек берется специальная кислотоупорная бронза. Вредные пары удаляют из травильного помещения высокими трубами; хорошее удаление паров получается посредством соединения деревянных колпаков над чанами с дымовыми трубами от печей. Трубу в этом случае футеруют кислотоупорным кирпичом. В сернистой ванне поддерживают t° 60—80°, при которой действие травления максимальное. Для вновь приготовленной ванны t° следует держать ниже и увеличивать ее по мере ослабления действия ванны. Время травления при одном чане—8÷10 мин.; при двух травильных чанах люлька переносится в следующий чан через 4—5 мин. Концентрация серной к-ты—ок. 4%. Потеря железа при травлении—2÷3% от веса травимой Ж. Прибавление конц. к-ты в ванну вместо израсходованной производится несколько раз, пока плотность ванны не достигнет 30° Вé; после этого приготавливается новая ванна. Пар, употребляемый для нагрева чанов, подводится по свинцовым трубам. Чтобы вводимый в чан пар не слишком разбавлял ванну конденсатом, употребляют по возможности перегретый пар. С травленных листов смывается черная грязь и железный купорос; на некоторых заводах листы затем сушатся, что препятствует образованию водяных пятен.

Первый отжиг. После черного травления листы подвергаются сортировке для удаления листов недостаточно протравленных; годные листы направляются в отжиг. Черная Ж. тверда, хрупка и содержит значительное количество водорода, поглощенного при травлении; цель отжига—сделать листы более мягкими, пригодными для механич. обработки. Отжиг производится в отжигательных ящиках из мягкой стали, помещаемых в специальные печи; ящики имеют толщину стенок 35—40 мм и устраиваются обыкновенно по типу опрокинутых ящиков, дающих более плотное замыкание и не так быстро коробящихся, как ящики с крышками. Размеры ящиков: высота 1 м, длина равна двойной длине листа, увеличенной на 50 мм. При таких размерах в горизонтальном сечении ящика укладываются 4 листа, по два в ряд. Размеры эти не являются неизменными: в действительности встречаются ящики и больших и меньших размеров, но последние все более выходят из употребления вследствие непропорционально большого расхода материала для их отливки; боль-

шие же размеры ящиков затрудняют проникновение нагрева до середины пачки, что влечет за собой неудовлетворительный отжиг. Конструкции отжигательных печей отличаются большим разнообразием, но в последнее время преимущественное распространение начинают приобретать методические печи, с продвижением ящиков через всю длину печи. Встречается много печей с генераторными топками; сильно развивается применение газового отопления; в СССР часть печей работает на нефти. Печь последнего типа изображена на фиг. 4; она имеет еще и ту особенность, что ее рабочее пространство разделено на две части поднимающейся заслонкой А. Заслонка набирается из фасонного шамотного кирпича в каркас из труб а, а. В целях предохранения труб от прогибания и быстрого выгорания по ним циркулирует вода; для подвода и отвода воды служат гибкие шланги б, б. Ящики медленно продвигаясь на особых тележках В вдоль длины печи, постепенно подогреваются отходящими газами. Темп-ра их по пути следования до топки настолько поднимается, что в пространстве самой топки В бывает достаточно выдержать их 1½—2 часа. По другую сторону заслонки ящики попадают в поток движущегося навстречу служащего для горения воздуха, к-рый нагревается от соприкосновения с горячими ящиками. Подогрев воздуха дает значительную экономию в расходовании топлива и позволяет быстро устанавливать в печи желаемую t° . Топки Г расположены посредине печи с обеих сторон ее. По каналам Г' подогретый воздух поступает в топочное пространство Г, куда вбрызгивается нефть из двух установленных в вертикальном направлении нефтяных форсунок з, з. Горячие газы проходят по каналам Д, Д, обходя заслонку, и выходят затем в топку В. По длине печи устанавливаются 12 ящиков, из к-рых 8 нагреваются и 4 остывают; они устанавливаются на тележки, борты к-рых соединяются с печью и между собой песчаным затвором д, д. Передвижение тележек производится краном, натягивающим цепь е, перекинутую через блок и прикрепленную к тележке. Нормально ящик проходит всю длину этой печи в 18 часов и затем остается закрытым еще в течение 15—20 час. для охлаждения до атмосферной температуры. Встречаются печи, в которых ящики катятся по чугунным шарам, помещенным в направляющих желобах на полу печи.

Продолжительность отжига зависит от конструкции печи. Для получения хороших результатов отжига требуется сравнительно высокая t° . Однако, если листы нагреты чрезмерно, они свариваются вместе, образуя твердую массу, которую невозможно разделить. Внутри ящика предпочитают иметь t° ок. 760°. При этой t° листы в стопе могут также спекаться, но от ударов молотка с закругленной головкой они обыкновенно разделяются. После нормального отжига листы имеют светлосерую матовую поверхность.

Холодная прокатка. Операции травления и отжига придают поверхности листов грубый, разъеденный и пористый характер. Такие листы поглощают при

лужении большое количество олова; получение зеркальной поверхности, характеризующей высокосортную белую Ж., невозможно. Кроме того, листы деформированы вследствие раздирки после отжига. Чтобы устранить эти недостатки и выправить листы, их подвергают холодной прокатке в валках, подобных тем, которые применяются при горячей прокатке. Валки должны иметь закаленную поверхность. В Англии требуют, чтобы глубина закалки была на 10—12 мм больше, нежели у валков для горячей прокатки; для придания листам красивого блеска валки д. б. тщательно отполированы. Для полировки их может служить наждак, разведенный на масле. Главная цель холодной прокатки — получить возможно точные размеры по толщине и сделать поверхность листов как можно более гладкой, т. е. от последнего обстоятельства зависит толщина слоя олова, необходимого для придания Ж. блестящей поверхности, а следовательно, в значительной степени и стоимость Ж.

Устройство стана для холодной прокатки аналогично подобному устройству для прокатки заготовки. Число оборотов валков в минуту — около 50. Стан состоит из трех клетей, располагаемых в одну линию: одной подготовительной и двух отделочных. Обычно листам дают 2 пропуска в черновых правильных валках и от 1 до 4 — в отделочных. Расположение клетей в одну линию имеет то преимущество, что лист перед пропуском в каждую пару валков можно тщательно осмотреть. В случае порчи каким-либо листом одного из валков такой лист выбрасывается, и остальные валки благодаря этому сохраняют свою поверхность гладкой. Последовательное расположение валков не имеет этого преимущества; при этом способе каждый последующий стан работает несколько быстрее, чем предыдущий. Обычные скорости: 38÷42 об/м. для черного стана, 40÷44 — для промежуточного и 42÷44 — для чистового. Во время холодной прокатки листы удлиняются, поэтому их режут с таким расчетом, чтобы после прокатки они получили надлежащие размеры.

Второй (светлый) отжиг. За холодной прокаткой следует второй отжиг листов, с целью устранить в них хрупкость, вызванную холодной прокаткой; если материал мягок, то иногда можно обойтись и без него. При этом отжиге стараются не доводить металл до прежней мягкости, т. е. она будет способствовать легкому изгибанию листов при лужении и чистке их. Характер изделий из Ж. также требует известной упругости материала. Высокая t° теперь не является необходимой. Для устранения напряжений от прокатки достаточно 600—650°. Опасность спекания при листах с полированной поверхностью возрастает, и поэтому регулировка t° при втором отжиге д. б. особенно тщательной. В случае методич. печей достаточно пребывание ящиков в зоне максимальной t° в течение 1½ часов; t° топочного пространства при этом д. б. ниже, чем при первом отжиге. Ж. в этой стадии производства называется черной и идет в значительном количестве — частью без дальнейшей обработки, а частью с дополнительной обработкой, напр.,

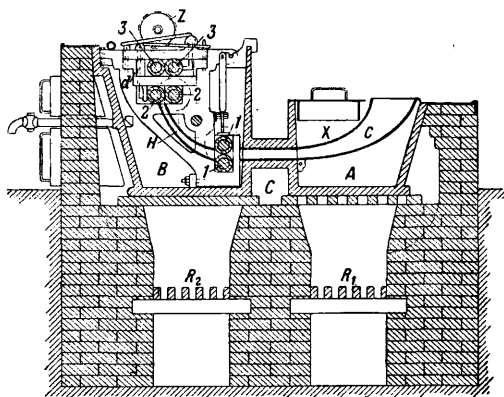
в виде воронения или полировки, — на производство разного рода изделий: пуговиц, чайных подносов, эмалированной посуды, игрушек и т. д.

Второе (белое) травление. После второго отжига листы Ж. тщательно сортируют, и те из них, которые предназначаются для получения белой Ж., травят повторно, или, как говорят, набело. В продолжение операций отжига и холодной прокатки на поверхности листов образуется легкая пленка окислов, от светлого цвета в центре до темносинего у краев листа. Травлением пленка эта удаляется. Травление ведется примерно тем же способом, как и в первый раз, но раствор кислоты берется слабее (2%), и t° травильной ванны держится несколько ниже. Травление продолжается от 3 до 5 мин.; в течение этого процесса строго наблюдают за тем, чтобы удалялась только окись и поверхность листа отнюдь не затрагивалась больше, чем это необходимо; излишнее травление влечет за собой больший расход олова при лужении и затрудняет получение блестящей поверхности в белой Ж. Применяется обыкновенно серная к-та, хотя для белого травления более пригодна соляная. Когда листы получают равномерную светлосерую окраску, травление окончено. Для белого травления применяют те же устройства, что и для травления начерно. Хорошо промытые после травления листы кладут в чугунные ящики с водой и направляют в лудильную мастерскую. Вода в ящиках должна постоянно возобновляться, при чем рекомендуется прибавлять к ней несколько соды.

3. Лужение. Лудильная мастерская оборудована нек-рым количеством лудильных аппаратов, располагаемых часто вдоль стен здания. Обычно один лудильный аппарат требуется, чтобы вылудить выпуск одного горячего стана, хотя аппараты с хорошо механизированной подачей дают и большую производительность. Лудильный аппарат состоит из лудильной ванны с расплавленным оловом, печи для подогрева ванны, лудильной машины для продвижения листа через ванну и охлаждающего стола для приема листа после ванны. Лудильные аппараты бывают различных типов в зависимости от методов лужения и рода употребляемых лудильных машин; так как машина стоит в ванне, то ванна и все оборудование по форме и размерам должны соответствовать лудильной машине.

Значительное распространение имеет аппарат Томаса и Уайта (фиг. 5). Он состоит из двух длинных узких, разделенных перегородками С, лудильных ванн А и В, в к-рых помещается расплавленное олово. В перегородке имеется щель, служащая для прохода листа из одного котла в другой. Первая, входная, ванна бывает редко глубже 600 мм, другая же, чистовая, приблизительно вдвое глубже и выступает над первой. Котлы устанавливаются над топочными камерами R_1 и R_2 и наполняются расплавленным оловом, уровень к-рого д. б. приблизительно на 75 мм ниже верха входной камеры с и приблизительно на 150 мм выше верхней поверхности щели, соединяющей оба котла. Т. о., связь между первой и второй ваннами возможна

только через щель, заполненную оловом. Верхняя часть второго, более глубокого, котла наполняется пальмовым маслом или салом. В этом котле помещается лудильная

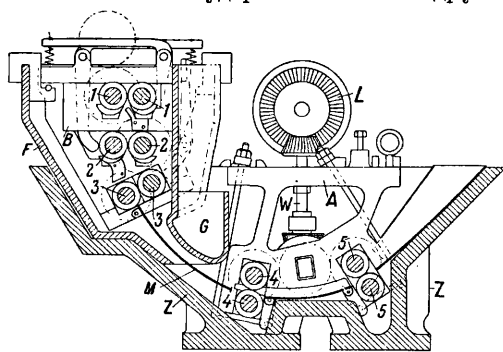


Фиг. 5.

машина, состоящая из трех пар валиков: 1-я пара 1-1 вращается в олове, а 2-я 2-2 и 3-я 3-3—в сале или пальмовом масле. Валики поддерживаются на месте прочной станиной *d*, и каждая пара снабжена сильными пружинами. Аппарат приводится в движение зубчатыми колесами *Z*, по желанию, с различной скоростью. Обыкновенно число об/м.—18, если лужение слабое, и 35—для сильно блестящей жести. Диаметр валиков—90 мм, длина рабочей части 1—2 м. Делают валики из высокоуглеродистой стали и весьма тщательно обрабатывают по поверхности. Перед входным концом ванны *A* прикреплен длинный узкий ящик для флюса такой же длины, как тело валиков. Ящик открыт сверху и со дна; нижний его конец погружен в олово на 75—100 мм, а верхний поднимается над уровнем котла приблизительно на 30 мм. Т. о. создается возможность иметь в этом ящике слой флюса высотой ок. 75 мм. Флюсом при всех способах лужения служит хлористый цинк, при чем для получения хорошей полуды необходимо, чтобы он не имел кислой реакции, к-рую обычно имеет продажный хлористый цинк. Ящик для флюса в нижн. части переходит в направляющие для листов жести *X*. Нижнее сечение этого направляющего канала меньше верхнего и лежит прямо перед щелью, соединяющей один котел с другим. Подобным же образом и во втором котле имеется направляющий канал *H* между первой и второй парой валиков.

Протравленные листы *Ж*. из водяных чанов в известном порядке переносятся к небольшому ящику с водой, расположенному около лудильщика. Последний клещами берет эти листы один за другим и при помощи лудильной вилки пропускает их для сушки в флюсовый ящик и для покрытия оловом—в ванну с расплавленным оловом *A*, а затем, через щель в перегородке, во вторую ванну, где они подхватываются парой валиков 1-1. Наименьший размер листов обуславливает наибольшее расстояние пар валиков 1-1 и 2-2, к-рое в среднем равняется 470 мм. Даль-

ше лист протягивают вверх через горячее пальмовое масло валиками 2-2 и 3-3, при чем излишек олова снимают валики, а остаток ровно распределяется по поверхности листа. Толщина покрытия зависит: 1) от t° олова и масла, 2) скорости прохождения листа через ванну и 3) просвета между валиками. Для однообразного покрытия все эти три условия д. б. тщательно определены и поддерживаться постоянными. Темп-ра обычно определяется термометром. Т. к. назначение олова в первой ванне заключается в разогреве листа до надлежащей для лужения t° , то это олово держат перегретым при t° около 300°. Одно из назначений масла—охлаждать лист почти до $t^{\circ}_{н.с.}$ олова, удерживая олово в расплавленном состоянии так, чтобы валики могли отжимать излишки и распределять остающееся олово возможно ровно. Поэтому t° второй ванны держат градусов на 55 ниже первой, иначе олову на листах будет недоставать блеска и глянца, а кроме того, могут образоваться и пятна. Масло, приставая к поверхности листа, защищает горячее олово от воздуха в период охлаждения, чем предотвращается возможность потускнения готовых листов; необходимо иметь всегда масло возможно свежим. Что касается флюса, то, кроме необходимости периодич. возобновления, он требует малого внимания. Самая главная его функция—высушить жечь без доступа воздуха. Аппарат Томаса и Уайта лудит вполне удовлетворительно, особенно листы толщ. менее 0,4 мм. Листы значительн. толщины искривляются, сильно надавливают на внутренние валики и с этой стороны получают меньший слой олова. Сообщение котлов, хотя бы и посредством щели, ограничивает до нек-рой степени возможность удержать в той и другой



Фиг. 6.

ванне желательную t° . Полное разобнение котлов достигнуто в лудильных аппаратах системы Аберкарна, отличающихся от описанной системы тем, что в них установлено 2 отдельных котла, не сообщающихся друг с другом, и *Ж*. переводится из первого во второй через особые направляющие.

Для лужения листов большей толщины (от 0,17 до 2 мм), при длине 500 мм и больше, применяется лудильный аппарат, изображенный на фиг. 6. Он состоит из двух отдельных частей, *A* и *B*; часть *A* поставлена в котле *Z* с оловом, а *B*—в жировом котле *F*. Среднюю часть *B*, служащую на-

правляющей для листов, можно легко обслуживать. Валики 1-1, 2-2 и 3-3 близки друг к другу, благодаря чему лист легко м. б. выведен из аппарата. Для того чтобы всегда иметь под рукою чистый металл, устроены маленькие отделения *G*, где плавится чистое олово. Большое расстояние между флюсом и жиром предохраняет последний от загрязнения. Верхние валики 4 и 5 приводятся в движение зубчат. колесом *L* через вал *W*. Обе части аппарата соединены листом *M*, служащим направляющими. Для лужения больших и толстых листов часть *B* целесообразно снабжать холодильником.

Неточная пригонка валиков часто является причиной того, что листы завязают в аппарате, и малейшая неправильность в ходе тотчас сказывается на поверхности *Ж*. Более совершенная пригонка валиков лучше всего достигается обработкой их наждачным кругом. Находящиеся в работе аппараты должны еженедельно выниматься, и валики с котлами подвергаться чистке. Олово в ваннах загрязняется различными примесями, в результате чего поверхность *Ж*. портится и на ней появляются матовые пятна, цветы и лучи. Загрязненную оловянную ванну можно до некоторой степени рафинировать; для этого механизмы вынимают, масло или жир спускают, а в ванну погружают куски дерева. Углерод дерева и газов, образующихся при его нагревании, действует на окислы и восстанавливает их. Сало или пальмовое масло также со временем делается гуще от действия попадающего в них хлористого цинка; находящуюся в таком масле *Ж*. трудно очистить, и на ней получаются пятна. Поэтому масляная ванна должна от времени до времени обновляться, при чем часть старого масла оставляют, потому что одно свежее сильно пенится.

При плохой обработке листов перед лужением, особенно если при отжиге имел доступ воздух, на *Ж*. образуются пятна. Для устранения этого недостатка черновым валикам дают более сильный нажим. Если после травления листы не сразу м. б. вылужены, то к воде, в к-рой они стоят, прибавляют немного к-ты; перед лужением такие листы д. б. вымыты в чистой воде. Если к-та останется, хлористый цинк пристанет к листам, что вызывает почернение валиков аппарата; то же явление происходит, если хлористый цинк содержит к-ту. Пятна валиков передаются на *Ж*.; для исправления листов пятна эти приходится соскабливать и листы пускать в лужение второй раз. С валиков такие пятна нужно также удалять выскабливанием.

Загрязняющие олово примеси постепенно оседают на дно котла; нужно следить за тем, чтобы эти твердые части не взбалтывались при работе; при недостаточном же нагреве олово местами застывает, — тогда лист вязнет в металле и увлекает за собой хлористый цинк, к-рый портит пальмовое масло. Расход олова в сильной степени зависит от характера производства. В английской *Ж*. на 100 кг листов толщиной 0,3 мм олова приходится 1,75 кг, в немецкой *Ж*. той же толщины — от 2,5 до 3,4 кг; это составляет на м² (на обеих сторонах) в английской *Ж*. около 42 г и в немецкой от 60 до 82 г олова.

После лужения листы *Ж*. поступают в чистку для удаления с их поверхности приставшего масла или жира. Обычно чистка производится при помощи машин; от лудильных аппаратов к чистильным машинам остывшие листы подаются посредством конвейера. Для удаления жиров необходимо применять материал, к-рый, поглощая их, в то же время не царапал бы *Ж*. Лучше всего удовлетворяют этим требованиям пшеничные и ржаные отруби. Существует много типов чистильных машин, но качество жести, получаемой при машинной чистке, часто уступает качеству *Ж*. ручной чистки. В Америке распространены машины следующего устройства. Две станины несут несколько пар валиков для чистки; эти валики, диаметром ок. 100 мм, изготовлены из дисков фланели, наназанных на железный стержень квадратного сечения и спрессованных при помощи небольшого гидравлич. прессы так, что образуется компактный цилиндрический валик, закрепленный на концах шайбами и гайками. Валики устанавливаются в 2 группы: одна для чистки, другая для окончательной отделки. Процесс чистки требует, чтобы по мере движения листов на валики падал непрерывный поток тонко размолотой очистительной смеси. Эта смесь попадает в пространство между валиками, когда лист проходит через них. Под валиками устраивается воронка для собирания и направления этой смеси на дно небольшого элеватора ковшевого типа. Смесь поднимается элеватором и по трубе снова поступает на валики; употребляется она многократно, пока не потеряет способности к поглощению жира.

4. Сортировка и упаковка *Ж*. После лужения *Ж*. подвергается окончательной сортировке. Листы, содержащие такие пороки в отношении полуды, к-рые м. б. исправлены повторным лужением, возвращаются в лудильную мастерскую. Остальные сортируются на три сорта и брак.

*Ж*сть должна удовлетворять определенным нормам в отношении вязкости, которая определяется на приборе Эрихсена (см. *Испытание материалов*).

Упаковывается в ящики жость размером 508 × 355 мм по 112 листов и 508 × 711 мм по 56 листов. Данные о *Ж*. см. табл.

Кроме белой *Ж*. существует еще темная, или матовая *Ж*. От белой она отличается тем, что покрытие в ней является не чистое олово, а сплав олова и свинца. Поверхность ее не имеет светлоблестящего вида белой *Ж*. Первоначально темная *Ж*. употреблялась только как кровельный материал, но в последнее время в Америке ок. 40% общей ее выработки идет для других целей. Она с успехом применяется для штамповки, так как верхний слой покрытия действует как смазка при волочении, а также для всякого рода упаковки, как, например: автомобильных газолиновых баков, резервуаров для масла и т. п. Для нек-рых из этих предметов необходимы листы весьма значительных размеров. Для пищевой посуды темная *Ж*. не годится вследствие содержания свинца в покрытии. Первые операции по производству темной *Ж*. аналогичны операциям по производству белой *Ж*., лишь

Сорта, размеры и вес торговой белой жести.

Название жести	№	Толщина в мм	Ширина в мм	Длина в мм	Теоретич. вес листа в кг *	Число листов в ящике	Средн. теоретич. вес ящика жести (нетто) в кг
Палочная	2/3	0,23	508	356	0,327	112	39,75
	2/4	0,24	503	356	0,341		
	2/4	0,25	508	356	0,355		
	2/6	0,26	508	356	0,369		
	2/7	0,27	508	356	0,383		
Палочная	2/3	0,23	508	711	0,653	56	39,75
	2/4	0,24	508	711	0,681		
	2/5	0,25	508	711	0,710		
	2/6	0,26	508	711	0,738		
	2/7	0,27	508	711	0,767		
Крестовая	3/2	0,32	508	356	0,454	112	54,06
	3/3	0,33	508	356	0,469		
	3/4	0,34	508	356	0,483		
	3/5	0,35	508	356	0,497		
	3/6	0,36	508	356	0,511		
Крестовая	3/2	0,32	508	711	0,909	56	54,06
	3/3	0,33	508	711	0,937		
	3/4	0,34	508	711	0,965		
	3/5	0,35	508	711	0,994		
	3/6	0,36	508	711	1,022		

* Теоретич. вес листа определяется по средней показанной в табл. толщине листа и по уд. весу 7,85.
Допуски: 1) в весе листа $\pm 10\%$ от теоретич. веса; 2) в весе ящика (нетто) $\pm 2\%$.

несколько сильнее производится травление. Кроме того, при отжиге листы нагревают до более высокой t° и дольше выдерживают, чтобы сделать их возможно более мягкими. Полировка и наведение глянца в данном случае не так важны, как при белой Ж., поэтому через холодные валики темная Ж. пропускается только один раз. Состав сплава для покрытия на практике колеблется в пределах от 12% олова и 88% свинца до 50% олова и 50% свинца, сообразно назначению. Т. к. свинец не дает сплава с железом, то большое содержание олова в покрытии способствует более прочной связи последнего с железом; чрезмерно высокое содержание олова сильно увеличивает стойкость Ж. и уничтожает, т. о., смысл самого покрытия. Испытания показали, что минимальное содержание олова в покрытии д. б. не ниже 15%. В отношении ржавления железа, с точки зрения электролитич. теории, свинец играет роль, аналогичную олову. Чтобы обеспечить продолжительный срок службы Ж., покрытие д. б. непрерывным, а это легче достигается в том случае, когда слой его достаточно толст. Вес слоя покрытия при размерах листов 508×711 мм практически имеет пределы от 3,5 до 18 кг на ящик из 112 листов. Ж. с более легким покрытием употребляется для штампования и для изделий домашнего обихода, для кровельных же целей употребляется Ж. с покрытием весом от 9 до 18 кг на ящик, при чем первые сорта употребляются для водосточков, вторые для желобов, канавок и пр. Так как $t^\circ_{н.л.}$ свинцово-оловянных сплавов выше $t^\circ_{н.л.}$ олова, то лужение темной Ж. ведется при более высоких t° по сравнению с t° лужения белой Ж. Слой покрытия при темном лужении тяжелее, чем при обычном. Поверхность листов с покрытием 5,5 кг и выше при охлаждении покрывается сеткой тонких линий, которые разделяют ее на небольшие площадки, почти однородные по размерам и форме. С увеличением веса покрытия линии становятся более рельефны-

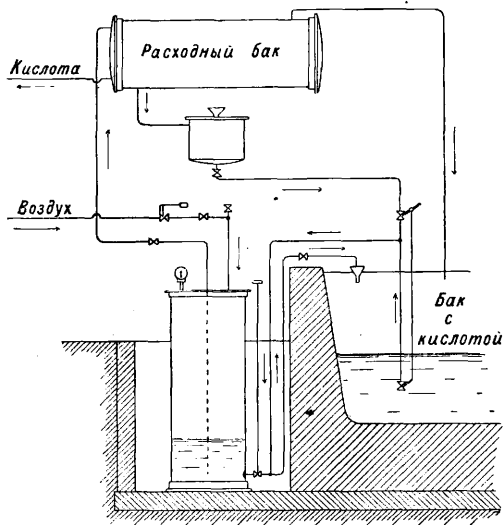
ми и до некоторой степени могут служить показателем веса покрытия.

Лит.: Толтов Н. Л., Выделка листового кровельного железа по уральскому способу, «ЖРМО», 1910, ч. 1, стр. 251—318, 1911, ч. 1, стр. 30; Camp J. M. a. Franzis C. B., The Making, Shaping a. Treating of Steel, Pittsburg, 1925; Clement B. V., Über Weissblecherzeugung, «St. u. E.», 1910, Jg. 30, p. 1152—1168; Krämer W., Das Walzen v. Fein-u. Weissblechen, ibid., p. 1145—1152; Krämer W., Die Fabrikation d. Weissbleche, ibid., p. 1993—1996 u. 2122—2129; Krämer W., Das Verziehen d. Blechglühkasten, ibid., p. 498; Krämer W., Feinblechwalzwerk, ibid., 1927, Jg. 47, p. 209—219, 352—358 u. 399—406; Krämer W., Feinblech-Zeigmaschinen, ibid., 1928, Jg. 48, 1570—1577. И. Субботин.

Техника безопасности. Техника безопасности при прокатке и термич. обработке Ж. описана в статьях *Прокатка и Печи*.

Из остальных операций особенного внимания заслуживают травление и покрытие Ж. оловом. При травлении листов Ж. рабочий подвергается: а) действию крайне вредных паров серной к-ты, б) ожогам к-той при наливание ее в чан и опоражнивании чана, в) ожогам брызгами к-ты в процессе самой работы и г) ожогам при соприкосновении с паропроводными трубами. Части также случаются порезов кромкой листа. Для разлива серной к-ты следует устраивать специальные приспособления, действующие по принципу сообщающихся сосудов или пневматически. Пневматич. устройство для разливания к-ты изображено на фиг. 7. Выпуск отработанной кислоты должен быть также механизирован. Борьба с вредными газами в травильной мастерской должна вестись тремя способами: а) путем устройства над кислотной ванной целесообразной системы вентиляции (обычно приточно-вытяжной), к-рая должна иметь целью не только удаление вредных газов, но и обестугуманение, б) применением камерной серной кислоты и в) путем добавления в кислотную ванну присадков «Dr. Vogel's», «Acid», «Picklene» и др., к-рые значительно уменьшают выделение водорода при процессе травления (что, кроме обезвреживания процесса, значительно улучшает продукт). Т. к. травильщик работает во влажном, сы-

ром помещении и подвержен действию брызг серной к-ты, то ему д. б. выдана спецодежда, не разрушающаяся от действия кислоты. При покрытии черной Ж. оловом рабочие подвергаются действию вредных газов, ожогам от брызг расплавленного олова, а также



Фиг. 7.

порезам о кромки листа. С целью предохранения от вредных газов над ванной д. б. устроена вытяжная вентиляция. Топку следует устраивать вне помещения. Лужение листов Ж. без механич. приспособления опасно, т. к. сорвавшийся лист может вызвать всплескивание и ожоги расплавленным металлом. Гораздо безопаснее для этого применять специальные лудильные машины. При добавлении металла в ванну следует его подогревать во избежание разбрызгивания. Опораживание ванны следует производить особенно осторожно, так как в процессе этой работы легко возможны несчастные случаи. Полировочное отделение должно иметь вентиляцию.

Ф. Дроздов.

ЖЕСТЯНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, жестяная тара для упаковки разных товаров, различные предметы домашнего обихода. В зависимости от назначения изделия, материалом для изготовления Ж. и. служит черная, луженая оловом, свинцованная или покрытая краской листовая жесьть. В иных случаях пользуются ленточной (полосовой) жостью или листовым железом. Тара под пищевые продукты, аптекарские мази, некоторые масляные краски и химич. препараты изготавливается гл. обр. из луженой оловом жести. Для бидонов под керосин, смазочные масла и т. д., а также для некоторых сухих красок употребляется преимущественно свинцованная жесьть (покрытая свинцовой композицией, т. е. сплавом свинца с оловом с большим содержанием свинца). Наконец, рекламные плакаты, значки, номера для извозчиков, тара для сухой краски, коробки для канцелярских принадлежностей изготавливаются обыкновенно из черной жести.

Для лужения употребляется чистое олово с содержанием свинца не более 0,07%, а для

свинцевания—композиция (сплав) с различным содержанием олова и свинца (85% Pb + 15% Sn; 75% Pb + 25% Sn; 60% Pb + 40% Sn и т. д.), в зависимости от требований, предъявляемых к изделию. Луженую оловом жесьть, идущую на изготовление консервных банок, очень часто покрывают консервным лаком и подвергают сушке при высокой t° (160—200°). Консервный лак закрывает все случайно непролужен. места (точки), не допуская, т. о., образования в этих местах гальванич. пары и предохраняя тем от ржавления. (О лужении жести подробно см. Жесть.) Черную жесьть, непосредственно предназначенную для изготовления изделий, для предохранения от ржавчины покрывают масляным лаком, пропуская ее через печатные или лакировочные машины. В тех случаях, когда черная жесьть подвергается штамповке или предварительному нанесению на нее краски (печатание), с нее удаляют окислы травлением, чем в первом случае предохраняют штампы от быстрого изнашивания, а во втором достигают того, что краска держится значительно прочнее.

При изготовлении Ж. и. необходимо обращать особое внимание на выбор материала, использование его (раскрой) и способ обработки. Анализ технологич. процесса в каждом отдельном случае дает возможность произвести правильный подбор оборудования и установить кратчайший производственный поток. В результате такого подхода можно получить наиболее дешевое и лучшее по качеству изделие. Стандартный размер жести в СССР принят в 20×28 дм., или 508×711 мм, и 14×20 дм., или 355×508 мм (ОСТ, 24). Толщина и вес жести, идущей для изготовления различных изделий, приведены в табл. 1.

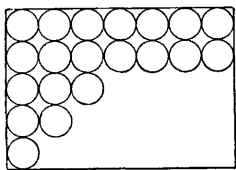
Табл. 1.— Толщина и вес жести размерами 508×711 мм.

Толщина в мм		Вес 1 м ² в кг			Вес 1 000 листов в кг		Примечание
от	до	от	до	норм.	от	до	
0,14	0,16	1,10	1,29	1,20	397	467	Практически жесьть 3 сорта (по толщине): жесьть легкая, до 0,22 мм; жесьть палочная, от 0,23 до 0,32 мм; жесьть крестовая, 0,33 мм и толще
0,17	0,18	1,30	1,44	1,40	468	521	
0,19	0,22	1,45	1,77	1,70	522	640	
0,23	0,24	1,78	1,92	1,85	641	694	
0,25	0,26	1,93	2,04	2,00	695	738	
0,27	0,28	2,05	2,20	2,10	739	796	
0,29	0,30	2,21	2,39	2,30	797	864	
0,31	0,33	2,40	2,54	2,50	865	918	
0,34	0,36	2,55	2,89	2,80	919	1 045	
0,37	0,39	2,90	3,05	3,00	1 046	1 103	
0,40	0,41	3,06	3,20	3,10	1 104	1 157	
0,42	0,44	3,21	3,44	3,30	1 158	1 244	
0,45	0,48	3,45	3,80	3,60	1 245	1 374	
0,49	0,54	3,81	4,20	4,00	1 375	1 517	

Установление толщины (или № жести) зависит от величины и назначения жестяного изделия, глубины штамповки и условий транспорта.

От искусства раскроя листа (раскладки) зависит наибольший % использования материала. Наиболее сложные раскладки встречаются в тех случаях, когда шаблон детали представляет собою круг или когда две или несколько деталей одного и того же изделия

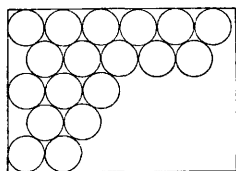
надо поместить на одном листе в равных количествах. Последнее применяется в том случае, если толщина



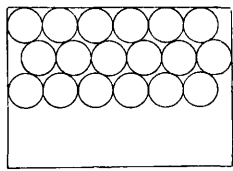
Фиг. 1.

шахматный порядок (фиг. 2) и сдвинутый ряд (фиг. 3). Для расчета раскроя шаблонов этой формы ниже приведены основные формы раскладки.

1) Сдвинутые ряды. Обозначения (фиг. 4): D —диаметр штампа; a —остаток по горизонтам до края листа по укладке первого ряда ($F_2K_2 = F_1K_1 = L_2O_2$); H —расстояние по высоте между центрами соседних кругов ($AB = BE = B_1E_1$); h —расстояние по высоте между окружностями двух соседних кругов, центры которых лежат на одной вертикали ($PR = P_1R_1$); S —расстояние по высоте,



Фиг. 2.



Фиг. 3.

выгадываемое при шахматной раскладке или сдвинутом ряде (высота дуги сегмента). Эти величины связаны между собой следующими формулами:

$$a = l - nD,$$

где n —целое число, а l —использованная длина листа,

$$H = \sqrt{D^2 - a^2};$$

$$h = 2H - D = 2\sqrt{D^2 - a^2} - D;$$

$$S = D - H = D - \sqrt{D^2 - a^2}.$$

Кроме того, имеем следующие зависимости:

$$D = H + S; D = h + 2S; H - h = S.$$

Малая (x) и большая (y) диагонали ромба AA_1CC_2 :

$$x = \sqrt{2D(D - a)}; y = \sqrt{2D(D + a)}.$$

Кроме того, по свойствам диагоналей ромба, имеем:

$$x^2 + y^2 = 4D^2.$$

Зная x и y , легко найти размеры получающихся вырезов $x - D$ и $y - D$.

Итак, при $\frac{D}{2} > a > 0$ имеем сдвинутые ряды, при $a = \frac{D}{2}$ —шахматные ряды, при $a = 0$ —нормальные ряды.

2) Шахматные ряды (фиг. 5):

$$a = \frac{D}{2}; H = \frac{D}{2}\sqrt{3} = 0,866 D;$$

$$h = D(\sqrt{3} - 1) = 0,732 D;$$

$$S = \frac{D}{2}(2 - \sqrt{3}) = 0,134 D;$$

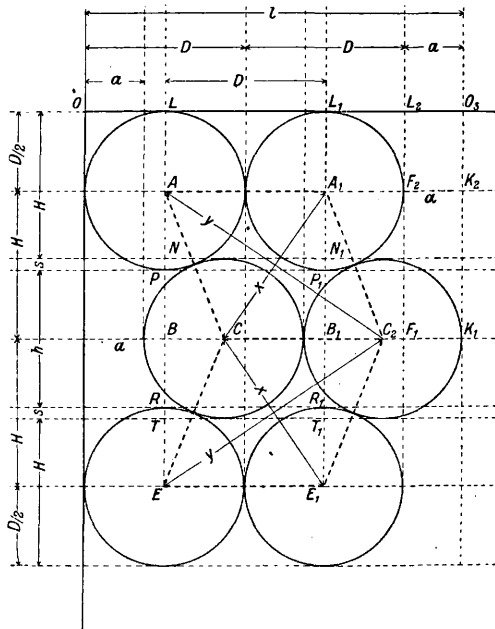
$$x = D; y = D\sqrt{3} = 1,732 D.$$

3) Нормальные ряды (фиг. 6):

$$a = 0; H = D; h = D; S = 0;$$

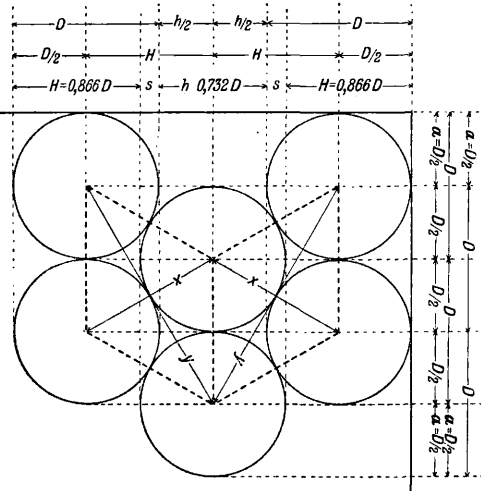
$$x = y = D\sqrt{2} = 1,414 D.$$

Т. о., зная диаметр шаблона и исходя из вышеприведенных ф-л, по тому или иному



Фиг. 4.

способу раскладки или комбинации из них получим наиболее выгодное использование материала. Ниже приводится ориентировочная таблица раскроя шаблонов круговой



Фиг. 5.

формы (табл. 2), при чем в графе «способ раскладки» соответствующие различным способам цифры соединяются знаком (+) в

Табл. 2.—Предельные раскладки на листе 508×711 мм.

Диаметр шаблона (резки) в мм	Способ раскладки (№ фиг.)	Число изделий на 1 листе	% использования площади листа	№ фиг. сложных раскладок	Диаметр шаблона (резки) в мм	Способ раскладки (№ фиг.)	Число изделий на 1 листе	% использования площади листа	№ фиг. сложных раскладок
20,0	5	1 015	98,2	—	110,4	6	30	79,5	—
24,9	5	644	86,8	—	113,8	5	28	78,8	—
30,2	5	437	86,8	—	118,5	4	24	73,3	—
35,1	5+5	322	86,2	7	119,7	4+6	24	74,8	11
40,4	5+5	240	85,5	7	120,5	6+6	24	78,5	12
44,4	5	202	86,5	—	124,0	4+5	23	76,9	10
45,0	—	186	81,9	—	124,2	5+6	23	77,1	13
45,1	4; 5+5	184	81,4	8	127,0	5+5	22	77,0	7
45,8	5	180	82,0	—	129,2	5	20	72,5	—
46,5	4; 5	176	82,7	9	133,0	6	20	76,9	—
47,4	4; 5	175	85,4	9	136,1	4; 5	19	76,5	9
50,3	5+5	152	83,6	7	136,7	6+5	19	77,2	13
56,8	5	120	84,1	—	141,1	5	18	78,0	—
57,7	5	115	83,2	—	142,2	4	15	65,9	—
59,2	4+5	106	80,8	10	142,7	5+спец.	16	70,8	14
61,8	5	99	82,2	—	145,1	4; 5	15	68,7	9
64,0	5	95	84,5	—	149,5	6+6	15	72,8	12
65,7	4; 5+5	84	79,0	8	150,2	4+5	14	68,6	10
66,3	4; 5+5	83	79,3	8	152,1	5+6	14	70,4	13
67,7	4; 5+5	81	80,7	8	154,6	5+5	13	67,5	7
67,7	5	80	79,7	—	158,0	5	12	65,1	—
68,0	4+5	78	78,7	10	169,3	4	12	74,7	—
70,5	+5	77	83,2	10	170,8	6	12	76,1	—
71,1	5	76	83,5	—	177,7	5	11	75,5	—
72,5	4+5	69	78,6	10	176,2	Спец. раскл.	11	75,9	15
75,4	4+5	62	76,6	10	181,5	» »	10	71,6	16
76,2	6	63	79,5	—	185,9	5	9	67,6	—
78,5	4+5	61	81,7	10	190,1	Спец. раскл.	9	71,1	17
79,0	5	60	81,3	—	200,0	» »	8	69,5	18
82,0	5	56	81,8	—	209,2	» »	7	66,4	19
84,0	4+5	52	79,7	10	237,0	4	6	73,3	—
84,0	4	48	74,7	—	238,4	6	6	74,1	—
86,4	6	48	77,9	—	254,0	Спец. раскл.	5	70,1	20
88,6	4+5	47	80,2	10	272,2	5	4	64,4	—
94,8	5	42	82,0	—	274,8	Спец. раскл.	4	65,7	21
95,3	5	39	77,0	—	296,3	» »	3	57,2	22
101,5	4	35	78,4	—	369,1	6	2	60,0	—
103,5	4; 5	33	76,8	9	508,0	—	1	56,1	—
109,3	5	30	79,5	—					

том случае, если лист режется на две части, раскраиваемые отдельно (фиг. 8, 11 и т. д.), и знаком (;) — если круги одной раскладки входят между кругов другой (фиг. 9, левая часть фиг. 8).

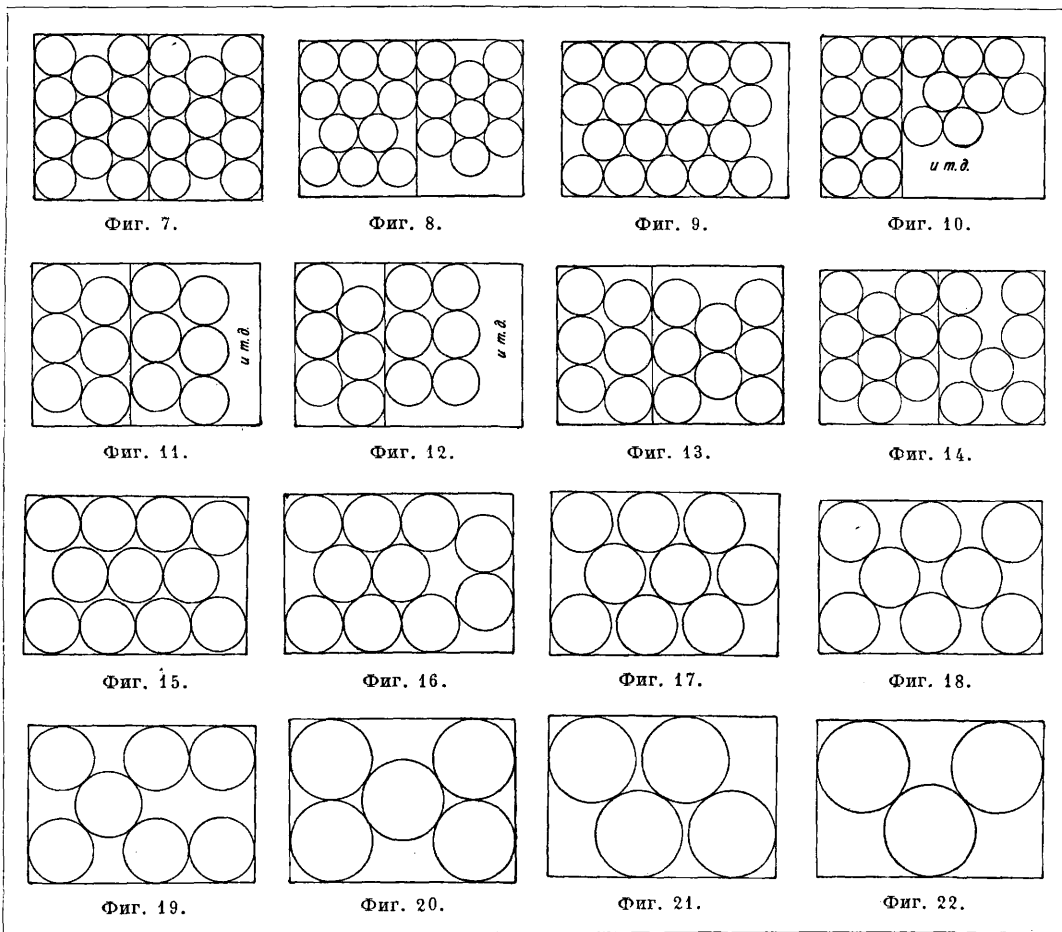
Основное оборудование для изготовления Ж. и. можно разделить на два класса: станки, обрабатывающие детали посредством давления и удара, и — путем вращательного движения. К первым относятся все виды ножниц и прессов, ко вторым — вальцовки, гнущие машины, закатки и пр. Изделия, в свою очередь, также разбиваются на резко отличающиеся друг от друга группы: 1) изделия цельноштампованные, где каждая деталь сделана из целого куска, без шва (корпус, крышка); 2) изделия с деталями, соединенными посредством шва (соединение концов корпусов между собой, корпуса с дном, и т. д.). Разбивка на подгруппы м. б. произведена в связи с процессом изготовления изделий, необходимым для этого оборудованием, формой и видом изделия на следующие 8 технологич. подгруппы.

1) Изделия цельноштампованные (коробки для аптекарских и парфюмерных изделий, гуталина и т. д.), с наиболее коротким циклом операций: а) детали

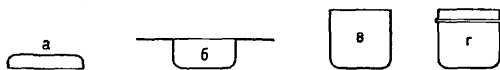
штамуются в одну (фиг. 23, а) или несколько (б, в) операций на колечатом прессе; б) край корпуса коробки обрезается (от заусенцев) и прокатывается рантик (выступ) под крышку (г) на прокатнообрезной машине; операция обрезки края производится лишь в том случае, если одновременно со штамповкой не была произведена обесчечка края.

2) Изделия круглые клепаные, мелкие (типа коробок под перец, синьку, мыльный порошок и т. д.).

3) Изделия круглые клепаные, крупные (коробки под кофе, какао, икру, чайники и т. д.). В обеих этих подгруппах изделий у отдельных видов насчитывается до 40 операций (вместе с мелкими деталями). К основным операциям относятся следующие. Производство корпуса: а) на углубках (ножницах) обрабатываются углы пластины (фиг. 24, а); б) на эксцентриковом прессе загибаются концы для замка (б); в) корпусу придается круглая форма на вальцовке (в); г) замок (шов) закрепляется склепом на эксцентриковом прессе (г). Автоматы, т. н. с а м о с к л е п ы производят одновременно операции б), в) и г). В нек-рых изделиях корпус скрепляется не в замок, а в накладку (фиг. 25); тогда операции б) и г) отпадают, и шов спаивается вручную или на автомате; в последнем случае деталь насаживается на рог паяльного станка, и между концами корпуса автоматически прокладывается лента припоя, которая пламенем газового рожа или специальным утюгом

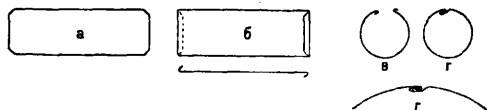


плавится. д) После этих операций корпус поступает на фланцеоггибочн. станок (отлапочный), к-рый загибает концы корпуса с одной



Фиг. 23.

или с двух сторон (фиг. 26, д), в зависимости от изделия, под прямым или тупым углом, подготавливая его для соединения с дном или рамкой; в том случае, если изделие имеет крышку (вместо рамки), этот станок одновременно прокатывает рантик под крышку (фиг. 26, д₁). Верхняя и нижняя детали коробки (к р ы ш к а или р а м к а) штампуются на коленчатых прессах в одну или несколько операций (фиг. 27). На фальцовочном станке (закатке) дно или рамка соединяется секорпусом двойным (фиг. 28, ж₁)



Фиг. 24.

или ординарным (ж₂) замком. В некоторых изделиях доньшко впаивается, тогда опера-

ция д) и фальцевание отпадают, а дно штампуются иной формы (фиг. 28, ж₂).

Почти полная автоматичность станков достигнута в применении их для обработки изделий 3-й подгруппы, в особенности коробок для консервов. Здесь интересно отметить следующие автоматы: пресс для изготовления доньшек и корпусов коробок и фланцеоггибочную закаточную машину.

Как на пример можно указать на автоматич. коленчатый пресс Zig-Zag герм. фирмы Фледермаус (фиг. 29). Автомат этот работает

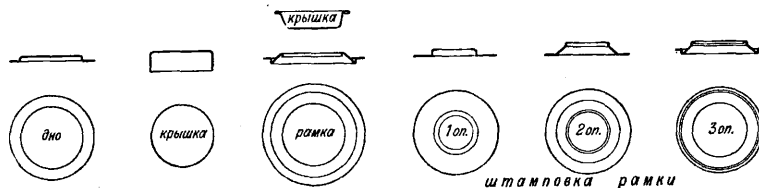


Фиг. 25.

Фиг. 26.

как на листовом, так и на ленточном материале. Лист жести закрепляется на линейке и кладется в подвижную каретку пресса, которая специальным механизмом приводится в движение в продольном и поперечном направлении таким образом, что после каждого удара пуансона лист передвигается в поперечном направлении на расстояние немногим больше (2—3 мм) диам. вырубемого изделия. По окончании вырубке первого ряда лист подвигается автоматическим в продоль-

ном направлении на необходимую (в зависимости от раскладки) величину и двигается дальше в обратном первом ряду направлении и т. д., до последней вырубки включительно; после этого пресс автоматически останавливается, и каретка возвращается в перво-



Фиг. 27.

начальное положение для смены линейки со следующим листом. Пресс этот дает до 8 500 вырубков в час. В настоящее время фирма Фледермаус заменяет ручную смену листов жести автоматической, что даст возможность довести выработку до 30 000 изделий в час при штамповке одновременно несколькими пуансонами.

Станок для изготовления корпусов работает следующим образом. Полоски жести, точно нарезанные по форме и размерам развернутого корпуса коробки, закладываются в магазин. Снизу под магазин автоматически подводится механизм, состоящий из трубки с резиновым наконечником, который присасывает нижнюю полоску жести и оттягивает ее вниз. Специальные крюки с двух сторон подхватывают пластинку и подают ее горизонтально вдоль стола станка под углом рубку. Ножи последней работают в вертикальном направлении. Дальше пластинка попадает под штампы, к-рые загибают концы ее для замка, и, наконец, на рог склепа; два сегмента одновременно охватывают пластинку, придавая ей форму цилиндра, застегивают концы, и действующий снизу склеп, прижимая шов цилиндра к рогу, закрепляет замок. Затем цилиндр проталкивается на рог паяльного

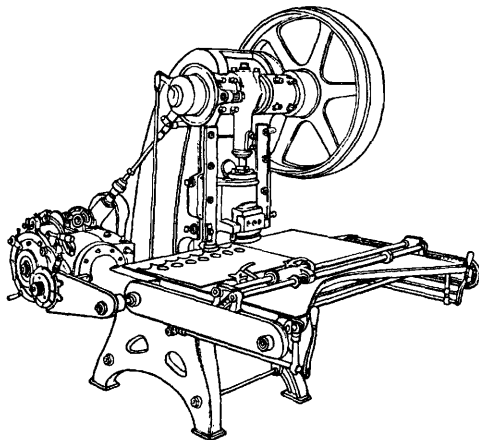


Фиг. 28.

стола, по к-рому его ведет бесконечная цепь. Паяльное приспособление состоит из корыта с расплавленным оловом, в к-ром вращается ролик, опущенный до половины своего диаметра в олово. Корпус коробки, обращенный швом к паяльному валу, двигаясь вдоль рога паяльного стола, касается предварительно ролика, смазывающего шов паяльной жидкостью (раствором $ZnCl_2$), и прикасается затем к олову паяльного вала. По окончании процесса пайки вращающаяся круглая щетка (состоящая из круглых пластинок бумажной или шерстяной материи) снимает лишнее олово, а находящаяся под рогом паяльного стола труба охлаждает струей сжатого воздуха корпус коробки. Производство станка—110÷130 коробок в мин.

Автоматич. фланцеотгибочная и закаточная машина Karges-Hammer (Германия), назначение которой—прикрепить доньшко к

корпусу коробки, работает следующ. образом (фиг. 30). Доньшки кладутся стопкой в магазин, образуемый двумя несколько наклонными железными прутками. Низ стопки опирается на два вращающихся полукруга, освобождающих за рабочий ход по одному доньшку, падающему на место закатки его. Корпуса в горизонтальном положении кладутся на наклонный желоб, откуда попадают на звездочку (диск с гнездами) машины. Звездочка подводит корпус к паре вращающихся шайб. В это же время пара роликов двигается сверху вниз, заходя за край шайб. Корпус, захваченный шайбами и роликами, приходит во вращение, а



Фиг. 29.

ролики отгибают край. Затем звездочка подает корпус к закаточному шпинделю машины; два патрона захватывают корпус; крышка, упавшая ранее на рабочий патрон, надевается на банку, и два ролика производят закатку так же, как на обыкновенных вертикальных закатках (фиг. 31).

4) Изделия прямоугольные клепаемые (типа коробок под зубной порошок, монпансье и т. д.). Операции те же, что и в изделиях цилиндрич. формы (3-я подгруппа). Исключение составляют те коробки, у к-рых крышка прикреплена к корпусу посредством шарниров. В данном случае в пластинке корпуса в месте закрепления крышки просекаются отверстия для шарниров (фиг. 32, 1). Крышка вырубается с соответствующими выступами, в которые вставляется проволока для шарниров (2). На укрепленную в крышке проволоку надеваются шарниры (3). Концы последних пропусаются в отверстие корпуса и разгибаются вручную. Оборудование для этих изделий несколько иное, чем указанное в 3-й подгруппе, но принцип действия его тот же, за исключением гнульной машины, дающей прямоугольную форму корпусу коробки и одинаковой по характеру выполняемой работы с вальцовкой и фланцеотгибочной машиной в 3-й подгруппе. В данном случае пластинка, зацепляясь загнутым

концом за щель в гнущем патроне (четырёхугольной формы), обкатывается по патрону роликом, и т. о. корпусу придается четырёхугольная форма и одновременно накатывается бортик под крышку и отгибается край для закрепления доньшка.

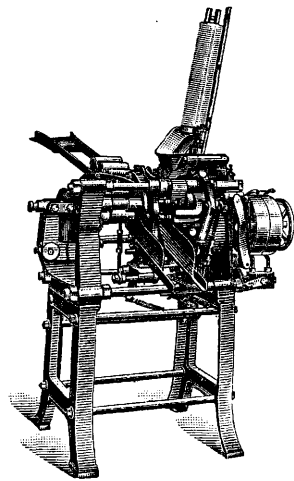


Fig. 30.

5) Б и д о н ы. Существен. разница в изготовлении этого вида изделий (по сравнению с 3-й и 4-й подгруппами) встречается при изготовлении корпусов бидонов большой емкости (от 8 л и выше). Корпуса таких бидонов делаются из двух половинок и имеют два шва.

По окончании операции рубки углов пластина полукорпуса пропускается через вальцы, к-рые отгибают концы ее под прямым углом (отлапка). После загиба двух остальных концов пластины для замка на эксцентриковом прессе придает форму углу бидона и перегибают пластину под углом в 90° (фиг. 33, 1). После соединения двух половинок корпуса между собой и скрепления швов на эксцентриковом прессе корпус поступает на

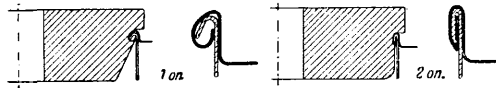


Fig. 31.

одно- или двустороннюю закатку, для прикрепления доньшка и рамки (см. 3-ю подгруппу). В некоторых случаях дно и рамка прикрепляются к корпусу не в закатку, а в так называемую «приклепку»; в этом случае отштампованное, с загнутыми краями доньшко соединяется с корпусом на обжимочном станке (2 и 3).

6) Прямоугольные цельноштампованные Ж. и с разрезным рантом и прямоугольные Ж. и с дном в прижим (типа коробки под штемпельн. подушки, бисквиты и т. д.). По характеру эти изделия резко отличаются друг от друга: первые — с цельноштампованными деталями, вторые — с деталями, соединенными швом. Но т. к. группа оборудования, требующаяся для их изготовления,



Fig. 32.

одна и та же, то они и отнесены к одной технологич. подгруппе. Корпус и крышка Ж. и. типа коробок под штемпельные подушки рубят в виде пластины на коленчатом прессе, при чем одновременно вырубает углы и вы-

штамповывают на корпусе бортик (фиг. 34, 1). Обе пластины соединяются между собой проволокой (2), после чего на эксцентриковом прессе каждой детали придается форма коробки. Изделия типа бисквитных коробок изготавливаются при помощи следующих основных операций. В пластине (корпусе) с концов и в местах перегиба (углах коробки) вырубается уголки на углорубке и на эксцентриковом прессе (фиг. 35, 1). Такой же пресс загибает оба края по длине (2): один — для соединения с дном, а другой — для того, чтобы избежать порезов рук при обращении с коробкой. Концы для замка загибаются на ручном или эксцентриковом прессе. На гнущей машине (см. 4-ю подгруппу) корпусу придает четырехугольную форму, после чего закрепляют замок (склеп) корпуса. Дно коробки рубят в виде пластины на коленчатом

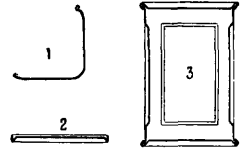


Fig. 33.

прессе (или вырезают из листа на ножницах). На эксцентриковом прессе загибают все 4 края (3), и такого же типа пресс скрепляет дно с корпусом (4). Крышка, как и дно, вырубается (коленчатым прессом) или вырезывается (ножницами) в виде пластины, эксцентриковый пресс вырубает углы, и такого же типа пресс придает крышке и дну соответствующую форму.

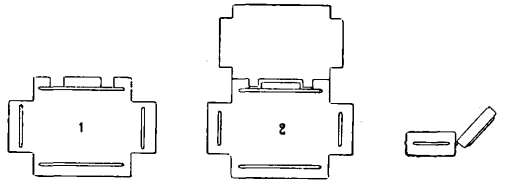


Fig. 34.

7) Плоские изделия (плакаты, циферблаты для часов, зонты для ламп и пр.). После разрезки на ножницах или рубки на прессе и обрубки углов все 4 стороны плаката загибаются и прижимаются (чтобы избежать порезов рук при обращении с ним).

8) Четырехугольные цельноштампованные изделия (типа коробки для папирос). Основные операции те же, что в 1-й технологич. подгруппе, только крышка соединяется с корпусом посредством проволоки, но без шарниров (в отличие от 4-й подгруппы). В корпусе коробки просе-

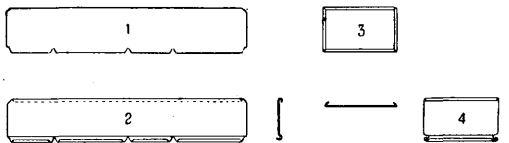


Fig. 35.

На углах вырубается дырочки для гвоздей. Оборудование — ножницы и эксцентриковые прессы. В тех случаях, когда на плакатах д. б. выштампованы рисунок или буквы, они штампуются на фрикционных или коленчатых прессах. Последние одновременно и вырубает изделие из листа.

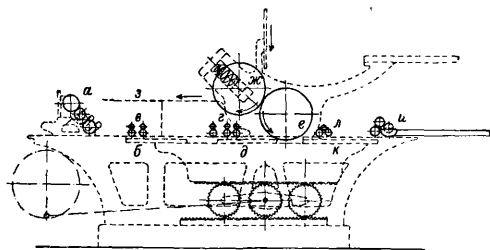
8) Четырехугольные цельноштампованные изделия (типа коробки для папирос). Основные операции те же, что в 1-й технологич. подгруппе, только крышка соединяется с корпусом посредством проволоки, но без шарниров (в отличие от 4-й подгруппы). В корпусе коробки просе-

каются, два отверстия, и выштамповывается канавка для проволоки; последняя закрепляется в специально выштампованном крае крышки, концы ее заправляются в отверстие корпуса и обжимаются на ручном или эксцентриковом прессе.

Примечания. 1) Операция резки на ножницах в каждом отдельном случае не упоминалась как обязательная для всех Ж. и., в виде 1-й операции. 2) Выше не перечислены все мелкие операции, как то: пайка швов, изготовление арматуры, горл, ручек и т. д., но указаны только основные операции, которые характеризуют данную группу изделий. 3) Вопрос о раскрое круглых форм разработан автором совместно с инж. С. В. Немцевым. 4) Разбивка Ж. и. на 8 технологических подгрупп проработана инж. В. Ф. Груздевым.

Печатание по жести — нанесение рисунка в красках или текста — производится на печатных машинах литографским или офсетным способом. Печатные машины мало чем отличаются от скоропечатных, т. н. офсетных, машин для бумаги и строятся двух видов: машины с кареткой, перемещающей талер по двум горизонтальным параллельным плоскостям, и ротационные машины, у которых каретка с плоским талером заменена цилиндром.

Пропускная способность первой — до 15 листов, второй — до 35 листов в мин. Материалом для печатания служат литографские краски и олифы разных сортов. Краска (сухая) смешивается с литографской олифой и пропускается несколько раз через краскоутерку (стирается). Перед печатанием в одну или несколько красок устанавливается нужный цвет и оттенок и добавляется некое количество сикатива для более быстрого высыхания. Процесс печатания сводится к



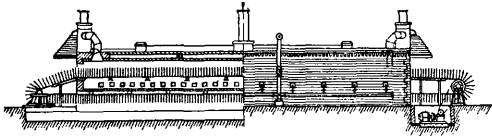
Фиг. 36.

следующему: на раме машины, с одной стороны ее, установлен (фиг. 36) кипсеечный аппарат (ящик с краской) *а*, краска из *к*-рого попадает на обтянутый кожей валик и посредством него на чугунную красочную плиту *б*. Две пары других валиков *в* (железных и обтянутых кожей) равномерно раскатывают ее на плите. Талер, двигаясь на параллелях вдоль машины, переносит краску на кожаные валики *г* (3—4 пары), *к*-рые передают ее рисунку, нанесенному на цинковом листе *д* (перевод), помещенном на талере и установленном на одной каретке с красочной плитой. С перевода рисунок передается на резиновое полотно, натянутое на нижний цилиндр машины *е*. Лист жести ставится одной стороной в зажимы (клапаны) верхнего цилиндра *ж*, помещенного над нижним. При вращении цилиндров лист жести, удерживаемый клапанами, прокатывается между верхним цилиндром и резиновым полотном нижнего и т. о. получает рисунок.

При дальнейшем вращении цилиндров зажимы (клапаны) открываются, и лист падает на стол *з*, с *к*-рого принимается рабочим и устанавливается на транспортную цепь печи. На другом конце машины, противоположном кипсеечному аппарату, имеется увлажняющий (мочевой) аппарат *и*, состоящий из ящика с водой, в *к*-ром вращается при помощи храповичка медный валик. Вода с медного валика попадает на обтянутые бумажной фланелью пару валиков и последними наносится на увлажняющую подушку *к*, установленную на одной каретке с печатным талером и красочной плитой. Эта подушка, в свою очередь, увлажняет 2 валика *л*, также обтянутые фланелью, а последние, прокатываясь по цинковому листу (переводу), увлажняют его. Т. о., при движении каретки от кипсеечного аппарата *к* увлажняющему аппарату одновременно совершается следующая работа: первая серия валиков *а* наносит краску на красочную плиту *б*, вторая серия *г* наносит ее на перевод *д*, цилиндры *е* и *ж* начинают вращаться, рисунок передается посредством резинового полотна на жести, и валики *л* смачиваются увлажняющей подушкой *к*. При дальнейшем движении каретки краска с рисунка цинкового листа (перевода) наносится на резиновое полотно, валики *л* увлажняют перевод, красочная плита наносит краску на вторую серию валиков *г*, и валики увлажняющего аппарата *и* смачивают увлажняющую подушку. При движении каретки в обратном направлении увлажняющий аппарат *и* вторично смачивает увлажняющую подушку, валики *л* увлажняют цинковый лист, красочные валики *г* снимают с плиты краску, и приемный валик *а* смазывается краской от кипсеечного аппарата. При дальнейшем движении увлажняющая подушка смачивает водой смачивающие валики *л*, красочные валики *г* наносят краску на цинк, и первая серия валиков *в* растирает краску на красочной плите. При обратном движении каретки цилиндры машины не вращаются; поэтому для прохода талеров под нижним цилиндром часть последнего срезана. Отпечатанный лист жести проходит через печь и сушится при t° 80—100° в течение 25—30 мин. За один раз (проход) наносится лишь один оттенок краски; так. обр., операция печатания одного и того же листа повторяется столько раз, сколько основных цветов в рисунке. В виду того что краска наносится очень тонким слоем (во избежание отлетания ее при штамповке), некоторые цвета (белый, светлосерый и др.) при большой площади печати получаются чистыми только при неоднократном (2—3 раза) печатании. Среднее количество красочных проходов в различных изделиях можно считать не более 8, при общей толщине красочного слоя ок. 0,06 мм.

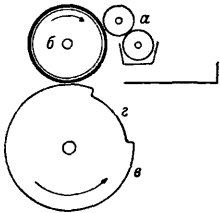
Сушильная печь для жести встречается чаще всего двух видов: печь с жаровыми трубами для угольного или нефтяного топлива и с газовыми форсунками для нагревания газом. Устройство печей с жаровыми трубами (фиг. 37) следующее: печь имеет форму вытянутого прямоугольника; по поду ее в длину проложены 2 сообщающихся на одном конце чугунных жолоба, открытой

своей стороной обращенных к поду. Пламя и отходящие газы проходят внутри желобов, совершая 2 оборота. Вдоль печи по рельсам движется на роликах бесконечная цепь, на звеньях к-рой установлены иголки, между к-рыми ставятся листы жести. По окончатной печатания листы жести покрываются



Фиг. 37.

либо тонким (на печатных машинах) либо толстым (на лакировочных машинах) слоем маслян. лака. В первом случае сушка обычная, а в последнем листы сушатся в сушильных шкафах при t° 35—40° в течение 12—16 часов. Во избежание потеков лака листы помещаются в шкаф в горизонтальном положении. Принцип работы лакировочной машины (фиг. 38) следующий: лак посредством металлических валков *a* наносится на резиновый вал *b*; жесьт проходит между резиновым валом и цилиндром *в*, при чем лак с вала ровным слоем накладывается на лист. В нижнем цилиндре сделан срез *г*; подача листов производится автоматически аппаратом



Фиг. 38.

с таким расчетом, что, когда нет листа жести между цилиндрами, срезанная часть нижнего цилиндра находится под верхним, и, т. о., лак не может попасть на нижний цилиндр и пачкать другую сторону листа.

Лит.: «Sheet Metal Worker», New York; «Fachzeitung für Blechbearbeitung u. Installation», Langen; «Illustrierte Zeitung für Blechindustrie und Installation», Leipzig. Д. Наценов.

ЖИВАЯ ИЗГОРОДЬ, густая посадка древесных и кустарниковых пород по периферии культурных площадей, предназначенная для предохранения этих площадей от проникновения гл. обр. скота; в нек-рых случаях Ж. и. разводят и с декоративными целями. Для Ж. и. выбирают древесные породы, обладающие плотной кроной, быстро растущие, имеющие на ветвях шипы или колючки и хорошо переносящие стрижку, после к-рой растения сильно разрастаются в сучья, а крона остается долгое время плотной, нередующей. Деревья и кустарники, пригодные для Ж. и., должны быть устойчивыми при росте на свободе и не давать корневых отпрысков. Наилучшие растения для Ж. и. (по Шредеру): для всей европ. части СССР—желтая акация, боярышник (пучковый, железистый, крупноколючий), вяз, ирга овальная, татарский клен; для северного и среднего районов европейской части СССР—сибирский боярышник, желтоплодный боярышник, сибирская яблоня, сибирская пихта, обыкновенная ель, туя западная; для средней (и отчасти северной) полосы европейской части СССР—крыжовники, роза бедренцоволистная; для южной

(и отчасти средней) полосы европейской части СССР—акация белая, боярышник (остроколючий, односемянный, черноплодный), бирючина обыкновенная, берест, вяз, граб, дикая груша, кизил, липа, полевой клен, дикая слива; на юге европ. части СССР, в Крыму, на Кавказе и в Закавказьи: боярышник (черноплодный, полуперистый, пушистый, огненный, Гельденрейха), гранатник, гледичия, кошенилевый дуб, маклюра, дикая слива, держки-дерево, лох, шелковица. Для Ж. и. применяются и другие древесные и кустарниковые породы, отличающиеся вышеуказанными свойствами.

Посадку Ж. и. обычно производят двухлетними сеянцами лиственных пород, а ели, пихты и боярышника—трех- четырехлетними саженцами. Лиственные породы сажают рядами—по одному, два или три ряда (ряд от ряда на расстоянии 0,5 м); в рядах же, для более быстрого смыкания, саженцы высаживаются на расстоянии от 18 до 36 см, в шахматном порядке. Ель и пихта обычно высаживаются лишь двумя параллельными рядами. Стрижка Ж. и. начинается лишь после того, когда высаженные растения достаточно окрепнут. Стрижку обычно производят дважды в год: осенью, в период опадения листьев, или весной, до развития новых почек, и в конце июня, по окончании развития летних побегов. Наилучшее время для стрижки—осень. Повторение стрижки Ж. и. производится через 2—3 г. в садах и через 6—7 лет на полевых участках. При одряхлении Ж. и. ее подрезают до $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ высоты, и если почва не истощена, то получается усиленное развитие стволовой поросли, ведущей к обновлению Ж. и. Высота Ж. и. обычно от 1 до 2 м.

Лит.: Шредер Р. И., Живые изгороди и лесные опушки, 4 изд., СПб, 1898. Н. Кобранов.

ЖИВАЯ СИЛА, кинетическая энергия тела, находящегося в движении. Если m —масса какой-либо движущейся материальной точки, v —скорость ее в какой-либо момент времени t , то Ж. с. точки в рассматриваемый момент называется половина произведения массы точки на квадрат ее линейной скорости: $\frac{mv^2}{2}$. Пусть F —действующая на точку в этот же момент сила (или равнодействующая всех сил, приложенных к точке), r —радиус-вектор, определяющий рассматриваемое положение точки; тогда элементарная работа (см.) dT силы F будет равна скалярному произведению $F dr$:

$$dT = F dr = Fv dt = m \frac{dv}{dt} v dt = d \left\{ \frac{1}{2} mv^2 \right\} = d \left\{ \frac{1}{2} mv^2 \right\}, \quad (1)$$

т. е. элементарная работа силы F в какой-либо момент t равна дифференциалу Ж. с. в этот же момент. Приращение Ж. с. материальной точки за какой-либо промежуток времени равно полной работе приложенной к ней силы (или приложенных сил) за тот же промежуток времени. Если тело с массой M движется поступательно, т. е. если все точки тела имеют одну и ту же скорость v , то живая сила всего тела

$$E = \int \frac{dmv^2}{2} = \frac{v^2}{2} \int dm = \frac{Mv^2}{2}, \quad (2)$$

где dm —масса элемента объема тела; ин-

тегрирование произведено по всему объему тела. Если же тело находится во вращательном движении (см. фиг.), то, обозначая через ω вектор угловой скорости вращения тела, v — линейную скорость какого-либо элемента тела, ρ — расстояние от данного элемента объема до оси вращения тела, имеем следующую зависимость:

$$v = [\omega r]; v = \omega \rho,$$

$$E = \frac{1}{2} \int dm \cdot [\omega r]^2 = \frac{1}{2} \omega^2 \int \rho^2 \cdot dm = \frac{1}{2} \omega^2 I, \quad (3)$$

так как ω — величина в данный момент постоянная для всех точек тела; $I = \int \rho^2 dm$ есть момент инерции (см.) тела относительно оси вращения. В общем случае движение тела состоит из некоторого поступательного движения и некоторого мгновенного вращательного движения (см. Движение); в соответствии с этим Ж. с. тела:

$$E = M \frac{v^2}{2} + I \frac{\omega^2}{2}. \quad (4)$$

Лит.: H a m e l G., Elementare Mechanik, 2 Aufl., Lpz., 1922; F ö r p l A., Vorlesungen über technische Mechanik, B. 4—Dynamik, 7 Aufl., Lpz.—B., 1923; v. L a u e M., Die Relativitätstheorie, 4 Aufl., B. 1, Brschw., 1921; K o p f f A., Grundzüge d. Einsteinschen Relativitätstheorie, 2 Auflage, Leipzig, 1923; M a c h E., Die Mechanik in ihrer Entwicklung, 8 Aufl., Leipzig, 1921. М. Серебrenников.

ЖИВИЦА, терпентин, смолистый продукт, выделяющийся при ранении живой древесины хвойных. Процесс добывания живицы путем систематического ранения древесины, основанный на происходящих при этом в растении физиологических явлениях, носит название *подсочки* (см.). Живица, только что вытекшая каплями из пореза, — бесцветная, прозрачная, ароматически пахнущая, липкая, достаточно подвижная жидкость; но уже через короткий срок она начинает густеть и мутнеть вследствие выделения мелких кристаллов твердой смолы, которые остаются взвешенными в жидкости. При долгом нахождении Ж. на открытом воздухе летучая ее часть постепенно испаряется, и остается почти твердая желтая масса, т. н. баррас, или сера. Ж. и сера при перегонке на голом огне или с паром выделяют летучую часть, терпентинное масло [название, специально принятое в отличие от менее ценного *скипидара* (см.), который получается из мертвой хвойной древесины отгонкой паром или сухой перегонкой (см. *Смолокурение*)] и хрупкий б. или м. окрашенный остаток — канифоль, или гарпиус. Кроме того, в Ж. всегда содержатся в большем или меньшем количестве вода и твердый сор — стружки, хвоя, кора и т. п.

Промышленная ценность Ж. определяется относительным содержанием в ней терпентинного масла, получающейся из нее канифоли, воды и сора. Если приняты меры предохранения Ж. от испарения в воздух, все виды промышленно-подсачиваем. хвойных, судя по целому ряду данных, дают при подсочке 30—33% терпентинного масла (по отношению к незасоренной Ж.), что, повидимому, и является предельной величиной; прак-

тически выходы терпентинного масла значительно ниже, как видно из дальнейшего, и эта разница д. б. приписана как методу подсочки, так и условиям сбора и хранения Ж.; оказывает влияние также и погода: в случае сухого жаркого лета выход терпентинного масла вследствие испарения всегда ниже, чем в дождливое лето. Помимо потерь терпентинного масла, Ж., долго пробывшая на воздухе и поэтому подвергавшаяся окислению, теряет и в своем качестве: терпентинное масло получается тяжелее, а канифоль — темнее. Качество Ж. зависит и от времени сбора: весенняя Ж. дает более светлую канифоль, чем осенняя; засоренность Ж. не только образует излишний балласт, но и заметно влияет на цвет канифоли, т. к. вода извлекает из коры дубильные и красящие вещества, к-рые переходят при переработке Ж. в канифоль и сообщают ей темный цвет.

Наибольшее промышленное значение имеет Ж. различных видов сосны, являясь основным исходным материалом для выработки канифоли (см.) и терпентинного масла (см.), при чем первое место по подсочке сосны принадлежит С. Ш. А., где за последнее время добывается ежегодно около 480 000 т Ж., примерно 65% всей мировой выработки. Подсочное хозяйство сконцентрировано исключительно в штатах около Мексиканского залива — Флориде, Луизиане, Алабаме, Георгии и Каролине. Подсачивается преимущественно длиннохвойная сосна (*Pinus palustris*, *P. australis*), в значительно меньшей степени — кубанская сосна (*P. heterophylla*) и сосна долболи (*P. taeda*). При подсочке получается примерно $\frac{2}{3}$ Ж. и около $\frac{1}{3}$ барраса. Средний состав америк. Ж.: терпентинного масла 18—24%, канифоли 68—75%, воды и сора 5—10%; средний состав барраса: терпентинного масла 8—12%, канифоли 42—55%, воды и сора 35—52%. Вследствие хищнической системы лесного хозяйства и нерационального метода подсочки добыча Ж. за последние 20 лет сократилась примерно на 25%, но за последние годы принимаются меры к развитию подсочки в более рациональных формах.

Во Франции подсочка развита на Ю.-З. страны, преимущественно в департаментах Ланд и Жиронды, к-рые 150 лет тому назад представляли собой болота и пески, а теперь искусственно засажены морской сосной (*P. maritima*) и служат основой рационально поставленной терпентинной промышленности. Средний состав франц. Ж.: терпентинного масла 18—22%, канифоли 66—78%, воды 8—10%, сора 2—5%. Средняя годовая добыча Ж. во Франции за последние годы составляла ок. 140 000 т, т. е. примерно 20% мировой выработки. Сравнительно мелкими производителями Ж. являются: Испания, Италия, Португалия, Греция, Брит. Индия и Австрия; из них Испания добывает до 30 000 т Ж. из морской сосны, остальные же страны — значительно меньше.

В дореволюционной России подсочка в промышленном масштабе существовала ок. 100 лет лишь в Вельском и Шенкурском уездах (Вологодской и Архангельской губ.), где она имела основной целью не столько получение Ж., сколько просмаливание

древесины обыкновенной сосны (*P. silvestris*) для дальнейшей перекурки ее на смолу, т. н. «смолье-подсочка». В соответствии с этим Ж. оставалась на стволе в течение всего лета, теряла частично терпентинное масло и превращалась в «серу». Средний состав такой серы: терпентинного масла 6—9%, канифоли 42—60%, воды и сора 32—48%. Годовая добыча серы не превышала 2 000 т. Резкое несоответствие такой выработки канифоли с потребностью (в 1913 г. она составляла ок. 35 000 т) и с нашими лесными богатствами дало толчок к попыткам развития у нас достаточной крупной и рационально поставленной терпентинной промышленности; поэтому с конца 19 в. почти до самого последнего времени не прекращались б. или м. крупные опыты в этом направлении в целом ряде районов, и в настоящее время нашу терпентинную промышленность можно считать прочно установившейся. Средний состав нашей промышленной Ж. таков: терпентинного масла 12—20%, канифоли 65—73%, воды 6—13%, сора 4—8%. В 1928 г. общая выработка Ж. и серы по СССР составляла ок. 10 000 т, при чем на 1931/32 г. намечается добыча живицы до 60 000 т. Мировую добычу всей сосновой живицы для текущего десятилетия можно исчислять в среднем до 760 000 т в год, из которых вырабатывается около 480 000 т канифоли и около 140 000 т терпентинного масла.

Ж. других хвойных—ели, лиственницы и пихты—добывается в сравнительно ничтожных количествах и потребляется промышленностью преимущественно в переработанном, хотя и очищен. виде. Ель вообще хуже переносит подсочку, чем сосна; кроме того, в промышленности еловая Ж. легко м. б. заменена сосновой. В 19 в. в Германии, Австрии, Швейцарии и России добывалось в общей сложности ок. 1 000 т еловой серы под названием *бургундского*, или *пивного*, вара, т. к. благодаря липкости и своеобразному аромату эта сера шла на осмолку пивных бочек; в настоящее время промысел этот значительно упал. Примерный состав бургундского вара: терпентинного масла 5—8%, канифоли 80—90%, остальное—вода и загрязнения. Подсочка европейской лиственницы (*Larix europaea*), произрастающей на Альпах и на Карпатах, дает вязкую, тягучую Ж., называемую *венецианским терпентином* (см.), следующего состава: терпентинного масла 16—22%, канифоли 78—84%, воды и примесей 2—6%. Добыча этого терпентина составляет в настоящее время лишь около 200 т. Промышленная ценность этого терпентина (он обладает способностью придавать эластичность лаковым пленкам и сохранять прозрачность при высыхании) и высокая его цена (в 3—4 раза дороже сосновой Ж.) являются значительным стимулом к развитию добычи терпентина в пределах СССР (из сибирской и даурской лиственниц (*L. sibirica*, *L. dahurica*), произрастающих в значительных количествах в Сибири, так как сходство нашего терпентина с венецианским доказано рядом исследований). Промышленная подсочка пихты производится преимущественно в северной части С. Ш. А. из бальзамической или ка-

надской пихты (*Abies balsamea*, *A. canadensis*), дающей Ж. особого рода—т. н. канадский бальзам, и отчасти в Европе, в Вогезах, из гребенчатой пихты (*A. resinata*), дающей *страсбургский терпентин*. Состав канадского бальзама: терпентинного масла 23—24%, канифоли 74—76%, примесей 1—3%. Общая мировая выработка канадского бальзама не превышает 30 т в год, при цене в 10—12 раз выше сосновой Ж. Промышленное применение канадский бальзам имеет преимущественно в оптич. технике для склеивания стекол благодаря его высокому показателю рефракции и способности сохранять прозрачность при высыхании. По указаниям проф. Ф. И. Флавицкого, канадский бальзам мог бы с успехом вырабатываться и у нас из сибирской пихты (*Abies sibirica*), растущей в Сибири и на Урале.

Венецианский и страсбургский терпентины, а также канадский бальзам известны в з.-европейской торговле под названием «благородных» терпентинов, в отличие от «обыкновенной» сосновой Ж. Неспособность благородных терпентинов выделять кристаллы является основным их отличием от обыкновенной Ж., выделяющей легко обнаруживаемые кристаллы после прибавления спирта или при рассматривании в поляризационный микроскоп. Обычные аналитич. характеристики мало показательны для Ж., т. к. зависят от содержания в Ж. терпентинного масла; однако, для нормальной сосновой Ж. можно указать кислотное число 110—125 и число омыления 115—130; эти же константы для благородных терпентинов—значительно меньше.

Из физич. свойств Ж. необходимо отметить ее оптич. активность. Ж. сосны и ели обыкновенно обладают левым удельным вращением, тогда как Ж. лиственницы—правым; величина удельного вращения Ж. сосны очень различна, изменяясь не только с разновидностью породы, но и с индивидуальными особенностями дерева. Вообще же, чем свежее Ж., тем более ее уд. вращение, доходящее до -70° ; оно сильно понижается, когда Ж. переходит в серу. При нагревании Ж. ее вращательная способность падает еще сильнее и даже меняет знак. Так, левовращающая Ж. из *P. silvestris* или *P. palustris* после перегонки дает правовращающее терпентинное масло и левую или даже слабо вращающую правую канифоль, тогда как из *P. maritima* как терпентинное масло, так и канифоль получаются левовращающими.

В классификации естественных смол, по существующему теперь взгляду, Ж. относится к бальзамам, т. е. представляет собою раствор твердых смол в терпентинном масле. В связи с этим необходимо отметить гипотезу проф. Дюпона (1924 г.) об определенной генетич. связи между этими составными частями Ж. путем их образования из «первоначального вещества» (*substance mère*), существующего в живой древесине и представляющего собою альдегид терпенового ряда, отвечающий составу $C_9H_{15}\cdot COH$. Тот факт, что этот альдегид, выделенный из дерева, даже при отсутствии воздуха быстро закристаллизовывается, давая Ж., привел проф.

данными: 7,5—10,8% углерода, 75—80% фосфорнокислого кальция, 6—8% углекисл. кальция, 0,15—0,25% сернокислого кальция, 0,5—1,4% сернистых и азотистых веществ, 0,80—1,40% фосфорнокислого магния, 0,2—0,5% хлористых солей щелочных металлов, 0,5—0,8% силикатов, 0,7—1,5% окиси железа и окиси алюминия, 0,5—1,5% глины и песка, 4—8% влаги. Углеродистое вещество, входящее в Ж. у., всегда содержит азот, до 10% от своего веса, и некое количество водорода; по мере использования Ж. у. содержание азота в нем понижается. Ж. у. не горит, но при прокаливании оставляет золу белого или кремового цвета; наличие серых или красноватых частиц указывает на подмесь старого Ж. у.

Главный технич. эффект Ж. у. обусловлен способностью этого материала адсорбировать из растворов пахучие и органич. красящие вещества, а также большинство минеральных веществ (известь, сернокислые соли меди, цинка, хрома, железа, азотнокислые соли никеля, кобальта, серебра, ртути, свинца, уксуснокислый свинец, рвотный камень и др.) и в значительной мере поглощать из растворов соли щелочных металлов. В отношении последних Боденбендером установлено, что калиевые соли поглощаются в меньшем количестве, чем натриевые, и что возрастающий порядок поглощения в зависимости от аниона представляется таким рядом: хлориды, нитраты, оксалаты, цитраты, ацетаты, сульфаты, карбонаты и фосфаты. Поглощенные извести, углекислых, щавелевокислых и нек-рых других солей кальция считается отчасти следствием присутствия в Ж. у. минеральных составных частей. Абсолютное количество поглощенных Ж. у. солей возрастает с повышением концентрации раствора, но относительное количество удержанных солей с повышением концентрации убывает. Будучи насыщен одну солью, Ж. у. сохраняет до известной степени поглощительные свойства в отношении к друг. соли. Количество поглощенной соли возрастает с течением процесса поглощения, но скорость поглощения при этом постепенно убывает и через несколько часов доходит практически до нуля. Присутствие сахара в растворе мало изменяет степень поглощения солей. Кроме того, поглощение пропорционально количеству Ж. у. Красящие вещества поглощаются весьма полно; так, при применении Ж. у. в количестве 25% от веса сахарного песка, поглощается 75—50% красящих веществ. По исследованию Сегриста, поглощение красящих веществ выражается ф-лой $C_1 = \beta \cdot C_2$, где C_1 —концентрация поглощенной краски в поглотителе, C_2 —концентрация краски, бывшей в растворе, а β и n —константы поглощения, возрастающие с температурой; значение их дано в табл. 2. Поглощенные животным углем красящие вещества могут быть выделены из него обратн.

(например, после очистки патоки— средством аммиачного раствора).

Ж. у., насыщенный поглощаемым веществом, утрачивает поглотительную способность и нуждается в регенерации, т. н. о ж и в л е н и и, для чего предложены различные приемы: прокаливание без доступа воздуха; обработка перегретым паром при 600—700° (Пампе), при чем зерна угля д. б. величиной с горошину; пропускание влажного Ж. у. между трубками углеобжигательных печей и т. д. Активность угля, по П. Дегенеру и Ж. Лаку, м. б. повышена действием света и воздуха на свежeproкаленный напитанный водой Ж. у.; при этом образуется перекись водорода. Очистка Ж. у. от углекислого кальция производится слабой соляной к-той (для быстрого вычисления количества требуемой к-ты служат таблицы Шейблера), или к-тами, образующимися при брожении сахара, оставшегося от Ж. у., или же раствором суперфосфата (Кросфильд, Барроу и Кук, 1874 г.); применяется также раствор хлористого аммония и последующая прокатка Ж. у. или пропускание паров нашатыря

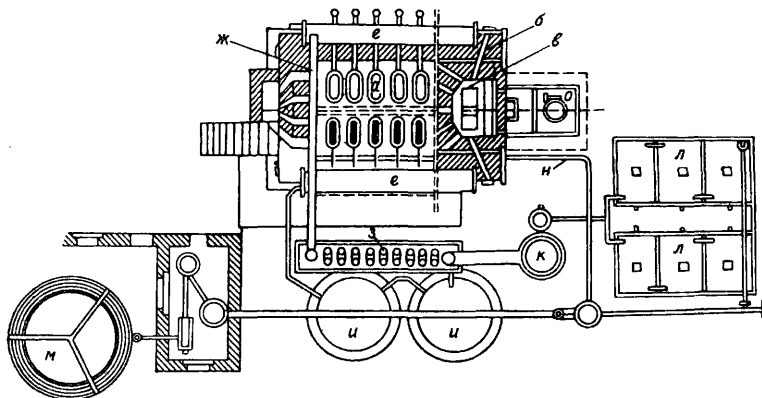
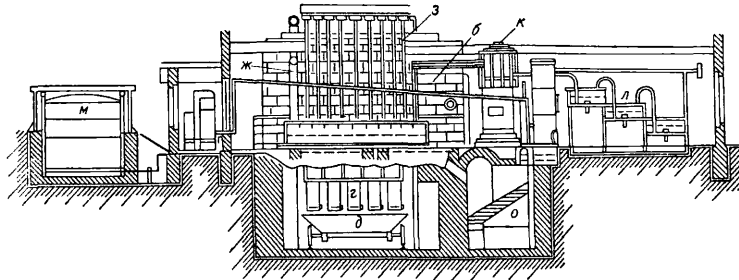
Табл. 2.—Константы поглощения красящих веществ животным углем (по Сегристу).

Обработка угля	t° опыта °C	Метиленовая синь		Пунцовая кристаллическая			
		Костяной уголь		Костяной уголь		Кровяной уголь	
		β	n	β	n	β	n
Очищенный	15	0,853	0,112	0,593	0,150	—	—
»	50	1,09	0,112	1,16	0,100	—	—
»	70	1,26	0,123	1,42	0,216	—	—
Обраб. Na ₂ CO ₃	15	—	—	0,327	0,095	2,67	0,048
»	50	—	—	0,528	0,150	2,90	0,052
»	70	—	—	0,886	0,203	3,93	0,084
Обраб. H ₂ SO ₄	15	0,684	0,083	0,771	0,167	2,58	0,029
»	50	0,902	0,093	1,03	0,180	2,81	0,030
»	70	1,22	0,100	1,32	0,172	3,27	0,040

через накаленный докрасна Ж. у., при чем выделяется углекисл. аммоний (Кук, 1872 г.). Образующиеся при всех этих процессах растворимые соли кальция тщательно отмывают затем горячей водой. В качестве растворителей были предложены также разведенная азотная к-та (Дункан и Стенгауз) и углекислота в присутствии воды (Эд. Бинс, Патрик и др.). Эд. Бинс (Beales, 1864 г.), с целью сохранить от растворения фосфорнокислый кальций, предлагал пользоваться сухим хлористым водородом. Наконец, для удаления красящих веществ было предложено (Филипс, 1870 г.) применение спирта с аммиаком или другими щелочами, с последующей регенерацией спирта и аммиака, но этот способ не дал удовлетворительных результатов. Освобождение Ж. у. от чрезвычайно вредной примеси гипса достигается кипячением Ж. у. в избыточном количестве раствора соды.

Испытания Ж. у. Свежий Ж. у. подвергается испытаниям на содержание влаги (к-рой д. б. не более 7—8%), углерода, нерастворимых в к-тах составных частей—песка и глины, к-рые допустимы только в минимальных количествах. Затем определяется содержание углекислого, сернокислого и сернистого кальция и органич. веществ. Ж. у., находящийся в работе, кроме того, испытывают на поглощенный сахар. Наконец, угольную мелочь, идущую на суперфосфат, испытывают только на содержание фосфор-

ной к-ты. Влажность определяется просушкой до постоянного веса при 125°, уголь, песок и глина—взвешиванием остатка после обработки соляной к-той, а уголь в отдельности—последующ. прокаливанием осадка. Углекислый кальций в заводских лабораториях определяется почти исключительно по углекислоте. Нормальное содержание углекислого кальция в Ж. у. 6—7%. Определение сернокислого кальция ведется кипячением в соляной к-те и определением серной к-ты по хлористому бариту. Сернистый кальций определяется по серной к-те, образующейся при окислении действием бертолетовой соли. Органич. вещества определяют кипячением с разбавлен. щелочью; содержание сахара—поляризационным способом, по водной вытяжке; фосфорную к-ту—молибденовой реакцией. Кроме того, производится



испытание Ж. у. на обесцвечивающую силу. Ж. у., применяемый при анализе вина на тростниковый сахар, должен удовлетворять ряду специальных требований [1].

Производство Ж. у. Кости, подвергаемые обжигу на Ж. у., должны быть крепкие, чистые, не слишком старые. Наилучший Ж. у. получается из костей крупных животных; кости мелких животных, хряц, а также кости лошадей, рыб и кита дают Ж. у. мягкий, хрупкий, рыхлый и мало пористый. Качество Ж. у. расценивают по относительному содержанию твердого угля и хрящей; продажный Ж. у. обычно содержит: плотных костей 51—78%, хряща 26—12%, смеси 19—10%. После сортировки кости обезжиривают или кипячением с водой, извлекающим 4—5% жиров, или бензиновой экстракцией, дающей 6—8% жиров. Т. к. присутствие воды затрудняет доступ бензина, то Ф. Зельтам предложил пользоваться растворителями с $t_{\text{кип.}}$ более высокой, чем $t_{\text{мин.}}$ воды.

Отрицательные стороны экстракции бензином — дурной запах извлеченного жира и меньшее содержание углерода в Ж. у.

Аппарат для обжига костей устраивается либо по типу аппаратов на газовых заводах, с полукруглыми железными ретортами (по 5 в одной печи), загружаемыми каждая по 120 кг кости на 6—8 час., либо непрерывным процессом в ретортных печах. Установка для получения Ж. у. непрерывным процессом (см. фиг.) состоит из вертикальных реторт *a* из чугуна и огнеупорной глины, наполняемых обжигаемым материалом без доступа внешнего воздуха. Реторты заделаны в кладку *b* с каналами *c* для обогрева горячими газами. Обожжен. материал спускают в гасители *g*—железные ящики, служащие для охлаждения его, а оттуда, по охлаждении, в тележки *d*. Выделяющиеся при обжиге газы собираются в борах *e* и по трубе *ж* проходят через холодильники *з*, при чем конденсат собирается в приемниках *и*, после чего газы проводятся через башни *к* с известковым молоком и через свинцовые камеры *л* с серной кислотой для поглощения аммиака. Оставшиеся горючие газы собираются в газольдере *м*, откуда часть их идет на обогрев установки по газопроводу *н*. Костеобжигательн. печь снабжена полугенераторной топкой *о*. При обжиге получается от 3 до 5% костяного масла, аммиак (из которого поглощением серной к-той образуется 9,5—10% сернокислого аммония), цианистые соединения, поглощаемые водным раствором железного купороса, и ок. 65% Ж. у., из к-рого

20—30% мелочи. Прокалку и в особенности охлаждение необходимо вести при тщательном ограждении от доступа воздуха. В отношении охраны труда необходимо иметь в виду, что при прокалке кости выделяются цианистые соединения. Помол угля ведется на специальных мельницах, после чего отделение угля производится при помощи электромагнитов. Животная чернь получается из твердых костей, пережигаемых в глиняных или чугунных горшках, плотно закрываемых крышкой и замазываемых глиной. Их ставят на под нагретой печи, все рабочие отверстия которой по удалении газов и паров закрывают и замазывают.

Производство специальных видов Ж. у. Высокая активность Ж. у. достигается при следующих специальных способах производства: 1) разваривают морскую и пресноводную рыбу; после промывки на холоду полученной массы ее просушивают, а затем обжигают обычным способом;

черно-бурый негигроскопич. порошок, получаемый после обжига, содержит 90—95% углерода и отвечает высшим требованиям чистоты и адсорбционной способности [2]; 2) свежей бычьей кровью пропитывают под давлением кусочки пемзы; после просушки и обжига без доступа воздуха продукт освобождают от растворимых солей промывкой в воде [3]; 3) подобным же образом пропитывают белками (кровью с 15%-ной щелочью) и другие пористые породы; иногда осаждают в порах также гидроксиды металлов и полученный уголь освобождают от углекислого кальция; эти пористые угольные фильтры особенно пригодны для растительных соков и углеводов, когда требуется их очистка от высокомолекулярных органич. веществ и солей [4]; 4) опилки от обточки рога смешивают с раствором углекислого калия (1 ч. на 3 ч. воды) и держат в теплом месте до высыхания, после чего обугливают [5].

Весьма чистый Ж. у. производится следующими способами: 1) особым процессом, разработанным И. Парделлером [6], обогащают малоценные отбросы подюда, при чем в качестве побочного продукта получается кальциевомагниевого ортофосфата для медицинских целей; 2) Ж. у. обрабатывают под давлением и в присутствии воды газообразной сернистой к-той, переводящей углекислый и фосфорнокислый кальций в растворимые легко удаляемые кальциевые соли; затем уголь отфильтровывают от раствора бисульфита и фосфата кальция и промывают слабым водным раствором сернистой кислоты и, окончательно, водой.

Фильтры из Ж. у. изготавливаются: 1) формовкой порошкообразной смеси из 60 ч. кокса, 10 ч. древесного угля и 10 ч. чубучной глины (или 10 ч. кокса, 20 ÷ 30 ч. костяного угля, 20 ч. древесного угля и 40 ч. асбеста) с патакой; после этого отформованные изделия обжигают в муфелях без доступа воздуха, извлекают из них соляной к-той и затем водой минеральные вещества, вторично обжигают при темнокрасном калении и обтачивают на станках; для склейки отдельных частей применяют тесто из отбросов, получаемых при обточке, смешан. с сахарным сиропом [7]; 2) угольные фильтры можно также получать, подвергая сухой перегонке просушенную смесь из золы уже истощенных угольных фильтров с тонко распределенными в ней веществами, богатыми углеродом; этот способ регенерации фильтров м. б. повторять до тех пор, пока зола, все более обогащаясь фосфатами, не станет пригодной в качестве удобрения [8].

Применение. Главное применение Ж. у. имеет в сахарной промышленности для обесцвечивания и очистки сиропов. В прежние времена посредством Ж. у. велась очистка также и соков, но с 1890 г. в сахаропесочном производстве она была заменена более дешевой и менее сложной очисткой сернистым газом, а также применением механич. фильтров из тканей или песка. Фильтрация свежкович. сока через Ж. у. дает очень хорошее очищение и обесцвечивание, задерживая муть и пигменты, разлагая растворимый сахарат кальция и переводя известь в задерживаемый карбонат, поглощая органич. соли каль-

ция и соли щелочных металлов. Но Ж. у.—материал довольно дорогой, притом постепенно разрушающийся при каждом «оживлении» (растворяется в соляной к-те, раздробляется, выгорает, рассыпается при прокатке); кроме того, фильтрация сока через Ж. у. усложняет и замедляет производство, требует больших расходов (соляная к-та, топливо для прокалывания, рабочая сила и др.); к тому же весьма негигиеничный процесс оживления сильно заражает воздух и сточные воды. Фильтрация через Ж. у. сахарного сиропа составляет одну из важных операций в сахарорафинадном производстве. Его достигается обесцвечивание сиропа и удаление из него щелочей. Ж. у. применяется здесь наилучшего качества, в виде небольших кусочков, которыми загружаются аппараты емкостью в 3—5 т. Угля берется ок. 50% по весу сахара, подвергающегося рафинировке. В рафинадном производстве соперником Ж. у. выступил активированный растительный уголь, но повышение активности Ж. у. в последнее время позволило мелкоизмельченной крупке Ж. у. конкурировать с некоторыми активированными углями (норит, дарко), хотя и уступая другим (карборифин). Ж. у. применяется также для очищения глюкозы в крахмально-паточном производстве, воды, масла, парафина, сапонификационно-го глицерина (см. *Мыловарение*).

Применение Ж. у. в качестве краски. При высокой степени измельчения Ж. у. обладает очень хорошей кроющей способностью и интенсивным черным цветом; но само измельчение затруднительно, и потому применение Ж. у. в качестве краски, весьма распространенное прежде, теперь сократилось и удерживается гл. обр. в живописи. Наилучшие сорта этой черни получают из слоновой кости и имеют мажово-черный цвет; более дешевым сортам из простой жженой кости свойственен оттенок красноватый. На дешевые малярные краски пускают обычно мелочь, мало пригодную в качестве адсорбера. Животная чернь идет также на производство ваксы. Идущий в краску Ж. у. испытывают на интенсивность черноты и на кроющую силу.

Лит.: *) Lunge—Berl., Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, В. 4, р. 298, В., 1924; *) Г. П. 297945; *) «Dingl.», 1874, В. 214, р. 258; *) Г. П. 286428; *) «Polytechnisches Notizblatt», Mainz, 1850, 2; *) «Siefensieder-Ztg.», Augsburg, 1911, В. 38, р. 353; *) Wissenschaftl. Tierkohle, «Österreich. Chemiker-Ztg.», Wien, 1915, В. 18, р. 74; *) «Polytechnisches Ztbl.», Lpz., 1867, р. 200; *) Г. П. 235149.

Ч е ф р а н о в П., Костяной уголь, Полная энциклопедия русского сельского хозяйства, т. 4, стр. 765, Петербург, 1904; Головин П. В., Руководство по сахарному производству, стр. 88—95, Москва, 1928; О г н е в И. Ф., Курс нормальной гистологии, ч. 2, стр. 184—222, Москва, 1913; Н о в и к о в М., Исследование о хрящевой и костной ткани, Москва, 1909; Д у б и н и н М. М., К вопросу об угле как адсорбенте, «Жк», часть химич., 1928, т. 60, 6, стр. 859—869; C o r d e l O., «Ch.-Ztg.», 1880, В. 4, р. 169; *) «B.», 1880, р. 1346; F r i e d b e r g W., Die Fabrikation d. Knochenkohle u. d. Tieröle, 2 Auflage, W., 1906; S e g r i s t H., «Bull. de la Société vaudoise des sciences naturelles», Lausanne, t. 46, 170, р. 1239; A r e n d t O., «Kolloid-Ztschr.», Dresden, 1915, (Kolloidchemische Beihefte, В. 7, р. 212); H ö n i g P., ibid., 1926, В. 22, р. 373 у. ff.; L a y b l J., «Ztschr. f. Zuckerindustrie in Böhmen», Prag, 1918, В. 43, р. 348, 406, 455; K n e c h t E., «Chemisches Ztbl.», В., 1920, В. 4, р. 468; H a l e m J., «Kunststoffe», Mch., В. 9, р. 23; I l l e r t G., «Chem. Apparatur», Lpz., 1922, р. 85, 102.

ЖИДКИЕ ГАЗЫ, неправильный, заключающий в себе противоречие термин, применяемый, однако, иногда в технике для обозначения жидкостей, сохраняющих свое жидкое агрегатное состояние (см.) только при определенных условиях t° и давления, отличных от тех условий, к-рые наблюдаются обыкновенно на земной поверхности (см. *Жидкости, Сжижение газов*).

ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ, особая форма агрегатного состояния вещества, отличающаяся как от типичного твердого (кристаллического), так и от типичного жидкого (аморфного) состояния. Жидкокристаллическое, или мезоморфное, состояние характерно для многих органич. соединений, у к-рых оно встречается наряду с другими состояниями. Подобно обыкновенным жидкостям Ж. к. обладают текучестью и способностью к образованию капель; подобно твердым кристаллам Ж. к. обладают *анизотропией* (см.) внутреннего строения, обнаруживающейся гл. обр. в сильном двойном преломлении света, иногда сопровождающемся дихроизмом. Различают два типа Ж. к.: 1) нематический тип (от греч. *νήμα*—нить), названный так вследствие особенностей его молекулярной структуры; этот тип называется также капельножидким; 2) смектический тип (от греч. *σμύμα*—мыло), т. к. различные виды мыла образуют Ж. к. этого типа; смектик. Ж. к. образуют капли не шарообразной, а удлинненной формы, сохраняющие тем не менее свою текучесть. Разновидностью нематич. типа является тип холестерический, наблюдающийся в сложных эфирах холестерина и обладающий аномальным вращением плоскости поляризации. Ж. к. всех типов обладают в большей или меньшей степени способностью ориентироваться в магнитн. поле.

Образование Ж. к. можно наблюдать при охлаждении нек-рых веществ в жидком состоянии до определенной t° ; превращение обыкновенной жидкости в Ж. к. вполне аналогично обычной кристаллизации. Обратнo, при нагревании до той же t° Ж. к. «плавятся», т. е. превращаются в обыкновенную жидкость; это превращение сопровождается поглощением скрытой теплоты. При охлаждении Ж. к. до другой определенной t° можно наблюдать превращение их в твердое состояние. Обратный переход при нагревании твердых кристаллов в Ж. к. также сопровождается поглощением скрытой теплоты. В нек-рых веществах, однако, Ж. к. появляются только при охлаждении жидкости, из твердого же состояния они получиться не могут, так как всегда оказываются неустойчивыми по отношению к твердому состоянию. Есть вещества, существующие в

нескольких жидкокристаллич. состояниях и переходящие из одного состояния в другое при определенных t° —явление, аналогичное полиморфизму у твердых кристаллов. Некоторые из этих состояний могут обнаруживать постоянную неустойчивость по отношению к другим состояниям. Существуют химич. соединения, к-рые могут существовать только в форме Ж. к. в определенном темп-рном промежутке; вне этого промежутка соединение распадается на составные части твердого или жидкого состояний. Исследование Ж. к. рентгеновскими лучами показало у Ж. к. нематич. типа полное отсутствие кристаллич. решетки; если их ориентировать в магнитном поле, то рентгеновские лучи обнаруживают в них существование молекулярных рядов, параллельных силовым линиям поля. В смектик. Ж. к. обнаруживается структура в форме одной системы равноотстоящих параллельн. плоскостей. Свойства Ж. к. объясняются взаимной ориентировкой их молекул, которые у всех веществ, образующих Ж. к., обладают удлинненной формой. Является ли основной единицей структуры Ж. к. одна молекула или агрегат молекул, в настоящее время нельзя еще считать выясненным. Ж. к. смектикеск. типа обладают способностью впитывать в себя посторонние жидкости, образуя т. н. м и е л и н о в ы е формы, имеющие червеобразную, а иногда и довольно сложную внешнюю структуру. Вследствие изменения поверхностного натяжения в зависимости от температуры миелиновые формы обладают иногда как бы самопроизвольным движением («живые кристаллы»).

Изучение Ж. к. имеет значение в нек-рых биологич. вопросах, т. к. липоиды, входящие в состав тканей живых организмов, представляют собой вещества, образующие Ж. к. В настоящее время изучение Ж. к. имеет большое значение в области патологич. анатомии. Таблица веществ, образующих Ж. к., с соответствующими константами, приведена в *Спр. ТЭ*, т. I, стр. 401.

Лит.: Млодзеевский А. Б., Диссоциация жидких кристаллов, «Ж», ч. физич., 1927, т. 69, стр. 469; Репьева А. Н. и Фредерикс В. К., К вопросу о природе анизотропно-жидкого состояния вещества, там же, стр. 183; Lehmann O., Die Lehre v. flüssigen Kristallen, Wiesbaden, 1918; Lehmann O., Flüssige Kristalle u. ihr scheinbares Leben, Lpz., 1924; Schenck R., Kristallinische Flüssigkeiten u. flüssige Kristalle, Lpz., 1905; Vorländer D., Chemische Kristallographie d. Flüssigkeiten, Leipzig, 1924; Born M., Anisotrope Flüssigkeiten, «Sitzungsberichte d. Preuss. Akad. d. Wiss.», B., 1916, B. 30, p. 614; Oseen C. W., Die anisotropen Flüssigkeiten—Tatsachen u. Theorien, «Fortschritte d. Chemie, Physik und physikal. Chemie», B., 1929, Serie B, B. 20, H. 2; Friedel G., «A. Ch.», 1922, série 9, t. 18, p. 273; Kast W., «Ann. d. Phys.», Lpz., 1927, Folge 4, B. 83, p. 394.

А. Млодзеевский.

ЖИДКИЙ ВОЗДУХ, см. *Сжижение газов*.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К VII ТОМУ ТЭ.

- Авиональ** 307.
Автодромы 102.
Автоструги 113.
Альдрей 307.
Альнеон 307.
Альфериум 307.
Алюзиль 307.
Алюминотермический способ (производства железа) 843.
Алюфон 307.
Ангидрид наджелезный 732.
Арна (железобетонная) 778.
Арнада (в жерновом поставе) 858.
Арматура 776.
Арматура рабочая 781.
Арматура распределительная 781.
Асерваль 307.
Аэрозоли 345.
- Багажная квитанция** 506.
Балансы 167.
Балки Визинтини 798.
Балки Виренделя 804.
Балки железобетонные 775.
Балки консольные 800.
Балластировка 529, 545.
Балластный слой 667.
Баррас 909.
Бапиллы цементные 761.
Башмак (в железобетонных конструкциях) 777.
Бегун 854.
Белые муравьи 172.
Бетономешалки дорожные 118.
Бидоны 903.
Бикарбонат 731.
Блекбэнд 723.
Боек 822.
Боров 344.
Бородок 363.
Борона шведская 159.
Бороны дорожные дисковые 111.
Бруссы поворотные 618.
Буво и Блана реакция 323.
Бурый железняк 719.
Бусы массивные 850.
Бусы полые 850.
- Вагона пробег** 489.
Вагонные сараи 486.
Вагоны пассажирские узкой колеи 705.
Вагоны товарные узкой колеи 705.
Валки дробильные 242.
Валки прокатные 885.
Вар бургундский 911.
Вар пивной 911.
Велодром 102.
Вентиляция 522.
Веретено (жернового постава) 858.
Верхнее строение 698.
Вискозиметры 431.
Водопровод 522.
Водоснабжение 483.
Волокуша 120.
Воронка Парри 23.
Ворота габаритные 619.
Временные дороги 539.
Вуты 772.
Выдувка печи 35.
Выправна пути 529.
- Гарпиус** 909.
Гать 94.
Гематит 716.
Гематоген 733.
Гематоксилин 160.
Гемиллюлоза 166.
Гемол 733.
Генератор паульсеновский 299.
Гермалит 198.
Гидрат окиси натрия 375.
Гидрозоли 346.
Глаз (жернова) 854.
Глоток (жернова) 854.
Глютин 426.
Горка (железнодорожная) 596.
Горло крестовины 629.
Горн (в доменных печах) 18.
Горные дороги 441.
Горные железные дороги 672.
Гражданские сооружения 484.
Грант 89.
Графики движения 492.
Гриньяра реакция 324.
Грузовое движение 508.
Грузовой поток 488.
Гудронаторы 117.
- Двор (жернова)** 854.
Депо железнодорожное 519.
Депо коренные 519.
Депо оборотные 519.
Деловские участки 484.
Депсиды 275.
Дерево-кино 155—156.
Дистанции 528.
Диффузоры 281.
Доломент 198.
Дома жилые 625.
Доменная печь 13.
Доменный процесс 35.
Домкраты гидравлические 60.
Дороги подвесные 685.
Драга 145.
Драги стакерные 151.
Драги шиповые 152.
Драгирование 145.
Дражирование 143.
Дранкоалбан 154.
Драноное дерево 155—156.
Дранорезен 154.
Дранкорезинотаннол 154.
Древесная мука 198.
Древесница въедливая 211.
Древогрызы 171.
Дрены головные 218.
Дрены ловчие 218.
Дрены нагорные 218.
Дробление селективное 248.
Дробь башенная 249.
Дрожжи пекарские 259.
Дроты 850.
Дубление жировое 285.
Дубление карбонильное 285.
Дубление квасцовое 288.
Дубление красное 289.
Дубление минеральное 286.
Дубление растительное 289.
Дубление хромовое 286.
Дубликат накладной 506.
Дурамент 198.
Дутье магнитное 299.
Дутье холодное (драже) 144.
- Дымовые трубы железные** 339.
Дымовые трубы железобетонные 341.
Дымы маскирующие 356.
Дымы отравляющие 357.
Дымы сигнальные 358.
Дюраль 306.
- Езда обезличенная, или американская** 495.
Езда парная 494.
Езда подземная 495.
Езда турная 495.
Езда хозяйская, или личная 494.
Емкость антенны статическая 394.
- Жадент** 399.
Жаккардова каретка 399.
Жвир 89.
Жезл 422.
Жезловые аппараты 424.
Железная кислота 732.
Железные дороги военно-полевые 659.
Железные дороги воздушные 443.
Железные дороги двупутные 441.
Железные дороги зубчатые 441, 676.
Железные дороги канатные или цепные 443.
Железные дороги конные или ручные 443.
Железные дороги курортные 445.
Железные дороги местные 445.
Железные дороги многопутн. 441.
Железные дороги надземные 443.
Железные дороги однопутные 441.
Железные дороги окружные 445.
Железные дороги паровозные 443.
Железные дороги переносные 441.
Железные дороги пионерные (колониальные) 445.
Железные дороги подвесные или висячие 443.
Железные дороги подземные 443.
Железные дороги портовые 445.
Железные дороги пригородные 445.
Железные дороги промышленные 445.
Железные дороги с канатной тягой 680.
Железные дороги стратегические 445.
Железные дороги тепловозн. 443.
Железные дороги трехрельсовые 675.
Железные дороги трехрельсовые и четырехрельсовые 441.
Железные дороги узкоколейные 441.
Железные дороги ширококолейные 441.
Железные дороги электрические 443.
Железные квасцы 731.
Железный купорос 730.
Железо азотистое 732.
Железо волнистое 745.
Железо гофрированное 745.
Железо иодистое 730.

- Железо листовое 744, 876.
 Железо пиррофорическое 729.
 Железо сварочное 737.
 Железо сорговое 745.
 Железо углекислое 731.
 Железо фосфорнокислое 731.
 Железо хлористое 730.
 Железо хлорное 731.
 Железо шинное 745.
 Железобетонные здания 833.
 Железобетонные стены 833.
 Жемчужный пат 851.
 Жесть белая 876.
 Жесть матовая 890.
 Жесть черная 745.
 Жней 413.
 Жней-молотилки 407.
 Жней-лобогрейка 413.
 Жней-самосборка 414.
 Жун-часовщик 171.
- Заготовка** (в железоделательном производстве) 840.
 Загрузка Полига 26.
 Зазор 66.
 Закаточная машина 901.
 Заличка 290.
 Замки стрелочные 646.
 Замшевание 285.
 Запечки (в доменных печах) 21.
 Заслонка 343.
 Засыпной аппарат Манки 26.
 Защитные насаждения 481.
 Заячи лапы (стрелочные переводы) 629.
 Звенья 659.
 Здания водоемные 624.
 Здания пассажирские 620.
 Здания постовые 624.
 Земляное полотно 480, 697.
 Земляные работы 540.
 Зооуловительные карманы 343.
- У-сплав** 307.
 Измельчение 247.
 Измерители работы 489.
 Изыскания 667.
 Изыскания железнодорожн. 556.
 Искусственные сооружения 481, 531.
 Искусственный железный сурик 728.
 Истиратели 244.
- Казарма** 584.
 Камера огневая 300.
 Камни цветные 139.
 Канавокопатели дорожные 114.
 Канадский бальзам 912.
 Канализация станций 483.
 Канифоль 909.
 Канифольные кислоты 913.
 Канницаро реакции 323.
 Канальножидкий тип кристалла 921.
 Капитальный ремонт 479.
 Карвакрол 325.
 Карниферрин 733.
 Катки дорожные 116.
 Кинетическая энергия 908.
 Кириш лекальный 332.
 Клайзена реакция 323.
 Клапаны иалюзийные 401.
 Кленане изделия 898.
 Кнебелит 724.
 Кокоп-двойник 306.
 Коловоротные механизмы 645.
 Колодцы железобетонные опускные 833.
 Колодцы перепадные 228.
 Колокол Лангена 23.
 Колонны гидравлические 615.
 Колонны (железобетонные) 777.
 Колосоуборки 419.
 Колошник 13.
 Колошниковые мосты 27.
 Колошниковый газ 30.
 Кольчугалюминий 307.
 Коммерческий акт 509.
 Конвейеры 121.
 Конструкталъ 307.
 Конструкция локомотивов 679.
 Контрольсы 644.
 Конторы товарные 623.
 Контроль движения поездов 505.
 Конус Парри 23.
- Копытник 207.
 Корпус 143.
 Коррозия 317.
 Косилки 407.
 Костеожигание 918.
 Костровый способ 207.
 Кость черная 914.
 Костяная крупка (уголь) 914.
 Костяной уголь 914.
 Коттреля способ 360.
 Крапы пожарно-водоразборные 617.
 Крапы промывные 617.
 Кремальера 677.
 Крестовины 626, 632, 642.
 Крюммер 159.
- Лактофенин** 402.
 Лампа магнетитовая 296.
 Летка 13.
 Летка шлаковая 33.
 Летний путь 85.
 Лецадъ 18.
 Лигнин 165.
 Лигнолит 198.
 Лимонен 913.
 Лимонит 719.
 Линол 198.
 Линолит 198.
 Линотол 198.
 Литейный двор 33.
 Локомотив 132.
 Лудильная мастерская 886.
 Лудильная машина 887.
 Лудильный аппарат 886.
 Лужение (жести) 886, 893.
- Магистраль** облегчен. типа 441.
 Магнетит 713.
 Магнитный железняк 713.
 Макадам русский 95.
 Марка крестовины 630.
 Мартит 714.
 Мастерские железнодорожные 570.
 Математический центр 629.
 Матрица 363.
 Машина картонная 183.
 Машина корообдирная 176.
 Машина папачная 183.
 Машины зернильные 329.
 Медведка 364.
 Мезоморфное состояние кристалла 921.
 Мелана система (железобетонных мостов) 806.
 Меллера способ 360.
 Мельницы 244.
 Мененеры дорожные 115.
 Метод приточный 263.
 Механика движения поездов 487.
 Мислиновые формы кристаллов 922.
 Минералит 198.
 Мирамет 198.
 Модуль дренажного стока 222.
 Моловой пояс (жорнов) 854.
 Монтажное железо 776.
 Морин 848.
 Мостовая асфальтовая 98.
 Мостовая бульжковая 94.
 Мостовая деревянная 99.
 Мостовая клинкерная 99.
 Мосты арочные 806.
 Мосты балочные 796.
 Мосты рамные 802.
 Мотодром 102.
 Мрамор искусственный 54.
- Нажор** 284.
 Накладная 506.
 Натяг 66.
 Нематический тип кристалла 921.
 Неоналиум 307.
 Нералоли 277.
 Нефрит 399.
 Нефтеначки 625.
 Нефтехранилища 617.
 Нитропроексид натрия 732.
 Нопиен 913.
 Нулевая линия 69.
 Нуч-аппарат 376.
- Обечайка** 858.
 Обой 88.
 Оболочки (железобетонные) 779.
 Обочина 85.
- Однорельсовые жел. дор. 683.
 Олубина 283.
 Олизация 886.
 Оолитовый железняк 720.
 Опронидыватели 125.
 Ордовали 277.
 Осмоген 322.
 Осмоформные группы 322.
 Осмодепторы 322.
 Острики 628.
 Отжи жести 881.
 Откатка 123.
 Откатка в надшахтном здании 139.
 Откатка по тормесбергам 134.
 Откатка по гезенкам 137.
 Откатка по уклонам 137.
- Пайка** дуралюмина 316.
 Папиролит 198.
 Параллица 854.
 Париковое дерево 848.
 Паровозные здания 485.
 Паровозы узкой колеи 705.
 Пассажиры движение 509.
 Патья 208.
 Пемза искусственная 54.
 Пенетромтр 432.
 Пенистость 433.
 Пень (в доменных печах) 16.
 Переводные механизмы 645.
 Перегрузочные устройства 702.
 Переседы 481.
 Перкина реакция 323.
 Перекрытия безбалочные (железобетонные) 779.
 Перешивка пути 476.
 Печатание по жести 905.
 Печи методические 878.
 Печи отжигательные 882.
 Печи углевыжигательные 210.
 Печь Шварца 210.
 Пилен 913.
 Пирогаллолтанниды 274.
 Пирокатехинтанниды 275.
 Планирование перевозок 511.
 Платформа 587.
 Платформы пассажирские 621.
 Платформы перегрузочные 623.
 Платформы сортировочные 623.
 Племер дорожный 115.
 Плиты балочные 772.
 Плиты заделанные 772, 773.
 Плиты консольные 772, 773.
 Плиты неразрезные 772, 773.
 Плиты свободно лежащие 772, 773.
 Плиты (железобетонные) 772.
 Плиты четырехсторонние 772.
 Плуг дренажный 235.
 Плуг кротовый 235.
 Плуги дорожные 110.
 Подвижной состав 671.
 Подлечивательный прибор 858.
 Подмости (для железобетонных конструкций) 791.
 Подсочка 910.
 Подъездные дороги 481.
 Подъездные пути и ветви 441.
 Подъемка пути 529.
 Покрытия сводчатые 778.
 Полос (жорнов) 854.
 Полуказарма 584.
 Помещения товарные 621.
 Посадка 66.
 Постройки путевые 547.
 Постройки станционные железно-дорожные 547, 619.
 Посты 587.
 Правила технической эксплуатации 501.
 Пресс колесчатый 900.
 Прессы дорные 84.
 Пригонка 66.
 Принадленности путевые 547.
 Принадленности станций 615.
 Провозная способность 490.
 Проволока цветочная 740.
 Прокатка жести 877.
 Прокатка холодная жести 882.
 Промывка паровозов 485.
 Промывной аппарат 429.
 Пропускная способность 490.
 Простой 580.
 Проявляемость 434.
 Пруд дражный 146.
 Пуансон 363.
 Пудингование 741.

- Пульверизаторы 246.
 Путевые здания ж.-д. 584.
 Путь переходный 626.
 Пучина 478.
 Пушбайдеры 419.
 Пушки (аппараты) 204.
- Разгонка зазоров** 476.
 Разрыхлители дорожные 110.
 Разъезды 587.
 Рама черпаковая 149.
 Рамы (железобетонные) 779.
 Раскрой жести 894.
 Распар 13.
 Рафинер 182.
 Реактор 267.
 Регулирование перевозок 511.
 Резены 913.
 Рекогносцировка 667.
 Рельсы для ж. д. узкой колеи 699.
 Рельсы коленчатые 629.
 Ремонт вагонов 486.
 Ремонт паровозов 486.
 Ригель (в жесткой раме) 859.
 Рипперы дорожные 111.
 Рихтовка пути 476.
 Рольбок 704.
 Ротанг 155—156.
 Рудничные дворы 138.
 Руды болотные 723.
 Руды глинистые 713.
 Руды дерновые 723.
 Руды известковые 713.
 Руды кварцеватые 713.
 Руды кислотные 713.
 Руды луговые 723.
 Руды озерные 723.
 Руды основные 713.
 Руды самоплавкие 713.
 Руды тальковатые 713.
 Рутер дорожный 110.
 Рыжий домовый усач 171.
- Салипирин** 402.
 Салол 402.
 Самосклепы 898.
 Самоцветы 139.
 Санки механические 120.
 Сборы дополнительные 654.
 Сваи железобетон. забивные 829.
 Сваи железобетон. набивные 829.
 Сварка дуралюмина 316.
 Связь конденсаторная 389.
 Связь электрическая 389.
 Седиментация 348.
 Смафоры 457.
 Сенсibilизатор 434.
 Сепараторы дрожжевые 262.
 Сердце (жорнова) 854.
 Сигнализация ж.-д. 455.
 Сигналы звуковые 457.
 Сигналы оповестительные 464.
 Сигналы поездные 462.
 Сигналы распорядительные 463.
 Сидерит 728.
 Сильвестрен 913.
 Сильвиновые кислоты 913.
 Синяк 88.
 Сиппы 25.
 Скреперная доставка 123.
 Сметкаческий тип кристалла 921.
 Смоляные кислоты 913.
 Сода каустическая 375.
 Специализация поездов 499.
 Сподий 914.
 Способ абсорбционный 359.
 Способ соковой 290.
 Способы движения поездов 501.
 Сталагмометр 432.
 Сталь строительная 746.
 Стальюмин 307.
 Стап прокатный 885.
 Станции железнодорожные 586.
 Станции пограничные 598.
- Станции портовые 598.
 Статистика железнодорожная 468.
 Статистика ж.-д. техническая 470.
 Статистика ж.-д. финансовая 473.
 Статистика ж.-д. эксплуатационная 471.
 Стефенсоновская колея 688.
 Стойла ж.-д. 523.
 Столбики предельные 618.
 Столбы (железобетонные) 777.
 Сторожевой дом 584.
 Стрелка 626, 639.
 Стрелка американская 627.
 Стрелочные переводы 701.
 Стрелочные перья 628.
 Стрелочные указатели 460.
 Стрелочные улицы 589.
 Стрипперы 407, 420.
 Струги-грейдеры 111.
 Сульфит-целлюлозные экстракты 279.
 Сульфоза 279.
 Сусло основное 261.
 Сушильная печь для жести 906.
 Сферосидерит 723.
 Сыпня на-плаву 290.
 Сыпня насухо 290.
- Таниды** 274, 276.
 Танин 274.
 Тара жестяная 893.
 Тараканы 200.
 Тариф грузовой 652.
 Тариф пассажирский 654.
 Тарифы железнодорожных 650.
 Тарифы льготные 653.
 Тармакадам 97.
 Текущий ремонт ж. д. 475.
 Телекгаз 307.
 Температурные швы (железобетонных конструкций) 782.
 Тензиометр 432.
 Тепловозы узк. колеи 705.
 Тепловой баланс 47.
 Термиты 172.
 Терпентин 909.
 Терпентин страсбургский 912.
 Терпентинное масло 909.
 Терралит 198.
 Тигельный способ (производства железа) 842.
 Товарные станции 508.
 Толкачи 559.
 Толчки 475.
 Торгаммент 198.
 Тормозные устройства 680.
 Точила 470.
 Точильщики 170.
 Травильная машина 880.
 Травильное устройство 879.
 Травление белое 886.
 Травление черное 879.
 Транзит 488.
 Трансбординеры 704.
 Тригемин 402.
 Тростник испанский 155—156.
 Трубы дренажные гончарные 237.
 Трубы фабричные 834.
 Туговое масло 197.
 Турбилметр 432.
 Тяга 671.
 Тяга конная 670.
 Тяга паровая 670.
 Тяга тепловозная 570.
 Тяга электрическая 569.
 Тяговая территория 484.
- Углистый железняк** 723.
 Удобрение искусственное 54.
 Узкой колеи ж. д. 688.
 Узлы большие ж.-д. 598.
 Ультралюмин 307.
 Упоры путевые 618.
 Усовики 629.
- Устой (железобетон. мостов) 799.
 Утюги дорожные 114.
 Уширение на железных дорогах узкой колеи 700.
- Фашины** 214.
 Фелландрен 913.
 Ферратин 733.
 Ферратоген 733.
 Ферратоза 733.
 Ферри-соли 730.
 Феррованадий 846.
 Ферровольфрам 845.
 Ферроманган 844.
 Ферромолибден 846.
 Ферросилиций 843.
 Ферро-соли 730.
 Ферро-сплавы 841.
 Ферротитан 846.
 Феррохром 844.
 Фильтры из животного угля 919.
 Финишер 119.
 Фианцеотгибочная машина 901.
 Флобафены 157, 275.
 Флокуляция 350.
 Формирование поездов 502.
 Формы (для железобетона) 791.
 Франклинит 724.
 Фриделя и Крафтса реакция 323.
 Фундаменты под машины 833.
 Фуникулер 680.
- Характеристика падающая** 297.
 Хелдеры 407, 419.
 Хомуты (железобетонных конструкций) 776.
 Хондроген 426.
- Целлюлоза** 166.
 Цельноштампован. изделия 897.
 Цех деревообделочный 579.
 Цех колесный 577.
 Цех котельный 576.
 Цех кузнечный 579.
 Цех малярный 577.
 Цех механический 576.
 Цех тендерный 577.
 Цехи вагоннооборные 573.
 Цехи паровозоборные 572.
 Цитрованиль 402.
- Чепец** 208.
 Черный домовый усач 171.
 Черпаки 149.
 Чубушкин 402.
 Чугун передельный 741.
 Чура 89.
- Шамуазит** 724.
 Шахта (в доменных печах) 22.
 Шибер 343.
 Шихта 31.
 Шлак спелый 738, 741.
 Шлюзы 151.
 Шоссе 95.
 Шоссе силикатированное 96.
 Шпалы 660.
 Шпатовый железняк 723.
 Штсмпель 363.
- Щелок красный** 375.
- Энкала** 371.
 Эксплуатация железнодорожная 474.
 Эксплуатация коммерческая 505.
 Электровазы узкой колеи 705.
 Электротермический способ (производства железа) 842.
 Эллаготаниды 275.
- Ямный способ** 206.
 Ямы кочегарные 618.
 Ящики обжигательные 881.