

656(035)

T-38

~~7793~~

0

ABE



ИЖТ
ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

656(035)

T-38

656(08)

т. 38.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

1958

ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ТРАНСПОРТНИКА

Д Е П

ДЛЯ ТЕХНИКОВ И ИНЖЕНЕРОВ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

46130

Под общей редакцией
инж. П. И. Антонова,
проф. А. М. Богданова-Черрина
и доктора техн. наук С. П. Сыромятникова

ТОМ СЕДЬМОЙ

1958 г. 6/08

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ТРАНСПОРТНОЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

СКВА

ТРАНСЖЕЛДОРИЗАТ

1935

Ответственный редактор *И. И. Антонов*
Редактор *К. В. Карабанов* Технический редактор *В. В. Орлов*
Уполн. Главл. В-104703 и В-23458 Разм. бум. 89×110³/₁₆ Объем 44¹/₂ п. л. + 2 вкл. 1¹/₂ п. л.
62 016 экз. в п. л. Тираж 20 250 экз. ЖДИЗ 1708 Ж-4а6 Заказ 1761
Сдано в набор 13/IV—34 г. Подписано к печати 11/I—35 г.
Набирался во 2-й типографии треста «Полиграфкнига», Ленинград, Печ. Двор
Гатчинская, 28.
Печатался во 2-й типографии Трансжелдориздата, Ленинград, ул. Празды, 15.

ВАЖНЕЙШИЕ ОПЕЧАТКИ

к книге „Технический справочник транспортника“, том VII

Стран.	Строка		Напечатано	Должно быть
	сверху	снизу		
72	—	10	ценобетонных	цельнобетонных
168	16	—	в ур-ике	в ур-ие
219	—	10	$r = 0,68 \cdot f_1$ и f_2	$r = 0,68 \cdot f_1$ и f_2
235	—	2	$= 0,61$	$r = 0,61$
253	9	—	да и более	два и более
305	8	—	уши, гольде,	уши, голье
343	—	27	с 2-го по 29-й вклю- чительно,	с 22-го по 29-й вклю- чительно,
354	—	1	$s_1 = b_1 + \frac{b_2}{2} - \frac{b_r}{2}$	$s_1 = b_1 + \frac{b_2}{2} - \frac{b_r}{2} \quad (1)$
360	8	—	+ n, r_n ,	+ $n \cdot r_n$
361	—	16	(K_n отпущена)	(KH отпущена)
361	—	15	(K_n нажата)	(KH нажата)
385	4	—	на черт. 149.	на черт. 148.
388	3	—	в табл. 26 и 27.	в табл. 29 и 30
397	5	—	Схема скрещиваний	2) Схема скрещиваний
420	13—14	—	ДВК	ДВК ₁ ,
433	—	17	буквой M_0 , имеем:	через M_x , имеем:
436	1	—	λ — собственная длина	λ_0 — собственная длина
442	Табл. 4,	гр. 1	Ст-23	Ст-83
	8	—	О74	ПО-74
	10	—	3 — конденсатор	23 — конденсатор
449	10	—	C_6	C_{16}
453	—	29	C_9	C_{29}
453	—	17	R_0	R_{10}
453	—	5	Dp_0	Dp_{10}
454	3	—		

Стран.	Стр о к а		Напечатано	Должно быть
	сверху	снизу		
456	—	5	V	V_2
456	—	22	C_6	C_{16}
457	—	22 - 23	Пропущена строка: Схема передатчика „Ка закстан“ приведена на черт. 42.	закстан“ приведена на черт. 42.
498	26	—	двойному диаметру	десятикратному диаметру
534	Табл. 18,	гр. 2		
	—	6	100	110
536	12	—	0,28 $\Omega/\text{км}$;	0,28 $\Omega/\text{км}$;
620	2	—	r_2'', r_3''	r_2'', r_3'''
620	—	8	$\left(\frac{1}{l^{\Phi}} - \frac{1}{l^{\Phi}} \right)$	$\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{b} \right)$
621	13	—	$d, \text{ в.}$	$k d, \text{ в.}$
622	4	—	$q''_{\text{расч}}$	$q'''_{\text{расч}}$
623	—	43	$T = t_1 + t + t_3 + \dots + t_n$	$T = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$
629	18	—	$\frac{g \cdot s'' \cdot (v_l - v_{\kappa}') (v - v_{\kappa}')}{v_s^2 \cdot v_{\kappa}'' - v_{\kappa}'}$	$\frac{g \cdot s'' \cdot (v_l - v_{\kappa}') (v_l - v_{\kappa}')}{v_s^2 \cdot v_{\kappa}'' - v_{\kappa}'}$
691	Черт. 1	1	Черт. 1.	Черт. 51.

Сокращения и символические обозначения.

Международные символы.

а) Единицы

A — ампер.
 Ah — ампер-час.
 W — ватт.
 Wh — ватт-час.
 kW — киловатт.
 kWh — киловатт-час.
 V — вольт.
 mV — милливольт.
 VA — вольт-ампер.
 kVA — киловольт-ампер.
 mA — миллиампер.
 Ω — ом.
 MΩ — мегом.
 μΩ — микроом.
 μ — микрон.
 C — кулон.
 VC — вольт-кулон.
 H — генри.
 J — джоуль.
 F — фарада.
 μF — микрофарада.
 A — ангстрем.
 Cal. — калория большая.
 cal. — калория малая.
 HP — лошадиная сила (английская).
 л. с. — лошадиная сила.
 lm — люмен.
 lx — люкс.
 m — мюрг.

б) Величины.

t° — температура обыкновенная.
 T° — температура абсолютная.
 $t_{кип}$ — температура кипения.
 $t_{пл}$ — температура плавления.
 $t_{заст}$ — температура застывания.
 $t_{отв}$ — температура отвердевания.

$t^{\circ}_{крит}$ — температура критическая.
 Атм. — атмосфера барометрическая.
 atm. — атмосфера техническая.
 H_{Br} — твердость по Бринелю.

Ж.-д. сокращения.

Ж. д. — железная дорога.
 Ж.-д. — железнодорожный.
 Ваг. — вагон, вагоны.
 Ваг.-км — вагоно-километры.
 Ваг.-ч. — вагоно-часы.
 П/в — паровоз.
 П/в-ч. — паровозо-часы.
 Пв-км — паровозо-километры.
 Пасс.-км — пассажиро-километры.
 П/х — паром.
 Пл. — пункты.
 П/ст. — подстанция.
 Ст. — станция.

Основные сокращения.

км. — килоцикл.
 ц. — цикл.
 св. — свеча.
 об./м. — обороты в минуту.
 чв.-д. — человеко-дни.
 чв.-ч. — человеко-часы.
 долл. — доллары.
 мар. — марки.
 фун. ст. — фунты стерлингов.
 фр. — франки.
 шилл. — шиллинги.
 млн. — миллионы.
 млрд. — миллиарды.
 ч. — часы.
 м., мин. — минуты.
 сек. — секунды.
 °Bé — градусы Боме.
 °Э — градусы Энглера.

Градусы температурных шкал:

°К — Кельвина,
 °С — Цельсия (100°-й).
 °Р — Реомюра.
 °Ф — Фаренгейта.
 ат. в. — вес.
 вкл. — включительно.
 выс. — высота.
 вып. — выпуск.
 гл. обр. — главным образом.
 гг. — годы. города.
 д. — деревня, долгота.
 д. б. — должно быть.
 зап.-евр. — западноевропейский.
 з-д — завод.
 изд. — издание.
 ин-т — институт.
 кпд — коэффициент полезного действия.
 коэф-т — коэффициент.
 к-рый — который.
 к-та — кислота.
 м. — мета- (хим.).
 м. б. — может быть.
 м. г. — минувшего года.
 мн-к — многоугольник.
 мол. в. — молекулярный вес.
 м. пр. — между прочим.
 нек-рый — некоторый.
 о- — орто- (хим.).
 об-во — общество.
 о-в — остров.
 л — пара (хим.).
 пром-сть — промышленность.

проф. — профессор.
 след. обр. — следующим образом.
 С., Ю., В., З. — север, юг, восток, запад.
 с.-з., ю.-в. — северо-западный, юго-восточный.
 с р. — страницы.
 т. к. — так как.
 т. о. — таким образом.
 тв. — твердость.
 т-во — товарищество.
 темп-ра — температура.
 т. н. — так называемый.
 тр-к — треугольник.
 ТУ — технические условия.
 ТУМ — технические условия проектирования и сооружения магистралей.
 уд. — удельный.
 уд. в. — удельный вес.
 ур-ие — уравнение.
 УП — урочное положение.
 ф-ия — функция.
 ф-ка — фабрика.
 ф-ла — формула.
 хим. сост. — химический состав.
 ц. г. — центр тяжести.
 эдс — электродвижущая сила.
 эфф. — эффективный.
 эл-во — электричество.
 эл. — электрический.
 эл. — электро- (эл.-мотор — электромотор).

Содержание.

Отопление и вентиляция.

Отопление.

Стр.

§ 1. Санитарно-гигиенические основы отопительной техники	9
§ 2. Местное отопление	12
1. Печное отопление	—
2. Газовое отопление	13
3. Электрическое отопление	14
§ 3. Центральные системы отопления	17
1. Паровое отопление низкого давления	—
2. Паровое отопление высокого давления	19
3. Водяное отопление	21
4. Топливо для центральных систем отопления	23
5. Электрические отопительные котлы	24
6. Паро-водяное отопление	—
7. Воздушное отопление	28
§ 4. Районное отопление и теплофикация	—
§ 5. Отопительные приборы и трубопроводы	27
1. Отопительные приборы	—
2. Трубопроводы	28
§ 6. Расчет отопительных установок	—
1. Расчеты тепловых потерь отапливаемых зданий	—
2. Расчет поверхностей нагрева отопительных печей	40
3. Расчет поверхностей нагрева отопительных приборов для центральных систем отопления	—
4. Расчет генераторов тепла	45
5. Расчет расширительных сосудов	50
7. Расчет трубопроводов отопительных систем	51
8. Расчет насосных водяных отопительных систем	59
9. Расчет паропроводов	61
10. Изоляция теплопроводов	65
11. Стоимость оборудования отопительных установок	73
12. Эксплуатация отопительных установок	74
1. Расход топлива и стоимость эксплуатации отопительных установок	—
2. Эксплуатация центральных отопительных установок	76

Вентиляция.

§ 1. Общие данные	77
§ 2. Системы воздушного отопления и вентиляции	84
§ 3. Конструктивные элементы воздушноотопительных и вентиляционных установок	85
I. Нагревательные приточные и вытяжные камеры и воздухоподогреватели	—
II. Воздушные фильтры	98
III. Вентиляторы	105
A. Центробежные вентиляторы	—
1. Напоры, создаваемые центробежным вентилятором	—
2. Закон пропорциональности у центробежных вентиляторов	106
3. Графические характеристики центробежных вентиляторов	110
4. Эквивалентное отверстие и сопло	111
5. Характеристические коэффициенты	—
6. Выбор вентиляторов	115
B. Винтовые вентиляторы	120
1. Винтовые вентиляторы типа «Спринкс»	—
2. Винтовые вентиляторы типа ЦАГИ	—
B. Эжекторы	121
1. Принцип работы эжектора	—
2. Порядок расчета эжектора	123

	Стр.
Г. Дефлекторы	127
§ 1. Основные принципы вентиляции и воздушного отопления	131
1. Котторские, культурно-бытовые и общественные здания	—
2. Залы собраний, клубы, театры, кино и проч.	—
3. Промышленные вентиляция	138
4. Воздушное отопление	—
§ 2. Нормы для расчета воздухоотоплительных и вентиляционных установок	138
1. Числовые обмены воздуха	—
2. Минимальные расчетные температуры наружного воздуха	137
§ 3. Расчет воздушного отопления и вентиляции	—
1. Физические свойства воздуха	140
2. Увлажнение воздуха	143
3. Воздуховоды	144
4. Воздушное отопление	—
5. Вентиляция котторских, культурно-бытовых и общественных зданий	151
6. Вентиляция производственных помещений	155
§ 4. Вентиляция паровозных депо	157
а) Вентиляция кузниц	—
б) Вентиляция бандажной мастерской и мастерской для заливки подшипников калачий баббитом	158
1. Бандажная мастерская	161
2. Мастерские для заливки подшипников калачий баббитом	163
7. Автогенно-электросварочная, медницкая и трубная мастерские	165
§ 5. Вентиляция чугунолитейных	—
а) Вентиляция шифовальных и деревообделочных мастерских	169
1. Вентиляция шифовальных мастерских	171
2. Вентиляция деревообделочных мастерских	174
3. Воздуховоды пылесосных установок	176
4. Центробежные вентиляторы пылесосных установок	178
б) Циклоны	—
Хладотранспорт	181
I. Введение	—
II. Холодильные машины	182
а) 1. Конструкции холодильных машин	307
2. Канализация холода	220
3. Испытание холодопроизводительности	—
а) Основные задачи производства испытания	—
б) Способ испытания холодопроизводительности	—
в) Испытание по измерению количества циркулирующего рассола и разности его температур до и после испарителя	221
г) Испытание по измерению количества циркулирующего хладагента	222
д) Испытание воздухоохладителей	223
е) Испытание по способу охлаждения рассола	224
ж) Определение производительности конденсатора	—
з) Испытание по определению количества изготовленного льда	225
и) Протокол испытания холодопроизводительности	—
III. Холодные склады	226
а) 1. Конструкция холодных складов	229
2. Изоляция	240
3. Эксплуатация холодильников	241
IV. Неделательные заводы	258
V. Сухой лед (твердый углекислота)	259
VI. Станции предварительного охлаждения	—
VII. Изотермические вагоны	263
а) 1. Основные требования	—
2. Типы изотермических вагонов	264
3. Вагоны-ледники, их устройство	277
4. Вагоны, охлаждаемые сухим льдом	—
5. Вагоны с машинным охлаждением	—
VIII. Ледяное хозяйство	280
а) 1. Физические свойства льда	—
2. Заготовка льда	284
3. Ледохранилища	287
4. Пункты льдоснабжения	—

IX. Условия перевозки скоропортящихся грузов и живности

§ 1. Планирование перевозок скоропортящихся грузов	290
§ 2. Схема расположения пунктов льдоснабжения и пунктов обслуживания живности	291
§ 3. Условия перевозки скоропортящихся грузов	292
1. Перевозка мяса и мясородуктов по ж. д.	—
2. Перевозка рыбы и рыбопродуктов	—
3. Перевозка живой рыбы	293
4. Перевозка плодоядных	—
4. Перевозка масла животного и маргарина	301
5. Перевозка молока и молочных продуктов	—
1. Обязательства управления дорог	—
2. Обязательства молокоотправителей	—
6. Перегрузка	—
7. Хранение, выдача и прием на станции назначения	—
8. Зимние перевозки скоропортящихся грузов	—
9. Льдо- и колеснабжение изотермических вагонов со скоропортящимся грузом	303
10. Скорости следования колесных поездов	305
11. Дополнительные сборы за услуги, оказываемые ж. д. при перевозке скоропортящихся грузов	307
§ 12. Перевозка животных и птиц по ж. д.	308

Проводная связь на ж.-д. транспорте.

Телеграфия.

I. Телеграфирование по системе Морзе	309
II. Многократное телеграфирование по системе Боды	311
III. Быстродействующие телеграфные системы Уитстона и Сименса	—
1. Аппарат Уитстона	326
2. Регенеративные трансляции Уитстона	328
3. Автоматическая система Сименса	329
IV. Скорость телеграфирования по воздушным линиям	332

Телефония.

I. Телефонные аппараты и коммутаторы системы МБ	335
II. Телефонные аппараты и коммутаторы системы ЦБ	—
§ 1. Телефонные аппараты системы ЦБ	339
§ 2. Телефонный коммутатор системы ЦБ х 2 с двухпроводными шнурами, с обойными и вызывными бланкерами	—
§ 3. Телефонный коммутатор системы ЦБ х 3 х 2 с трехпроводными шнурами, с двумя реле на каждом шнуре, со сквозным отбоем по соединительным линиям	341
III. Междугородный коммутатор системы ЦБ х 3 х 2	348
IV. Промежуточные телефонные трансляции	—
V. Одновременное телеграфирование и телефонирование	350
VI. Расчет дальности телефонирования по воздушным линиям	352
VII. Специальная транспортная связь с избирательным вызовом	—
1. Диспетчерская телефонная селекторная связь	357
2. Вызывные приборы и расчет вызывных батарей	358
3. Разговорная аппаратура	361
4. Диспетчерская трансляция	362
5. Станционная селекторная телефонная связь	363
6. Линейно-путевая извещно-избирательная связь	364
7. Связь станционного диспетчера	366
VIII. Конструкции воздушных линий и вводов	—
§ 1. Конструкции воздушных линий связи старого типа	367
§ 2. Конструкции воздушных линий связи нового типа	379
IX. Скрещивание телефонных цепей	384

X. Защита линий связи от вредного действия установок сильного тока	399
§ 1. Правила и формулы для расчета сближения в отношении опасных и мешающих влияний линий электропередач на линии слабых токов	399
§ 2. Формулы для подсчета опасных и мешающих влияний линий электропередач на линии связи	401

Телефонирование токами высокой частоты по проводам (многократная телефония).

I. Принципы многократной телефонии	404
II. Отдельные элементы аппаратов высокой частоты	408
III. Метод расчета телефонной связи токами в ч.	410
IV. Существующие системы многократной телефонии	413
V. Усилители высокой частоты	414
VI. Телефонирование токами в ч. по железным проводам	416
VII. Промышленные образцы различных систем многократной телефонии	417
1. Оконечные аппараты многократной телефонии типа ОСА-407 ВОСО	—
2. Оконечные аппараты завода «Красная заря» образца 1914 г.	419
3. Оконечные аппараты фирмы Сименс и Гальске (АС) типа М ₁ и М ₂	422
4. Оконечные аппараты фирмы Standard Telephones and Cables Limited типа С	425

Радиосвязь.

I. Общие данные	428
II. Антенны	431
III. Электронные лампы	433
IV. Передатчики	436
А. Длинноволновые передатчики	437
Б. Коротковолновые передатчики	450
V. Приемные устройства	464
VI. Радиобюро	466
VII. Поездные радиустановки	467
А. Поездная телефония	468
Б. Радиосвязь при маневровых работах	469
В. Сообщение на парасвяз о проходе закрытых сигналов	470

Железнодорожная сигнализация, централизация и блокировка.

I. Перечень заводов, фирм, институтов, лабораторий и др. учреждений, работающих в области СЦБ в СССР и за границей	471
II. Основы ж.-д. сигнализации	472
1. Общие правила сигнализации	472
2. Классификация сигналов	—
3. Основные сигнальные требования и сигнальные цвета	473
4. Сигнализация semaфорами, дисками и светофорами	474
III. Расстановка сигналов и обеспечение их видимости	480
1. Расположение постоянных путевых сигналов относительно путей	480
2. Условия видимости сигналов	481
3. Расстановка светофоров при автоблокировке	486
IV. Конструкция semaфоров, дисков и светофоров	487
1. Конструкция semaфоров и дисков	487
2. Конструкция светофоров, лампы и линзы для них	493
V. Устройство гибких тяг для механического управления сигналами и стрелками	497
1. Проволока и гибкий трос для тяг	497
2. Оборудование передачи гибких тяг	501
3. Условия работы гибких тяг	504
VI. Источники тока для устройства СЦБ	501
1. Гальванические элементы	501
2. Аккумуляторы	502

	Стр
3. Ручные индукторы	503
4. Ручные генераторы	504
5. Питание от линий передачи переменного тока	506
VII. Жезловая система	506
VIII. Блокировочные системы	509
1. Классификация	510
2. Связь гудковых устройств с поездом в блокировочных системах	511
3. Условные обозначения в схемах полуавтоматической блокировки	513
4. Данные составных элементов блок-системы	514
5. Двухпутная полуавтоматическая путевая блокировка	516
6. Однопутная полуавтоматическая путевая блокировка	516
IX. Автоблокировка	518
1. Управление сигналами при автоблокировке	520
2. Классификация, типы и характеристики рельсовых цепей	521
3. Элементы рельсовых цепей	526
4. Реле для автоблокировки	532
5. Питание автоблокировочных установок	535
6. Расчет рельсовых путей	540
7. Измерения и подсчеты в рельсовых цепях постоянного тока	543
8. Измерения в рельсовых цепях переменного тока	545
9. Регулировка рельсовых цепей	548
10. Схемы автоблокировки	548
X. Механическая централизация	518
1. Общие понятия и классификация	—
2. Стрелочные контрольные ключевые замки	550
3. Прицепные стрелочные замки	—
4. Стрелочные приводы и замыкатели	553
5. Переводные рычаги	—
6. Централизационные аппараты, станционная блокировка и связь с путевой блокировкой	563
7. Постоянные запяния	565
8. Правила проектирования	566
XI. Электрическая централизация	566
1. Общие свойства и классификация разновидностей	567
2. Кабели и линии эл. централизации	569
3. Стрелочные и сигнальные электрические приводы	571
4. Аппарат электрической централизации	573
5. Условные обозначения и схемы электрической централизации	573
6. Особенности сигнализации и централизации на участках с автоблокировкой	583
7. Автоматическая централизация пересечений ж. д. на одном уровне и в уровне путей	589
8. Удаленное управление стрелками и сигналами	591
9. Диспетчерская централизация	593
10. Постоянные запяния при электрической централизации	600
XII. Автоконтроль поездов	600
1. Классификация типов	601
2. Точечные контактные системы	602
3. Точечные неконтактные системы с постоянным путевым магнитом	603
4. Точечные неконтактные системы с инертным путевым элементом	604
5. Непрерывные системы	604
XIII. Автоматическая переездная сигнализация	608
1. Система сигнализации в США	609
2. Временные ТУ на переездную сигнализацию НКПС	610
3. Специальные реле и схемы переездной сигнализации	610
Железнодорожные склады и их механизация	615
1. Классификация складов	—
2. Складные ж.-д. устройства для генеральных (штучных) грузов	617
3. Складные ж.-д. устройства для тяжеловесных грузов	618
4. Складные ж.-д. устройства для кусковых и сыпучих грузов	620
5. Складные ж.-д. устройства для лесных грузов	631
6. Складные ж.-д. устройства для опасных грузов	631
7. Специальные складные ж.-д. устройства. Типовые и материально-хозяйственные склады	635
8. Типовой ж.-д. механизированный пакгауз	641
П. Иллюстрации	—

Зерновые элеваторы.

Стр

I. Основные понятия	655
§ 1. Этажное зернохранилище	—
§ 2. Силосные зернохранилища	—
II. Современный элеватор и его составные части	—
§ 1. Приемные устройства элеватора	657
§ 2. Отпускные устройства элеватора	668
§ 3. Рабочее здание (башня) элеватора и его механизмы	669
§ 4. Силосный корпус	673
§ 5. Дополнительные устройства элеватора	—
III. Типы элеваторов	678
IV. Работа элеватора	682
§ 1. Схема движения зерна	—
§ 2. График работы элеватора	—
V. Перечень данных, необходимых для проектирования элеватора	686

Силосы и бункера.

I. Давление сыпучих тел на стены и дно бункеров и силосов.	
§ 1. Давление на стены и дно бункеров	687
§ 2. Давление на стены и дно силосов	690
II. Деревянные силосы и бункера.	
§ 1. Стены деревянных закромов	693
§ 2. Днища деревянных закромов	691
§ 3. Деревянные силосные корпуса	692
III. Железобетонные силосы и бункера.	
§ 1. Способ постройки железобетонных силосов в подвижной опалубке и его влияние на конструкции	694
§ 2. Силосные корпуса с круглыми силосами	695
§ 3. Прямоугольные силосы и бункера	701

ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ.

Отопление.

§ 1. Санитарно-гигиенические основы отопительной техники.

Основные требования, предъявляемые гигиеной к отоплению жилых и производственных помещений, обуславливаются гл. обр. характерной особенностью человеческого организма, постоянством темп-ры его крови, равной нормально 37°C .

Рациональное отопление должно обеспечивать наиболее благоприятный с точки зрения теплового равновесия человеческого организма климат жилых и производственных помещений при данных наружных метеорологических условиях и при данной производственной деятельности людей.

Для поддержания своей внутренней (жизненной) и внешней (бытовой и производственной) деятельности, смотря по роду последней, человеку необходимо регулярно вводить в свой организм определенное количество тепловой энергии. Так, по Науманн'у для поддержания нормального здорового состояния человека при различной его деятельности необходимо вместе с пищей в течение суток (24 час.) вводить след. количество тепловой энергии:

I группа. Легкое сидячее занятие (работа ручной швей, писца, работника умственного труда и т. п.)	2 200—2 400
II группа. Легкий физический труд (работа портного, точного механика, наборщика и т. п.)	2 500—2 800
III группа. Умеренный физический труд (работа сапожника, переплетчика и т. п.)	3 000—3 200
IV группа. Усиленный физический труд (работа слесаря, столара и т. п.)	3 400—3 600
V группа. Тяжелый физический труд (работа молотобойца и т. п.)	4 000 и более
VI группа. Тяжелый и напряженный физический труд (работа пыльника и т. п.)	5 000 и более

По Voit'у для поддержания среднего человеческого организма при умеренной (средней) физической его работе необходимо ввести в него в течение суток (24 час.) след. количество питательных веществ:

белков.	105 г
жиров.	55 "
углеводов.	500 "

При этом следует иметь в виду, что эти вещества при усвоении их человеческим организмом развивают след. количества тепловой энергии:

1 г белков.	4,1 cal.
1 г жиров.	9,3 "
1 г углеводов.	4,1 "

Приведенный выше средний суточный рацион содержит в себе примерно

$$4,1 \cdot 105 + 9,3 \cdot 56 + 4,1 \cdot 500 = 3\,000 \text{ cal.}$$

Тепловой баланс организма среднего взрослого человека в легкой одежде, в стоячем положении, при относительном покое, без производства физической работы, окруженного воздухом с температурой в $17,5^{\circ}\text{C}$. за сутки (24 час.) представляется по Rubner'y, примерно в след. виде:

Табл. 1.

Приход тепла	cal.	%	Расход тепла	Cal.	%
Введено в организм с пищей	2 700	100	1. Внешняя работа мускулов	51	1,9
			2. Подогрев вдыхаемого воздуха	35	1,3
			3. Тепло, удаляемое из организма с водяными парами через легкие	413	15,3
			4. Тепло, удаляемое из организма с водяными парами через кожу	145	5,4
			5. Теплоотдача тела в окружающую среду теплопроводностью и конвекцией воздуха	832	30,8
			6. Теплоотдача тела в окружающую среду лучеиспусканием	1 161	43,7
			7. Тепло, удаляемое из организма с экскрементами . .	42	1,6
Итого . . .	2 700	100	Итого.	2 700	100

Основными метеорологическими факторами, влияющими на тепловое равновесие человеческого организма, являются температура, относительная влажность и скорость движения окружающего воздуха. При температурах окружающего неподвижного воздуха в $18\text{--}21^{\circ}\text{C}$, при средней его влажности в $50\text{--}60\%$, поверхностные температуры кожи под платьем взрослого нормально одетого и находящегося в покое человека держатся постоянными в пределах $33\text{--}35^{\circ}\text{C}$. У обнаженного человека такими постоянными поверхностными температурами тела являются температуры в $31,5\text{--}33^{\circ}\text{C}$ при температуре окружающего покоевого воздуха в 23°C .

По опытам Kisskál'ta влияние метеорологических факторов окружающего воздуха на поверхностные температуры совершенно обнаженного человеческого тела характеризуется данными табл. 2.

Такое представление о комплексном влиянии окружающих человеческого организм метеорологических факторов на тепловое равновесие этого организма за последнее время вылилось в учение об «эффективных температурах», под которыми разумеется совокупность (комплекс) метеорологических факторов: температуры, влажности и скорости движения окружающего воздуха, вызывающих то же самое восприятие и ощущение тепла или холода, какое обуславливается у людей температурами покоевого и насыщенного до 100% водяными парами воздуха. Различают «основные» и «нормальные» эффективные температуры, при чем первые относятся к теплоощущению совершенно обнаженных людей, а вторые—к теплоощущению

Табл. 2.

1. Температура окружающего воздуха ° С	18,1	27,5	34,2
2. Относительная влажность воздуха %	63	44	100
3. Скорость движения воздуха м/сек.	4,4	4,0	7,5
4. Поверхностная темп-ра кожи перед опытом при покойном воздухе. ° С	29,5	33,5	35,5
5. Поверхностная темп-ра кожи во время опыта, при движении воздуха. ° С	23,1	31,0	34,1

нормально одетых людей. Так, напр., комплекс метеорологических факторов из темп-ры воздуха по сухому термометру в $+30^{\circ}\text{C}$ при относительной его влажности в 50% и скорости движения этого воздуха в 2 м/сек. вызывает у нормально одетого человека при легкой работе такое же теплоощущение, как и насыщенный до 100% водяными парами неподвижный воздух с темп-рой в $23,8^{\circ}\text{C}$, к-рая и является нормальной эффективной темп-рой для данного комплекса метеорологических факторов.

На черт. 1 изображен график нормальных эффективных темп-р, составленный ниж. Максимумом по опытным данным исследовательской лаборатории в Питтсбурге. На диаграмме на нижней оси абсцисс, на к-рой отложены темп-ры воздуха по сухому термометру, отыскиваются соответствующие данному случаю темп-ры воздуха (30°C), от найденной точки идут по вертикали вверх до пересечения с линией, соответствующей данной скорости движения воздуха (2,0 м/сек.) и от этой точки пересечения по горизонтали до пересечения с линией данной относительной влажности ($\varphi = 50\%$) и наконец от этой последней точки пересечения вверх по вертикали до пересечения с осью нормальных эффективных темп-р, точка пересечения с к-рой и дает соответствующую данному комплексу метеорологических факторов ($t_{\text{эф}} = 30^{\circ}$, $V = 2,0$ м/сек. и $\varphi = 50\%$) нормальную эффективную темп-ру в $23,8^{\circ}\text{C}$.

Заштрихованная часть графика, находящаяся между нормальными эффективными темп-рами в $16,7^{\circ}$ и $20,5^{\circ}$, носит название «зоны комфорта», внутри к-рой дана еще т. н. линия комфорта, проходящая через нормальную эффективную темп-ру в $17,8^{\circ}$. В табл. 3 приведены нормальные эффективные темп-ры для различных влажностей и скоростей воздуха.

Точных опытных данных относительно расположения зон и линий комфорта нормальных эффективных темп-р для лиц, занятых физическим трудом, пока не имеется; однако, по данным лаборатории АОИОВ, для них можно принять след. снижение нормальных эффективных темп-р зоны и линии комфорта по сравнению с приведенными выше и полученными для лиц, занятых легкой работой: 1) для лиц, занятых умеренным физическим трудом, — на $1-1,5^{\circ}$; 2) для лиц, занятых тяжелым физическим трудом, — на $2-2,5^{\circ}$.

Табл. 3. Нормальные эффективные темп-ры в °С для нормально одетых людей при легкой работе по отоплению и

Скорость движс-												
Темп-ры возду- ха по сухому термометру °C	V = 0,0 м/сек.			V = 0,25 м/сек.			V = 0,5 м/сек.			V = 1,0 м/сек.		
	Относительная влаж											
	100%	60%	20%	150%	60%	30%	100%	60%	20%	100%	60%	20%
Э ф ф е к т и в н ы е												
0	0,0	0,8	1,4									
1	1,0	1,7	2,2									
2	2,0	2,6	3,1									
3	3,0	3,5	3,9									
4	4,0	4,4	4,7	2,5	2,8							
5	5,0	5,4	5,6	3,5	3,9	4,2						
6	6,0	6,2	6,4	4,5	4,9	5,1	3,1	3,6	3,9			0,6
7	7,0	7,1	7,2	5,5	5,9	6,0	4,2	4,6	4,9			1,7
8	8,0	8,0	8,0	6,7	6,9	6,9	5,3	5,6	5,8	1,7	2,1	2,8
9	9,0	8,9	8,8	7,8	7,8	7,8	6,5	6,7	6,8	2,9	3,3	3,8
10	10,0	9,8	9,6	8,8	8,8	8,7	7,6	7,6	7,7	4,1	4,5	4,8
11	11,0	10,7	10,3	9,7	9,7	9,5	8,6	8,6	8,6	5,4	5,8	5,9
12	12,0	11,6	11,1	10,6	10,6	10,3	9,6	9,6	9,5	6,7	7,1	6,8
13	13,0	12,4	11,8	12,0	11,6	11,1	11,0	10,6	10,4	7,9	8,3	7,8
14	14,0	13,3	12,6	13,1	12,5	12,0	12,1	11,6	11,2	9,0	9,6	9,3
15	15,0	14,1	13,3	14,1	13,3	12,7	13,2	12,6	12,1	10,1	10,7	10,7
16	16,0	14,9	14,1	15,2	14,2	13,5	14,3	13,6	12,9	11,6	12,1	11,6
17	17,0	15,8	14,8	16,3	15,2	14,3	15,5	14,5	13,7	12,8	13,2	12,5
18	18,0	16,7	15,6	17,3	16,1	15,0	16,5	15,4	14,4	14,0	14,2	13,3
19	19,0	17,5	16,3	18,4	17,0	15,8	17,6	16,3	15,2	15,2	15,2	14,2
20	20,0	18,4	17,0	19,4	17,8	16,5	18,7	17,2	16,0	16,3	16,2	15,0
21	21,0	19,2	17,7	20,4	18,7	17,2	19,8	18,1	16,8	17,4	17,2	15,9
22	22,0	20,0	18,4	21,4	19,5	17,9	20,9	19,0	17,5	18,5	18,1	16,7
23	23,0	20,8	19,1	22,4	20,4	18,6	21,9	19,8	18,3	19,0	18,8	17,5
24	24,0	21,7	19,7	23,5	21,2	19,3	23,0	20,6	19,0	20,0	20,0	18,3
25	25,0	22,5	20,4	24,5	22,1	20,0	24,1	21,7	19,7	22,2	22,0	19,1
26	26,0	23,3	21,0	25,5	22,9	20,7	25,1	22,6	20,5	23,0	22,9	19,9
27	27,0	24,2	21,7	26,6	23,8	21,4	26,2	23,4	21,1	24,0	23,7	20,5
28	28,0	25,0	22,3	27,6	24,5	22,0	27,3	24,3	21,8	25,0	24,6	21,3
29	29,0	25,7	22,9	28,6	25,4	22,6	28,3	25,1	22,4	26,0	25,4	21,9
30	30,0	26,6	23,5	29,6	26,3	23,4	29,4	25,9	23,0	27,0	26,4	22,6
31	31,0	27,4	24,1	30,6	27,0	23,9	30,4	26,7	23,7	28,0	27,3	23,3
32	32,0	28,2	24,7	31,7	27,8	24,6	31,5	27,5	24,3	29,0	28,2	24,0
33	33,0	29,0	25,3	32,7	28,6	25,1	32,5	28,3	25,0	30,0	29,1	24,6
34	34,0	29,7	25,9	33,8	29,4	25,7	33,6	29,3	25,5	31,0	30,0	25,2
35	35,0	30,5	26,4	34,9	30,3	26,3	34,7	29,9	26,1	32,0	31,0	25,8
36	36,0	31,2	27,0	35,9	31,0	26,8	35,8	30,8	26,8	33,0	32,0	26,4
37	37,0	32,0	27,5	37,0	31,8	27,3	36,9	31,6	27,2	34,0	33,0	26,9
38	38,0	32,7	28,1	38,0	32,5	27,9	38,0	32,3	27,7	35,0	34,0	27,4
39	39,0	33,4	28,6	39,0	33,3	28,4	39,1	33,0	28,2	36,0	35,0	27,9
40	40,0	34,1	29,1	40,0	34,0	28,9	40,1	33,8	28,7	37,0	36,0	28,5

работе, полученные исследовательской лабораторией Американского общества инженерии в Питтсбурге.

ния воздуха

$V = 1,5 \text{ м/сек.}$

$V = 2,00 \text{ м/сек.}$

$V = 2,50 \text{ м/сек.}$

$V = 3,00 \text{ м/сек.}$

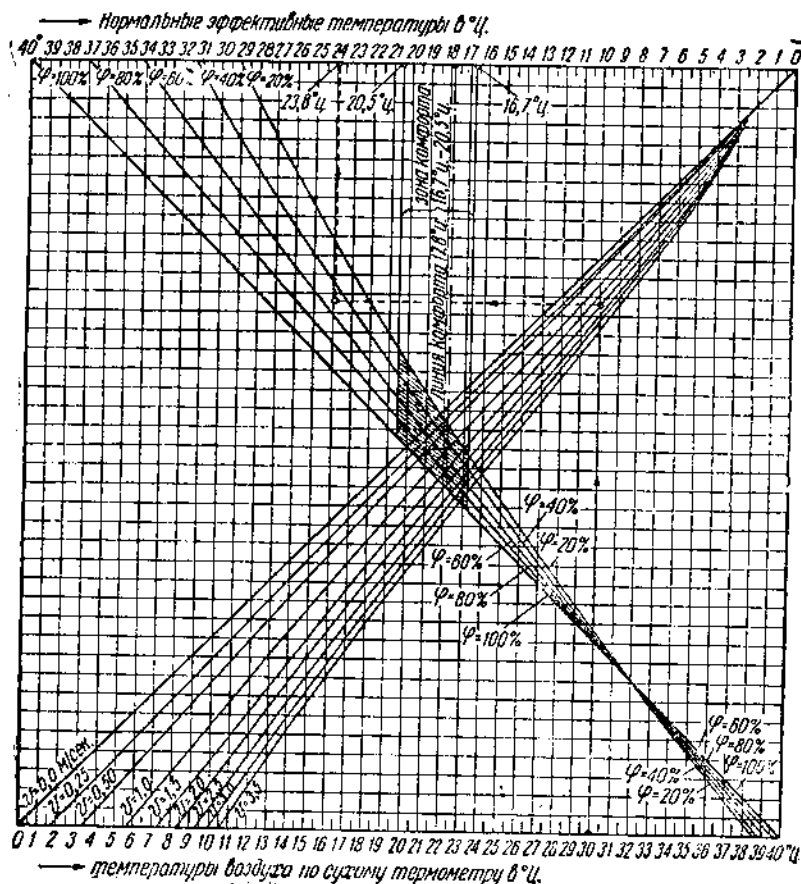
$V = 3,50 \text{ м/сек.}$

ность воздуха в %

100% 60% 20% 100% 60% 20% 100% 60% 20% 100% 60% 20% 100% 60% 20%

температуры в °C

—	0,5	1,5	—	—	1,4	—	—	0,8	—	—	—	—	—	0,3
1,0	1,7	2,5	—	—	2,1	—	—	1,4	—	—	—	—	—	1,1
2,3	2,9	3,4	1,0	1,8	3,1	1,1	2,0	2,5	0,2	1,3	2,0	—	0,6	1,7
3,8	4,0	4,4	2,3	3,0	4,2	2,6	3,2	3,0	1,6	3,5	3,1	0,8	1,9	2,7
4,8	5,2	5,4	3,6	4,2	4,5	3,9	4,1	4,8	3,1	3,9	4,3	2,4	3,2	3,9
6,1	6,3	6,4	5,0	5,4	5,6	5,7	5,9	5,9	4,5	5,1	5,5	3,8	4,5	6,1
7,5	7,5	7,6	6,4	6,6	6,7	6,3	6,7	6,9	6,0	6,3	6,6	5,3	5,7	6,3
8,7	8,6	8,5	7,7	7,7	7,7	6,7	6,7	7,0	6,0	6,3	6,6	6,7	7,1	7,3
10,0	9,7	9,6	9,0	8,8	8,6	8,1	8,1	8,1	7,4	7,6	7,7	8,1	8,3	8,4
11,3	10,9	10,5	10,3	10,1	9,8	9,4	9,3	9,3	8,7	8,8	8,8	8,1	8,3	8,4
12,5	11,9	11,5	11,6	11,1	10,8	10,7	10,4	10,2	10,1	9,9	9,8	8,5	8,5	8,4
13,8	13,0	12,5	12,9	12,3	11,8	12,1	11,8	11,2	11,1	11,1	10,9	10,3	10,6	10,4
15,0	14,0	13,3	14,1	13,3	12,7	13,3	13,6	12,2	12,7	12,2	11,8	12,2	11,8	11,5
16,3	15,1	14,2	15,4	14,4	13,6	14,6	13,3	13,1	14,0	13,4	12,8	13,5	13,0	12,5
17,5	16,1	15,0	16,7	15,4	14,5	15,9	14,3	14,1	15,3	14,4	13,8	14,9	14,1	13,5
18,7	17,1	15,9	17,9	16,5	15,4	17,2	15,9	16,0	16,7	15,5	14,7	16,3	15,2	14,4
19,9	18,2	16,8	19,3	17,6	16,3	18,5	17,0	15,9	18,0	16,6	15,6	17,5	16,3	15,4
21,1	19,2	17,7	20,4	18,8	17,2	19,7	18,1	16,3	19,2	17,7	16,5	18,7	17,4	16,3
22,3	20,2	18,5	21,6	19,7	18,1	21,0	19,2	17,7	20,5	18,8	17,1	20,0	18,4	17,2
23,5	21,2	19,3	22,8	20,7	18,8	23,2	20,2	18,6	21,7	19,9	18,3	21,3	19,5	18,1
24,8	22,1	20,8	24,0	21,6	19,8	24,4	21,2	19,5	22,9	20,8	19,2	22,5	20,5	19,0
25,8	23,1	20,8	25,2	22,8	20,5	25,7	22,1	20,3	24,2	21,8	20,0	23,7	21,3	19,8
27,0	24,0	21,5	26,4	23,5	21,3	26,6	23,1	21,1	25,4	22,7	20,8	25,0	22,4	20,6
28,1	24,9	22,2	27,6	24,5	22,0	27,1	24,1	21,9	26,7	24,2	21,6	26,3	23,4	21,4
29,2	25,8	22,9	28,7	25,4	22,7	28,3	25,0	22,6	27,9	24,5	22,3	27,5	24,2	22,1
30,4	26,6	23,6	30,0	26,3	23,4	29,6	26,0	23,8	29,2	25,6	23,0	28,8	25,2	23,6
31,6	27,5	24,3	31,2	27,3	24,1	30,8	26,8	23,9	30,5	26,5	23,7	29,2	26,2	24,8
32,8	28,3	24,0	32,4	28,0	24,7	32,1	27,7	24,6	31,8	27,4	24,4	30,8	27,1	24,2
34,1	29,1	25,5	33,7	28,8	25,3	33,5	28,6	25,2	33,3	28,3	25,0	31,1	28,1	24,8
35,3	30,0	26,1	35,1	29,7	25,9	35,0	29,4	26,3	34,3	29,2	25,7	31,6	28,1	25,6
36,7	30,9	26,7	36,5	30,6	26,6	36,4	30,3	26,4	36,4	30,2	26,3	36,4	30,1	26,2
38,1	31,7	27,3	38,1	31,4	27,1	38,1	31,2	27,0	—	—	—	—	—	26,8
39,4	32,6	27,8	39,6	32,3	27,6	39,7	32,0	27,5	—	—	—	—	—	27,4
40,7	33,4	28,3	41,1	33,2	28,2	41,4	32,9	28,1	—	—	—	—	—	27,9



Черт. 1.

§ 2. Местное отопление.

1. Печное отопление.

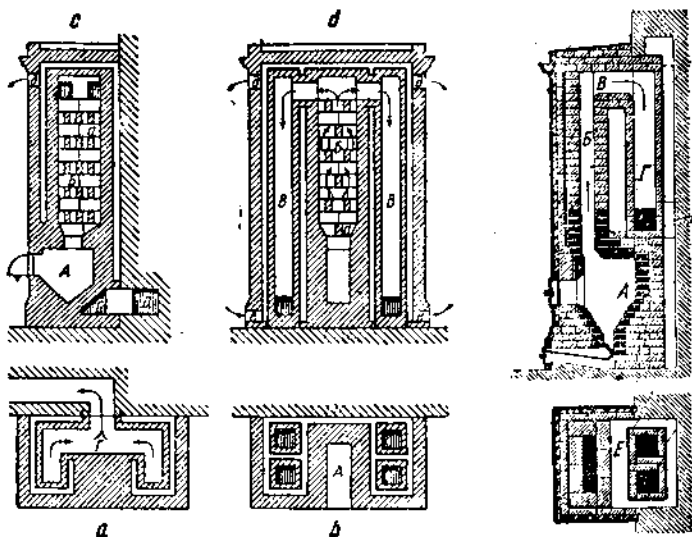
Различают отопительные печи малой, средней и большой теплоемкости.

а) Печи малой теплоемкости. Железные печи, — времянки и чугунные, — с непрерывным горением в виду весьма высоких поверхностных температур стенок, достигающих $300-350^{\circ}$, при темп-рах уходящих дымовых газов в $500-600^{\circ}$ и малых кпд, равных примерно $30-35\%$, применяются обычно только для отопления небольших временных полужилых помещений. Теплоотдача 1 м^2 поверхности нагрева печи при постоянной ее топке м. б. принята примерно в $5000 \text{ cal./м}^2 \text{ ч}$.

Чугунные печи с внутренней огнеупорной футеровкой имеют поверхностные темп-ры порядка $200-250^{\circ}$ при темп-ре уходящих дымовых

газов в $350-450^{\circ}$, а кпд этих печей в эксплуатации достигает примерно $50-45\%$. Теплоотдача 1 м^2 поверхности нагрева таких печей м. б. принята в $2500-3000 \text{ cal./м}^2 \text{ ч.}$ при непрерывной их топке антрацитом. Чугунные печи применяются тоже лишь для отопления временных жилых помещений и широкого распространения у нас в СССР не имеют.

б) Печи средней и большой теплоемкости. Наибольшее применение для отопления жилых зданий как за границей, так и в СССР имеют т. н. голландские печи средней и большой теплоемкости. Конструкции голландской печи с двумя дымооборотами (черт. 2, печь СвяIZEва) и с колосниковой решеткой в топливнике (черт. 3, печь Лукашевича) стали применяться еще в конце прошлого столетия.



Черт. 2.

Черт. 3.

Из современных конструкций наиболее целесообразной следует признать конструкцию Всесоюзного теплотехнического ин-та им. Ф. Дзержинского, в к-рой, как видно из черт. 4, применен тот же принцип движения дымовых газов по дымоходам печи, при чем для лучшего использования тепла уходящих дымовых газов в конструкцию самой печи включен еще третий—и последний—поднимающийся вверх дымоход, отсутствующий в конструкциях СвяIZEва и Лукашевича. При соответствующей конструкции топливника печи данного типа м. б. применены для любого рода топлива.

Боковые дымоходы печи, смотря по величине последней, могут иметь один, два и более опускающих каналов. В табл. 4 даны конструктивные и теплотехнические характеристики печи большой теплоемкости ВТИ.

2. Газовое отопление.

На ряду с высокой эксплуатационной стоимостью, превышающей эксплуатационные расходы по печному отоплению углем примерно в 3—4 раза, а по центральному отоплению—в 2—3 раза, местное газовое отопление имеет весьма низкие гигиенические качества, обусловленные высо-

Табл. 4 (продолжение).

№ по порядку	Наименование данных	Печи для дров, торфа и т. п.	Печи для антрацита
28	Среднее содержание в дымовых газах:		
	а) CO_2 в % от объема	7,5—8,5	9,5—10,0
	б) $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ в % от объема	19,5—19,8	20,0—20,5
29	Средний коэффициент избытка воздуха α	2,0—2,5	1,75—2,0
30	Баланс тепла печи в %		
	а) Полезно использованное тепло (отдано печью в окружающую среду)	75,0	80,0
	б) Потери тепла:		
	а) с уходящими дымовыми газами	14,0	10,0
	б) от химической неполноты горения	10,0	8,0
	в) от механической неполноты горения (проявал)	1,0	4,0

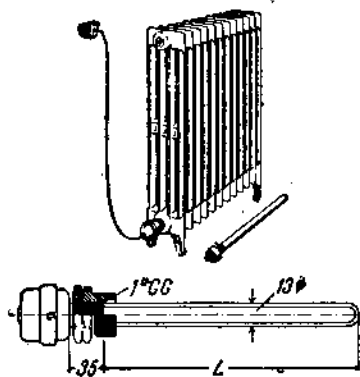
пления в странах, имеющих мощные гидро-эл.-станции, дающие сравнительно дешевую эл. энергию, как, напр., в Норвегии, Швейцарии и т. д. Кпд отопления весьма близок к 100%, т. к. потери здесь имеются лишь в местных эл. сетях и достигают примерно 0,5—1,0%.

Все местные отопительные приборы работают по принципу нагревания проводочных металлических сопротивлений. Различают отопительные приборы, отдающие тепло гл. обр. или излучением, или конвекцией. Первый род приборов выполняется в виде излучающих металлических обмоток, тогда как второй род приборов выполняется в виде цилиндрических металлических печей или плоских плит.

Наиболее совершенными в гигиеническом отношении эл. печами являются теплоемкие изразцовые (кафельные) печи, в к-рых обмотка эл. сопротивления заложена внутри кирпичного, обложенного изразцом массива. Такая конструкция печи устраняет соприкосновение высоконагретого проводочного сопротивления с окружающим воздухом, а следовательно, и пригорание находящейся в воздухе органической пыли.

Кроме того применяются смешанные отопительные эл.-приборы, работающие, с одной стороны—и гл. обр.—как приборы (радиаторы) центрального водяного или парового отопления, а с другой,—как теплоемкие заполненные водой отопительные приборы, подогреваемые в переходное время (ранней осенью и поздней весной), когда нормальное центральное отопление не работает, эл. энергией. Электроподогреватель вставляется сверху, вертикально в середину радиатора или же горизонтально в нижнюю соединительную его часть, как это показано на черт. 5. В эл. приборах обычно имеется возможность регулировать их теплоотдачу в любых пределах.

Кроме того применяются смешанные отопительные эл.-приборы, работающие, с одной стороны—и гл. обр.—как приборы (радиаторы) центрального водяного или парового отопления, а с другой,—как теплоемкие заполненные водой отопительные приборы, подогреваемые в переходное время (ранней осенью и поздней весной), когда нормальное центральное отопление не работает, эл. энергией. Электроподогреватель вставляется сверху, вертикально в середину радиатора или же горизонтально в нижнюю соединительную его часть, как это показано на черт. 5. В эл. приборах обычно имеется возможность регулировать их теплоотдачу в любых пределах.



Черт. 5.

§ 3. Центральные системы отопления

1. Паровое отопление низкого давления.

Система парового отопления низкого давления является наиболее популярной введённой в отопительную практику системой и применяется обычно для отопления больших общественных зданий временного пользования, как кино, театры и т. п., а также зданий специального назначения: бань, прачечных, теплых складов и т. п.

Основным недостатком такого отопления является отсутствие генеральной (центральной) регулировки подачи тепла в отопительные приборы в зависимости от изменения наружных метеорологических условий.

В СССР и в Западной Европе паровое отопление низкого давления все более и более вытесняется водяным насосным отоплением низкого давления. Исключительно широкое распространение паровое отопление низкого давления имеет в США, в особенности же его разновидность — вакуумное отопление. Это объясняется технико-экономическими преимуществами, к-рые представляют эти системы при отоплении весьма высоких зданий американских городов.

Вакуумное отопление по существу представляет собою паровое отопление, работающее с давлением ниже атмосферного, а следовательно

Табл. 5. Начальные давления паровых котлов низкого давления

Рабочее давление пара в котлах низкого давления в ат. изб.	Радиус действия отопительной системы в м
0,05 ÷ 0,1	100
0,15	200
0,20	300
0,3 ÷ 0,50	500 и более

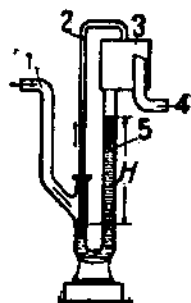
Табл. 6.

Поверхность нагрева котла м²	Минимальный диам. водяного затвора мм
До 6 . . .	50
До 13 . . .	75
Свыше 13 . . .	80

работает с темпами ниже 100° благодаря установленному на конце главного сборного конденсационного трубопровода отопительной системы мокровоздушному насосу, удаляющему из него как конденсат, так и воздух. Вакуумное отопление у нас в Союзе совершенно не применяется. При паровом отоплении низкого давления применяется рабочее давление пара от 0,05 до 0,5 атм. изб.

Рабочее давление пара в 0,5 атм. изб. считается предельным давлением. В табл. 6 даны предельные радиусы действия парового отопления низкого давления в зависимости от начальных давлений пара в котлах. Во избежание повышения давления паровое пространство паровых котлов низкого давления сообщается с атмосферой с помощью особого водяного затвора, причем диам. последнего, в зависимости от мощности устанавливаемых котлов, должен иметь минимальные размеры (см. табл. 6).

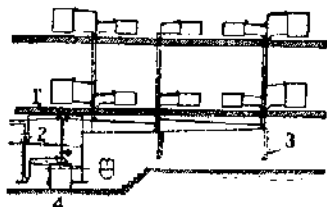
На черт. 6 дана конструкция предохранительного затвора для паровых котлов низкого давления, где



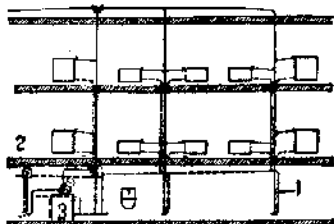
Черт. 6.

1—предохранительный паропровод от котла, 2—предохранительная труба, 3—водоуловитель, 4—выхлоп в атмосферу, 5—водяной затвор, Н—рабочее давление.

Разводка пара к стоякам отопительной системы делается верхней или нижней, при чем в тех случаях, когда под отапливаемым зданием имеется подвал, следует предпочесть нижнюю разводку, т. к. она



Черт. 7.

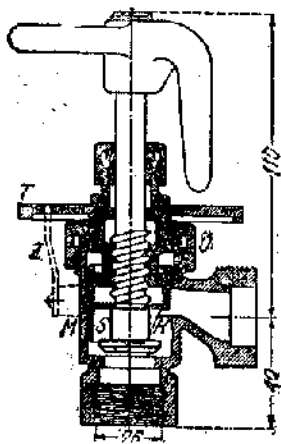


Черт. 8.

является наиболее дешевой. На черт. 7 и 8 даны схемы установок парового отопления с нижней и верхней разводкой, с т. н. сухими конденсационными трубопроводами и центральным обезвоздушиванием. На черт. 7: 1—выхлопной трубопровод, 2—предохранительный аппарат, 3—водяной затвор, 4—котел. На черт. 8: 1—водяной затвор, 2—предохранительный аппарат, 3—паровой котел. По этим

схемам выполняется большинство установок парового отопления низкого давления.

В тех случаях, когда не имеется возможности углубить котельное помещение в зависимости от рабочего давления пара, конденсационные трубопроводы делаются мокрыми, т. е. заполненными водой, и обезвоздушивание системы осуществляется в этом случае особой воздушной сборной линией, к которой присоединяются все стояки. Наконечники выполняются системы парового отопления низкого давления с разомкнутой сетью конденсационных трубопроводов, т. е. с промежуточным конденсационным баком и питательным насосом, работающим автоматически.



Черт. 9.

Паропроводы распределительных сетей паровых отопительных установок низкого давления прокладываются с уклоном в сторону движения пара примерно в 0,005—0,01; с таким же уклоном и по движению воды прокладываются и конденсационные трубопроводы. Ответвления паропроводов, соединяющие стояки с отопительными приборами, монтируются обычно с уклоном против движения пара примерно в 0,15—0,20.

При нижней разводке распределительные паропроводы в конечных пунктах должны обезвоздушиваться (дренироваться), при чем следует отметить, что лучшим обезвоздушивающим устройством для паропроводов низкого давления являются водяные затворы (сифоны), соединяющие конечные пункты паропроводов с конденсационными трубопроводами (черт. 7 и 8).

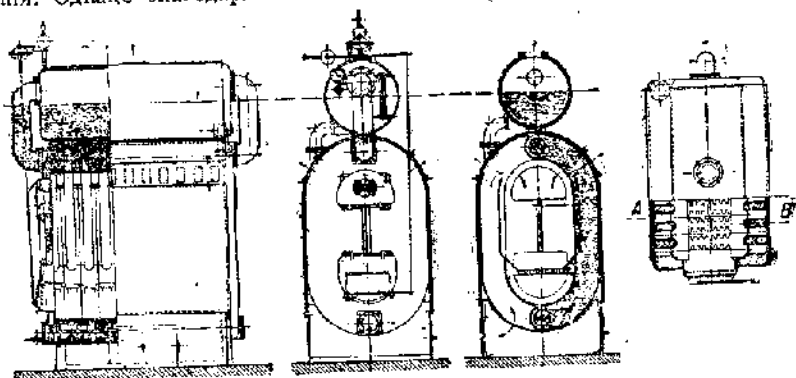
В целях регулирования подачи пара в отопительные приборы и выключения этих приборов на присоединительных паропроводах каждого из них ставится запорный вентиль двойной регулировки. Разрез одного из таких вентилей дан на черт. 9.

Основными условиями удовлетворительной работы установок парового отопления низкого давления являются: 1) полное и беспрепятственное обезвоздушивание конденсационных трубопроводов; 2) прокладка распределительных паропроводов с соответствующими уклонами в сторону движения пара; 3) хороший дренаж конечных пунктов паропроводов в местах подъема стояков.

Генераторами тепла при установках парового отопления низкого давления служат обычно чугунные секционные котлы; у нас в Союзе — котлы Стребеля (черт. 10) и Стреля.

2. Паровое отопление высокого давления.

Паровое отопление высокого давления имеет начальное рабочее давление в котлах или в начале распределительного паропровода в 1—3 atm. изб. и применяется гл. обр. при отоплении фабрично-заводских помещений. В виду более высоких поверхностных темп-р отопительных приборов оно еще менее гигиенично, чем система парового отопления низкого давления. Однако благодаря этим повышенным темп-рам отопительных при-



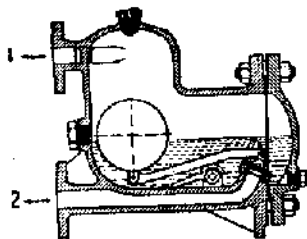
Черт. 10.

боров, с одной стороны, и большим перепадам давления в паропроводах, — с другой, оно дешевле, чем паровое отопление низкого давления и тем более — водяного отопления. Радиус действия паровых отопительных систем высокого давления достигает нескольких км.

Принцип канализации пара таков же, как и при системах парового отопления низкого давления; при больших расстояниях между потребителями тепла и местом генерации его пар следует перегреть, однако с таким расчетом, чтобы к потребителям он дошел еще на 10—20° перегретым.

Отопительные приборы должны иметь запорные вентили как на паровом, так и на конденсационном трубопроводах. Каждый отопительный прибор кроме того снабжается воздушным краном или автоматически действующим воздушным вентилем для выпуска воздуха из отопительных приборов. Воздушные вентили монтируются на конденсационном паропроводе непосредственно за прибором.

Отопительные приборы объединяются обычно в отдельные группы, при чем каждая из этих групп присоединяется к одному конденсационному сборному трубопроводу, на конце к-рого приключается автоматически действующий конденсационный горшок, служащий для выпуска конденсата и задержания пара. Наиболее надежно и с наименьшими пропусками пара работают конденсационные горшки (черт. 11) с закрытыми поплавками. На чертеже: 1—пар, 2—конденсат.



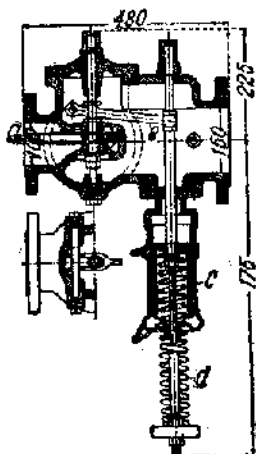
Черт. 11.

Для правильной работы системы парового отопления высокого давления необходимо выполнение след. условий: 1) паропроводы д. б. уложены с соответствующим уклоном (0,005—0,01) и по пути хорошо обезвожены, особенно в нижних точках паропроводов. При перегретом паре уклоны паропроводов д. б. и против движения пара, в особенности, если паропроводы значительных диаметров и работают непрерывно; 2) отопительные приборы и конденсационные трубопроводы д. б. хорошо обез-

воздушены; 3) конденсационные горшки должны работать бесперебойно и без значительных пропусков пара в конденсационную сеть. Системы парового отопления высокого давления, так же, как и парового отопления низкого давления, почти не обладают возможностью центральной регулировки в зависимости от темп-ры наружного воздуха. За последнее время в СССР системы парового отопления высокого давления фабрично-заводских зданий все более и более заменяются насосными водяными системами отопления среднего давления с перегретой водой.

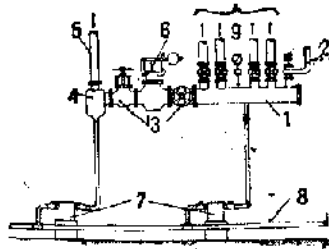
Генераторами тепла при системах парового отопления высокого давления являются паровые котлы высокого давления обычных типов и систем. Т. к., с другой стороны, ж.-д. депо и ремонтные з-ды обычно имеют котельные установки высокого давления для теплосиловых и технологических целей, то требующийся для отопления цехов депо и ремонтных з-дов пар получается обычно от тех же производственных котельных или непосредственно из котлов, или же отборный и отработанный пар паровых турбин, машин и молотов.

В нек-рых случаях пар высокого давления (из котлов или отборный от паровых двигателей) применяется и для отопления конторских и административных зданий, однако в этих случаях его давление снижается особыми редукционными клапанами до нормальных давлений, принятых в паровых системах низкого давления (0,1—0,5 атм. изб.). На черт. 12 представлен разрез редукционного клапана (пружинный) системы Бр. Зульцер.



Черт. 12.

Редукционный клапан действует след. обр. Через паропровод *a* поступает пар высокого давления, проходит через уравнивающий вентиль *b*, в к-ром и мнется (редуцируется) до соответствующих давлений. Регулировка давления мягкого пара осуществляется с помощью поршня *c* и пружины *d*, поскольку положение этого поршня, а следовательно, и открытие вентилей обуславливаются сверху давлением мягкого пара, а снизу напряжением пружины, устанавливаемой в соответствии с выбираемым рабочим давлением мягкого пара. На черт. 13 дана схема редукционной станции, где 1—парораспределитель, 2—предохранительный клапан, 3—запорные вентили, 4—водоотделитель, 5—пар высокого давления, 6—редукционный клапан, 7—конденсационный горшок, 8—конденсационный трубопровод, 9—паропровод низкого давления.



Черт. 13.

3. Водяное отопление.

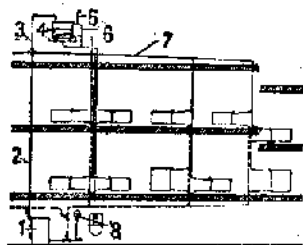
Различают системы водяного отопления низкого, среднего и высокого давлений. Наиболее распространенной, гигиенической и рациональной является первая система. Система водяного отопления высокого давления за последнее время совершенно не применяется.

Система водяного отопления низкого давления применяется обычно в жилых домах, административно-канторских и общественных зданиях, учебных заведениях, больницах и т. п. Из гигиенических соображений темп-ра отопительной воды в подающих водоводах систем водяного отопления низкого давления принимается обычно в 90° — 95° .

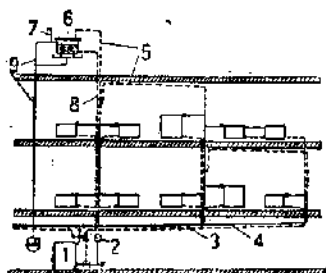
Система водяного отопления среднего давления с максимальными темп-рами отопительной воды в подающих водоводах и в отопительных приборах в 110 — 130° применяется для отопления фабрично-заводских зданий и помещений специального назначения. В связи с распространением у нас в Союзе теплофикация промышленных комбинатов от теплоэлектроцентралей данная система отопления начинает все более и более применяться также и для отопления производственных помещений вместо систем парового отопления высокого давления. При этом особым преимуществом водяных систем отопления перед паровыми является, во-первых, предоставляемая ими возможность центральной регулировки подачи тепла в отопительные приборы в соответствии с наружными метеорологическими условиями с помощью изменения начальных темп-р отопительной воды в самих генераторах тепла, а следовательно, и в подающих водоводах, а во-вторых, —значительно большая выработка эл.-энергии.

Водяные системы отопления низкого и среднего давления выполняются как открытые системы, с установкой на наиболее высоких их частях т. н. расширительных сосудов, предназначенных для восприятия добавочного объема, получающегося от расширения нагреваемой отопительной воды в системе. При водяных системах низкого давления с верхней разводкой расширитель ставится примерно на $0,5$ — 1 м выше распределительной подающей сети, тогда как при нижней разводке — на ту же примерно величину выше наиболее высоко расположенного отопительного прибора. При водяных системах среднего давления, работающих с перегретой водой, расширитель ставится на такой высоте, к-рая могла бы исключить всякую возможность вскипания перегретой воды в наивысших

точках отопительных систем. Системы водяного отопления выполняются как работающие с естественной, так и с принудительной циркуляцией (насосные водяные системы отопления), при чем экономический радиус действия первых можно принять примерно в 50—75 м, тогда как при насосных водяных системах он достигает нескольких км. Кроме того различают системы водяного отопления двухтрубные и однострунные, а по способу разводки подающих магистральных линий—системы с верхней и с нижней разводкой.



Черт. 14.



Черт. 15.

На черт. 14 дана схема двухтрубной водяной системы отопления с естественной циркуляцией и верхней разводкой, где 1—котел, 2—подающий стояк, 3—предохранительная выкидная труба, 4—расширительный сосуд, 5—воздушник, 6—сливная труба, 7—подающий трубопровод, 8—манометр. На черт. 15—та же система с нижней разводкой. Здесь: 1—котел, 2—манометр, 3—обратный трубопровод, 4—подающий трубопровод, 5—воздушный трубопровод, 6—расширительный сосуд, 7—воздушник, 8—предохранительная выкидная труба, 9—переливная труба.

На черт. 16 дана схема однострунной водяной системы отопления с естественной циркуляцией. На черт. 1: котел, 2—манометр, 3—обратный трубопровод, 4—подающий трубопровод, 5—сливная труба, 6—воздушник, 7—расширительный сосуд, 8—предохранительная выкидная труба, 9—подающий стояк.

В насосных отопительных системах расширительный сосуд ставится обычно на обратном водоводе непосредственно перед циркуляционным насосом, во всех же остальных точках подающего теплопровода ставятся закрытые воздушные сосуды. Во избежание обрыва струи манометрическое давление перед циркуляционным насосом не должно опускаться ниже 2—3 м.

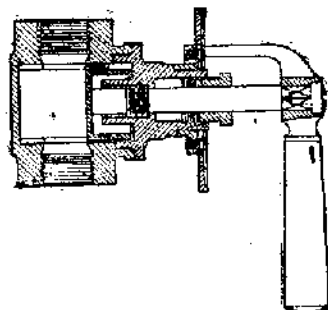
В отопительных водяных системах с нижней разводкой уклоны для подающих водоводов выполняются против движения воды; то же и в насосных системах с верхней разводкой, тогда как в системах с верхней разводкой и естественной циркуляцией уклоны разводящих (подающих) водоводов выполняются по движению воды (черт. 14). Обратные магистральные водоводы во всех случаях выполняются с уклоном по движе-

нию воды. Уклоны приключений водоводов к отопительным приборам выполняются: подающий—против движения воды, а обратный—по движению воды. Величина уклонов распределительных водоводов берется примерно в 0,005—0,01, уклоны же ответвлений от стояков к отопительным приборам—в 0,01—0,015.

Все указанные выше способы укладки водоводов имеют целью наиболее полное и беспрепятственное удаление имеющегося в отопительных системах воздуха. Для регулировки и выключения отопительных приборов каждый из них обычно снабжается краном двойной регулировки. Разрез одного из таких кранов дан на черт. 17.

Основными условиями правильной работы водяных систем отопления являются: 1) правильные и достаточные уклоны водяных сетей, обеспечивающие полное и беспрепятственное обезвоздушивание распределительных водоводов отопительных систем; 2) правильные и достаточные уклоны ответвлений от стояков к отопительным приборам, обеспечивающие полное и быстрое обезвоздушивание последних; 3) достаточные напоры, обеспечивающие нормальную циркуляцию отопительной воды в системах.

Генераторами тепла для водяных систем отопления служат как чугунные секционные котлы, так—при более или менее значительных установках—и обычные системы паровых котлов (кориваллийские, ланкаширские и т. д.), при чем последние в этом случае или превращаются в водогрейные котлы, или же котлы остаются паровыми, а отопительная вода подогревается в особых паро-водяных подогревателях (см. «Паро-водяное отопление»). На черт. 18 представлен водогрейный чугунный секционный котел системы Стребеля с верхним горением. Здесь: А—колосниковая решетка, В—золотник, Н—автоматический регулятор горения, Л—загрузочная дверца, М—поддувальная дверца, О—тяга от автоматического регулятора к поддувальной дверце, Q—спускной кран, К—чистильные дверцы, D—боковые каналы для дымовых газов, Е—сборный дымоход.



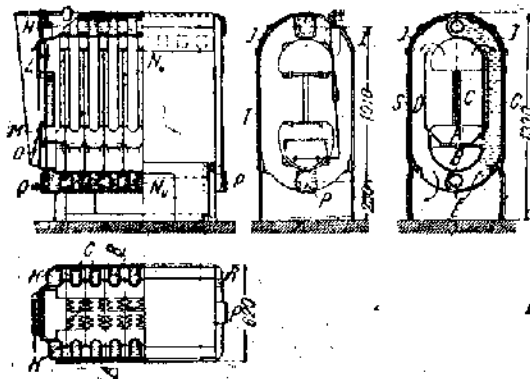
Черт. 17.

4. Топливо для центральных систем отопления.

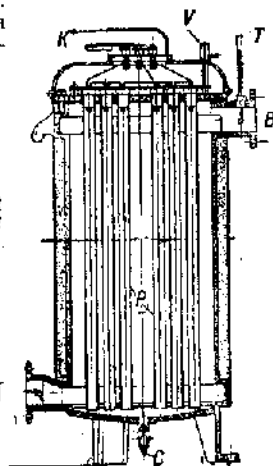
Главным видом топлива для центральных отопительных установок служат короткопламенные угли в виде тощих углей, газового кокса и гл. обр. антрацита. В последнее время в Зап. Европе и в США для домашнего отопления начинают применять в довольно значительных размерах жидкое (мазут и др.) и газообразное (светильный и естественный газ) топливо, кое с помощью специальных горелок сжигается в тех же типах чугунных секционных котлов или же в особых сконструированных для данного топлива типах котлов. Применяемые при жидком топливе напряжения топочного пространства достигают примерно 25—30 кг/м² жидкого горючего, т. е. около 250 000—300 000 cal/м³ ч., что вполне обеспечивается шахтными топками обычных чугунных секционных котлов.

5. Электрические отопительные котлы.

За последнее время в странах, имеющих мощные гидро-электроцентралы с дешевой эл. энергией, как, напр., в Норвегии, Швейцарии и т. д., в качестве тепловых генераторов отопительных установок применяются эл. водяные и паровые котлы и подогреваемые эл.-чеством водяные тепловые аккумуляторы, работающие обычно в ночное время, при ночных удешевленных тарифах на эл.-чество. Весьма часто за границей эл. котлы и эл. тепловые аккумуляторы комбинируются в отопительных установках с обычными угольными котлами, при чем первые работают гл. обр. ночью, во время действия удешевленных тарифов на эл.-энергию, или же в переходное время (вес-



Черт. 16.



Черт. 17.

ной и осенью), тогда как вторые включаются в работу гл. обр. в дневные часы и при сильных холодах.

На черт. 19—эл. водогрейный котел малого объема для постоянной работы фирмы Oerliken (Швейцария): А—вход обратной воды, В—выход подогретой воды, Т—термометр, V—воздушник, С—спускной кран, Р—эл. подогреватели, К—электропровод.

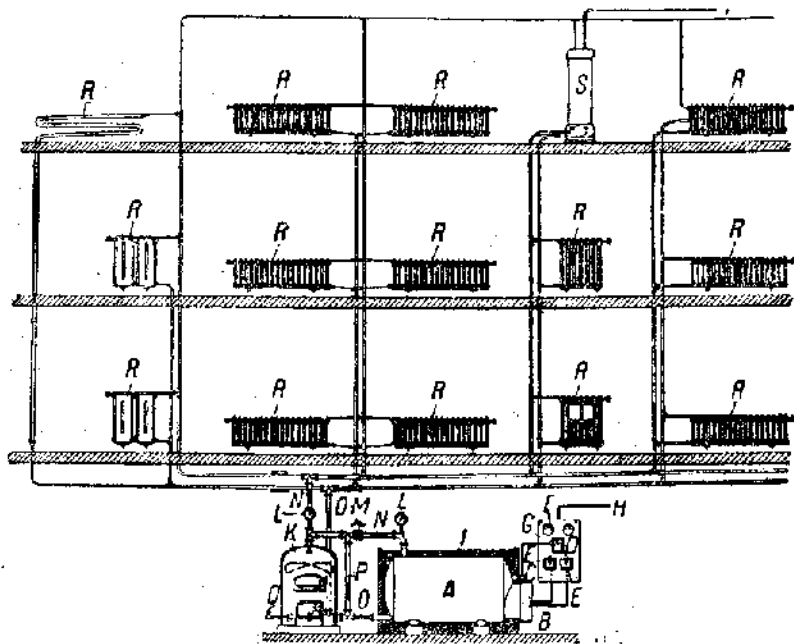
Черт. 20—схема комбинированной установки водяного центрального отопления, имеющей в качестве генератора тепла как обычный чугунный секционный водогрейный котел с коксовой (антрацитной) шахтной топкой, так и котел-аккумулятор, подогреваемый эл.-чеством. На этой схеме: К—чугунный секционный водогрейный котел с шахтной топкой, А—эл. водогрейный котел-аккумулятор, В—эл. нагревательные приборы сопротивления, С—распределительный эл. щит, R—радиаторы, S—расширительный сосуд, Т—предохранительный трубопровод в атмосферу.

6. Паро-воздушное отопление.

Паро-водяная система отопления (черт. 21) от собственно водяной системы отличается лишь способом генерации тепла. В паро-водяных системах отопительная вода подогревается с помощью пара соответствующих параметров в особом паро-водоподогревателе (бойлере) до соответ-

ствующих темп-р, откуда она и разводится обычными для водяных систем способами к отопительным приборам.

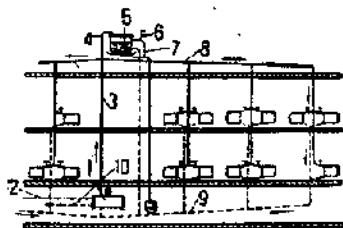
Черт. 21 дает схему паро-водяного отопления. Здесь: 1—паро-водяной подогреватель, 2—пар, 3—подающий стояк, 4—предохранитель-



Черт. 20.

ная (выкидная) труба, 5—расширительный сосуд, 6—воздушник, 7—сливная труба, 8—подающий трубопровод, 9—обратный трубопровод, 10—конденсатопровод.

Паро-водяные системы применяются в фабрично-заводских предприятиях для отопления конторских и жилых зданий, при паровом отоплении фабрично-заводских помещений от производственных котельных или же в районных системах отопления с паровой распределительной сетью, когда на эту сеть приключаются существующие водяные отопительные системы. Для правильной работы паро-водяного отопления требуются те же условия, что и для собственно водяного отопления. Кроме того следует иметь в виду хорошее удаление воздуха и конденсата из паро-водяного подогревателя, при чем для удаления конденсата за подогревателем устанавливается конденсационный горшок, а для удаления воздуха на конденсационном трубопроводе— непосредственно за подогревателем, перед конденсационным горшком,—авто-

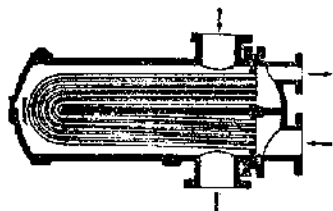


Черт. 21.

матически действующий воздушный вентиль или же обслуживаемый от руки воздушный кран. На черт. 22 и 23 даны наиболее часто применяемые в местных системах отопления типы паро-водяных подогревателей.

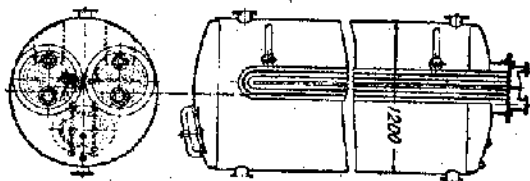
7. Воздушное отопление.

Различают системы воздушного отопления с собственным огневым подогревом воздуха, с кирпичными или чугунными калориферами и системы паро- и водо-воздушные, т. е. с подогревом воздуха с помощью пара или горячей воды в особых воздухоподогревателях (калориферах) с железными или чугунными поверхностями нагрева. Системы первого рода почти совершенно вышли из употребления, тогда как паро- и водо-воздушные системы с пластинчатыми воздухоподогревателями получают все большее и большее распространение, почти полностью вытесняя в отоплении фабрично-заводских зданий обычные системы водяного и парового отопления.



Черт. 22.

Паро- и водо-воздушные системы отопления применяются гл. обр. для отопления больших рабочих помещений, в которых не имеется каких-либо специальных производственных вредностей, как, напр., в слесарных и токарных цехах, сборочных и монтажных залах и т. п.



Черт. 23.

Весьма часто в производственных помещениях воздушное отопление комбинируется с вентиляцией этих помещений.

Дальнейшее рассмотрение воздушного отопления в виду его непосредственной связи с вентиляционными установками сделано в разделе «Вентиляция».

§ 4. Районное отопление и теплофикация.

В фабрично-заводских предприятиях, больничных городках и т. п. наиболее целесообразными являются централизованные, т. е. районные, системы отопления, с центральной генерацией тепла в одной общей котельной и распределением его по местным отопительным системам с помощью особой теплопроводной сети.

Преимуществом централизованных систем отопления являются: повышение кпд центральных котельных установок по сравнению с небольшими местными котельными и возможность использования местных и

низкосортных видов топлива. Исключительно целесообразной является комбинация крупных районных отопительных установок с силовыми станциями в виде тепло-электроцентралей, дающих тепло и эл.-энергию. В данное время необходимо все вопросы отопления отдельных зданий и целых комплексов этих зданий рассматривать в первую очередь с точки зрения требований теплофикации и возможности присоединения их к какой-либо теплофикационной установке.

Недостатки районного отопления заключаются гл. обр. в добавочных тепловых потерях теплопроводных сетей, достигающих примерно 8—15% и выше, а также в добавочных затратах на прокладку магистральных теплопроводов. Однако технико-экономические и социально-бытовые преимущества централизованных систем отопления по сравнению с местными системами с избытком покрывают эти недостатки.

Компенсация прямых участков теплопроводов (паропроводов и водоводов) осуществляется: а) с помощью наиболее простой и надежной естественной компенсации—угловой или П-образной. Последний способ компенсации хотя и является весьма простым и надежным, однако обычно он очень дорог в виду значительного удлинения подземных каналов; б) посредством сальниковых компенсаторов, работающих вполне удовлетворительно как на паропроводах, так и на водоводах; этот способ в наших условиях является наиболее дешевым; в) с помощью полнообразных компенсаторов и гибких стальных рукавов, при чем оба рода компенсации являются вполне надежными как на водоводах, так и на паропроводах. Компенсаторы из гибких рукавов особенно оправдали себя в работе на воздушных магистралях, хотя, с другой стороны, они оказываются и наиболее дорогими после П-образных компенсаторов. Компенсаторы на паровых магистралях располагаются примерно через каждые 40—60 м, тогда как на водоводах—через каждые 80—100 м теплопровода. Для монтажа компенсаторов и устройства их опор в подземных каналах устраиваются компенсационные колодцы, к-рые служат одновременно и в качестве смотровых. (Более подробно о теплофикации см. том VI «Теплофикация ж.-д. узлов»).

§ 5. Отопительные приборы и трубопроводы.

1. Отопительные приборы.

В качестве отопительных приборов паровых и водяных систем отопления применяются гладкие железные и ребристые чугунные трубы, гл. же обр. гладкие чугунные радиаторы. Наиболее гигиеничными являются гладкие трубы и радиаторы, а наиболее дешевыми—ребристые чугунные трубы. Гладкие железные и чугунные ребристые трубы применяются обычно для отопления фабрично-заводских производственных помещений, тогда как гладкие радиаторы—для отопления общественных, конторских и жилых зданий. Наиболее целесообразной является установка отопительных приборов вдоль наружных стен под окнами, при этом, чем ниже устанавливаются отопительные приборы, тем сравнительно лучше отопительный эффект и тем равномернее распределение внутренней температуры отапливаемых помещений по вертикали. В фабрично-заводских корпусах, имеющих верхний свет, во избежание холодных токов от световых фонарей вниз следует устанавливать нек-рую часть отопительной поверхности (ок. 50—60% общ. и поверхности нагрева, причитающейся на фонари в крыше) непосредственно под световыми фонарями в виде гладких железных труб.

Наиболее употребительными моделями отопительных приборов в СССР являются двухколонные радиаторы типов «Гамма» и «Польза» с проме-

жутками между секциями в 30 мм и строительной длиной секции в 80 мм при высоте радиаторов от 435 до 1185 мм. Однако эти модели радиаторов совершенно устарели, они слишком тяжелы и требуют примерно 40—42 кг чугуна на 1 м² поверхности нагрева. В последнее время за границей старые, тяжелые модели радиаторов заменяются более легкими, требующими примерно 28—30 кг чугуна на 1 м² поверхности нагрева.

Наиболее целесообразным способом установки радиаторов является укрепление их на консолях, примерно на расстоянии 50—60 мм от стен и 120—150 мм от пола. Таким же образом монтируются и гладкие железные и чугунные ребристые трубы.

2. Трубопроводы.

Для транспорта и распределения теплоносителей отопительных установок, —пара и горячей воды, —применяются железные, —газовые и фланцевые, —трубы, сварные и цельнотянутые, при чем газовые трубы наиболее рационально применять до внутренних диам. в 2—2¹/₂", тогда как фланцевые —от 3" и выше. Для соединений фланцевых труб применялись ранее фланцы и чугунные фасонные части, однако за последнее время старые фланцевые соединения почти полностью заменяются автогенной и эл. сваркой, а чугунные фасонные части —автогенно сваренными соединительными частями, и фланцевые соединения обычного типа применяются только для соединения труб с запорными вентилями и задвижками и другой трубопроводной арматурой в виде компенсаторов, водоотделителей и т. д.

§ 6. Расчет отопительных установок.

1. Расчет тепловых потерь отапливаемых зданий.

Для определения величин поверхности нагрева отопительных приборов и генераторов тепла, необходимых для поддержания внутренних темп-р отапливаемых зданий, требуется установить тепловые потери этих зданий. Величина тепловых потерь последних зависит от метеорологических условий данной местности, от внутренних темп-р отапливаемых зданий и от теплотехнических свойств строительных материалов и конструкций внешних ограждений этих зданий.

1) В качестве расчетных минимальных темп-р наружного воздуха принимаются средние минимумы из абсолютных годовых минимумов данной местности по крайней мере за 10—15 последних лет (см. табл. 7).

2) Расчетные разности темп-р для определения тепловых потерь через строительные конструкции, разделяющие отапливаемые помещения от не отапливаемых помещений и пространств, берутся следующие: а) для полов, расположенных над подпольями, не углубленными в землю, или под не отапливаемыми подвалами, имеющими окна, —в 50°, а для полов, расположенных над подвалами без окон, —в 40°, максимальных расчетных разностей темп-р, принятых для наружных ограждений в той или иной местности; б) для потолков верхних этажей, над к-рыми расположены не отапливаемые чердачные помещения, —в 80°, максимальных расчетных разностей темп-р.

В табл. 8 даны внутренние темп-ры отапливаемых помещений, соответствующие, по современному представлению гигиены, наиболее благоприятным условиям теплообмена между человеческим организмом и окружающей средой при деятельности людей, соответствующей назначению этих помещений.

3) Часовое количество тепла, передаваемое при установившемся тепловом состоянии от внутреннего (теплого) воздуха отапливаемых поме-

Табл. 7. Абсолютные минимумы температур наружного воздуха и средние из абсолютных годовых минимумов наружного воздуха за ряд лет для различных мест СССР.

Наименование пунктов наблюдений	Абс. минимум темп-р наружного воздуха	Средн. из годовых абс. минимумов темп-р наружного воздуха за ряд лет	Наименование пунктов наблюдений	Абс. минимум темп-р наружного воздуха	Средн. из годовых абс. минимумов темп-р наружного воздуха за ряд лет
Акмолинск	-48,9	-38,3	Нерчинск	-63,5	-47,1
Алма-Ата	-34,7	-23,3	Николаев	-23,7	-20,5
Архангельск	-44,8	-35,6	Николаевск-на-Амуре	-45,8	-40,3
Астрахань	-29,8	-24,6	Новгород	-37,0	-31,3
Ашхабад	-25,8	-15,0	Новороссийск	-23,6	-14,7
Баку	-13,2	-5,4	Новосибирск	-11,1	-44,5
Батум	-5,6	-3,9	Одесса	-25,0	-18,5
Березники (Соликамск)	-18,8	-12,1	Омск	-18,8	-10,6
Благовещенск	-41,2	-35,0	Орел	-38,2	-30,8
Богословск	-18,0	-13,6	Оренбург	-41,7	-34,5
Брянск	-38,0	-30,4	Пенза	-41,4	-31,6
Витебск	-31,7	-27,9	Пермь	-43,9	-36,9
Владивосток	-30,2	-23,2	Петрозаводск	-58,1	-32,1
Владикавказ	-27,7	-19,9	Полтава	-31,4	-25,6
Владимир	-42,0	-32,3	Поти	-10,4	-4,4
Вологда	-41,0	-34,9	Псков	-37,7	-26,8
Воронеж	-38,5	-31,9	Ростов-на-Дону	-30,0	-23,0
Горький	-39,4	-31,8	Рязань	-40,5	-31,9
Грозный	-32,4	-23,7	Самарканд	-23,7	-17,1
Дербент	-11,0	-10,6	Саратов	-40,3	-39,9
Днепропетровск	-30,8	-22,9	Свердловск	-42,4	-38,9
Иваново	-41,7	-31,1	Севастополь	-20,1	-13,9
Ирбит	-16,4	-38,8	Семипалатинск	-51,4	-40,7
Иркутск	-50,2	-41,7	Симферополь	-26,0	-16,5
Казалинск	-32,9	-28,8	Смоленск	-35,3	-29,0
Казань	-43,4	-33,4	Ставрополь	-31,1	-21,3
Калуга	-42,5	-23,1	Сталинград	-31,6	-24,0
Кемь	-40,8	-32,6	Таганрог	-27,5	-21,3
Керчь	-25,6	-14,5	Тамбов	-38,7	-31,8
Киев	-30,0	-23,7	Ташкент	-23,1	-19,5
Киров	-40,8	-35,6	Тифлис	-14,8	-10,9
Кичкас (Александровск)	-29,5	-22,0	Тобольск	-46,0	-39,5
Кола	-39,4	-35,1	Томск	-51,9	-4,1
Кострома	-40,9	-33,3	Тула	-33,1	-32,6
Краснодар	-17,0	-9,2	Тюмень	-60,0	-37,7
Красноярск	-29,0	-20,2	Ульяновск	-39,6	-31,7
Кузбасс	-47,1	-40,5	Уральск	-40,8	-32,5
Курган	-42,0	-34,1	Уфа	-40,9	-33,9
Курск	-48,2	-37,6	Харьков	-36,9	-23,7
Кутаис	-30,5	-23,1	Херсон	-31,4	-21,0
Ленинскан	-10,4	-7,1	Чарджуй	-20,9	-17,4
Ленинград	-31,7	-27,0	Челябинск	-45,4	-36,3
Луганск	-31,6	-25,7	Чернигов	-32,2	-26,5
Магнитогорск (В. Уральск)	-39,0	-27,0	Чита	-48,6	-44,0
Минск	-39,7	-37,7	Эривань	-26,7	-18,7
Москва	-33,0	-26,2	Якутск	-64,4	-58,0
Нарым	-40,8	-33,7	Ялта	-13,5	-8,2
	-51,9	-46,2	Ярославль	-41,0	-31,0

шений наружному (холодному) воздуху через внешнее ограждение этих помещений, определяется обычно по ф-ле Ньютона:

$$Q_{\text{час}} = K \cdot F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \text{ cal./ч.}, \quad (1)$$

Табл. 8. Расчетные температуры внутреннего воздуха отапливаемых помещений.

Наименование помещений	Расчетные температуры внутреннего воздуха отапливаемых помещ. в °C	Наименование помещений	Расчетные температуры внутреннего воздуха отапливаемых помещ. в °C
Жилые здания.		Фойе, буфеты и курительные комнаты	
Жилые помещения	18—20	Помещения кино, предназначенные для зрителей, как-то: зрительные залы, фойе, буфеты, курительные, уборные и уборные для театров и клубов	18—18
Внутренние коридоры	18	Служебные помещения для кино	15
Кухни без учета тепла, выделяемого кухонными очагами	15	Лестничные клетки, сообщающиеся непосредственно с наружным воздухом и отапливаемыми помещениями	16—19
Уборные	18	Черные лестницы	12
Ванные комнаты	23		
Внутренние лестницы	18		
Лестничные клетки, непосредственно соединенные с наружным воздухом и отапливаемыми помещениями	12		
Черные лестницы	10		
Больницы, клиники, санатории и т. п.		Бани.	
Больничные палаты для взрослых	20	Раздежные	25
Палаты для детей	22	Мыльные	30
Операционные, родильные и водолечебные комнаты, ванные, душевые	25	Парильные	40
Служебные помещения	18—20	Ванные и душевые	25
Уборные	20	Залы бассейнов для плавания	23—25
Внутренние лестницы и коридоры	20	Служебные помещения, уборные и т. п.	20
Запасные лестничные клетки	15		
Учебные заведения, учреждения, клубы, театры, кино и т. п.		Помещения специального назначения.	
Классные комнаты и кабинеты	18	Общественные для красноармейцев	
Ресурсные помещения для умственного труда	18—20	Музей, картинные галереи и т. п.	18
Аудитории	18—18	Универсальные магазины	15
Спортивные залы	15	Магазины колониальных товаров	15
Служебные помещения, комнаты для преподавателей и уборные для артистов	18—20	Мясные, зеленые, молочные и т. п.	5
Общие залы, внутренние лестницы и коридоры	18—18	Гаражи с провозом отцепов, прочие сами (огомот, мойка и т. п.)	10
Душевые	23	Гаражи-стоянки	5
Уборные	15		
Зрительные залы театров и клубов до начала открытия	18—18	Производственные помещения.	
		Производственные помещения, предназначенные для легкой работы	18—20
		То же для умеренного физического труда	15—18
		То же для усиленного физического труда	12—15

где Q —часовое количество передаваемого тепла в cal, K —коэф-т теплопередачи внешних ограждений в cal./м² °C час, $t_{\text{в}}$ —температура внутреннего воздуха в °C, $t_{\text{н}}$ —температура наружного воздуха в °C, F —поверхность внешних ограждений в м².

Табл. 9. Коэффициенты теплопроводности строительных материалов и конструкций.

№ по порядку	Наименование строительных материалов и конструкций	Вес единицы объема кг/м ³ .	Коэффициент теплопроводности λ кал./м °С час	Удельное сопротивление теплопередаче $\frac{1}{\lambda} = R$ м ² °С час/кал.
1	Алебастровые доски, плиты, чистый алебастровый растол.	1250	0,40	2,50
2	Асбест чистый, свободный	500	0,13	7,70
3	Асбестовая мелочь и набивка	400	0,10	10,00
4	То же	800	0,13	7,70
5	Асбестовый картон	980	0,13	8,60
6	Асбошифр (эвалант)	1900	0,35	2,85
7	Асфальтовые полы, слои и т. п.	1800	0,82	1,20
8	Бетон т.р. обожженный (цемент, песок, щебень)	2000	1,10	0,90
9	Бетон литой	1900	1,00	1,00
10	Железобетон набивной	2300	1,33	0,75
11	Шлако-бетон набивной в наружных ограждениях	1200	0,50	2,00
12	То же, защищенный от дейст. из влаги	1750	0,45	2,22
13	Наружная стена из шлако-бетонных пустотелых камней	1250	0,55	1,82
14	Шлакобетон легкий набивной, с добавкой измельченных шлаков, в наружных ограждениях	800	0,40	2,50
15	То же, защищенный от действия влаги	900	0,30	3,33
16	Наружные стены из пустотелых шлако-бетонных камней	800	0,35	2,85
17	Войлок обыкновенный	300	0,04	25,00
18	Грунт растительный (песчаный, суглинистый и т. п.)	1900	2,00	0,50
19	То же сухой (под давлением)	1800	1,00	1,00
20	Засыпка в перекрытиях из сухого песка	1100	0,40	2,50
21	То же из сухого мелкого строительного мусора, растительной земли и т. п.	1500	0,30	3,33
22	Глино-сечная смазка в перекрытиях	1800	0,50	2,00
23	Глино-бетонные наружные стены и стены из кирпича сырого	2000	0,80	1,25
24	То же защищенные от влияния влаги	1900	0,60	1,65
25	Дерево (сосна и ель) при потоке тепла поперек волокон, в наружных ограждениях	600	0,15	6,66
26	То же при потоке тепла вдоль волокон	600	0,33	3,00
27	Дерево (сосна и ель) при потоке тепла поперек волокон в "нутренних" стенах	600	0,12	8,33
28	Дуб при потоке тепла поперек волокон	800	0,2	5,00
29	То же при потоке тепла вдоль волокон	800	0,35	2,90
30	Древесно-цементные плиты (оилки и портланд-ский цемент)	800	0,15	6,60
31	Древесные стружки в качестве набивки	300	0,10	10,00
32	Древесные опилки в качестве засыпки	200	0,08	12,50
33	Железо	7500	50,00	0,02
34	Картон обыкновенный	700	0,15	6,60
35	То же неплотный	500	0,12	8,00
36	Бумага оберточная	—	0,08	12,50
37	Толь бумажный	—	0,20	5,00
38	Толь войлочный	—	0,15	6,60
39	Кладка из гравита, базальта, доломита и т. п.	2000	2,50	0,40
40	Кладка из плотного известняка, песчаника и т. п.	2200	1,50	0,66
41	Кирпичные стены из обожженного кирпича, наружные	1700	0,70	1,43
42	То же внутренние	1850	0,60	1,65
43	Стены из силикатного кирпича, наружные	1900	0,90	1,25
44	То же внутренние	1850	0,70	1,43

Табл. 9 (продолжение).

Мат по порядку	Наименование строительных материалов и конструкций	Вес единицы объема кг/м³	Коэффициент тепло- проводности λ cal/м² °C ч.с	Удельное сопротивление теплопроводности $\frac{1}{\lambda} = r$ м² °C ч.с cal.
45	Стены из песчано-цементных кирпичей	2000	1,10	0,90
46	То же	1800	0,90	1,10
47	Коксовая мелочь сухая в качестве засыпки	1000	0,13	7,70
48	Кожа сухая, поток тепла поперек волокон	1000	0,13	7,70
49	Пемзовый щебень с мелочью	600	0,20	5,00
50	Пробковые плиты	150	0,04	25,00
51	То же	250	0,05	20,00
52	То же	350	0,08	12,70
53	То же	500	0,09	11,10
54	Пробковая мелочь в засыпке	150	0,035	28,6
55	Резина мягкая	1000	0,16	6,25
56	Резина твердая	1200	0,20	5,00
57	Соломит	150	0,05	20,00
58	Камышит	200	0,06	16,60
59	Солома резаная в качестве набивки	120	0,04	25,00
60	Снег не уплотненный	300	0,20	5,00
61	Снег уплотненный	500	0,10	2,00
62	Лед	—	2,00	0,50
63	Вода	—	0,50	2,0
64	Стекло зеркальное	2500	0,70	1,43
65	Стекло оконное	2500	0,85	1,55
66	Торфяная мелочь в засыпке	150	0,05	20,00
67	То же	250	0,07	14,00
68	Торф, сфагнум в плотной набивке	300	0,07	14,00
69	Торфяные плиты	200	0,05	20,00
70	То же	400	0,07	14,00
71	Трепел (инфузорная земля, кизельгур, диатомовая земля) в засыпке	200	0,04	25,00
72	То же	300	0,06	16,60
73	Кирпичи из обожженного трепела	200	0,07	14,00
74	То же	400	0,10	10,00
75	Шлаковая засыпка	700	0,16	6,25
76	Шлаковая засыпка из размельченных доменных шлаков	350	0,10	10,00
77	Штукатурка известковая по наружной кирпичной поверхности	1700	0,75	1,30
78	То же по внутренней кирпичной поверхности	1400	0,60	1,65
79	То же по дроби	1600	0,45	2,20
80	Штукатурка алебастровая по дроби	1100	0,85	2,85

Коэф-т теплопередачи определяется из ур-ния:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + R'_e + R''_e + \dots + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (2)$$

откуда:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \sum R_e + \frac{1}{\alpha_n}}. \quad (2-a)$$

В этих ур-иях: α_2 — коэф-т теплоперехода от внутреннего, теплого, воздуха к внутренней поверхности наружного ограждения в $\text{cal}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$, α_n — коэф-т теплоперехода от внешней поверхности наружного ограждения к наружному (холодному) воздуху в $\text{cal}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$, δ_1, δ_2 и т. д. — толщина различных слоев, входящих в строительную конструкцию внешних ограждений, λ_1, λ_2 и т. д. — коэф-ты теплопроводности соответствующих слоев строительной конструкции в $\text{cal}/\text{м } ^\circ\text{C ч.}$ (см. табл. 9), R'_0, R''_0 и т. д. — сопротивления теплопроницанию воздушных прослоек, входящих в строительную конструкцию наружных ограждений, в $\frac{\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}}{\text{cal}}$ (табл. 10).

Физическую сущность первой части ур-ия (2) можно определить как суммарное сопротивление, оказываемое теплопередаче данной строительной конструкции внешнего ограждения, тогда как правая его часть представляет собою сумму термических сопротивлений отдельных элементов этой строительной конструкции.

Передача тепла от поверхности твердых стенок воздуху и обратно осуществляется с помощью теплопроводности воздуха, конвекции и лучеиспускания твердых стенок. Коэф-т теплоперехода можно выразить след. ф-лой:

$$\alpha = \alpha_x + \alpha_z \text{ cal}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}, \quad (3)$$

где α_x — коэф-т теплоперехода, обусловленный теплопроводностью и конвекцией воздуха, в $\text{cal}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$, α_z — коэф-т теплоперехода, обусловленный лучеиспусканием, в $\text{cal}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$

На основании опытных данных W. Nusselt'a α_x можно выразить след. ф-лами.

1. Для вертикальных стен.

а) При разности темп-р поверхности твердой стенки и окружающего воздуха $\Delta t \leq 5^\circ\text{C}$:

$$\alpha_x = 3,0 + 0,08 \Delta t \text{ cal}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}; \quad (4)$$

б) при разности темп-р $\Delta t > 5^\circ\text{C}$:

$$\alpha_x = 2,2 \sqrt{\Delta t} \text{ cal}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (5)$$

2. Для горизонтальных стенок по опытам K. Henchy:

$$\alpha_x = 2,8 \sqrt{\Delta t} \text{ cal}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (6)$$

В приведенных выше ф-лах Δt обозначает разность темп-р поверхности твердой стенки и окружающего воздуха в $^\circ\text{C}$.

Коэф-т теплоперехода, обусловленный обменом лучистой теплотой твердых стенок с различными поверхностными те-рами α_z , м. б. выра-

Табл. 10. Сопротивление теплопроницанию воздушных прослоек в строительных конструкциях по опытам W. Nusselt'a.

Толщина возд. прослойки в см	Вертик. и горизонт. прослойки с потоком тепла снизу вверх $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$	Горизонт. возд. прослойки с потоком тепла сверху вниз $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$
До 1	0,14	0,17
2	0,16	0,19
3	0,17	0,21
4	0,18	0,22
6	0,20	0,23
15	0,22	0,24

жен, с достаточной для технических расчетов точностью, след. модифицированной ф-лой Stefan-Boltzmann'a:

$$\alpha_A = \frac{C_A \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{T_1 - T_2} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}, \quad (7)$$

где C_A — коэф-т обмена лучистой теплотой между теплыми и холодными стенками; для случаев расчета тепловых потерь жилых помещений его можно принять равным коэф-ту лучеиспускания поверхностей данных стенок, т. е. $C_A = C$ в $\text{cal./m}^2 (^\circ\text{C})^4 \text{ ч.}$ Значения коэф-та лучеиспускания для различных материалов и поверхностей даны в табл. 11.

Принимая далее во внимание, что в температурных границах, имеющих место при расчетах тепловых потерь зданиями, выражение:

$$\frac{\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4}{T_1 - T_2},$$

известное под названием температурного коэффициента, весьма близко к единице, будем иметь:

$$\alpha_A = C_A = C \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (7-a)$$

Обобщая все сказанное выше, получим след. ф-лы для внутреннего коэф-та теплоперехода α_s .

1. Для вертикальных стен:

$$a) \alpha_s = 3,0 + 0,08t + C \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (8)$$

при $\Delta t \leq 5^\circ \text{C}$;

$$б) \alpha_s = 2,2 \sqrt{\Delta t} + C \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (9)$$

при $\Delta t > 5^\circ \text{C}$.

2. Для горизонтальных стенок:

$$\alpha_s = 2,8 \sqrt{\Delta t} + C \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (10)$$

Значение коэф-тов теплоперехода для внешних поверхностей наружных ограждений отапливаемых помещений определяется также из уравнения (3):

$$\alpha_n = \alpha_k + \alpha_A \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$$

По опытам Jurges'a можно принять:

$$a) \alpha_k = 5,3 + 3,6 W \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (11)$$

при $W \leq 5 \text{ м/сек.}$;

$$б) \alpha_k = 6,47 \cdot W^{0,75} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (12)$$

при $W > 5 \text{ м/сек.}$

В ур-ях (11) и (12) W обозначает скорость движения воздуха вдоль теплоотдающей или тепловоспринимающей стенки в м/сек. , в нашем случае — среднюю скорость ветра в м/сек.

Коэф-т теплоперехода, обусловливаемый теплообменом лучистой теплотой теплой и холодной стенок, в данном случае определяется также по ф-ле (7), т. е.:

$$\alpha_A = C_A = C \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$$

Табл. 11. Коэффициенты лучеиспускания для различных материалов и поверхностей при температурах в 18—30° С.

№ по порядку	Наименование материала	Род излучающей поверхности	Коэффициент лучеиспускания	
			в % от коэф. та же поверхности абс. черного тела	абс. значения коэф. та же поверхности в cal/m ² (3° С) ч.
1	Абс. черное тело		100,0	4,98
2	Латунь	Полированная	5,0	0,25
3	Латунь	Шероховатая, непосредственно из-под прокатного стана		
4	Медь	Полированная	6,9	0,34
5	Алюминий		4,0	0,20
6	Алюминий листовой	Шероховатая	6,2	0,30
7	Алюминиевый лак	Гладкая, блестящая	7,1	0,35
8	Железо листовое	Полированная и никелированная	40,0	1,98
9	"	Луженая блестящая	5,80	0,29
10	"	Луженая матовая	5,70	0,28
11	"	Оцинкованная новая	8,20	0,41
12	"	Оцинкованная старая	22,80	1,13
13	"	Свежеобработанная наждаком	27,60	1,37
14	"	Покрытая ржа чиной	24,20	1,20
15	Сталь листовая	Непосредственно из-под прокатного стана	88,60	3,40
16	"	Покрытая плотным блестящим окисленным слоем	85,70	3,26
17	Чугун	Свежеобработанная	61,90	2,06
18	"	Гладкая, но не обработанная	43,50	2,16
19	"	Шероховатая, не обработанная	50,20	2,98
20	Белая эмаль на железе	Гладкая и блестящая	81,90	4,06
21	Лаковая окраска (средняя для различных цветов)	Гладкая и блестящая	89,70	4,45
22	Смазочное масло	Гладкая и блестящая	87,70	4,5
23	Гипс		82,00	4,17
24	Дубовое дерево	Гладкая	90,30	4,48
25	Резина серая, мягкая	Строганая	89,50	4,14
26	Резина черная, твердая	Шероховатая	86,90	4,26
27	Асбестовый шифер	Гладкая	94,50	4,69
28	Кирпич красный	Шероховатая	98,00	4,76
29	Фаянс	Гладкая	98,00	4,81
30	Стекло	Глазурованная	93,40	4,53
31	Толь	Гладкая	93,70	4,65
32	Мрамор светлосерый	Шероховатая	91,00	4,52
33	Змеевик	Полированная	93,10	4,82
34	Кварц (плавленый)	Полированная	90,00	4,47
35	Бумага белая	Гладкая	93,00	4,61
		Матовая	94,4	4,63

Обобщая все сказанное выше, получим для определения коэф-та тепло-перехода для внешних поверхностей наружных стенок α_n след. ф-лы:

$$а) \alpha_n = 5,3 + 3,6W + C \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (13)$$

при $W \leq 5 \text{ м/сек.}$:

$$б) \alpha_n = 6,5W^{0,78} + C \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (14)$$

при $W > 5 \text{ м/сек.}$

Принимая коэф-т лучеиспускания C поверхностей наружных ограждений, состоящих из обычных строительных материалов (кирпича, камня, бетона, дерева и т. п.), в $4,4 \text{ cal./m}^2 \text{ } (^\circ\text{C})^4 \text{ ч.}$, метеорологические условия средних поясов СССР и нормальный установившийся тепловой режим отапливаемых зданий, с помощью приведенных выше ф-л получим след. средние числовые значения коэф-тов теплоперехода.

1. Для внутренних поверхностей.

а) Для поверхностей наружных ограждений:

$$\alpha_s = 7,5 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.};$$

б) для поверхностей в не отапливаемых помещениях:

$$\alpha_s = 5 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.};$$

γ) для двойных окон:

$$\alpha_s = 9 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$$

2. Для наружных поверхностей.

а) Для зданий, расположенных в сельских местностях или на окраинах городов:

$$\alpha_n = 20 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч. (при } W_{cp} \approx 3 \text{ м/сек.);}$$

б) для зданий, расположенных в центральных городских районах:

$$\alpha_n = 15 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч. (при } W_{cp} \approx 2 \text{ м/сек.);}$$

в) для перекрытий под чердаками:

$$\alpha_n = 10 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч. (при } W_{cp} \approx 1 \text{ м/сек.);}$$

г) для поверхностей внутренних стен не отапливаемых помещений, граничащих с отапливаемыми:

$$\alpha_n = 5 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$$

В табл. 12 даны коэф-ты теплопередачи k для нек-рых наиболее употребляемых в практике строительных конструкций ограждений отапливаемых помещений, рассчитанные с помощью приведенных выше ф-л и данных.

При определении тепловых потерь отапливаемых помещений в расчет принимаются след. обмеры теплоотдающих поверхностей: а) окон и наружных дверей — по строительным проемам в их наибольшем измерении;

Табл. 12. Коэффициенты теплопередачи строительных конструкций.

Наименование строительных конструкций	Толщина строительных конструкций без оштукатурки и отопления в см					
	25	38	51	64	77	90
	Коэф-ты теплопередачи в $\text{cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$					
Кирпичная кладка из красного кирпича как наружная стена	1,75	1,30	1,10	0,90	0,76	0,67
То же как внутренняя стена	1,35	1,05	0,85	0,75	—	—
	Толщина строительных конструкций без оштукатурки и отопления в см					
	20	30	40	50	60	70
	Коэф-ты теплопередачи в $\text{cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$					
Железобетон как наружная стена	2,50	2,10	1,85	1,60	1,45	1,30
То же с внутренним отоплением легким шлакобетоном ($\gamma=800 \text{ кг/м}^3$) при толщине отопительного слоя:						
10 см	1,60	1,40	1,25	1,15	1,05	1,00
20 "	1,15	1,05	0,95	0,90	0,85	0,80
30 "	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
Набивной бетон с каменным щебнем (галькой) как наружная стена	2,35	1,95	1,65	1,45	1,30	1,20
То же с внутренним отоплением легким шлакобетоном ($\gamma=800 \text{ кг/м}^3$) при толщине отопительного слоя:						
10 см	1,50	1,30	1,20	1,05	1,00	0,90
20 "	1,10	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75
30 "	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
То же как внутренняя стена	2,10	1,75	1,50	1,30	—	—
Набивной бетон с кирпичным щебнем как наружная стена	2,25	1,85	1,55	1,35	1,20	1,10
То же, с внутренним отоплением легким шлакобетоном ($\gamma=800 \text{ кг/м}^3$) при толщине отопительного слоя:						
10 см	1,45	1,25	1,10	1,00	0,90	0,85
20 "	1,05	0,95	0,90	0,80	0,75	0,70
30 "	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
То же как внутренняя стена	2,00	1,65	1,40	1,20	1,10	—
Шлако-бетон набивной как наружная стена ($\gamma=1250 \text{ кг/м}^3$)	1,85	1,30	1,05	0,90	0,75	—
То же как внутренняя стена	1,45	1,15	0,95	0,80	—	—
Кладка из шлако-бетонных пустотелых кирпичей ($\gamma=1250 \text{ кг/м}^3$) как наружная стена	1,55	1,20	1,00	0,80	0,70	—
То же как внутренняя стена	1,35	1,10	0,90	0,75	—	—
Легкий набивной шлако-бетон ($\gamma=800 \text{ кг/м}^3$) как наружная стена	1,45	1,10	0,90	0,75	0,65	—
То же как внутренняя стена	1,20	0,95	0,75	0,65	—	—
Кладка из легких пустотелых шлако-бетонных кирпичей ($\gamma=800 \text{ кг/м}^3$) как наружная стена	1,35	1,00	0,80	0,70	0,60	—
То же как внутренняя стена	1,10	0,85	0,70	0,60	—	—

Табл. 12 а.

Наименование строительных конструкций	Коэф-ты тепло-передачи в $\text{cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C. ч.}$
Стена конструкции Георга из кирпичной кладки толщиной $2 \times 12 \text{ см}$ при толщине воздушной прослойки, засыпанной шлаками:	
12 см	0,75
18 "	0,60
Железобетонные междуэтажные перекрытия толщиной в 10—20 см со шлаковой насыпкой в 10 см толщины и деревянным полом настилом по деревянным брусам:	
как пол	0,60
как потолок	0,65
Железобетонные перекрытия под чердаками толщиной в 10—20 см при толщине шлаковой насыпки:	
10 см	1,05
20 "	0,65
Железобетонные перекрытия под чердаками с утеплением торфяными плитами при толщине плит:	
3 см	1,20
4 "	1,00
5 "	0,85
То же со шлаковой насыпкой по торфяным плитам в 10 см толщины при толщине плит:	
3 см	0,65
4 "	0,67
5 "	0,60
Одинарные окна в железных рамах	6,00
Одинарные окна с деревянными рамами	6,00
Двойное остекление в одной деревянной раме	3,50
Двойные окна с деревянными рамами	2,80
Наружные двойные деревянные двери	3,00

б) наружных стен: 1) высоту стен — от пола данного этажа до верха пола выше лежащего этажа или до верха засыпки на чердаке; для первых этажей в измерение высоты стен включается также и толщина конструкции пола этих этажей; 2) длину стен угловых помещений — от внешних плоскостей углов до осевых линий внутренних стен или перегородок; 3) длину стен средних помещений — от осевой линии одной внутренней стены до осевой линии другой;

в) полов и потолков: длину и ширину — от внутренних поверхностей наружных стен до осевых линий внутренних стен.

В виду невозможности расчетным путем определить влияние некоторых метеорологических и др. факторов на величину тепловых потерь отапливаемых зданий это влияние учитывается с помощью особых, установленных практикой, добавок, выражаемых в % от тепловых потерь, рассчитанных нормально по ф-ле (1). Обычно принимаются след. добавки:

1) добавки, учитывающие расположение наружных ограждений отапливаемых зданий по отношению к странам света (табл. 13);

пичные наружные стены в $2\frac{1}{2}$ кирпича и двойные окна, на 1°C разности темп-р внутреннего и внешнего воздуха можно ориентировочно принять равными:

$$\beta_0 = \frac{1,6}{V_n} \text{ cal./м}^3\text{ }^\circ\text{C ч.}, \quad (15)$$

где V_n — наружный объем отапливаемых зданий в м^3 .

2. Расчет поверхностей нагрева отопительных печей.

Поверхности нагрева кирпичных отопительных печей средней и большой теплоемкости рассчитываются примерно на 60% максимальной расчетной часовой потери тепла отапливаемых помещений, имея в виду, что при минимальных расчетных темп-рах наружного воздуха печь будет топиться два раза в сутки. Тогда поверхность нагрева печи определится из ф-лы:

Табл. 15.

Типы печей	Средняя за сутки часовая теплоотдача 1 м^2 поверхности нагрева печи в cal.
Кирпичные печи большой теплоемкости для отопления антрацитом (продолжительность топки—6—8 час.)	350
То же средней теплоемкости	300
Кирпичные печи большой теплоемкости для отопления дровами, торфом, соломенными брикетами и т. п. (продолжительность топки—1,5—2 часа)	250
То же средней теплоемкости	200

$$F_n = \frac{0,6 \cdot Q_{\text{час}}^{\text{max}}}{q} \text{ м}^2, \quad (16)$$

где F —поверхность нагрева печи в м^2 , $Q_{\text{час}}^{\text{max}}$ — часовая максимальная теплопотеря отапливаемых помещений в cal. , q —средняя за сутки часовая теплоотдача 1 м^2 поверхности нагрева печи в $\text{cal./м}^2\text{ ч.}$

Среднюю за сутки часовую теплоотдачу 1 м^2 кирпичных печей средней и большой теплоемкости типа

Всесоюзного теплотехнического ин-та при условии, что максимальные поверхностные темп-ры печи не будут превышать 100°C , можно принимать по табл. 15.

3. Расчет поверхностей нагрева отопительных приборов для центральных систем отопления.

Поверхность нагрева отопительных приборов рассчитывается по ф-ле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{час}}^{\text{max}}}{k(t_{\text{ср.пр}} - t_0)} \text{ м}^2, \quad (17)$$

где: F —поверхность нагрева отопительных приборов в м^2 , $Q_{\text{час}}^{\text{max}}$ — часовая максимальная потеря тепла отапливаемых помещений в cal. , k —коэф-т теплопередачи отопительных приборов в $\text{cal./м}^2\text{ }^\circ\text{C ч.}$, $t_{\text{ср.пр}}$ — средняя темп-ра теплоносителя в отопительном приборе в $^\circ\text{C}$, t_0 —нормальная темп-ра внутреннего воздуха, принятая для отапливаемого помещения.

Средние темп-ры теплоносителя в отопительном приборе определяются как среднее арифметическое его начальных и конечных темп-р. Для нормальных условий работы водяных систем отопления жилых, конторских, общественных и т. п. зданий темп-ра отопительной воды в подающем водоводе принимается в $90-95^\circ$, тогда как обратная—в $65-70^\circ$ и средняя темп-ра отопительной воды в приборе,—напр.: $\frac{90+70}{2} = 80^\circ \text{C}$.

При паровом отоплении низкого давления средняя темп-ра в отопительных приборах принимается обычно в 100°C , тогда как при паровом отоплении высокого давления она определяется рабочим давлением пара в радиаторах.

Величина коэф-тов теплопередачи отопительных приборов зависит от их материала, конструктивных форм, а гл. обр. от разности между средней темп-рой теплоносителя в приборе и темп-рой внутреннего воздуха отапливаемых помещений.

а) Радиаторы. Коэф-т теплопередачи k свободно стоящих радиаторов является функцией средней разности темп-р теплоносителя в радиаторе и окружающего воздуха Δt в $^\circ \text{C}$, количества секций радиатора n , его высоты h , строительной глубины b , расстояния между секциями d и толщины этих секций a . Наибольшее влияние на величину k радиаторов оказывают: средние разности темп-р, количество секций, высота и строительная глубина радиаторов.

На основании опытов Н. Ritschel'я коэф-т теплоотдачи чугунных гладких двухколонных радиаторов, с расстоянием между секциями не менее 25 мм, при водяном отоплении м. б. выражен по L. Dietz'у след. одночленной ф-лой:

$$k_s = 1,6 \frac{(t_{cp, np} - t_a)^{0,4}}{n^{0,119}} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ \text{C ч.}; \quad (18)$$

при паровом отоплении низкого давления—модифицированной ф-лой Dietz'a:

$$k_n = 1,7 \frac{(t_{cp, np} - t_a)^{0,4}}{n^{0,119}} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ \text{C ч.} \quad (19)$$

Обозначения ф-л (18) и (19) известны из предыдущего изложения.

K. Thomas на основании своих опытов, проведенных им в Дармштадтской высшей технической школе, дает для коэф-тов теплопередачи чугунных гладких радиаторов след., более уточненную, ф-лу:

$$k = \zeta \frac{d^{0,173} \cdot (\Delta t_{cp})^{0,368}}{a^{0,346} \cdot h^{0,126}} + C \cdot \tau \cdot \varphi \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ \text{C ч.} \quad (20)$$

В приведенной ф-ле (20) ζ —константа, равная по Thomas'у: 1) при водяном отоплении: а) для двухколонных радиаторов—0,572; б) трех- и более колонных радиаторов—0,564; 2) при паровом отоплении константа ζ м. б. принята: а) для двухколонных радиаторов—в 0,63; б) для трех- и более колонных радиаторов—0,62; d —расстояние между секциями радиаторов в м, a —толщина каналов (секций) радиаторов в м, h —полная высота радиаторов без ножек в м, C —коэф-т лучеиспускания чугунной поверхности радиаторов, равный 4,48 cal./m² (°C)⁴ ч., τ —температурный коэф-т, равный:

$$\tau = \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{T_1 - T_2}, \quad (21)$$

где, в свою очередь, T_1 —средняя абсолютная темп-ра поверхности радиатора, принимаемая равной средней абсолютной темп-ре теплоносителя в отопительном приборе, и T_2 —абсолютная темп-ра окружающего радиатор воздуха (поверхностей отапливаемого помещения); φ —угловой коэф-т, учитывающий на основании закона Ламберта влияние пространств и их угловых соотношений лучеиспускающих поверхностей на величину обмена лучистой теплотой последних; по Nusselt'у он равен:

$$\varphi = 1 - \left(1 - \frac{c}{n}\right) \frac{\sqrt{\frac{d}{b} + 1} \cdot \frac{a}{b}}{\frac{a}{b} + 1}, \quad (22)$$

где: n —число секций радиатора, d —расстояние между секциями в м, b —строительная глубина радиатора в м, a —толщина каналов (секции) радиатора в м, c —константа, равная по Thomas'у: а) для двухколонных радиаторов—0,9, б) для трех- и более колонных радиаторов—0,8.

Первый член ф-лы (20) учитывает передачу тепла от поверхности радиатора воздуху, обусловленную теплопроводностью и конвекционными токами воздуха, тогда как вторая часть—передачу тепла лучеиспусканием.

Для чугунных гладких двухколонных радиаторов, применяющихся в Союзе (модели «Гамма» и «Польза»), при $d=0,03$ м, $a=0,05$ м, $b=0,185$ м ф-ла Thomas'a принимает след. вид:

а) для водяного отопления:

$$k_e = 0,88 \frac{(t_{cp, np} - t_g)^{1,368}}{\lambda^{0,126}} + 4,48 \tau \left(1 - \frac{0,67n - 0,6}{n}\right) \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}; \quad (20-a)$$

б) для парового отопления:

$$k_n = 0,97 \frac{(t_{cp, np} - t_g)^{1,368}}{\lambda^{0,126}} + 4,48 \tau \left(1 - \frac{0,67n - 0,6}{n}\right) \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (20-b)$$

Для водяного отопления при $t_{cp, np} = 80^\circ \text{C}$, $t_g = 20^\circ \text{C}$, $\Delta t_{cp} = 60^\circ \text{C}$ и $\tau = 1,36$ ур-ие (20-а) принимает такой вид:

$$k_e = \frac{4,0}{\lambda^{0,126}} + 6,10 \cdot \left(1 - \frac{0,67n - 0,6}{n}\right) \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (20-в)$$

Для парового отопления низкого давления при

$$t_{cp, np} = 100^\circ \text{C}, \quad t_g = 20^\circ \text{C}, \quad \Delta t_{cp} = 80^\circ \text{C} \text{ и } \tau = 1,52$$

ур-ие (20-б) примет вид:

$$k_{n, n} = \frac{4,9}{\lambda^{0,126}} + 6,8 \cdot \left(1 - \frac{0,67n - 0,6}{n}\right) \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (20-г)$$

Для парового отопления высокого давления при $t_{cp, np} = 120^\circ \text{C}$, $t_g = 20^\circ \text{C}$, $\Delta t_{cp} = 100^\circ \text{C}$ и $\tau = 1,66$:

$$k_{n, o} = \frac{5,3}{\lambda^{0,126}} + 7,45 \cdot \left(1 - \frac{0,67n - 0,6}{n}\right) \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (20-д)$$

Наконец из приведенных ур-ий (20-в), (20-г) и (20-д) при среднем числе секций радиаторов $n=8$ получается след. ур-ие для коэф-та теплопередачи радиаторов:

а) при водяном отоплении низкого давления:

$$k_s = \frac{4,0}{h^{0,125}} + 2,5 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}, \quad (20-е)$$

б) при паровом отоплении низкого давления:

$$k_{п.н} = \frac{4,9}{h^{0,125}} + 2,8 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}; \quad (20-ж)$$

в) при паровом отоплении высокого давления:

$$k_{п.в} = \frac{5,3}{h^{0,125}} + 3,0 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (20-з)$$

б) Ребристые чугунные круглые трубы. На основании опытов Н. Ritschel'я коэф-т теплопередачи горизонтальной чугунной круглой трубы с расстояниями между ребрами не менее 17 мм м. б. выражен след. модифицированной ф-лой L. Dietz'a:

$$k = (t_{ср.тр} - t_s)^{0,4}. \quad (23)$$

Значение букв известно из предыдущего изложения.

При расположении нескольких труб друг над другом k уменьшается примерно на 10% по сравнению с k одинарных труб.

в) Гладкие горизонтальные железные трубы. Для одинарных, свободно лежащих горизонтальных железных труб коэф-т теплопередачи по W. Nusselt'у м. б. выражен ф-лой:

$$k = 1,02 \sqrt{\frac{t_{ср.тр} - t_s}{d}} + C \cdot \tau \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (24)$$

Здесь: d —наружный диам. трубы в м, $t_{ср.тр}$ —средняя темп-ра теплоносителя в трубе в $^\circ\text{C}$, t_s —нормальная темп-ра внутреннего воздуха отапливаемого помещения в $^\circ\text{C}$, C —коэф-т лучеиспускания поверхности железной трубы, равный $4,48 \text{ cal./m}^2 \text{ } (^\circ\text{C})^4 \text{ ч.}$, τ —темперный коэф-т [см. ур-ие (21)].

Первый член ур-ия (24) учитывает теплоотдачу горизонтальной трубы, обусловленную теплопроводностью и конвекционными токами воздуха, тогда как второй член—теплоотдачу, обусловленную лучеиспусканием поверхности трубы. Для водяного отопления при $t_{ср.тр} = 80^\circ \text{C}$, $t_s = 20^\circ \text{C}$, $\Delta t_{ср} = 60^\circ \text{C}$, $\tau = 1,36$ ур-ие (24) примет вид:

$$k_s = \frac{2,8}{d^{0,25}} + 6,1 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (24-а)$$

Для парового отопления низкого давления при $t_{ср.тр} = 100^\circ \text{C}$, $t_s = 20^\circ \text{C}$, $\Delta t_{ср} = 80^\circ \text{C}$, $\tau = 1,52$ ур-ие (24) принимает след. вид:

$$k_{п.н} = \frac{3,10}{d^{0,25}} + 6,8 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (24-б)$$

Для парового отопления высокого давления при $t_{ср.тр} = 120^\circ \text{C}$, $t_s = 20^\circ \text{C}$, $\Delta t_{ср} = 100^\circ \text{C}$, $\tau = 1,66$;

$$k_{п.в} = \frac{3,3}{d^{0,25}} + 7,5 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (24-в)$$

При расположении нескольких горизонтальных труб друг над другом (до 1 м высоты) коэф-т теплопередачи их уменьшается примерно на 10—15% по сравнению с k для одинарных труб.

г) **Гладкие вертикальные железные трубы.** Коэф-т теплопередачи вертикальных железных гладких труб различных диам. определяется по след. ф-ле, полученной на основании опытов W. Kosh'a (Мюнхенская физ.-тех. лаборатория):

$$k = 1,5 (t_{p, \text{в}} - t_{\text{с}})^{0,30} + C \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}, \quad (25)$$

где C — коэф-т лучеиспускания поверхности железной трубы, равный $4,48 \text{ cal./m}^2 \text{ } (^\circ\text{C})^4 \text{ ч.}$; остальные обозначения известны из предыдущего изложения. Числовые значения k для отопительных приборов даны в табл. 16.

Табл. 16. Числовые значения коэффициентов теплопередачи отопительных приборов, вычисленных по приведенным выше формулам.

Наименование отопительных приборов	Для среднего отопления $t_{\text{ср.гр}} = 80^\circ\text{C}$	Для парового отопления	
		низкого давления $t_{\text{ср.гр}} = 100^\circ\text{C}$	высокого давления $t_{\text{ср.гр}} = 120^\circ\text{C}$
1. Двухколонные радиаторы типа «Гамма» и «Альба»: общая высота радиаторов (без ножек) в мм:			
435	7,00	8,20	8,90
535	6,85	8,10	8,70
585	6,75	8,00	8,60
785	6,60	7,80	8,50
885	6,50	7,70	8,40
1185	6,35	7,60	8,20
2. Чугунные круглые ребристые трубы.			
а) Одинарная горизонтальная труба	5,00	5,50	6,00
б) Несколько горизонтальных труб одна над другой	4,50	5,00	5,50
3. Железные гладкие горизонтальные трубы.			
а) Одинарные трубы наружного диам.:			
30—50 мм	11,50	13,00	14,00
60—70 »	11,00	12,50	13,50
80—100 »	10,50	12,00	13,00
Свыше 100 мм	10,00	11,50	12,50
б) Несколько труб одна над другой, наружного диам.:			
30—50 мм	10,00	11,00	12,00
60—70 »	9,50	10,50	11,50
80—100 »	9,00	10,00	11,00
Свыше 100 мм	8,50	9,50	10,50
4. Железные гладкие вертикальные трубы для всех диам.	11,00	12,00	13,00

д) **Пластинчатые калориферы.** Коэф-ты теплопередачи изготавливаемых в Союзе типов пластинчатых калориферов при отоплении их паром и горячей водой, при хорошем изготовлении и оцинковке калориферов по

опытам теплофикационной лаборатории Всесоюзного теплотехнического ин-та м. б. выражены след. ф-лами:

а) при обогреве калориферов паром:

$$\kappa_k = 11,9 (V_{cp} \gamma_{cp})^{0,46} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ \text{C ч.} \quad (26)$$

б) при обогреве калориферов горячей водой:

$$\kappa_k = 12,2 (V_{cp} \gamma_{cp})^{0,46} \cdot W_{cp}^{0,15} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ \text{C ч.} \quad (27)$$

В ур-ях (26) и (27) означают: V_{cp} — среднюю скорость воздуха в живом сечении калорифера в м/сек., γ_{cp} — среднюю плотность нагреваемого воздуха в калорифере в кг/м³, отнесенную к средним темп-рам в калорифере, W_{cp} — среднюю скорость отопительной воды в нагревательных трубках калорифера в м/сек.

При хорошем выполнении калориферов и хорошей оцинковке коэф-т теплопередачи пластинчатых калориферов не зависит от темп-р теплоносителей и разности между средней темп-рой теплоносителя и средней темп-рой нагреваемого воздуха.

Сопротивление воздушной части калорифера по опытам указанной выше лаборатории м. б. выражено след. ф-лой:

$$h_{возд} = \frac{(V_{cp} \gamma_{cp})^{1,7}}{9} \text{ мм в. ст.} \quad (28)$$

тогда как сопротивление водяной части калориферов — ф-лой:

$$h_{вод} = 2500 W_{cp}^{1,7} \text{ мм в. ст.} \quad (29)$$

Значения букв ф-л (28) и (29) известны из предыдущего изложения.

На черт. 24 дан график коэф-тов теплопередачи калорифера модель Н-4 з-да бывш. Мосэлектронпром и на черт. 25-а — график коэф-тов теплопередачи калорифера модель С-2 з-да Госсантехстроя; на черт. 25-б и 25-в даны гидравлические сопротивления воздушной и водяной частей калориферов.

4. Расчет генераторов тепла.

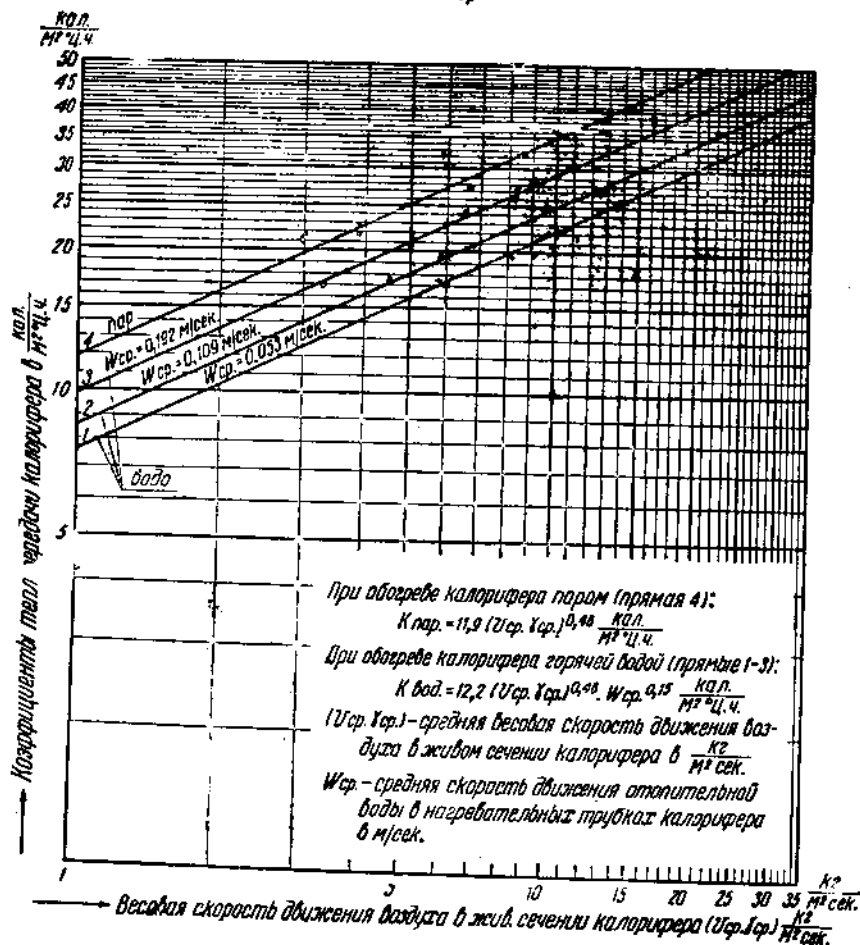
а) Расчет отопительных котлов. Расчет поверхности нагрева отопительных котлов ведется по ф-ле:

$$F_k = \frac{\varphi \cdot Q_{\max}^{\text{час}}}{q} \text{ м}^2, \quad (30)$$

где $Q_{\max}^{\text{час}}$ — часовая максимальная потребность в тепле отопительной установки в cal., φ — коэф-т, учитывающий потери тепла в теплопроводах отопительной установки; для верховой разводки подающих водоводов на не отапливаемых чердаках и обратных водоводов в не отапливаемых подвалах $\varphi = 1,2$, т. е. потери тепла теплопроводами принимаются в размере 20% расчетных потерь тепла отапливаемыми зданиями, для верховой разводки на чердаке и обратной в канале под полом $\varphi = 1,15$ и наконец для низовой разводки в подвалах или подпольных каналах $\varphi = 1,10$; q — часовое максимальное напряжение поверхности нагрева котлов в cal., для чугунных секционных котлов при естественной тяге q принимается равным 7 000 cal./м² ч., для железных корнваллийских, ланкаширских и т. п. $q = 8 000$ —10 000 cal./м² ч., для котлов с воздушными дутьевыми топками, но без дымососов $q = 12 000$ —15 000 cal./м² ч.

б) Расчет паро-водяных и водо-водяных подогревателей (бойлеров). Поверхность нагрева водяных подогревателей определяется из ур-ния:

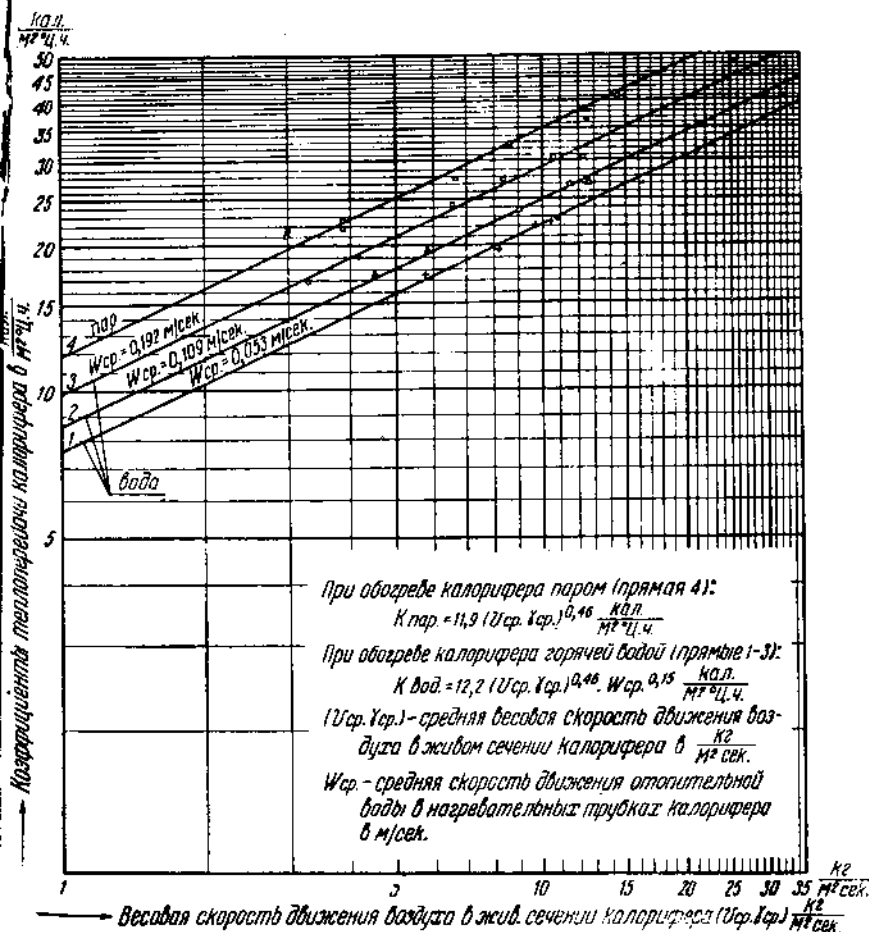
$$F_{\text{под}} = \frac{\varphi \cdot Q_{\text{max}}^{\text{час}}}{k \Delta t_{\text{ср}}} \text{ м}^2, \quad (31)$$



Черт. 24.

где $Q_{\text{max}}^{\text{час}}$ — часовая максимальная теплопроизводительность, требующаяся от подогревателя в кал., φ — коэф-т, учитывающий потери тепла подогревателя в окружающую среду и равный 1,02—1,05, k — коэф-т теплопередачи поверхности нагрева подогревателя в кал./м²·°С·ч., $\Delta t_{\text{ср}}$ — разность

между средней темп-рой теплоотдающего теплоносителя и средней темп-рой подогреваемой отопительной воды;

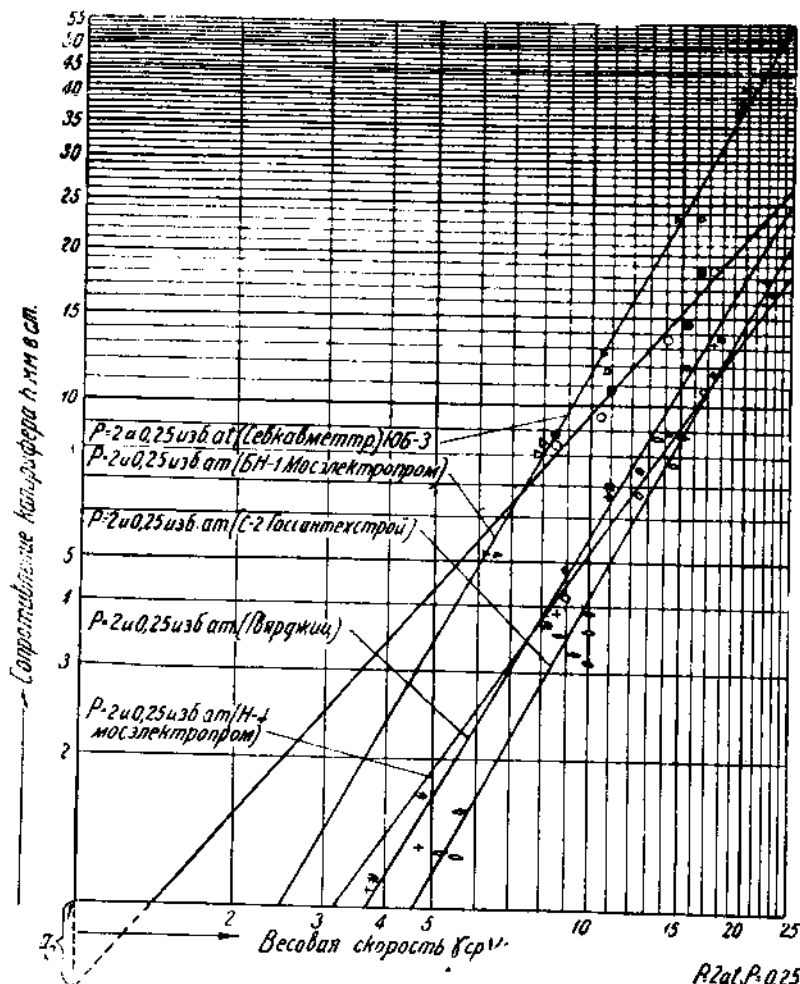


Черт. 25-а.

Коэф-т теплопередачи подогревателей м. б. определен из известного выражения для k :

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{нак}}}{\lambda_{\text{нак}}} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (31-а)$$

В ур-нии (31-а): α_1 и α_2 — коэф-ты теплоперевода от теплоотдающей среды к стенкам нагревательных поверхностей и от нагревательных по-



Черт. 25-б.

поверхностей к подогреваемой воде; они имеют примерно след. числовые значения:

1) коэф-т теплоперехода от металлической стенки к подвижной воде или обратно:

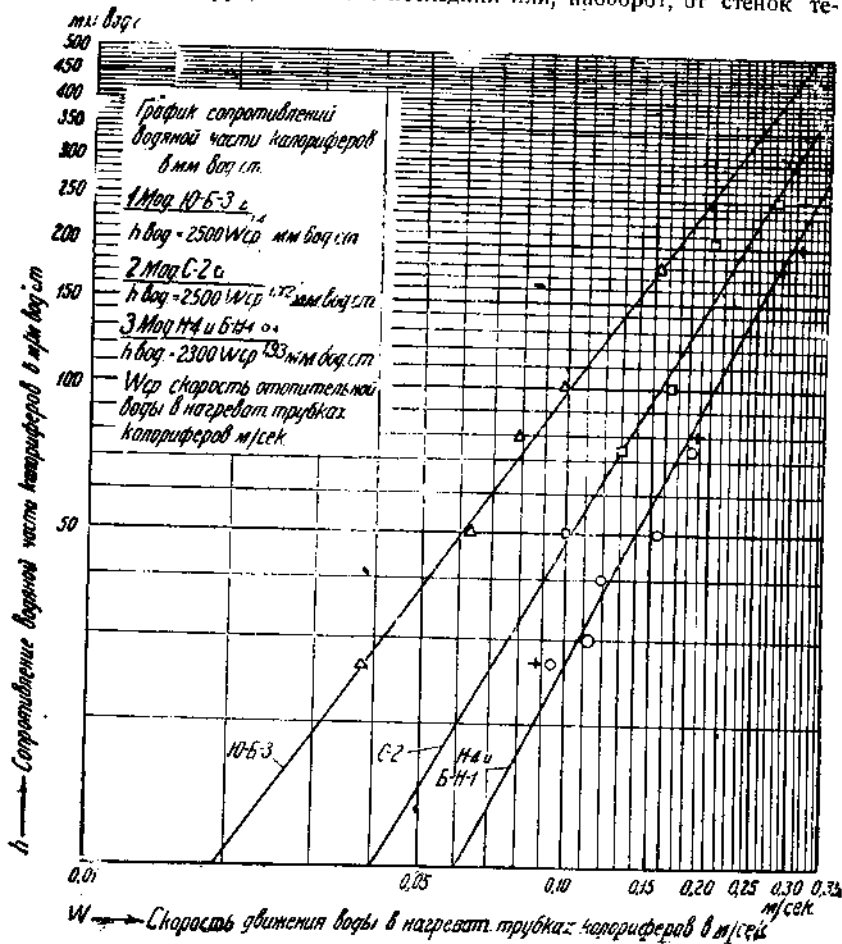
$$\alpha = 500 \div 1000 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.},$$

в зависимости от интенсивности естественных конвекционных токов в воде

2) коэф-т теплоперехода от конденсирующегося пара к металлической стенке:

$$\alpha = 8000 \div 10000 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.};$$

3) коэф-т теплоперехода от воды, движущейся внутри металлических теплообменных труб, к стенкам последних или, наоборот, от стенок те-



Черт. 25-в.

теплообменных труб к воде, движущейся внутри последних, по опытам Дуелеспекке:

а) для железных теплообменных труб:

$$\alpha = 735 \frac{W^{0,7}}{d^{0,3}} \cdot (1 + 0,014 t_{cm}) \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.};$$

б) для латунных гладких теплообменных труб:

$$\alpha = 2020 \frac{W^{0,8}}{d^{1,1}} \cdot (1 + 0,014 t_{cm}) \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.},$$

где W —скорость движения воды внутри теплообменных труб в м/сек, d —внутренний диам. теплообменных труб в м, t_{cm} —тем-ра стенок теплообменных труб;

4) коэф-т теплоперехода от движущейся воды к металлической стенке или, наоборот, от металлической стенки к движущейся воде, при потоке гидродинамически неопределенном, напр., при движении воды вдоль плоской металлической стенки или снаружи теплообменных трубок, по R. Mollier'y:

$$\alpha = 300 + 1800 \sqrt{W} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.},$$

ф-ла может применяться в пределах скоростей воды $W = 0,05 \div 2,0$ м/сек;

5) коэф-т теплоперехода от металлической стенки к воде при парообразованием (поверхности нагрева испарителей и паропреобразователей):

$$\alpha = 4000 \div 5000 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.};$$

δ_{cm} —толщина металлической стенки, через к-рую осуществляется теплообмен, в м, λ_{cm} —коэф-т теплопроводности металлической стенки теплообменного аппарата в $\text{cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$, $\delta_{нак}$ —толщина накипеобразования на поверхности нагрева теплообменных аппаратов со стороны движения подогреваемой жидкости в мм; ее следует принимать равной: а) для отопительных бойлеров—0,5 мм, б) для бойлеров горячего водоснабжения—1 мм; $\lambda_{нак}$ —коэффициент теплопроводности накипи, равный примерно $2,0 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$

При определении коэф-тов теплопередачи и поверхности нагрева теплообменных аппаратов (водоподогревателей, испарителей, паропреобразователей) необходимо всегда считаться с накипеобразованием и соответствующим образом учитывать это обстоятельство при расчетах.

Разность между средними темп-рами теплоотдающей среды и подогреваемой воды определяется по Grashof'у из ур-ня:

$$\Delta t_p = \frac{\Delta t_g - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_g}{\Delta t_m}}, \quad (34)$$

где Δt_g —большая разность между темп-рами теплоотдающей и тепловоспринимающей среды в $^\circ\text{C}$, Δt_m —меньшая разность между темп-рами теплоотдающей и тепловоспринимающей среды в $^\circ\text{C}$, $\ln \frac{\Delta t_g}{\Delta t_m}$ —натуральный логарифм из отношения большей разности темп-р к меньшей.

Ф-ла (34) действительна при прямоточных и противоточных конструкциях подогревателей.

Б. Расчет расширительных сосудов.

Расчет объема расширительных сосудов м.б. произведен по след. ф-лам.

а) Для местных водяных систем отопления с естественной циркуляцией и чугунными секционными котлами:

$$V = \frac{Q_{нас}^{max}}{500} \text{ л}; \quad (34-а)$$

б) для местных водяных систем отопления с насосным побуждением:

$$V = \frac{Q_{\max}^{\text{час}}}{650} \text{ л}; \quad (34-б)$$

в) для районных и теплофикационных водяных систем отопления:

$$V = \frac{Q_{\max}^{\text{час}}}{1000} \text{ л}. \quad (34-в)$$

В ур-иях (34-а) — (34-в): V — полный объем расширительного сосуда в л, $Q_{\max}^{\text{час}}$ — часовая максимальная потребность тепла отопительных установок в кал.

Размеры предохранительных трубопроводов отопительных систем к расширителям м. б. приняты по табл. 17.

§ 7. Расчет трубопроводов отопительных систем.

Расчет трубопроводов отопительных систем заключается в подборе соответствующих диам. для канализации теплоносителя и в определении потерь напора в этих трубопроводах.

Потери давления в закрытых трубопроводах при движении в них жидкостей (воды, пара, газа) могут быть выражены общ. ур-нием:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \Sigma (r l + Z) \text{ кг/м}^2, \quad (35)$$

где P_1 — начальное давление в трубопроводе в кг/м² (мм в. ст.), P_2 — конечное давление в трубопроводе в кг/м² (мм в. ст.), r — перепад давления на 1 п. м трубопровода, обусловленный трением жидкости в трубопроводе, в кг/м², l — длина трубопровода в м, Z — потери давления в трубопроводе, обусловленные местными (единичными) сопротивлениями.

Перепад давления на 1 п. м трубопровода определяется из известного из гидравлики ур-ния:

$$r = \frac{\Delta P}{l} = \frac{P_1 - P_2}{l} = \lambda \frac{w^2 \cdot \gamma}{2g \cdot d} \text{ кг/м}^2, \quad (36)$$

а потери давления, обуславливаемые местными сопротивлениями, — из ф-лы:

$$Z = \Sigma \zeta \frac{w^2}{2g} \gamma \text{ кг/м}^2. \quad (37)$$

В ур-иях (36) и (37): λ — коэф-т трения жидкостью, w — скорость движения жидкости в м/сек, γ — плотность жидкости в кг/м³, g — ускорение силы земного притяжения, равное 9,81 м/сек², d — внутренний диам. трубопровода в м, ζ — коэф-т местных сопротивлений.

Как ламинарное (параллельноструйное), так и турбулентное (вихревое) движение жидкости по трубам обуславливается т. н. критическим числом Рейнольдса, или критической скоростью. Число Рейнольдса является основным критерием гидродинамического подобия потока жидкости и находится из след. соотношения:

$$R_e = \frac{w \cdot d \cdot \gamma}{\eta \cdot g} = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\eta} = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (38)$$

По новейшим исследованиям критическое число Рейнольдса:

$$R_{e \text{ кр}} = 2320,$$

откуда критическая скорость:

$$w_{\text{кр}} = \frac{2320 \cdot \eta \cdot g}{d \cdot \gamma} = \frac{2320 \cdot \eta}{d \cdot \rho} = \frac{2320 \cdot \nu}{d} \text{ м/сек.} \quad (39)$$

В ур-иях (38) и (39): w —скорость движения жидкости в трубопроводах в м/сек, d —внутренний диам. трубопроводов в м, γ —плотность движения жидкости в кг/м³, g —ускорение силы земного притяжения в м/сек², η —коэф-т вязкости движущейся по трубопроводам жидкости в кг·сек/м², $\rho = \frac{\gamma}{g}$ —массовая плотность в кг·сек/м², $\nu = \frac{\eta \cdot g}{\rho} = \frac{\eta}{\rho}$ —кинетический коэф-т вязкости движущейся жидкости в м²/сек.

При движении жидкости по трубам со скоростями ниже критических наблюдается ламинарный поток, тогда как при скоростях, превышающих критические,—турбулентный.

Потери напора в трубопроводах при турбулентном движении жидкости определяются совершенно иной закономерностью, чем при ламинарном потоке; при этом они значительно больше потерь, наблюдающихся при ламинарном потоке.

По закону Poiseuille потери давления в трубопроводах, обусловленные трением жидкости, при ламинарном потоке определяются из ур-ия:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{8\eta \cdot w \cdot l}{r_e^4} = \frac{32 \cdot \eta \cdot w \cdot l}{d^4} \quad (40)$$

Из ур-ий (36) и (40) следует, что потеря давления на 1 п. м трубопровода:

$$r = \frac{\Delta P}{l} = \frac{P_1 - P_2}{l} = \frac{32 \cdot \eta \cdot w}{d^4} = \lambda \frac{w^3 \cdot \gamma}{2g \cdot d},$$

откуда:

$$\lambda = \frac{32 \cdot 2 \cdot \eta \cdot g}{d \cdot w \cdot \gamma} = \frac{64}{R_e} \quad (41)$$

В ур-иях (40) и (41): l —длина трубопровода в м, $d = 2 \cdot r_e$ —внутренний диам. трубопровода в м, R_e —число Рейнольдса. Остальные обозначения известны из предыдущего изложения. Т. о., коэф-т трения жидкости при ламинарном потоке является лишь функцией числа Рейнольдса и определяется теоретически из основного ур-ия Poiseuille для ламинарного потока.

Принимая во внимание, что в технических трубопроводах имеет место почти исключительно турбулентное движение жидкости, в дальнейшем рассматривается только этот род движения.

При турбулентном движении коэф-т трения λ для технически гладких труб, —цельнотянутых медных, латунных, свинцовых и т. п.,—является также только функцией числа Рейнольдса, тогда как для шероховатых труб, —железных, чугуновых и т. п.,—он является функцией числа Рейнольдса и относительной шероховатости труб:

$$\lambda = f\left(R_e \cdot \frac{s}{d}\right),$$

где s —линейный размер неровностей (выступов) на внутренней поверхности труб и d —внутренний диам. труб.

По опытам Jakob'a и Eck'a (1924 г.) коэф-т трения для технически гладких труб (цельнотянутых медных, латунных, свинцовых) при турбулентном движении выражается ф-лой:

$$\lambda = 0,00714 + \frac{0,6104}{R_e^{0,4}}, \quad (42)$$

где R_e —число Рейнольдса.

Для железных и стальных труб, к-рые исключительно и применяются в отопительной технике, наиболее удовлетворительные значения для коэф-тов трения λ дает ф-ла О. Фритше, преобразованная в соответствии с законом подобия:

$$\lambda = \frac{0,098}{d^{0,25} \cdot R_e^{0,18}}, \quad (43)$$

где d —внутренний диам. трубопроводов в м, R_e —число Рейнольдса.

Т. к. часовое объемное количество протекающей по трубопроводу жидкости равно:

$$Q = \frac{3600 \cdot w \cdot \pi \cdot d^2}{4} \text{ м}^3,$$

а скорость движения этой жидкости:

$$w = \frac{4Q}{3600 \cdot \pi \cdot d^2} \text{ м/сек.}$$

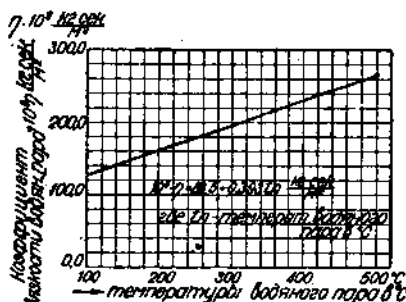
то число Рейнольдса м. б. выражено ур-нем:

$$R_e = \frac{w \cdot d \cdot \gamma}{\eta \cdot g} = \frac{4Q}{3600 \cdot \pi \cdot d} \cdot \frac{\gamma}{\eta \cdot g} = \frac{0,000355Q}{d \cdot \gamma} \quad (44)$$

или для весовых соотношений:

$$R_e = \frac{0,000036G}{\eta \cdot d} \quad (44-a)$$

В ур-ях (44) и (44-а): Q —часовое объемное количество протекающей по трубопроводу жидкости в м³, G —часовое весовое количество протекающей по трубопроводу жидкости в кг, d —внутренний диам. трубопровода в м, η —коэф-т вязкости жидкости в кг·сек/м², $\gamma = \frac{\eta \cdot g}{\nu}$ —кинетический коэф-т вязкости жидкости в м²/сек, ν —вес единицы объема жидкости в кг/м³. Коэф-ты вязкости воды даны в таблице 18, а водяного пара — в таблице 19, а также на графике черт. 26.



Черт. 28.

Табл. 18. Коэффициенты вязкости для воды, а также ее плотности по Вилгнат'у и Яскаоп'у.

Темп-ры воды в °С	Коеф-т вязко- сти во- ды $\eta 10^6$ кг · см/м³	Кинема- тический коеф-т вязкости воды $\nu 10^6$ м²/сек.	Вес 1 м³ воды в кг
0	182,5	1,7824	999,84
10	133,2	1,3081	999,70
20	102,4	1,0068	998,20
30	81,5	0,8041	995,64
40	66,8	0,6612	992,22
50	56,0	0,5580	988,04
60	47,8	0,4768	983,21
70	41,8	0,4151	977,78
80	36,7	0,3668	971,80
90	32,3	0,3279	965,31
100	28,94	0,2861	958,35
110	26,10	0,2693	951,00
120	23,67	0,2460	943,40
130	21,62	0,2268	935,20
140	19,98	0,2105	926,40
150	18,76	0,2008	917,30
160	17,74	0,1917	907,60

Табл. 19. Коэффициенты вязкости водяного пара по опытам физико-технической лаборатории Всесоюзного теплотехнического института.

Темп-ра во- дяного пара в °С	Давление водяного пара	Коеф-т вязкости водяного пара $\eta 10^6$ кг · см/м³
100	Незави- симо от давления водяного пара	127,9
150		147,3
200		166,7
250		186,2
300		206,8
350		226,1
400		245,9

На основании данных табл. 19 коеф-т вязкости водяного пара м. б. выражен ур-ем:

$$\eta 10^6 = 89 + 0,39t_n,$$

где t_n — темп-ра водяного пара в °С.

1. Расчет водоводов. Часовое объемное количество транспортируемой по трубопроводам жидкости:

$$Q_{\text{час}} = \frac{3600 \cdot w \cdot \pi \cdot d^2}{4} \text{ м}^3,$$

а скорости движения ее:

$$w = \frac{4Q}{3600 \cdot \pi \cdot d^2} \text{ м/сек.}$$

Замещая скорость w в основном ур-ии (36) через вновь полученное для нее выражение, имеем:

$$r = \frac{\Delta P}{l} = \frac{P_1 - P_2}{l} = \lambda \frac{0,638 \cdot Q^3 \cdot \gamma}{10^6 \cdot d^5} \text{ кг/м}^2. \quad (45)$$

Вводя же в ур-ие (45) вместо λ ее значение из ф-лы (43), получаем:

$$r = \frac{P_1 - P_2}{l} = \frac{0,0691 \cdot Q^3 \cdot \gamma}{10^6 \cdot d^{5,121} \cdot R_e^{0,148}} \text{ кг/м}^2. \quad (45-a)$$

Вставляя затем в ур-ие (45-a) значение R_e из ур-ия (44), наконец получаем:

$$r = \frac{P_1 - P_2}{l} = \frac{0,27 \cdot Q^{1,122} \cdot \eta^{0,148} \cdot \gamma^{0,148}}{10^4 \cdot d^{4,916}} \text{ кг/м}^2, \quad (45-b)$$

откуда:

$$d = \sqrt[4]{\frac{0,27 \cdot Q^{1,161} \cdot \eta^{0,146} \cdot \gamma^{0,161}}{10^8 \cdot r}} = 0,019 \frac{Q^{0,173} \cdot \eta^{0,18} \cdot \gamma^{0,173}}{r^{0,1}} \text{ м.} \quad (45)$$

В ур-ях (45) и (46): r —перепад давления на 1 п. м трубопровода, обусловленный трением в трубопроводах жидкости в кг/м^2 (мм в. ст.), P_1 —давление в начале трубопровода в кг/м^2 , P_2 —давление в конце трубопровода в кг/м^2 , l —длина трубопровода в м, Q —часовое количество жидкости, протекающее через трубопровод в м^3 , η —коэф-т вязкости жидкости в $\text{кг} \cdot \text{сек/м}^2$, γ —плотность протекающей по трубопроводам жидкости в кг/м^3 , d —внутренний диам. трубопровода в м.

Данные ур-ий (45) и (46) действительны для любых несжимаемых (капельных) жидкостей.

Применяя ф-лы (45) и (46) для расчета отопительных водоводов, принимая среднюю темп-ру горячей воды в этих водоводах в 70° , соответствующий данной темп-ре коэф-т вязкости $\eta = 10^{-5} \cdot 41,8 \text{ кг} \cdot \text{сек/м}^2$ и плотность воды $\lambda = 977,78 \text{ кг/м}^3$ (табл. 18) и вставляя эти числовые значения в ур-ия (45-б) и (46), получим след. упрощенные ф-лы:

$$r = \frac{\Delta P}{l} = \frac{P_1 - P_2}{l} = 21,4 \frac{Q^{1,161}}{10^8 \cdot d^{4,161}}, \quad (47)$$

откуда:

$$d = \sqrt[4]{\frac{21,4 \cdot Q^{1,161}}{10^8 \cdot r}} = 0,0457 \frac{Q^{0,173}}{r^{0,1}}. \quad (48)$$

Составленный на основании ур-ий (47) и (48) график перепадов напора на 1 п. м трубопровода для различных диам. труб в зависимости от часового объемного количества протекающей по трубам воды на логарифмической сетке, с нанесением на него соответствующих скоростей, дает возможность очень легко и быстро рассчитывать водоводы местных и районных систем водяного отопления.

2. Расчет трубопроводов водяных систем отопления с естественной циркуляцией. Двухтрубные водяные отопительные системы. Движущей силой при естественной циркуляции воды в водяных отопительных системах является сила тяжести, получающаяся при охлаждении горячей воды в отопительных приборах и нарушающая равновесие двух столбов жидкости в системе сообщающихся сосудов, каковой является обычная водяная отопительная система. Количественно эта движущая сила определяется из ур-ия:

$$H = h(\gamma_{огр} - \gamma_{нод}) \text{ кг/м}^2 \text{ (мм в. ст.)}, \quad (49)$$

где: H —располагаемый напор в системе водяного отопления с естественной циркуляцией, получаемый вследствие охлаждения горячей воды в отопительных приборах, в мм в. ст., h —вертикальное расстояние между срединами отопительного котла и наиболее низкого и далеко расположенного от котла прибора в м; данную высоту следует создавать возможно больше, — не менее 3 м, соответствующим образом углубляя котельную, $\gamma_{огр}$ —плотность отопительной воды в обратном водоводе в кг/м^3 , $\gamma_{нод}$ —плотность воды в подающем водоводе в кг/м^3 .

Ф-ла (49) не учитывает добавочных напоров, получающихся вследствие тепловых потерь распределительных водоводов при верховой разводке.

Для предварительных расчетов эти добавочные напоры берутся по особым таблицам, приведенным в специальных справочниках или курсах по отоплению.

При низовой разводке при достаточно длинных магистральных линиях (40—50 м) для обеспечения лучшей циркуляции отопительной воды в системе в основание расчета располагаемого напора системы берется вертикальное расстояние не от середины котла до середины наиболее неблагоприятно расположенного отопительного прибора, а от середины котла до середины горизонтальных распределительных магистралей.

При установившейся циркуляции воды в системе должно существовать след. основное равенство:

$$H = \sum Rl + \sum Z, \quad (35-a)$$

при чем первый член правой стороны уравнения (35-а) представляет собой потери напора в водоводах, обусловленные трением жидкости, тогда как второй член—потери напора в системе, обусловленные местными (единичными) сопротивлениями.

Расчет трубопроводов разделяют обычно на предварительный, служащий основой для составления предварительных проекта и сметы, и окончательный (поверочный), являющийся основой технического проекта. Предварительное определение диам. трубопроводов водяных систем отопления производится примерно след. образом:

1) выбираются максимальные расчетные темп-ры горячей и обратной воды в системе, при чем начальной расчетной темп-рой в подающих водоводах местных систем берутся темп-ры горячей воды в 90—95°, а в обратных—в 65—70°, при разности темп-р в 20—25°;

2) определяется располагаемый в системе напор H , без учета или с учетом потерь тепла распределительными трубопроводами, в мм в. ст.;

3) определяется доля участия располагаемого напора в покрытии потерь напора в системе, обусловленных трением жидкости в трубопроводах. На основании точных расчетов трубопроводов выполненных отопительных водяных установок принимаются след. потери напора, вызываемые трением жидкости в ‰ от общего суммарного располагаемого напора:

а) в местных водяных отопительных системах $a = 50 \div 60\%$;

б) в магистральных линиях районных систем отопления при средней их длине до 50 м $a = 75 \div 80\%$;

в) в магистральных линиях районных систем отопления при средней их длине в 100 м и выше $a = 80 \div 85\%$;

4) определяется наиболее неблагоприятный в отношении циркуляции воды отопительный прибор в данной системе, при чем таковым является отопительный прибор, расположенный наиболее низко и отдаленно по отношению к отопительному котлу и имеющий, т. о. для своего циркуляционного кольца наименьшие удельные перепады располагаемого напора, и затем определяется суммарная длина этого циркуляционного кольца, т. е. длина подающего и обратного водоводов от генератора тепла до отопительного прибора;

5) определяется удельный перепад располагаемого напора для циркуляционного кольца наиболее неблагоприятного в отношении циркуляции воды отопительного прибора данной отопительной системы, вызываемый трением движущейся жидкости в трубопроводах, по ф-ле:

$$i = \frac{a}{100} \cdot \frac{H}{l} \text{ мм в. ст. / м,} \quad (35)$$

где τ —уд. перепад располагаемого напора (давления) на 1 п. м трубопровода, вызванный трением движущейся жидкости в трубопроводе, в мм в. ст., H —суммарный располагаемый напор в отопительной системе, определенный без учета или с учетом потерь тепла в распределительных водоводах в мм в. ст., $\frac{a}{100}$ —доля участия потерь напора (давления) в трубопроводах вследствие трения движущейся жидкости, l —длина подающего и обратного водоводов от генератора тепла до наиболее неблагоприятно расположенного отопительного прибора в м;

б) наконец по ф-ле (48) или по табл. (графикам), составленным на основании этой ф-лы, определяются диам. трубопроводов в основном циркуляционном кольце, а затем, по соответствующим удельным перепадам, и во второстепенных циркуляционных кольцах.

Окончательный расчет трубопроводов водяных отопительных систем производится при разработке технического проекта данной отопительной системы.

Сущность этого расчета заключается в поверочном просчете полученных на основании предварительного расчета диам. трубопроводов с учетом конкретных условий работы данной отопительной системы, конкретных скоростей и местных (единичных) сопротивлений. При этих поверочных, более точных просчетах на каждое отдельное циркуляционное кольцо (отопительный прибор) дается запас располагаемого напора примерно в 5—10% на случай непредвиденных изменений при выполнении установок по сравнению с техническим проектом.

В табл. 20 даны цифровые значения коэффициентов местных (единичных) сопротивлений, входящих в ур-е (37).

Однотрубные водяные отопительные системы. При расчете однотрубных систем водяного отопления следует иметь в виду различие средних темп-р отопительных приборов по вертикали и необходимость соответствующим образом учитывать это обстоятельство при определении поверхностей нагрева отопительных приборов. Темп-рные перепады в системах однотрубных отопительных установок берутся такими же, как при двухтрубных системах в отопительных приборах, т. е. $20^\circ \div 25^\circ$. Темп-рные же перепады в отопительных приборах следует принимать по возможности малыми, чтобы иметь возможно меньшие поверхности нагрева отопительных приборов, однако при этом все же д. б. соблюдено нижеслед. соотношение:

$$\Delta t_{np} \gg \frac{Q_{max\ np}}{\Sigma Q_{np}} (t_{nod} - t_{огр})^\circ C, \quad (51)$$

т. е. левая часть соотношения (51) д. б. значительно больше правой его части. В приведенном соотношении обозначают: Δt_{np} —разность темп-р отопительной воды перед и за отопительным прибором в $^\circ C$, $Q_{max\ np}$ —макс. часовая теплоотдача наибольшего отопительного прибора данного стояка в $cal.$, ΣQ_{np} —суммарная часовая тепловая нагрузка данного стояка в $cal.$, t_{nod} —темп-ра горячей отопительной воды в начале стояка в $^\circ C$, $t_{огр}$ —температура обратной отопительной воды в конце стояка в $^\circ C$.

Т. о., выбор разности темп-р в отопительных приборах здесь ограничивается данным выше соотношением (51). Темп-ры отопительной воды перед каждым отопительным прибором определяются по методу смешения с помощью выбранных разностей темп-р и теплопроизводительности этих приборов.

Табл. 20.

Род местных сопротивлений	ζ			
1. Утка	0,5			
2. Калач	1,0			
3. Тройник по прямому направлению	1,0			
4. То же, ответвление	1,5			
5. То же противоток или разлив	3,0			
6. Калач с отводом	1,5			
7. Внезапное расширение	1,0			
8. Внезапное сужение	0,5			
9. Радиаторы	2,0			
10. Отла	2,5			
Род местных сопротивлений	Внутр. диам. прохода			
	до 13 мм	20—25 мм	32—40 мм	50 мм и выше
11. Угольник в 90°	2,0	1,5	1,0	1,0
12. Отвод в 90° при $R=2d$	1,5	1,0	0,5	0,5
13. Запорные задвижки для воды и пара	1,0	0,5	0,5	0,5
14. Косые вентили для воды и пара	3,0	3,0	2,5	2,0
15. Нормальные проходные запорные вентили для воды и пара	16,0	12,0	9,0	7,0
16. Проходные краны двойной регулировки для водяного отопления	4,0	2,0	—	—
17. Угловые краны двойной регулировки для водяного отопления	7,0	4,0	—	—
18. Угловые вентили для паровых отопительных приборов	9,0	7,0	5,0	3,0
19. Компенсатор лирикообразный гладкий			2,0	
20. То же волнистый			3,5	
21. Водоотделитель для паропроводов с прямым проходом			4,0	
22. То же с центральным отводом пара			7,0	
23. Обратный клапан для воды и пара			1,5	

Располагаемый напор для циркуляции отопительной воды в стояке I (черт. 27) при естественной циркуляции без учета тепловых потерь водоводами определяется из следующего ур-ня:

$$H_{ст} = h_I (\gamma_{обр} - \gamma_{под}) + h_{II} (\gamma'_{ср.вр} - \gamma_{под}) + h_{III} (\gamma_в - \gamma_{под}) + h_{IV} (\gamma''_{ср.вр} - \gamma_{под}). \quad (52)$$

Располагаемый напор циркуляции отопительной воды в отопительных приборах (радиатор I черт. 27) определяется из ур-ня:

$$H_{пр} = h_{II} (\gamma'_{ср.вр} - \gamma_{19}) + (rl + Z)_{19} \text{ мм в. ст.} \quad (53)$$

Как следует из ур-ня (53), потери напора в соответствующих каждому отопительному прибору перемычках являются добавочным напором к рас-

мости от величины отапливаемых зданий, от 250 до 1 000 мм в. ст.; при весьма больших зданиях отопительные системы последних следует разбивать на несколько самостоятельных систем с отдельными смесительными подстанциями.

Располагаемый напор в местных отопительных системах при принудительной циркуляции в них отопительной воды определяется из ур-ия:

$$H_{рас} = H_{цир} + H_{ест} \text{ мм в. ст.}, \quad (54)$$

где $H_{рас}$ —суммарный располагаемый напор в местных отопительных системах в мм в. ст., $H_{цир}$ —располагаемый напор местных систем, получаемый последними от циркуляционного насоса, равный 250—1 000 мм вод. ст., $H_{ест}$ —добавочный располагаемый напор местных систем, получаемый вследствие разности плотностей столбов воды в подающих и обратных стояках этих систем, при чем этот добавочный напор для различных этажей будет иметь различное значение.

Расчет трубопроводов местных отопительных систем при насосной циркуляции ведется такими же способом и порядком, как и при естественной циркуляции, исходя из основного ур-ия:

$$H_{рас} = \Sigma \cdot r \cdot l + \Sigma Z, \quad (55)$$

значения букв к-рого известны из предыдущего изложения.

Суммарные напоры циркуляционных насосов районных отопительных систем со смесительным устройством Reck'a, т. е. при естественной циркуляции в местных системах, определяются по ф-ле:

$$H_{нас} = H_{тр} \text{ м в. ст.} \quad (56)$$

Суммарные напоры циркуляционных насосов при работе районных тепловых сетей без перегрева воды, т. е. при отсутствии в местных системах смесительных устройств, определяются по ф-ле:

$$H_{нас} = H_{тр} + H_{цир} \text{ м в. ст.} \quad (57)$$

Наконец суммарный напор циркуляционных насосов при эжекционных смесительных аппаратах в местных системах определяется по ф-ле:

$$H_{нас} = H_{тр} + H_{эж} + H_{цир} \text{ м в. ст.} \quad (58)$$

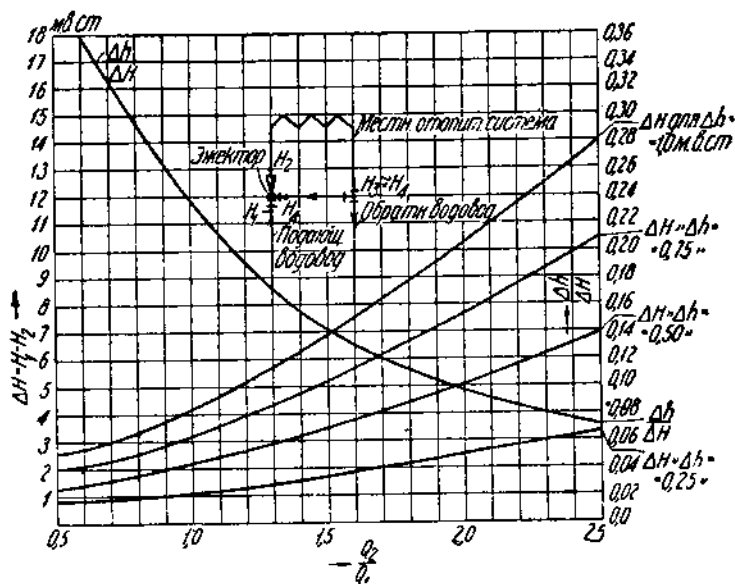
В ур-иях (55)—(57): $H_{нас}$ —суммарный напор циркуляционного насоса в м в. ст., $H_{тр}$ —потери напора в главном циркуляционном кольце районных тепловых сетей при наиболее экономических уд. перепадах напора в трубопроводах, $H_{цир}$ —напор, теряемый в местных системах, $H_{эж}$ —потери напора в эжекционном смесителе в м в. ст.

Потери напора в эжекционном смесителе типа Кертинга м. б. определены примерно по графику черт. 28. Так, напр., для принятой потери напора в местной отопительной системе в 1 м в. ст. при соотношении в смеси количества обратной воды Q_2 к количеству горячей воды $Q_1 = 1 : 1$ потери напора в эжекционном смесителе согласно верхней кривой графика черт. 28 (ΔH для $\Delta h = 1$ м в. ст.), равны примерно 4,2 м в. ст.

Мощность эл.-мотора для циркуляционного насоса определяется из ур-ия.

$$N_{мот} = \varphi \frac{W_{ск} \cdot H_{нас}}{102 \cdot \eta_{нас} \cdot \eta_{рем}} \text{ kW}, \quad (59)$$

где: $N_{\text{мст}}$ —мощность эл. мотора в kW; $W_{\text{сх}}$ —секундное количество циркулирующей в отопительной системе горячей воды в л (кг), $H_{\text{нас}}$ —напор циркуляционного насоса в м в. ст., $\eta_{\text{нас}}$ —кпд циркуляционного насоса, равный 0,4—0,6, в зависимости от конструкции и мощности насосов, $\eta_{\text{рем}}$ —кпд ременной передачи, если таковая имеется, равный примерно 0,95, φ —коэф-т запаса, к-рый можно принимать: для эл.-моторов мощностью до 5 kW $\varphi \cong 1,15 \div 1,2$, для моторов мощностью от 5 до 10 kW $\varphi \cong 1,1 \div 1,15$ и наконец для моторов мощностью свыше 10 kW $\varphi \cong 1,05 \div 1,10$.



Черт. 28.

При определении расхода эл.-энергии на циркуляцию отопительной воды в районных системах следует учитывать еще и кпд эл.-моторов, равный примерно 0,85—0,90, в зависимости от мощности последних.

б) Этажное отопление в СССР не имеет совершенно никаких перспектив развития, поэтому его расчет мы опускаем, так же, как и расчет

в) вакуумного отопления, полностью замененного у нас в СССР водяными системами отопления.

§ 9. Расчет паропроводов.

Т. к. пар является жидкостью упругой, у к-рой при ее движении по трубопроводу вместе с изменением давления непрерывно меняется и ее объем, а следовательно, и скорость движения, то основное ур-ие (36) для пара будет иметь след. вид:

$$\frac{dP}{dt} = \lambda \frac{w^3 \cdot \gamma}{2g d} \text{ кг/м}^3, \quad (36-a)$$

а заменяя в ур-ниях (45) и (45-б) объемное часовое количество протекающей по трубопроводу жидкости Q через его весовое выражение $\frac{G}{\lambda}$, получим:

$$\frac{dP}{dt} = \lambda \frac{0,838 \cdot G^3}{10^4 \cdot d^5 \cdot \gamma} \text{ кг/м}^2, \quad (60)$$

и

$$\frac{dP}{dt} = \frac{0,27 G^{1,42} \cdot \eta^{0,42}}{10^4 \cdot d^{4,57} \cdot \gamma} \text{ кг/м}^2, \quad (61)$$

где G —часовое количество протекающего через трубопровод пара в кг, а значение других букв известно из предыдущего изложения.

а) **Паропроводы низкого давления.** Принимая для парового отопления низкого давления среднее давление в трубопроводах постоянным и равным 1,1 ата, соответствующий этому давлению вес 1 м³ пара $\gamma = 0,633 \text{ кг/м}^3$ и коэф-т вязкости пара $\eta \cong 128,0 \cdot 10^8 \text{ кг} \cdot \text{сек/м}^2$ и вставляя принятые числовые значения в ур-ние (61), получим:

$$r = \frac{P_1 - P_2}{l} = \frac{dP}{l} = 0,0572 \frac{G^{1,42}}{10^4 \cdot d^{4,57}} \text{ кг/м}^2, \quad (62)$$

откуда:

$$d = \sqrt[4,57]{\frac{0,0572 \cdot G^{1,42}}{10^4 \cdot r}} = 0,01385 \frac{G^{0,37}}{r^{0,2}} \text{ м.} \quad (63)$$

Составленный на основании ур-ий (62) и (63) график перепадов напора на 1 п. м трубопровода для различных диам. труб в зависимости от часового весового количества транспортируемого по трубопроводу пара G на логарифмической сетке с нанесением на него и соответствующих скоростей дает возможность очень легко и быстро рассчитывать паропроводы низкого давления.

Порядок расчета паропроводной сети низкого давления след. В зависимости от величины отопительной установки и местных условий выбирается нормальное рабочее давление пара в котлах, определяется расстояние наиболее удаленного от котельной отопительного прибора или стояка и наконец определяется удельный перепад давления на 1 п. м трубопровода, обусловленный трением, по след. ф-ле:

$$r = \frac{a}{100} \cdot \frac{P_1 - P_2}{l} \text{ кг/м}^2 \text{ на 1 п. м,} \quad (50 \text{ а})$$

где P_1 —начальное рабочее давление пара в котлах в кг/м², P_2 —давление пара в конце наиболее длинного участка паропровода перед отопительным прибором, равное обычно 150—200 кг/м², $\frac{a}{100}$ —доля участия потерь давления в трубопроводе, обусловленная трением, равная 0,70—0,75.

По полученному т. о. уд. перепаду давления r по ф-ле (63) или же по графику, составленному на основании этой ф-лы, определяются все диам. основной магистральной паропроводной линии. Ответвления рассчитываются таким же образом, как и главный магистральный паропровод, однако при этом в ф-ле (62) P_1 —обозначает давление пара, получающееся в начале ответвления данного паропровода от главной магистральной линии.

Потери давления, вызываемые местными (единичными) сопротивлениями, выражаются ур-нием (37):

$$Z = \Sigma \zeta \cdot \frac{w^2}{2g} \cdot \gamma.$$

Вставляя в это ур-ие значение w из соотношения

$$w = \frac{4G}{3600 \cdot \pi \cdot d^4 \cdot \gamma},$$

получаем:

$$Z = \Sigma \zeta \frac{0,838 \cdot G^2}{10^8 \cdot d^4 \cdot \gamma}. \quad (37-2)$$

Принимая наконец для пара низкого давления $\gamma = 0,633 \text{ кг/м}^3$, будем приближенно иметь:

$$Z = \Sigma \zeta \frac{G^2}{10^8 \cdot d^4}. \quad (37-6)$$

Цифровые значения для коэф-тов местных сопротивлений берутся из табл. 20.

б) Паропроводы высокого давления. Сухой насыщенный пар. Потери давления для паропроводов высокого давления, транспортирующих сухой насыщенный пар, определяются по тому же основному уравнению (61):

$$\frac{dP}{dl} = \frac{0,27 \cdot G^{1,852} \cdot \eta^{0,148}}{10^8 \cdot d^{4,973} \cdot \gamma} \text{ кг/м}^2.$$

По R. Moilliet'у имеем:

$$P^{0,9375} \cdot \gamma = \text{const.} = 1,7235, \quad (64)$$

откуда:

$$\gamma = 0,58 P^{0,9375}. \quad (65)$$

В ур-ях (64) и (65): P — давление пара в ата; γ — вес 1 м^3 пара в кг при давлении P в ата.

При давлении пара P в кг/м² ур-ие (65) примет вид:

$$\gamma = 0,0001632 P^{0,9375} \text{ кг/м}^3. \quad (65-а)$$

Вставляя последнее значение для γ в ур-ие (61), получаем:

$$\frac{dP}{dl} = \frac{2615 \cdot G^{1,852} \cdot \eta^{0,148}}{10^8 \cdot d^{4,973} \cdot P^{0,9375}}$$

или:

$$P \cdot dP = \frac{2615 \cdot G^{1,852} \cdot \eta^{0,148}}{10^8 \cdot d^{4,973}} dl. \quad (66)$$

Наконец, принимая для коэф-та вязкости его средние значения η_{cp} и рассматривая его как постоянную величину, интегрируем ур-ие (66):

$$\int P^{0,9375} \cdot dP = \int \frac{2615 \cdot G^{1,852} \cdot \eta_{cp}^{0,148}}{10^8 \cdot d^{4,973}} dl.$$

Принимая во внимание пограничные условия, т. е. что при $l=0$ $P=P_1$, —начальному давлению пара, и при $l=l_1$ $P=P_2$, —конечному давлению пара в трубопроводе, получаем:

$$\frac{P_1^{1,9375} - P_2^{1,9375}}{1,9375} = \frac{2615 \cdot G^{1,852} \cdot \eta_{cp}^{0,148}}{10^6 \cdot d^{4,973}} l,$$

или:

$$\frac{P_1^{1,9375} - P_2^{1,9375}}{l} = \frac{5100 \cdot G^{1,852} \cdot \eta_{cp}^{0,148}}{10^6 \cdot d^{4,973}}, \quad (67)$$

откуда, обозначая левую часть равенства (67) через A , будем иметь:

$$d = \sqrt[4,973]{\frac{5100 \cdot G^{1,852} \cdot \eta_{cp}^{0,148}}{10^6 \cdot A}} = 0,1377 \frac{G^{0,373} \cdot \eta_{cp}^{0,03}}{A^{0,2}} \text{ м.} \quad (68)$$

А также:

$$P_2 = \sqrt[1,9375]{P_1^{1,9375} - A \cdot l}. \quad (69)$$

Перегретый пар. Потери давления в паропроводах высокого давления, транспортирующих перегретый пар, определяются из того же основного ур-ия (61):

$$\frac{dP}{dl} = \frac{0,27 \cdot G^{1,852} \cdot \eta^{0,148}}{10^6 \cdot d^{4,973} \cdot \gamma} \text{ кг/м}^2.$$

Для перегретого пара приближенно можно принять:

$$P \cdot v = RT, \quad (70)$$

или:

$$P = \gamma \cdot RT = \gamma \cdot 47T,$$

откуда:

$$\gamma = \frac{P}{47T}. \quad (71)$$

Вставляя последнее значение для γ в ур-ие (61), и производя соответствующие преобразования, получаем:

$$P \cdot dP = \frac{12,7 \cdot G^{1,852} \cdot \eta^{0,148} \cdot T}{10^6 \cdot d^{4,973}}. \quad (72)$$

Принимая падение темп-ры пара в паропроводе равномерным по всей длине паропровода, а для T и η — их средние значения, рассматривая последние как постоянные и интегрируя ур-ие (72), будем иметь:

$$\frac{P_1^2 - P_2^2}{l} = \frac{25,4 \cdot G^{1,852} \cdot \eta_{cp}^{0,148} \cdot T_{cp}}{10^6 \cdot d^{4,973}}. \quad (73)$$

Обозначая в ур-ии (73) левую его часть через A , получим:

$$d = \sqrt[4,973]{\frac{25,4 \cdot G^{1,852} \cdot \eta_{cp}^{0,148} \cdot T_{cp}}{10^6 \cdot A}} = \frac{0,0472 \cdot G^{0,373} \cdot \eta_{cp}^{0,03} \cdot T_{cp}^{0,2}}{A^{0,2}} \text{ м.} \quad (74)$$

а также:

$$P_2 = \sqrt{P_1^2 - A \cdot l} \text{ кг/м}^2. \quad (75)$$

В ур-нях (67)–(75): P_1 —начальное давление пара в трубопроводе в кг/м^2 , P_2 —конечное давление пара в трубопроводе в кг/м^2 , G —часовое количество транспортируемого трубопроводом пара в кг , $\eta_{\text{ср}}$ —средний коэф-т вязкости транспортируемого пара, отнесенный к среднему состоянию пара в трубопроводе, в кгс/м^2 , γ —вес 1 м^3 пара при давлении P и темп-ре T , l —длина рассчитываемого участка паропровода в м , $T_{\text{ср}}$ —средняя абсолютная темп-ра пара в трубопроводе (арифметическое среднее из начальной и конечной T) в $^\circ\text{C}$.

Составленные по ф-лам (67) и (68), (73) и (74) графики на логарифмической сетке, у к-рых ординатами является величина

$$A = \frac{P_1^{1,174} - P_2^{1,174}}{l}$$

и абсциссами—часовые количества транспортируемого по трубопроводам пара G в кг для различных диам. паропроводов, дают возможность легко и быстро рассчитывать паропроводы как для сухого насыщенного, так и перегретого пара.

Потери давления в местных (единичных) сопротивлениях паропроводов высокого давления рассчитываются по ф-лам (37) и (37-а).

$$Z = \zeta \frac{w^3}{2g} \gamma \text{ кг/м}^3, \quad Z = \zeta \frac{0,878 \cdot G^3}{10^4 \cdot d^4 \cdot g} \text{ кг/м}^3.$$

Цифровые значения ζ берутся по табл. 20.

Влияние тепловых потерь в паропроводах низкого и высокого давлений на величину потерь давления в последних м. б. учтено с достаточной для технических расчетов точностью увеличением потерь давлений, полученных с помощью ф-л (37), (37а), (62), (67) и (73), на величину тепловых потерь паропроводов, выраженных в $\%$ от максимальных часовых количеств полезно транспортируемого по паропроводам пара.

§ 10. Изоляция теплопроводов.

Изоляция теплопроводов является весьма существенным элементом при транспорте и распределении тепла в местных и районных отопительных установках, поскольку тепловые потери отопительных сетей зависят от качества выполнения и тепловых свойств изоляции теплопроводов. На основании эксплуатационных данных годовые потери тепла отопительными сетями можно оценить примерно в 10–15% общего количества транспортируемого этими сетями тепла при водяном отоплении и в 15–20% при паровом отоплении. В условиях Советского Союза экономический коэф-т эффективности изоляционных конструкций можно в среднем принимать равным примерно 80–85% при коэф-те теплопроводности изоляционных конструкций не выше 0,10–0,12 $\text{cal./м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Под коэф-том эффективности изоляции разумеется соотношение:

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{(q_{\text{гол}} - q_{\text{из}}) \cdot 100}{q_{\text{гол}}}, \quad (76)$$

где: $q_{\text{гол}}$ —часовая потеря тепла 1 л. м не изолированной трубы в cal. , $q_{\text{из}}$ —часовая потеря тепла 1 л. м изолированной трубы в cal.

Для водяных систем отопления с максимальными темп-рами воды до 110°C – 130°C применяются обычно органические изоляционные материалы,—пробка, торф, соломенные жгуты и т. п., для пара же—минеральные изоляционные материалы,—асбест, трепел (диатом), шпаксовая вата и т. п.

Табл. 21. Коэффициенты теплопроводности теплоизоляционных материалов.

М а т е р и а л ы	Коэффициент теплопроводности		
	Вес 1 м ³ материала в кг	Средн. температура материала в °С	кал./м ² ·°С·ч.
Асбест чистый, свободно набитый	576	±0	0,130
Воздух атмосферный	—	100	0,187
		200	0,180
		300	0,186
		400	0,204
		500	0,2204
Древесный войлок с бумажной фабрики	330	±0	0,0259
		100	0,0361
		200	0,0463
		300	0,046
Инфузорная земля (см. трепел)	—	±30	0,046
Кизельгур (см. трепел)	—	±30	0,046
Магнезия, разведенная в воде и высушенная	189	50	0,062
Магнезия и асбест, смешанные в весовой пропорции: магнезии 85% и асбеста 15%, в виде сегментов для изоляции трубопровода (соесть известна в изоляционном деле под названием ньюзеля)	310	100	0,065
		200	0,063
		300	0,063
Трепел (диатом, кизельгур, инфузорная земля) в порошке, свободный	350	±0	0,062
		50	0,060
		100	0,068
		200	0,078
Трепел, разведенный в воде и высушенный	448	50	0,062
		100	0,064
		200	0,069
То же	563	50	0,082
		100	0,085
		200	0,091
То же	700	50	0,102
		100	0,105
		200	0,111
То же	840	50	0,146
		100	0,148
		200	0,151
Трепельные кирпичи, обожженные	300	100	0,074
		200	0,087
		300	0,082
	400	100	0,084
		200	0,090
		300	0,110
	600	50	1,134
		100	1,158
		200	1,168
		300	1,186

Табл. 21. (продолжение).

М а т е р и а л ы	Вес 1 м ² материала в кг	Средн. темп-ра материала в °С	Коэф-т теплопроводности, cal./м ² °С ч.
Хлопчатая бумага	81	0 50 100 150	0,0480 0,0625 0,0690 0,0850
Шлаковая вата уплотненная	300	0 50 100 200	0,0495 0,05 0,065 0,072
Шлаковая вата в форме сегментов для изоляции трубопроводов	400	50 200	0,081 0,080

Основной физической константой изоляционных материалов, характеризующей их тепловые качества, является их коэф-т теплопроводности λ ,—часовое количество тепла, проходящее через 1 м² поверхности изоляционного слоя толщиной в 1 м при разности темп-р ограничивающих этот слой поверхностей в 1° С и при перпендикулярном к этим поверхностям потоке тепла, в cal./м² °С час.

Величины коэф-тов теплопроводности изоляционных материалов зависят от средних темп-р этих материалов, плотности и влажности последних, при чем коэф-ты теплопроводности находятся в прямой пропорциональной зависимости от перечисленных выше факторов, т. е. с увеличением средних темп-р, плотности и влажности изоляционных материалов растут и величины коэф-тов теплопроводности этих материалов. Коэф-ты теплопроводности некоторых изоляционных материалов даны в табл. 21.

Тепловые потери 1 п. м изолированного трубопровода определяются из у-рия:

$$q = \frac{\pi (t_{мен} - t_{воз})}{\frac{1}{\alpha_{вн} d_{вн}} + \frac{1}{2\lambda_{жс}} \cdot \ln \frac{d_{тпр}}{d_{вн}} + \frac{1}{2\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_1}{d_{тпр}} + \frac{1}{2\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots + \frac{1}{2\lambda_n} \cdot \ln \frac{d_{низ}}{d_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_{н} - d_{низ}}} \text{ cal./ч.}, \quad (77)$$

где: $t_{мен}$ —темп-ра теплоносителя (воды или пара) или поверхности железной трубы в °С, $t_{воз}$ —темп-ра окружающего изолированную трубу воздуха в °С, $\alpha_{вн}$ —коэф-т теплоперевода от теплоносителя к внутренней поверхности трубы; для воды при естественной циркуляции $\alpha_{вн} = 500 \div 600 \text{ cal./м}^2 \text{ °С ч.}$, для воды при искусственной циркуляции $\alpha_{вн} = 1500 \div 2000 \text{ cal./м}^2 \text{ °С ч.}$, для конденсирующего пара $\alpha_{вн} = 8000 \div 10000 \text{ cal./м}^2 \text{ °С ч.}$, $d_{вн}$ —внутренний диам. изолированной трубы в м, $\lambda_{жс}$ —коэф-т теплопроводности железной стенки трубы, равный

$50 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$, $d_{\text{тр}}$ — наружный диам. изолированной трубы в м. $d_1, d_2, d_3, \dots$ — наружный диам. первого, второго, третьего и т. д. изоляционных слоев изоляционной конструкции теплопроводов в м, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$ — коэф-ты теплопроводности соответствующих изоляционных слоев в $\text{cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$, $d_{\text{н.из}}$ — наружный диам. всей изоляционной конструкции теплопровода в м, $\alpha_{\text{н}}$ — коэф-т теплоперевода от наружной поверхности изоляции к окружающему воздуху, равный примерно $8 \div 10 \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}$; более точно по W. Nusselt'у он м. б. определен из ур-ия:

$$\alpha_{\text{н}} = 1,02 \sqrt{\frac{t_{\text{н.из}} - t_{\text{воз}}}{d_{\text{н.из}}}} + \frac{C \left(\frac{T_1}{100}\right)^4 \cdot \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{T_1 - T_2} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.}, \quad (78)$$

где в свою очередь: $t_{\text{н.из}}$ — темп-ра наружной поверхности изоляции в $^\circ\text{C}$, $t_{\text{воз}}$ — темп-ра окружающего изолированный теплопровод воздуха в $^\circ\text{C}$, C — коэф-т лучеиспускания изоляционной поверхности, равный в среднем $4,4 \text{ cal./m}^2 \text{ } (^\circ\text{C})^4 \text{ ч.}$, T_1 — абсолютная темп-ра наружной поверхности изоляции в $^\circ\text{C}$, T_2 — абсолютная темп-ра окружающего изолированный теплопровод воздуха в $^\circ\text{C}$.

Принимая во внимание весьма малые абсолютные и относительные величины выражений $\frac{1}{\alpha_{\text{н}} \cdot d_{\text{н}}}, \frac{1}{2\lambda_{\text{ж}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{тр}}}{d_{\text{ж}}}$, они при технических расчетах без ущерба для точности последних м. б. опущены и ур-ие (77) будет иметь вид:

$$q = \frac{\pi(t_{\text{мен}} - t_{\text{воз}})}{\frac{1}{2\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_1}{d_{\text{тр}}} + \frac{1}{2\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots + \frac{1}{2\lambda_n} \cdot \ln \frac{d_{\text{н.из}}}{d_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}} \cdot d_{\text{н.из}}}} \text{ cal./ч.}, \quad (77-a)$$

откуда коэф-т теплопередачи изолированного теплопровода, отнесенный к 1 л. м последнего, будет равен:

$$k_{\text{тр}} = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_1}{d_{\text{тр}}} + \frac{1}{2\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots + \frac{1}{2\lambda_n} \cdot \ln \frac{d_{\text{н.из}}}{d_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}} \cdot d_{\text{н.из}}}} \text{ cal./л. м } ^\circ\text{C ч.}, \quad (77-b)$$

или коэф-т теплопередачи трубы, отнесенный к 1 м² наружной поверхности изоляции:

$$k = \frac{1}{\left(\frac{1}{2\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_1}{d_{\text{тр}}} + \frac{1}{2\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots + \frac{1}{2\lambda_n} \cdot \ln \frac{d_{\text{н.из}}}{d_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}} \cdot d_{\text{н.из}}} \right) d_{\text{н.из}}} \text{ cal./m}^2 \text{ } ^\circ\text{C ч.} \quad (77-b)$$

Если коэф-т теплопередачи будет отнесен не к наружной поверхности изолированной трубы, а к наружной поверхности голой трубы, то в ур-ии (77-в) в знаменателе вне скобок должно стоять не $d_{\text{н.из}}$, а $d_{\text{тр}}$, т. е. не наружный диам. изолированной трубы, а наружный диам. голой трубы в м.

Значения букв в ур-иях (77-а) — (77-в) известны из предыдущего изложения.

Т. к. общий суммарный перепад темп-ры в изоляционной конструкции, — от темп-ры теплоносителя до поверхностной темп-ры изоляции, — вызывается суммарным термическим сопротивлением изоляционной конструк-

ции и прямо пропорционален термическому сопротивлению изоляционной конструкции, то темп-ра поверхности последней м. б. определена из ур-ия:

$$t_{\text{нuz}} = t_{\text{мен}} - \frac{(t_{\text{мен}} - t_{\text{воз}}) R_{\text{из}}}{R_{\text{сум}}} \text{ } ^\circ \text{C}, \quad (78)$$

где: $t_{\text{нuz}}$ — темп-ра наружной поверхности изоляционной конструкции, $t_{\text{мен}}$ — темп-ра теплоносителя, $t_{\text{воз}}$ — темп-ра окружающего изолированный теплопровод воздуха, $R_{\text{из}}$ — термическое сопротивление изоляционной конструкции, определяемое из ур-ия:

$$R_{\text{из}} = \frac{1}{2\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_1}{d_{\text{вп}}} + \frac{1}{2\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots + \frac{1}{2\lambda_n} \cdot \ln \frac{d_n}{d_{n-1}} = \\ = \sum \frac{1}{2\lambda} \cdot \ln \frac{d_n}{d_{n-1}} \quad (79)$$

$R_{\text{сум}}$ — суммарное термическое сопротивление изоляционной конструкции теплопровода, определяемое из ур-ия.

$$R_{\text{сум}} = \sum \frac{1}{2\lambda} \cdot \ln \frac{d_n}{d_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_n \cdot d_{\text{нuz}}} \quad (79-a)$$

Экономические толщины изоляции для различных диам. трубопроводов определяются след. обр. Определяются годовые эксплуатационные расходы для нескольких вариантов одного и того же типа изоляции, но при различных толщинах последней, и тогда толщина изоляционной конструкции, соответствующая минимальным годовым эксплуатационным расходам на 1 п. м изолированного теплопровода, и будет для него экономической толщиной. Просчитываются обычно 4—5 вариантов с различной толщиной изоляции для нескольких подлежащих изоляции диам. труб. Эксплуатационные годовые расходы на 1 п. м изоляционной конструкции состояются из расходов на амортизацию и капитализацию первоначальных затрат на устройство изоляции, а также из стоимости ежегодного ремонта последней и стоимости тепловых потерь изолированного теплопровода, т. е.:

$$S_{\text{год}} = A + П \text{ руб./п. м}, \quad (80)$$

где: $S_{\text{год}}$ — годовые эксплуатационные расходы в руб. на 1 п. м изолированного трубопровода, A — ежегодные отчисления на амортизацию, капитализацию и ремонт, равные примерно 15—20% общей стоимости изоляции, в руб., $П$ — годовая стоимость потерь тепла в руб. на 1 п. м для данного теплопровода, определяемая из часовой потери тепла 1 п. м изолированного теплопровода, годового количества часов эксплуатации последнего и себестоимости тепловой энергии.

Для лучшей интерполяции результаты просчетов изображаются графически, при чем ординатами являются годовые эксплуатационные расходы на 1 п. м изоляции, а абсциссами — толщины изоляции. Экономические толщины изоляции изменяются с изменением стоимости 1 м² изоляции, стоимости тепла и с изменением величины диам. изолируемых теплопроводов, при чем толщина эта увеличивается с увеличением стоимости тепла, диам. теплопровода и с уменьшением стоимости 1 м² изоляции.

В таблице 22 приведены опытные данные для некоторых изоляционных конструкций, испытанных в теплофикационной лаборатории Всесоюзного теплотехнического ин-та.

Табл. 22. Коэффициенты теплопроводности изоляционных конструкций для теплопроводов по опытам теплофикационной лаборатории Всесоюзного теплотехнического института имени Ф. Дзержинского.

Наименование и краткое описание изоляционных конструкций трубопроводов	Средн. темп-ры изоляц. конструкц. в °С	Средн. коэф-т теплоп-ции, изоляц. конструкц.	Вес 1 м² изоляц. конструкц. в кг
Торфяная изоляция, состоящая из предохранительного асботорепельного слоя (смесь асбеста и трепела в объеме 1:1), толщиной в 20 мм, из двух слоев торфяных пластин толщ. в 24 мм каждая, положенных на подложке из асботорепельной массы (из которой состоит предохранительный слой) толщиной в 5 мм и обвязанных железной проволокой, по поверхности штукатурки из асботорепельной массы того же состава, что и предохранительный слой, толщиной в 4 мм. Вся изоляционная конструкция наносилась на горячую трубу; толщина всей изоляционной конструкции—77 мм	123,2	0,0898	687
Гидроторфо-трепельная изоляция, состоящая из предохранительного слоя из асботорепела (смесь асбеста с трепелом 1:1 по объему) толщ. в 20 мм, гидроторфа с трепелом 3:1 по объему толщиной в 40 мм, гидроторфо-трепельной штукатурки (смесь гидроторфа с трепелом 1:1 по объему) толщиной в 1 мм. Вся изоляционная конструкция наносилась на горячую поверхность опытной трубы.	101,9	0,121	674
Изоляция из смеси бумажной массы и трепела, состоящая из предохранительного асботорепельного слоя (смесь асбеста с трепелом 1:1,5 по объему) толщ. 20 мм, слоя из смеси трепела и бумажной массы (смесь из 7 объемн. ч. бумажной массы и 3 объемн. ч. трепела) толщ. в 40 мм и асботорепельной штукатурки (смесь асбеста и трепела 1:1,5 по объему) толщ. в 9 мм. Вся изоляционная конструкция наносилась на горячую поверхность опытной трубы. Толщина всей изоляционной конструкции 69 мм	81,5	0,146	830
Асботермит (отходы от асбошиферного производства, получаемые в отстойных резервуарах), — ньювелевая изоляция, состоящая из намета чистого асбеста толщиной ок. 5 мм и слоя асботермитного вяж. (10 ч. асботермита и 1,5 ч. ньюзеля по весу) толщ. в 70 мм. Изоляционная конструкция наносилась на горячую поверхность трубы. Толщ. всей изоляцион. конструкция—76 мм	185,0	0,0672	400
Асботермит-трепельная изоляция, состоящая из намета чист. асбеста толщ. ок. 7 мм и асботермито-трепельного слоя (смесь в пропорц. 5:1 по весу) толщ. 71 мм. Изоляция наносилась на горячую поверхность трубы. Толщина всей изоляционной конструкции—77 мм	137,5	0,079	488
Асботермит-трепельная изоляция, состоящая из намета чистого асбеста 4-го сорта толщ. ок. 10 мм и асботермит-трепельного слоя (смесь асботермита и трепела в весов. пропорц. 1:1 или 3:4 по объему) толщ. 74 мм. Изоляция наносилась на горячую поверхность трубы. Толщина всей изоляционной конструкции—ок. 84 мм	175,3	0,0813	559

Табл. 22 (продолжение).

Наименование и краткое описание изоляционных конструкций трубопроводов	Средн. темп-ры изоляц. конструкц. в °С	Средн. коэф-т теплопров. изоляц. конструкц.	Вес 1 м³ изоляц. конструкц. в кг
Асботермит-асбестовая изоляция, состоящая из намета чистого асбеста 4-го сорта толщ. ок. 7 мм и асботермито-асбест. слоя (смесь асботермита и асбеста в вес. пропорции 1:1) толщ. в 7-11 мм. Изоляция наносилась на горячую по поверхности опытной трубы. Толщина всей изоляционной конструкции ок. 77 мм	188,8	0,0979	475
Изоляционная масса, состоящая из смеси гжельской глины и шерстяных очесов в объемной пропорции 2:1, толщиной в 67 мм. Изоляция наносилась на горячую поверхность опытной трубы	78,5	0,182	874
Ньювелевая изоляция, состоящая из намета чистого асбеста толщиной ок. 7 мм и слоя ньюзеля толщиной в 59 мм (смесь магнезии и асбеста в весовой пропорции 85:15). Изоляционная конструкция наносилась на горячую поверхность опытной трубы	170,9	0,072	419,4
Изоляция из смеси асботермита и асбоочесов, состоящая из намета чистого асбеста 6-го сорта толщ. ок. 3 мм и слоя асботермита и асбоочесов (48 ч. асботермита и 1 ч. асбоочесов по весу или 25 ч. асботермита и 2 ч. асбоочесов по объему) толщ. 65 мм. Вся изоляционная конструкция наносилась на горячую поверхность опытной трубы	175,4	0,084	438,1
Изоляция из смеси асбеста, трепела и торфокрошки, состоящая из слоя след. состава асбеста 14 6—10 ч., трепела 18 ч. и торфокрошки 8,9 частей по весу или 4 ч. асбеста, 2 ч. торфокрошки и 6 ч. трепела по объему, толщиной 87 мм. Изоляция наносилась на горячую поверхность трубы.	93,6	0,138	845,8
Изоляция, состоящая из смеси сфагноума, глины и хлопчатобумажных очесов, в след. пропорции: сфагноума 8 ч., глины 11 ч., хлопчатобумажных очесов 1 ч. по весу. Изоляционная конструкция наносилась на горячую поверхность трубы без предохранительного слоя. Толщина всей изоляционной конструкции—ок. 58 мм	89,5	0,09	587,4
Изоляционная масса, состоящая из смеси глины с хлопчатобумажными очесами в весовой пропорции 7:3 или объемной 0,4:3, толщиной 58 мм. Изоляция наносилась на горячую поверхность опытной трубы	80,7	0,144	798,4
Изоляционная конструкция, состоящая из смеси асбеста, трепела и бумажной пыли в след. весовой пропорции: асбеста 30 ч. трепела 53 ч. и бумажной пыли 17 ч. Изоляция наносилась на горячую поверхность опытной трубы. Толщина всей изоляционной конструкции—ок. 61 мм	76,8 64,3	0,143 0,142	668,9 863,9

Табл. 22 (продолжение).

Наименование и краткое описание изоляционных конструкций трубопроводов	Средн. темп-ры изоляц. конструкц. в °С	Средн. коэф-т теплопрот. изоляц. конструкц.	Вес 1 м³ изоляц. конструкц. в кг
Сложная ньювелевая изоляция, состоящая из предохранительного слоя из асбеста № 5 толщ. 10 мм, основного ньювелевого слоя толщ. 30 мм, дополнительного слоя, состоящего из асбеста, трепела и бумажной пыли в пропорции по весу: асбеста 30 ч., трепела 80 ч. и бумажной пыли 10 ч. или по объему: асбеста 1,7 ч., трепела 2,6 ч., бумажной пыли 4 ч., толщ. 55 мм, штукатурного асбо-трепельного слоя (в пропорции 4:6 по весу или 1:1 по объему) толщ. в 6 мм.	104,3 167,4 184,4	0,103 0,111 0,114	596,3 596,3 596,3
Сложная ньювелевая изоляция, состоящая из предохранительного слоя асбеста № 5 толщ. 10 мм, основного ньювелевого слоя толщ. 40 мм, дополнительного слоя из асбеста, трепела и бумажной пыли в пропорции по весу: асбеста 30 ч., трепела 80 ч. и бумажной пыли 10 ч. или по объему: асбеста 1,7 ч., трепела 2,6 ч., бумажной пыли 4 ч., толщ. 45 мм, штукатурного асбо-трепельного слоя (в пропорции 4:6 по весу или 1:1 по объему) толщиной 5 мм; изоляция наносилась на горячую поверхность опытной трубы	110,8 137,7 177,8	0,102 0,108 0,118	598,8 598,8 598,8
Сложная ньювелевая изоляция, состоящая из предохранительного слоя асбеста № 5 толщ. 10 мм, основного ньювелевого слоя толщ. 50 мм, дополнительного слоя из асбеста, трепела и бумажной пыли в пропорции по весу: асбеста 30 ч., трепела 80 ч. и бумажной пыли 10 ч., толщиной 35 мм, асбо-трепельного штукатурного слоя толщиной 5 мм (в пропорции 4:6 по весу); изоляция наносилась на горячую поверхность опытной трубы ..	84 138,0	0,09 0,101	557,6 557,6
Изоляция из кизельгуровых кирпичей толщ. 65 мм и асбо-трепельного штукатурного слоя толщ. 10 мм (в пропорции: асбеста 4 ч. и трепела 6 ч. по весу) ..	121,4 174,4 238,6	0,093 0,098 0,111	520,9 520,9 520,9
Набивная изоляция из шлаковой ваты, состоящая из ценобетоновых опорных колец высотой 50 мм, шир. 30 мм на расстоянии 400 мм друг от друга, железного кожуха и основного засыпанного слоя из шлаковой ваты толщиной в 50 мм	105,6 173,4 211,3	0,074 0,07 0,10	351,6 351,6 351,6
Изоляция из искусственного асбеста, состоящая из слоя смеси отходов содового производства с соломой толщ. 30 мм и слоя толщ. 29 мм вновь составленной смеси из отходов содового производства с рубленной соломой в пропорции: на 10 вес. ч. отходов содового производства 1 вес. ч. мелкорубленной соломой ..	61,6 74,8 89,6	0,110 0,113 0,111	544,1 544,1 544,1

§ 11. Стоимость оборудования отопительных установок.

Стоимость оборудования печного отопления при печах из простого красного или гжельского кирпича с обычной чугунной гарнитурой можно приблизительно принять ок. 1 руб. на 1 м³ наружной кубатуры отапливаемых небольших жилых зданий или ок. 30 руб. на тысячу cal. максимальных часовых потерь тепла отапливаемыми зданиями.

Стоимость оборудования насосных водяных систем отопления блоков жилых и общественных зданий с собственными котельными, по данным Мосстроя, м. б. принята примерно в 1,8 ÷ 2 руб. на 1 м³ внешней кубатуры отапливаемых зданий при тепловой характеристике последних: $q \approx 15 \text{ cal./м}^3 \text{ час}$ (максимально). Т. о., стоимость оборудования таких

Табл. 23. Расход металла на оборудование различных отопительных систем в фабрично-заводских зданиях и стоимость этого оборудования, отнесенные на тысячу cal. максимальной часовой теплоотдачи отапливаемых зданий.

Наименование материалов	Род отопительной системы											
	водяное насосное отопление ($t_{600} = 95^\circ \div 70^\circ \text{ C}$)				паровое отопление высокого давления (давление в отп. п.р.б. 1,0 atm. изб.)				воздушное отопле- ние (подогрев ка- лорифера паром давлен. в 1—2 atm. изб. или перегретой водой в 120—130° C)			
	вес		стоимость		вес		стоимость		вес		стоимость	
	кг	%	руб.	%	кг	%	руб.	%	кг	%	руб.	%
Трубы и их соедине- ния	33,5	23,8	13,7	22,2	21,8	21,6	10,1	22,4	13,0	44,0	6,3	18,1
Радиаторы и нагрев. приборы	92,5	85,8	32,3	52,0	65,7	65,2	23,1	51,0	4,6	15,3	17,0	49,0
Котлы (железные) . .	10,0	7,2	4,2	6,7	10,0	10,0	4,2	9,1	10	33,4	4,2	12,2
Арматура, включая насосы и эл.-моторы	1,9	1,4	7,5	12,1	1,2	1,2	4,8	10,3	1,4	4,7	5,5	15,8
Железо в изделиях .	2,5	1,8	3,0	4,8	2,0	2,0	2,4	5,2	0,8	2,6	1,0	2,9
Вспомогател. мате- риал	—	—	1,3	2,1	—	—	1,0	2,0	—	—	0,6	2,0
Итого	140,4	100	62	100	100,7	100	46	100	29,8	100	31,6	100
Стоимость материала с накладными рас- ходами (стоим. на- кладн. расх. — 20% стоим. материалов) .			75 руб.				56 руб.				42 руб.	
Суммарная стоимость оборудования отопи- тельных установок, включая и рабочую силу, с накладными расходами (стоим. рабочей силы с на- кладными расходами принята в 45% сто- имости материала с накладн. расходами).			110 руб.				81 руб.				61 руб.	

насосных водяных отопительных установок, отнесенная на тысячу *cal.* максимальных часовых тепловых потерь отапливаемых зданий, будет составлять:

$$\frac{1,8 \cdot 100}{15} = 120 + \frac{2 \cdot 1000}{15} = 133 \text{ руб.}$$

По отдельным статьям оборудования эта стоимость распределяется примерно след. обр.:

Котлы с монтажом и обмуровкой	18%
Оборудование регулировочной станции (насосы, эл.-моторы и т. п.) . . .	2%
Каналы для внешней теплотрассы одной сети	6%
Теплопроводы внешней сети	4,5%
Изоляция теплопроводов внешней сети	2%
Радиаторы с установкой их на место	87%
Краны двойной регулировки и радиаторам с установкой их	8%
Трубы и фасонные части к ним для теплопроводной и распределительной сети внутри отапливаемых зданий с монтажом	20%
Изоляция теплопроводной сети внутри отапливаемых зданий	4,5%

Из общей стоимости отопительных установок примерно 65—70% составляет стоимость материалов с накладными расходами, тогда как остальные 35—30% приходятся на стоимость рабочей силы с накладными расходами.

Стоимость оборудования водяных отопительных систем с естественной циркуляцией, двух- и однотрубных, с низовой и верховой разводкой в жилых и общественных зданиях оказывается выше стоимости оборудования водяных насосных систем примерно на 10—15%, и составляет ок. 146—153 руб. на тысячу *cal.* максимальной часовой потери тепла отапливаемых зданий. Стоимость оборудования паровых систем отопления низкого давления в жилых и общественных зданиях примерно на 15—20% ниже стоимости оборудования водяных насосных систем и составляет около 106—113 руб. на тысячу *cal.* максимальной часовой потери тепла отапливаемых зданий. Стоимость оборудования различных отопительных систем в фабрично-заводских зданиях и затрату металла на оборудование отопительных установок в этих зданиях дает табл. 23, составленная по материалам проектных организаций и ИННОРСа.

На оборудование отопительных систем жилых и общественных зданий расходуется металл (труб, железа в изделиях и арматуры) примерно на 10% больше, чем на оборудование отопительных установок фабрично-заводских зданий.

§ 12. Эксплуатация отопительных установок.

1. Расход топлива и стоимость эксплуатации отопительных установок.

Кпд котельных установок даны в табл. 24, а кпд отопительных установок в целом, включая и кпд теплопроводной распределительной сети, приведены в табл. 25.

Если началом отопительного сезона (осенью) считать время, когда трое суток подряд средняя суточная темп-ра наружного воздуха держится не выше $+6^{\circ}\text{C}$, а окончанием отопительного сезона (весной)—время, когда средняя суточная темп-ра трое суток подряд держится не ниже $+8^{\circ}\text{C}$, то при этих условиях число отопительных дней, напр., для центральной полосы СССР равно 200—210 при 4500—5000 отопительных часах и средней темп-ре отопительного периода в $-4-5^{\circ}\text{C}$.

Табл. 24. Кпд чугунных секционных и железных отопительных котлов.

Системы котлов	Часовая пропускная способность котлов в тыс. cal.	Кпд при парадных испытаниях %	Кпд в эксплуатации		
			при очень хорошем обслуживании %	при хорошем обслуживании %	при плохом обслуживании %
Чугунные секционные котлы для водяного отопления	15—30	58,0	50,0	44,0	27,0
	25—35	72,0	60,0	50,0	45,0
	70—150	81,0	65,0	60,0	55,0
	150—300	78,0	65,0	60,0	55,0
Чугунные секционные котлы для парового отопления низкого давления	25—35	70,0	55,0	48,0	40,0
	70—120	80,0	60,0	55,0	50,0
	150—250	75,0	60,0	55,0	50,0
Железные отопительные котлы (жаровые, ланкаширские и др.) для водяного и парового отопления	250—500	75,0	65,0	60,0	55,0

Годовой расход топлива в тоннах для отопительных установок определяется по формуле:

$$G = \frac{Q_{\max}^{час} (t_d - t_{н. ср}) \cdot n}{\eta_y \cdot Q_p^p \cdot 1000 (t_d - t_{н. рас})}, \quad (81)$$

где $Q_{\max}^{час}$ — максимальные часовые расчетные потери тепла отапливаемыми зданиями при максимальной расчетной разности температур в cal., t_d — нормальная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, $t_{н. рас}$ — минимальная расчетная температура наружного воздуха, $t_{н. ср}$ — средняя температура наружного воздуха для данного места за отопительный период, n — число отопительных часов за отопительный сезон, η_y — кпд всей отопительной установки, равный: $\eta_y = \eta_k \cdot \eta_{тр}$, где в свою очередь η_k — эксплуатационный кпд отопительных котлов и $\eta_{тр}$ — эксплуатационный кпд теплопроводной сети (местной и районной) за отопительный сезон, равный 0,9—0,8, Q_p^p — рабочая низшая теплотворная способность топлива в cal./кг.

Эксплуатационная себестоимость тепла при центральных системах отопления достигает примерно 12—14 руб. за млн. cal., при чем 70—75% этой стоимости составляет стоимость топлива и остальные 30—25% — стоимость обслуживания и ремонта отопительных установок.

Годовая стоимость отопления 1 м² жилой площади в жилых домах с тепловой характеристикой ок. 15 cal. на 1 м³ объема в час (максимально) составляет примерно ок. 3 руб. при средней себестоимости тепла в 13 руб. за млн. cal.

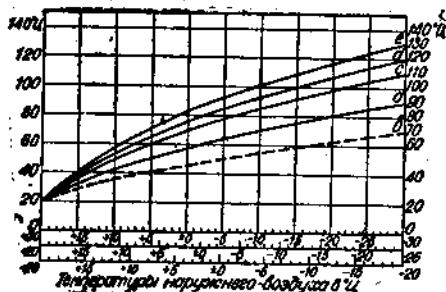
Табл. 25.

	%
Водяное отопление.	
Жилые дома	45—50
Больницы, школы, общественные здания и т. п.	50—55
Паровое отопление.	
Жилые дома	40—45
Больницы, школы, общественные здания и т. п.	46—50
Фабрично-заводские здания, отапливаемые от фабрично-заводских котельных	55—60

2. Эксплуатация центральных отопительных установок.

а) Паровое отопление. Паровые системы отопления оказываются в эксплуатации дороже водяных в виду добавочных тепловых потерь на прогрев котлов, обычного перегрева отопляемых зданий в переходное время вследствие недостаточной гибкости центральной регулировки и т. д. Наиболее целесообразным способом обслуживания паровых систем отопления в переходное время является периодическая подача пара то в одну, то в другую часть отопительной установки. Гл. обр. следует избегать повышения давления пара по сравнению с нормальным рабочим давлением пара, принятым для данной установки.

б) Водяное отопление. Благодаря возможности иметь простую и весьма гибкую центральную (генеральную) регулировку подачи тепла от котельной к отопительным приборам в зависимости от наружных темп-р водяное отопление является наиболее экономичным видом центрального отопления.



Черт. 29.

На черт. 29 дана темп-ра отопительной воды в подающих и обратных водоводах местных водяных систем отопления, работающих с естественной циркуляцией, а также в подающих магистральных теплопроводах районных отопительных установок, работающих с перегретой водой в $110-130^{\circ}\text{C}$, для трех различных минимальных расчетных темп-р наружного воздуха (-30° , -25° и -20°C) в зависимости от средних суточных темп-р наружного воздуха. На черт.: *б*—кривая темп-р обратной воды из местных систем отопления, *а*—кривая темп-р отопительной воды в подающих водоводах в магистральных отопительных установках, работающих с максимальными темп-рами горячей воды в 90°C , *с*—то же для отопительных установок, работающих с максимальной темп-рой горячей воды в 120°C , и наконец *д*—то же для отопительных установок, работающих с максимальными темп-рами горячей воды в магистральных в 130°C .

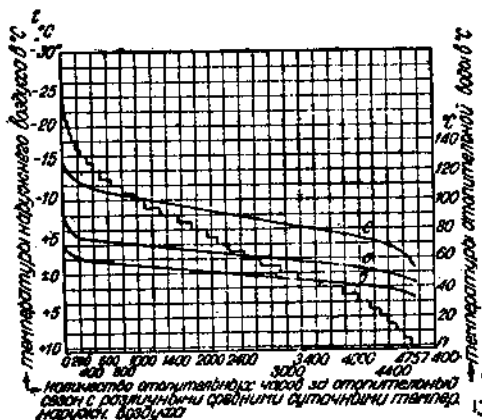
Средние суточные темп-ры наружного воздуха, по к-рым согласно приведенному выше графику должна устанавливаться темп-ра отопительной воды в подающих водоводах, берутся из наблюдений в 9 час. веч. (21 час) предыдущего дня, т. к. эти темп-ры обычно являются весьма близкими к средним суточным темп-рам этого дня.

Черт. 30—график количества отопительных часов с одинаковой темп-рой наружного воздуха, а также количества часов с одинаковой темп-рой отопительной воды за отопительный период для г. Москвы.

Вентиляция.

§ 1. Общие данные.

Дыхание и окисление крови через легкие с помощью содержащегося в воздухе кислорода являются одним из основных жизненных процессов человеческого организма. Взрослый человек при покойном состоянии делает в среднем около 16 вдыханий и выдыханий в мин., при чем с каждым вдыханием легкими вбирается ок. $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ л воздуха, т. е. 5—8 л в мин., или ок. 300—500 л в час.



Черт. 30.

Принимая плотность вдыхаемого воздуха равной примерно $1,2 \text{ кг/м}^3$, получим вес воздуха, вдыхаемого человеческим организмом при покойном состоянии, ок. 0,360—0,600 кг. В течение суток человек вдыхает, таким образом, в среднем ок. 9—10 м^3 , или около 11—12 кг, воздуха.

В табл. 26 приведен средний состав наружного вдыхаемого и выдыхаемого из легких воздуха в % от объема.

Воздух жилых, общественных и конторских помещений загрязняется самими присутствующими людьми, тогда как воздух рабочих помещений в большинстве случаев загрязняется не только вследствие присутствия в них людей, но и выделением соответствующих вредностей технологическими производственными процессами, совершаемыми в этих помещениях.

Табл. 26. Средний состав наружного и выдыхаемого из легких воздуха.

Составные части воздуха	Состав наружного (вдыхаемого) воздуха в %, от объема	Состав выдыхаемого из легких воздуха в %, от объема
Кислород (O_2)	20,7	16,4
Азот и аргон (N_2, A)	78,8	79,2
Углекислота (CO_2)	0,08—0,07	4,1
Водяной пар (H_2O)	0,47	1,0 (насыщенный)
Итого	100%	100%

Основными вредностями жилых, общественных, конторских производственных помещений являются:

- 1) продукты дыхания,—углекислота и водяные пары;
- 2) кожные испарения;
- 3) продукты разложения органической пыли на отопительных приборах;
- 4) избыточное тепло, выделяемое присутствующими в помещениях людьми, а следовательно, и повышение темп-ры в залах собраний в театрах, кино, школах и т. п.;

Табл. 27. Часовые количества выделяемых человеческим организмом углекислоты, водяных паров и тепла.

Наименование объектов наблюдений	Часовое выделение углекислоты (CO_2) в л при 0°C и 760 мм рт. ст.	Часовое выделение водяного пара в г	Часовое выделение тепла в кал.
Младенец	6	16	28
Ребенок среднего возраста	10	20	52
Юноша	17	40	90
Взрослый человек при легкой физической работе	20	60	130
Взрослый человек при средней физической работе	36	130	300

9) вредные газы и пары, выделяющиеся при производственных процессах.

1. Углекислота (CO_2), являющаяся одним из продуктов дыхания, сама по себе не является каким-либо особо вредным для человеческого организма газом, так же, как, напр., азот.

Содержание CO_2 в воздухе рабочих помещений при замещении его находящегося в последнем кислорода в 1,5—2% по объему не оказывает сколько-нибудь существенного влияния на здоровье и производительную деятельность людей. Поэтому особое внимание гигиеническому значению углекислоты уделяется лишь при концентрациях ее в окружающем воздухе свыше 2% по объему. При 10—11% содержания CO_2 во вдыхаемом воздухе на ту ают угрожающие жизни признаки и при содержании ее свыше 18% на туает смерть от удушья (от недостатка кислорода, поскольку углекислота замещает его в процессе окисления крови в легких). Предельной допустимой концентрацией CO_2 в жилых, общественных и рабочих помещениях следует считать примерно 1,5—2 л на 1 м³ воздуха (1,5—2%) или 8—4 мг на 1 л воздуха (3—4 г/м³ воздух).

2. Кожные испарения людей в виду их неприятного запаха д. б. непрерывно удаляемы из жилых, общественных и производственных помещений.

3. Продукты разложения органической пыли на отопительных приборах, создавая неприятные и обременительные запахи сухой перегонки органического вещества, не являясь непосредственно опасными, при длительном воздействии вызывают ухудшение самочувствия людей и потому подлежат регулярному удалению из помещений вместе с вытяжным вентиляционным воздухом. То же примерно можно сказать и о действии табачного дыма.

4. Избыточное тепло помещений, доставляемое самими людьми и производственной аппаратурой, является одной из основных вредностей.

Избытки тепла, как было указано выше, создаются в общественных зданиях, больших залах собраний, школах и т. п. за счет теплоотдачи самих присутствующих в этих помещениях людей. Величину этих избытков тепла каждый раз можно определить, зная количество присутствующих и их теплоотдачу в окружающую среду (см. табл. 1 в отделе «Отопления» и табл. 27 в отделе «Вентиляции»).

Теплоотдачу паровозов, производственной аппаратуры, печей, паропроводов и т. п. можно вычислить, зная их поверхностную темп-ру или тепловые балансы. Что же касается приводных машин, то их теплоотдача в окружающую среду является прямо

- 5) табачный дым;
- 6) пыль, выделяющаяся при производственных процессах;
- 7) избыточное тепло, выделяемое производственной аппаратурой и машинами, а следовательно, и высокие темп-ры в этих помещениях;
- 8) избыточная влага, выделяемая производственной аппаратурой и технологическими процессами, а следовательно, и высокая относительная влажность;

пропорциональной их мощности и м. б. вычислена из теплового эквивалента л. с.-ч. (1632 cal.) или kWh (860 cal.), смотря по тому, в каких единицах мощность дана или даны машины, при чем в расчет следует принимать всю рабочую нагрузку машин. Кроме того в производственных помещениях следует учитывать солнечную радиацию через окна и наружные стены.

Табл. 28. Средние часовые количества лучистой теплоты, получаемые производственными помещениями.

Мас. п.п.	Род огражд. поверхн.	Тепло воспр.	Мас. п.п.	Род огражд. поверхн.	Тепло воспр.
1	Через окна, расположенные на юг . . .	150 cal./м² ч.	4	Через световые фонари, обшпаклеванные торцом на юг, а боковой поверхностью (скатами) на восток и запад	180 cal./м² ч.
2	Через окна, расположенные на юго-восток и юго-запад . .	100 "	5	Через вертикальные наружные стены . .	7—10 "
3	Через световые фонари, расположенные одним скатом на юг (др. на север), считая на стеклянную поверхность обоих скатов	150 "	6	Через плоские крыши	15—20 "

При расположении окон и наружных стен производственных помещений не на Ю, а на В или З приведенные в табл. 28 значения снижаются примерно до 70%.

Здесь необходимо еще указать на гигиеническое действие лучистой теплоты, к-рому непосредственно подвергаются, напр., работники горячих цехов или же облучивающие всякого рода производственную аппаратуру с очень высокими температурами. Количество тепла, получаемое соответствует т-рам работающих за т-рами от окружающих нагретых поверхностей, м. б. приблизительно определено по ф-ле Стефан-Больцмана.

5. Высокая абсолютная и относительная влажность имеет место обычно в рабочих помещениях, а к-рых производится мойка, выпаривание, сушка и т. д.

Нормальной относительной влажностью жилых, общественных и конторских помещений следует считать $\phi = 30-60\%$.

Высокие влажности производственных помещений должны сопровождаться высокими температурами. Определение количества влаги, образующейся в том или ином производственном помещении, определяется или из материально-теплового баланса производственного процесса, или же с помощью соответствующих ф-л для определения количества испаряющейся жидкости со свободной поверхности.

6. Пыль является одной из основных производственных вредностей как по своему влиянию на здоровье работающих, так и потому, что она сопутствует большому количеству производственных технологических процессов.

Разделяют пыль на металлическую, минеральную и органическую. Кроме того пыль различается еще по величине частиц, единицей измерения к-рых служит обычно микрон, равный $\frac{1}{1000}$ мм и обозначаемый через μ .

В зависимости от величины частиц пыли, находящихся в воздухе (з аэрозолях), т. е. в зависимости от дисперсности этих воздушных смесей (аэрозолей) Джиббс различает след. виды пыли:

а) Собственно пыль, —воздушную смесь, диам. частиц к-рой превышает 10 μ . Такие частицы в покоем воздухе оседают с возражающей скоростью в соответствии с законом тяготения. Эти частицы не диффундируют.

б) Облако —воздушную смесь, диам. частиц к-рой колеблется от 10 μ до 0,1 μ . Такие частицы в покоем воздухе оседают по закону Стокса, т. е. с постоянной скоростью, обусловливаемой размером этих частиц; они так же, как и частицы пыли, не диффундируют.

Скорости падения (оседания) таких пылевых частиц в покоем воздухе определяют из ур-ня Стокса:

$$w = 0,0558 \cdot d^2 \frac{(\gamma_n - \gamma_{воз})g}{\eta} \text{ см/сек.} \quad (1)$$

где: w — постоянная скорость падения пылевых частиц размером от 10 до 0,1 μ в покоем воздухе в см/сек., d — диам. пылевой частицы в см (или эквивалентный диам.,

Табл. 29. Средние размеры частиц пыли, дыма, тумана и паров, в зависимости от их происхождения (по данным Лемана-Джиббса).

№№ по пор.	Происхождение пыли, дыма, тумана и паров	Размеры частиц пыли в микро-нах ($\mu = \frac{1}{1000}$ мм)		
		макс.	мин.	средн.
1	Пыль при шлифовании меди	450	1,5	7,5
2	» » иглолок	220	2,5	20,0
3	» цинковой обманки	80	2,2	12,0
4	» гравия	420	2,5	8,0
5	» цементная (по Леману)	130	3,1	16,0
6	» цементная (по Джиббсу)	—	—	10,0
7	» угольная	700	1,6	12,0
8	» древесная	420	3,0	10,0
9	» уличная	310—950	1,5	15,0
10	Табачный дым	—	—	0,25
11	Пыль из дымовых труб цементных печей	60	8	34,0
12	Пыль плавильных печей	100	0,1	50,0
13	Нефтяной дым	1,0	0,05	0,5
14	Туман серной к-ты из концентраторов (H_2SO_4)	5,5	0,8	3,0
15	Пары хлористого аммония (NH_4Cl)	—	—	0,1
16	Дым окиси цинка (ZnO)	—	—	0,5
17	Пыль из воздуха угольных шахт	—	—	10,0
18	Пыль из воздуха мукомолен	15,0	20,0	17,0
19	Пыль из воздуха зернового элеватора	—	—	15,0

равный: $d_{ос} = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}$ см при объеме пылевой частицы в V см³, γ_n — плотность пылевой частицы в г/см³, $\gamma_{возд}$ — плотность воздуха в г/см³, равная (при $\gamma_s = 1,2$ кг/см³) $1,3 \cdot 10^{-3}$ г/см³; плотностью воздуха $\gamma_{возд}$ в виду ее малой величины при расчетах можно пренебречь; η — абсолютная вязкость воздуха, равная 0,000188 г/см ск. при темп-ре воздуха в + 20 °С, g — ускорение силы земного притяжения, равное 981 см/ск².

Табл. 30. Скорости пылевых частиц воздушных смесей, обусловленные, с одной стороны, силой тяжести, а с др., — ударами молекул при броуновском движении, в зависимости от размеров этих частиц.

Радиус частиц пыли в микронах ($\mu = \frac{1}{1000}$ мм)	Скорость, обусловленная силой тяжести, в см/ск.	Скорость, обусловленная ударами молекул, в см/ск.
0,001	12×10^{-3}	$6,3 \times 10^{-3}$
0,005	3×10^{-3}	$2,8 \times 10^{-3}$
0,01	12×10^{-4}	$2,0 \times 10^{-4}$
0,05	3×10^{-4}	$8,9 \times 10^{-4}$
0,1	12×10^{-5}	$6,3 \times 10^{-4}$
0,5	3×10^{-5}	$2,8 \times 10^{-4}$
1,0	12×10^{-6}	$2,0 \times 10^{-4}$

Принимая для g и η приведенные выше значения и вставляя их в ур-ие Стокса (1), а также пренебрегая плотностью воздуха $\gamma_{возд}$, получим окончательное выражение для скорости падения (оседания) пылевых частиц, размером в 10^{-4} — $0,1$ м в покоем воздухе:

$$w = 290 \cdot 10^3 d^2 \gamma_n \text{ см/ск.}, \quad (1-a)$$

где значение букв — как выше (d — в см и γ_n — в г/см³).

в) Дым — воздушную смесь, имеющую diam. частиц от 0,1 до 0,001. Такого рода частицы, имея diam. равный (или меньший) свободному пути газовых молекул (10^{-4} — $0,1$ м), подвергаются ударам последних и движутся в газовой среде беспорядочно, участвуя в непрерывном броуновском движении. Они быстро диффундируют и практически из воздушной смеси почти не выделяются и не оседают. Размеры частиц различных видов пыли даны в табл. 29.

В покоем воздухе количество осевших пылевых частиц увеличивается по направлению к низу, т. е. к полу заполненного пылью помещению (см. табл. 32). Известный германский гигиенист К. Леман полагает, что содержание пыли в рабочей зоне в количестве 5 мг на 1 м³ следует считать умеренным, до 10 мг — еще сносным.

Более высокие цифры, — до 20 мг/м^3 , — уже надо считать неудовлетворительными, а выше 50 мг — опасными для здоровья трудящихся.

Табл. 31. Скорости оседания сферических пылевых частиц в покое в воздухе в зависимости от размера этих частиц, при плотности частиц $\gamma = 1,0$ (по Джиббсу).

Диам. частиц пыли в μ	Скорость оседания пылевых частиц	
	$w = \text{см/сек.}$	$w = \text{м/час}$
100	30,0	1080,000
10	0,3	10,800
1	0,003	0,108
0,1	0,00003	0,00108

Табл. 32. Оседание пыли в покое в воздухе пылевой камеры.

Высота поверхности, на которой оседала пыль над полом камеры, в см	Количество осевшей пыли в г на 1 м^2 поверхности	Относительные цифры %
40	2,87	175
80	2,78	163
120	1,78	105
145	1,70	100

В СССР считаются допустимыми примерно след. нормы содержания пыли в 1 м^3 воздуха в рабочей зоне и у рабочих мест производственных помещений:

Табл. 33.

№ по порядку	Наименование отраслей промышленности и цехов	Допустимое содержание пыли в воздухе производств. помещ., в мг/м^3	№ по порядку	Наименование отраслей промышленности и цехов	Допустимое содержание пыли в воздухе производств. помещ., в мг/м^3
I	В текстильной промышленности:		II	В табачной промышленности	До 6
1	В отделениях кипоразбивательных	5—6	III	В шлифовальных, полировочных и токарно-машинных отделениях металлообрабатывающей промышленности в среднем	5—7
2	В лабазных	5—6	IV	В чугунолитейных мастерских	До 10
3	В чесальных и трепальных отделениях	3—5	V	В деревообделочных мастерских в среднем 5 мг/м^3 и в особых случаях	До 7—8
4	В ватерных отделениях	2—3			
5	В ткацких	2—2			
6	В банкаброшных	3—2			
7	В угарном отделении и в отделении пыльных волчков	До 10			

Данные о запыленности воздуха различных производственных помещений, а также о влиянии вентиляционных установок на уменьшение запыленности этих помещений приведены в табл. 34.

Табл. 34. Запыленность воздуха различных предприятий и цехов.

Род промышленных предприятий и отделений	Содержание пыли в воздухе в мг/м³		Род вентиля- ционных уст- новок	Достигаемая с помощью вентиляц. установки число крат- ности обмена воздуха в по- мещениях
	без венти- ля- ции	при дей- ствии вен- тил. уста- новки		
Мебельная ф-ка. Деревообделоч- ная мастерская (23 деревообде- лочных станка $V_{\text{вент}} = 93 \text{ м}^3$):				
а) у фрезерных станков . . .	9—12	1,8—1,8	Приточно-вы- тяжная	14-кратн.
б) у шлифовальн. станков . .	100—107	15—18		
Деревообделочный завод (25 стан- ков, $V_{\text{вент}} = 1100 \text{ м}^3$):				
а) у протускового станка . . .	14	1,38	Приточно вы- тяжная	5-кратн.
б) у фуговочного	43	4,25		
Сигарная ф-ка. Табачное отде- ление—щипка, сортировка, рез- ка, раструска и набивка табака в пакеты	31—80	5,2—10,2	Приточно-вы- тяжная	7-кратн.
Прядильно-ниточная ф-ка. Угар- ное отделение—барабанно-щи- пальная машина, пыльный вол- чок и «сито» ($V_{\text{вент}} = 300 \text{ м}^3$):	143—224	71,5—112,1	Приточно-вы- тяжная	19-кратн.
Ф-ка шерстяных изделий. Сорти- ровочное отделение—сортиров- ка шерсти и набивка отсорти- рованной шерсти в кипы руч- ным способом ($V_{\text{вент}} = 3200 \text{ м}^3$):				
а) у сортировочных станков .	64—324	9,4—50,0	Приточно-вы- тяжная	6-кратн.
б) у мест набивки	312—1470	46,8—220		
Прядильная ф-ка. Сортировочное отделение, кипоразбивательное и трепальное отделения ($V_{\text{вент}} =$ $= 3800 \text{ м}^3$)	25—90	6,15—22,3	Приточно-вы- тяжная	2,5-кратн. в сортировочн., 3,5-кратн. в трепальн.
Завод эл. кабелей. Меднопрокат- ные мастерские для прокатки медной проволоки (нагреватель- ные печи, волоочные станки ($V_{\text{вент}} = 1500 \text{ м}^3$)	12—19	2,1—3,4	Приточно-вы- тяжная	8-кратн.
Машиностроительный завод. Шли- фовальное отделение инстру- ментальной мастерской ($V_{\text{вент}} =$ $= 2500 \text{ м}^3$)	13—19	2—3	Приточно-вы- тяжная	4,5-кратн.
Вагоностроительный завод. Пи- лоточная мастерская со станка- ми для точной пил и ножей ($V_{\text{вент}} = 497 \text{ м}^3$)	15—62	1,5—6,2	Вытяжная вентиляция	14-крат
То же, обрубочная мастерская	100—115	10—11,5	Вытяжная вентиляция	11,5-кратн.
Завод хирургич. инструмент. Поли- ровочная мастерская	48—107	2,5—5,7	Приточно-вы- тяжная	16-кратн.

Табл. 34 (продолжение).

Род промышленных предприятий и отделений	Содержание пыли в воздухе в мг/м ³		Род вентиля- ционных уста- новок	Достигаемая с помощью вентиляц. установки часовая крат- ность обмена воздуха в по- мещениях
	без вентиля- ции	при дей- ствии вен- тил. уста- новки		
Фарфоровый завод. Глазуровоч- ное отделение. Чистка фар- форовой химической посуды ($V_{\text{вент}} = 383 \text{ м}^3$)	96—155	21,0—31,3	Вытяжная вентиляция с местн. отсо- сами	11,5-кратн.
Канатная ф-ка. Кардное отде- ление	370—420	87—42	Приточно-вы- тяжная	30-кратн.
Полирозовочная мастерская. Поли- ровка медных фигур, изделий матерчатными кругами ($V_{\text{вент}} =$ $= 200 \text{ м}^3$)	35—40	0,7—0,8	Приточно-вы- тяжная	20-кратн.

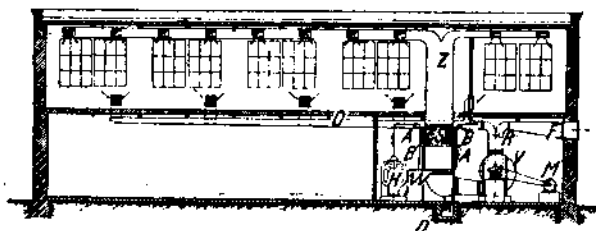
Табл. 35. Содержание пыли в уличном воздухе городов.

Место наблюдений	Содержа- ние пыли в воздухе в мг/м ³	Примечания
Эдгбастон (Англия) в саду	0,28	
Берлин:		
а) во дворе эл.-ст. Моабит	0,5—0,6	
б) на станции подземн. ж. д.	2,5	
Бреславль	0,40	
Нью-Йорк:		
а) на улице, на высоте человеческого роста	1,1—1,80	
б) то же на высоте 10-го этажа	0,30	
в) то же на высоте 58-го этажа	0,17	
г) на ст. подземн. ж. д.	2,25—7,28	
Чикаго, на улице, на высоте человеческого роста	2,5	
Париж, на улице:		
а) в дождливую погоду	6,0	Из них ок. 25—35% органической пыли
б) в сухую погоду	23,0	

Табл. 35 (продолжение).

Место наблюдений	Содержание пыли в воздухе в мг/м ³	Примечания
В деревне (около Парижа):		
а) после дождя	0,25	
б) в сухую погоду	3—4,5	
Москва:		
I. На улицах с булыжной мостовой на высоте 0,5—1 м от земли.		
1) в сухую погоду:		
а) при тихой погоде (скорость ветра до 1 м/сек.) . .	2—5	
б) при сильном ветре	20—30	
2) после поливки (при тихой погоде)	0,5—1,0	
II. На асфальтированных улицах на высоте 0,5—1 м от земли:		
1) в сухую погоду:		
а) при тихой погоде (скорость ветра до 1 м/сек.) . .	2—3	
б) при сильном ветре	1—20	
2) После поливки (при тихой погоде)	0,3—1,0	

Пылью загрязняется не только внутренний воздух производственных помещений но также и наружный воздух городских и промышленных центров, как это видно из табл. 35.



Черт. 31.

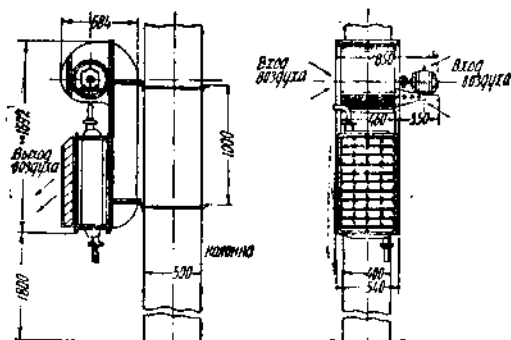
Кроме того в воздухе промышленных городов содержится не мало серы и вредных газов в виде окиси углерода (CO), сернистого (SO_2) и серного (SO_3) ангидрида, сажи, золы и т. п.

г) Газы и пары, выделяющиеся при различных технологических процессах, так же как и пыль, являются одними из основных вредностей в производственных помещениях. Данные о влиянии различных газов и паров на организм животных приведены в табл. 36, составленной по К. Леману (см. стр. 86).

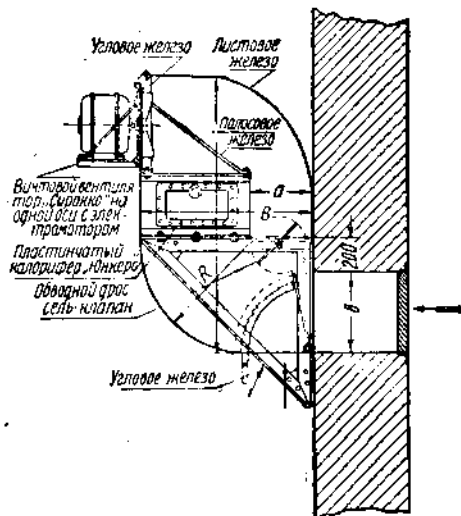
§ 2. Системы воздушного отопления и вентиляции.

Различают, с одной стороны, системы централизованные, — с центральным подогревом воздуха и централизованной раздачей воздуха с помощью воздушных каналов и воздухопроводов (черт. 31) и, с другой стороны, системы децентрализованные, — с местными отопительно-вентиляционными агрегатами (черт. 2а—32 д), а также системы с естественной и искусственной циркуляцией.

Кроме того вентиляционные системы под азделяются на системы приточные, вытяжные и приточно-вытяжные со специальным подогревом приточного воздуха в особых калориферах, а также системы с естественным проветриванием, — с помощью форточек в жилых помещениях и с помощью оконных фрагм и жалюзи в световых фонарях (аэрация) в производственных помещениях.



Черт. 32-а.



Черт. 32-б.

§ 3. Конструктивные элементы воздушноотопительных и вентиляционных установок.

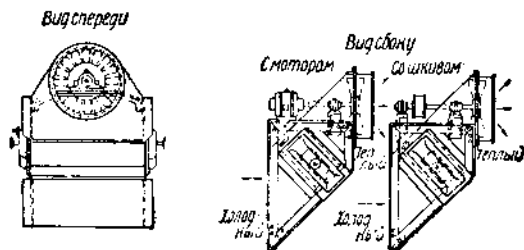
1. НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ, ПРИТОЧНЫЕ И ВЫТЯЖНЫЕ КАМЕРЫ И ВОЗДУХОВОДЫ.

1. Нагревательные и приточные камеры устраиваются в целях подогрева, очистки и увлажнения приточного вентиляционного воздуха. В основном они состоят из след. частей:

а) приемника свежего воздуха, представляющего вертикальный канал, снабженный наверху приемными отверстиями с жалюзи;

Бром	Br	79,9	3,57	2,78	5,5 0,2—0,3	0,02	0,007	0,002
Мыльковистый газ	AsH ₃	78,0	3,48	2,89	—	0,06	Ниже 0,03	Следы
Оксид углерода	CO	28,0	1,25	0,97	—	0,5	0,4	0,03
Ртуть	Hg	201,6	8,96	6,93	—	—	—	Следы
Свинец	Pb	207,2	9,21	7,15	—	—	—	Следы
Сернистый ангидрид	SO ₂	81,0	3,63	2,81	3,0 1,4	0,2	0,04	0,02
Сернистый газ	SO ₂	64,0	2,56	2,21	—	—	—	0,015
Сероводород	H ₂ S	34,0	1,52	1,18	1,8 0,7	0,4	0,1	0,01
Серауглерод	CS ₂	76,0	3,38	2,62	—	1,5	0,6	Следы
Синильная к-та (дианисто-водородная)	CNH	27,0	1,21	0,94	0,2 0,02	0,05	0,02	0,3
Скипидар	—	130,0	6,08	4,70	—	4,0	2,0	0,005
Соляная к-та	HCl	36,5	1,95	1,51	Ок. 7,0 1,0	0,2	0,1	0,5
Тетрахлоруглерод	CCl ₄	153,8	6,87	5,32	150,0 60,0	20,0	10,0	0,002
Тетрахлорэтан	CH ₂ ClCCl ₂	187,9	7,50	5,80	150,0 Ок. 10	5,0	1,0	3,0
Треххлористый фосфор	PCl ₃	137,4	6,14	4,75	—	0,01	0,004	0,002
Угловая к-та (угольный ангидрид)	CO ₂	44,0	1,96	1,52	150,0 30,0	60,0	30,0	0,01
Формальдегид	HCHO	30,0	1,34	1,04	—	Ок. 0,5	Ниже 0,1	0,002
Фосген	COSCl ₂	98,9	4,43	3,43	2,5 0,36	—	—	Следы
Фосфористый водород	PH ₃	34,0	1,52	1,18	—	Ниже 0,01	Ниже 0,001	0,002
Хлор	Cl	35,5	1,59	1,22	Ок. 2,5 0,10	10,0	6,0	0,1
Хлорформ	CHCl ₃	119,4	5,34	4,13	80,0 30,0	—	—	0,3
Эфир (этиловый)	C ₂ H ₅ -O-C ₂ H ₅	74,0	3,30	2,55	—	—	—	—

б) очистного приспособления в виде металлического, смачиваемого маслом, галечного или коксового, смачиваемых водой фильтров или же очистного приспособления в виде завес из мелко распыляемой соплами воды. Смачиваемые водой фильтры и водяные завесы могут служить в то же время увлажнительными, а в летнее время и охлаждательными приспособлениями;

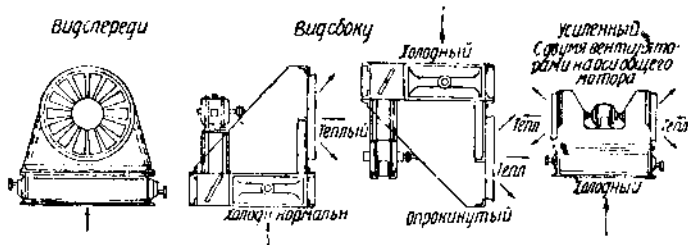


Черт. 32-в.

в) подогревателя, состоящего из радиаторов, ребристых или гладких труб, пластинчатых калориферов;

г) водоотделителя, если применяется очистка воздуха с помощью завес распыленной воды;

д) вентилятора, нагнетающего очищенный и подогретый приточный вентиляционный воздух в распределительную сеть воздушных каналов



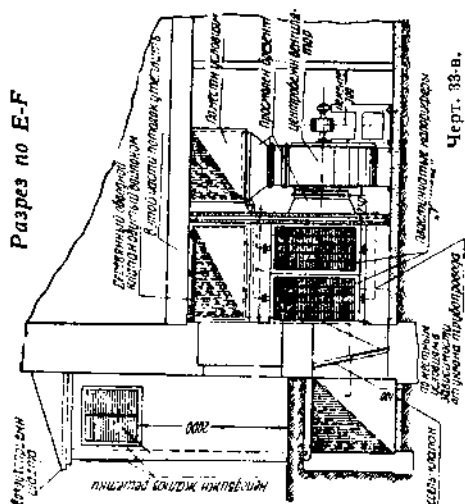
Черт. 32-г.

Черт. 32-д.

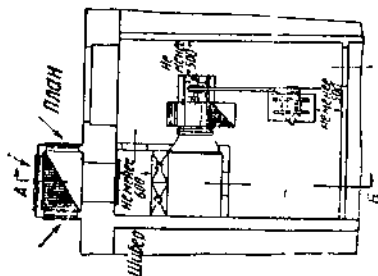
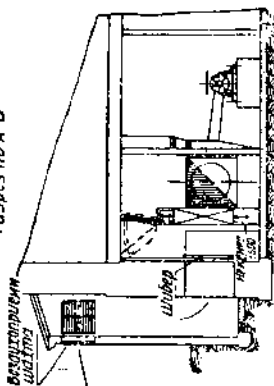
Приточные камеры обычно устанавливаются в подвальных или первых этажах (черт. 33-а—33-в, и 34-а—34-д), а также на чердаках (черт. 35-а—35-г), при чем располагаются т. о., чтобы, во-первых, получить наиболее чистый наружный воздух, во-вторых, по возможности в середине обслуживаемой данной камерой распределительной сети воздухопроводов, что дает наиболее экономические размеры воздухопроводов и более дешевую эксплуатацию вентиляционных установок.

В подводящем к камере канале наружного приточного воздуха устанавливаются плотно прикрывающийся ординарный или двойной клапан или задвижка, служащие, во-первых, для прикрытия канала во время остановки вентиляции, особенно в зимнее (холодное) время, во избежание замерзания подогревательных, очистных и увлажнительных приспособлений, а во-вторых, для регулирования количества подаваемого приточного воздуха. Наиболее целесообразно подогреватель располагать перед

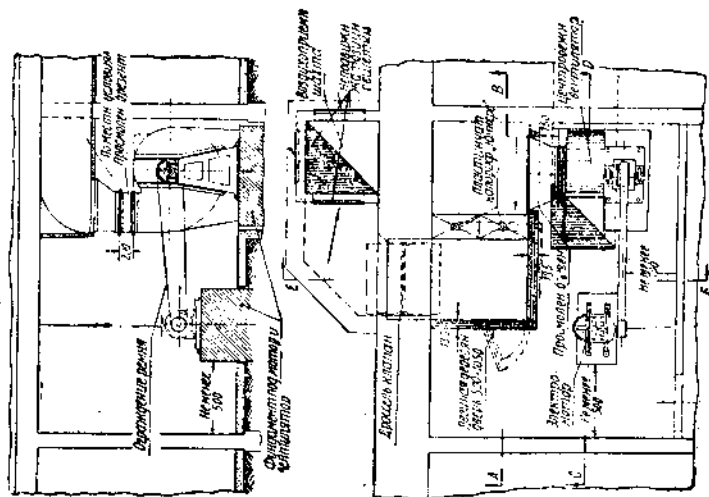
Паэзье не Е-Е



Page no A-B

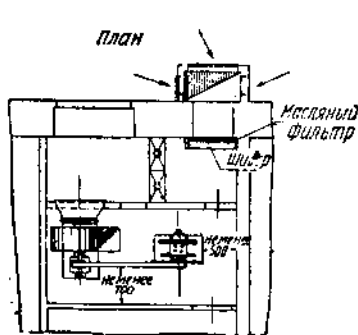


Разрешено C-D

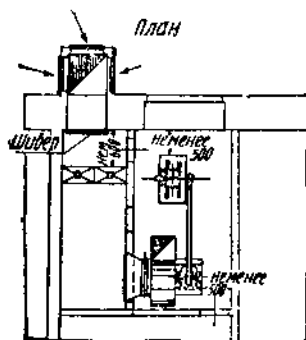


вентилятором, т. к. в этом случае вентиляционная установка работает большую часть своего времени с одним и тем же расчетным количеством воздуха.

В вентиляционных установках производственных помещений применяются обычно приточные камеры американского типа—горизонтальные или вертикальные. На черт. 36 представлена горизонтальная венти-



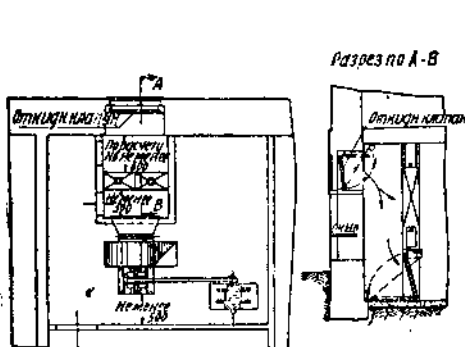
Черт. 34-б.



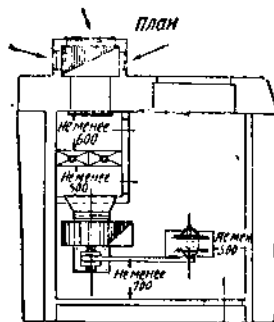
Черт. 34-в.

ляционная камера, где *H*—калорифер для подогрева воздуха, *W*—водяное промывное устройство, *T*—водоотделитель, состоящий из зигзагообразного листового железа, *M*—эл.-мотор вентилятора, *V*—вентилятор.

На черт. 36-а и 36-б представлена вертикальная камера американского типа, где *V*—вентилятор, *T*—водоотделитель, *W*—водораспылители, *P*—центробежный циркуляционный насос, *B*—сборный резервуар для



Черт. 34-г.



Черт. 34-д.

воды, *D*—автоматический регулятор, *H*—калорифер для подогрева воздуха, *C*—вход циркуляционного воздуха, *R*—клапан, *F*—вход наружного свежего воздуха.

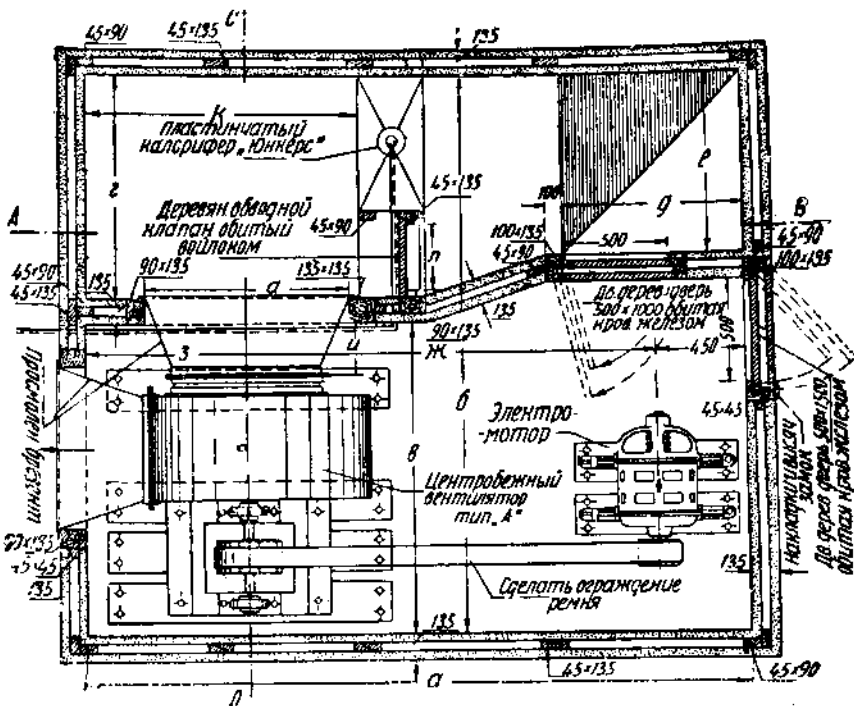
На черт. 37 представлен механический водоотделитель, выполняемый из оцинкованного листового железа, употребляющийся обычно в камерах американского типа. Строительная глубина водоотделителя, обозна-

ченная буквой *T*, выполняется размером примерно в 240 мм, а расстояние между зигзагообразными пластинами—примерно в 35 мм. Гидравлическое сопротивление такого водоотделителя м. б. выражено ур-нем:

$$h_{\text{вод}} = 1,2 w^{2,2} \text{ мм вод. ст.} \quad (2)$$

Расстояние от распыливающих воду сопел до водоотделителя берется минимально: а) при одном ряде сопел—ок. 1500 мм, б) при двух рядах

План при одном калорифере.

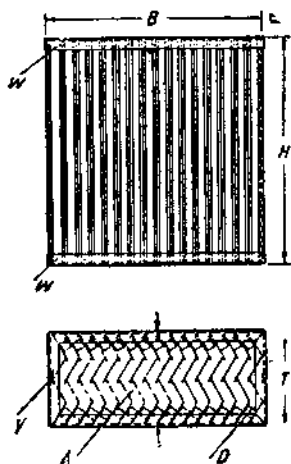


Черт. 35-а.

сопел—первый, ближайший к водоотделителю, на расстоянии примерно 1500 мм и второй, дальний ряд сопел,—на расстоянии 2500—3000 мм.

Скорости воздуха в камерах, отнесенные к габаритным размерам водоотделителя, принимаются равными при одинарном подогреве воздуха примерно $1,5 \div 2$ м/сек.; при установке с последующим догревом очищенного и увлажненного воздуха эти скорости м. б. повышены до 3 м/сек.

2. Вытяжные камеры. На черт. 38-а—38-в даны вытяжные камеры вентиляционных установок в коммунально-бытовых и общественных зданиях, расположенных на чердаках этих зданий, с центробежными вентиляторами, а на черт. 39-а и 39-б представлена расположенная на чердаке вытяжная камера с винтовым вентилятором. (Сантехпроект).

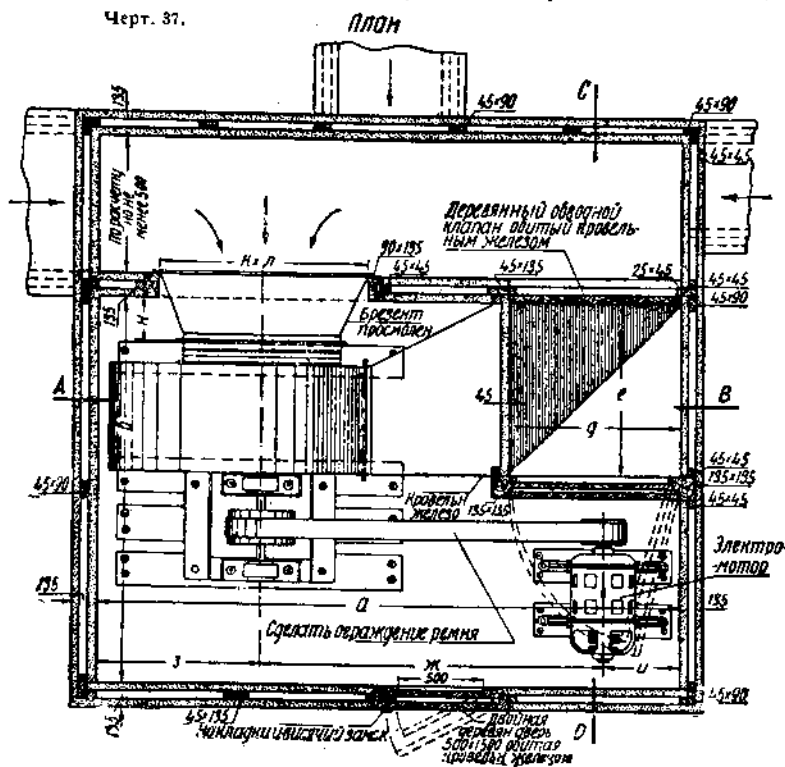


Черт. 37.

Вытяжные камеры вентиляционных установок производственных помещений выполняются обычно в виде коротких сборных каналов из кровельного железа.

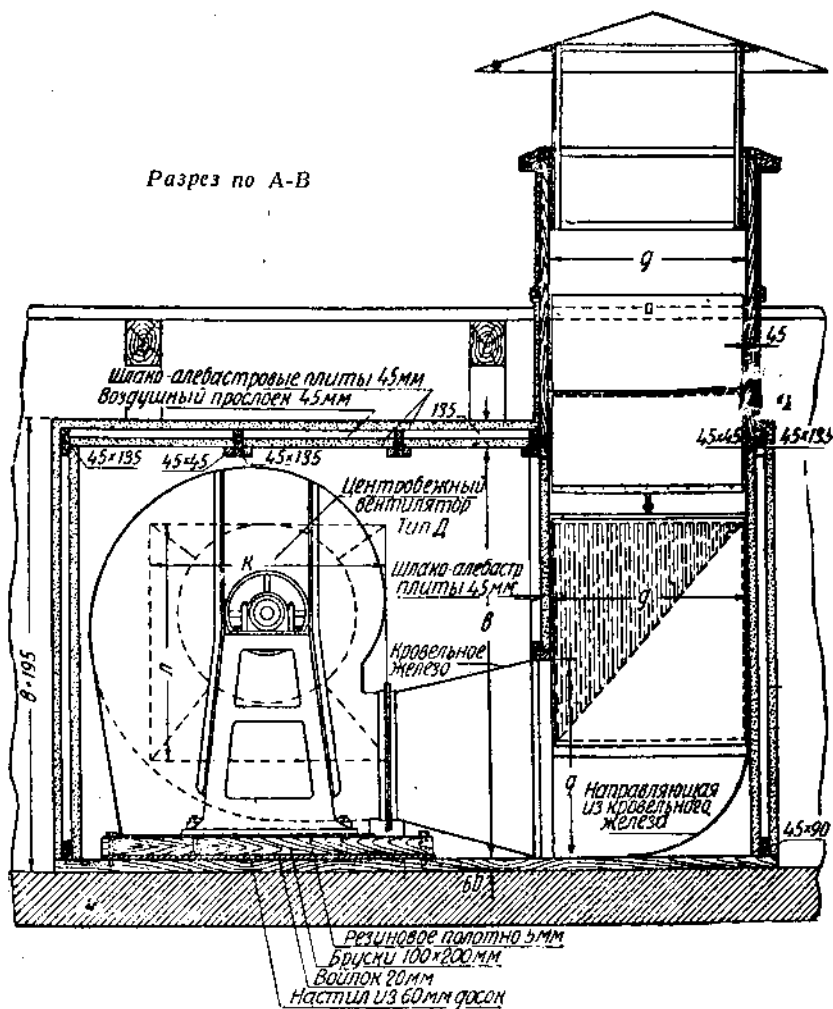
3. Воздуховоды. Приточно-вытяжные воздуховоды вентиляционных установок коммунально-бытовых и общественных зданий, как горизонтальные, так и вертикальные, выполняются прямоугольного сечения из шлакобетонных, алебастровых и т. п. плит, с двойными или одинарными стенками. Вертикальные каналы иногда выполняются как приставными из тех же, перечисленных выше, материалов, так и в конструкциях внутренних стен. На черт. 40 и 41 представлены разводящие каналы приточного воздуха и сборные каналы вытяжного воздуха, расположенные на чердаке вентилируемых зданий.

Приточно-вытяжные воздуховоды вентиляционных установок производственных поме-

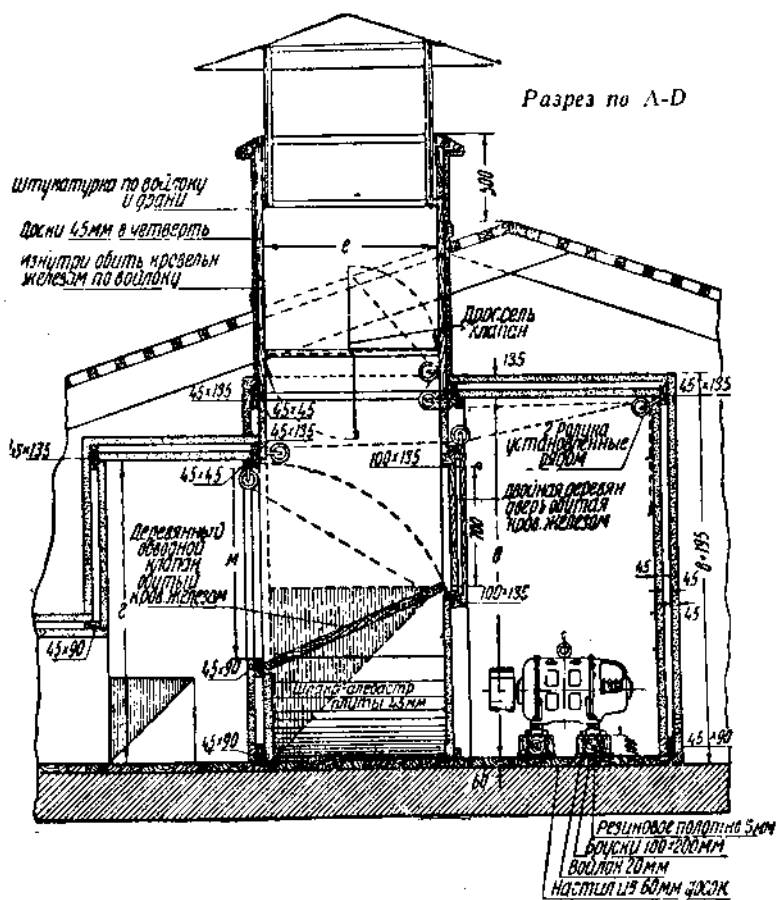


Черт. 38-а.

Разрез по А-В

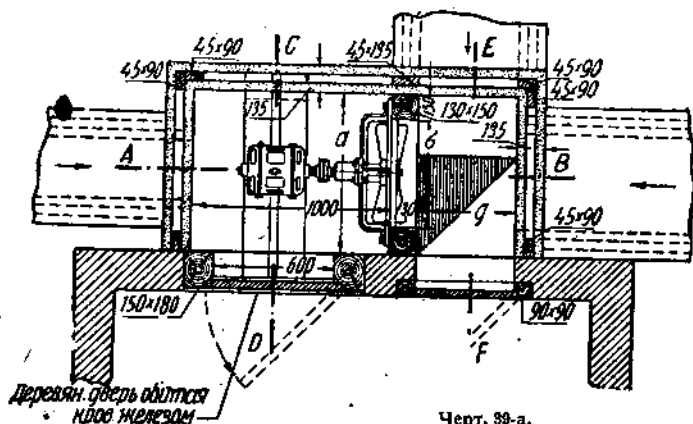


Черт. 38-б,



Черт. 88-в.

План



Разрез по А-В

Штукатурка по войлоку и грани
Доски 45 мм в четверть
изнутри обить кров. железом
по войлоку

Вентилятор соединен с
мотором при помощи эластичной
муфты — 195 455

Балочки 130х150
для устиновки
мотора при соеди-
нении с венти-
лятором. При помо-
щи шпатель
при вентилировании
насаждением на
мотора-отсоса

Дроссель-намагни

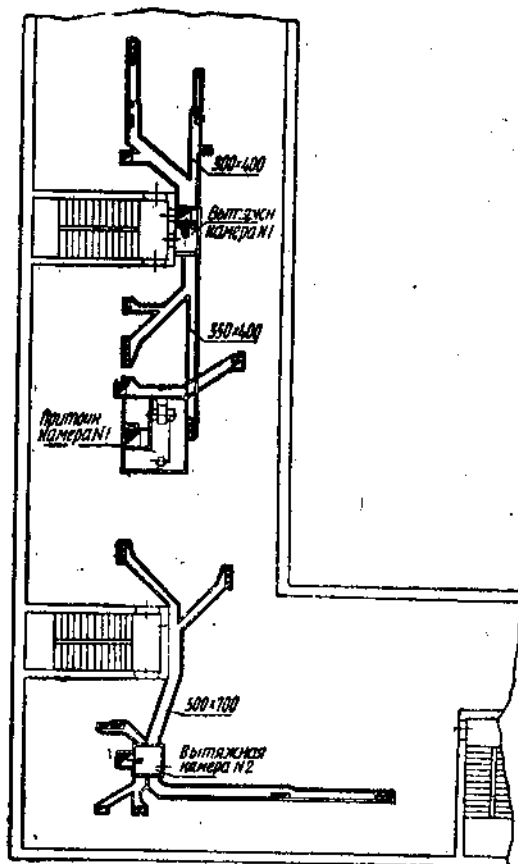
45x135
45x45
Шлако-алебастровые
плиты 45мм

Деревянная опилочной
плапан обитый кров.
железом

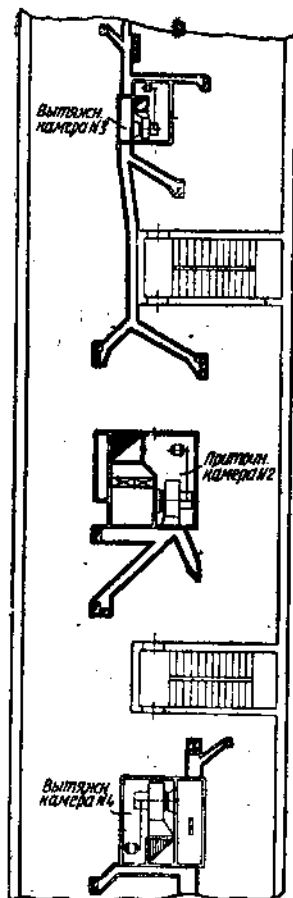
Sept. 34-5.

[illegible]

шений, в зависимости от местных условий, выполняются круглого или прямоугольного сечения обычно из кровельного железа. Во влажных или загрязненных парами кислот помещениях во избежание ржавления каналы покрываются кислотоупорными красками и лаками или изготовляются из дерева (фанеры) и т. п.



Черт. 40.



Черт. 41.

Наружный (приточный) воздух очищается от механических примесей и гл. обр. от пыли с помощью различного рода фильтров — механических, сухих и мокрых, или электрических.

II. ВОЗДУШНЫЕ ФИЛЬТРЫ.

1. Плоские матерчатые фильтры (черт. 42) в настоящее время в вентиляционной практике применяются весьма редко; они неблагоприятно работают при сыром, туманном климате, т. к. поверхность филь-

где: z —сопротивление плоского матерчатого фильтра в мм в. ст., w —скорость проходящего через фильтр воздуха, отнесенная к общей поверхности фильтра, в м/сек.

2. Бетафильтры (черт. 43) употребляются только для очистки сухого запыленного воздуха. Последние конструкции мешечных фильтров выполняются с периодическим автоматическим их встряхиванием от специального эл. привода. Уд. нагрузка мешечного фильтра принимается обычно в 175—225 м³ на 1 м² поверхности фильтра в час.

Аналитически общее сопротивление бетафильтра можно выразить примерно след. ф-лой:

$$z = 0,03V^{1,28} \text{ мм в. ст.}, \quad (4)$$

где z —общее сопротивление бетафильтра в мм вод. ст., V —напряжение ткани фильтра в м³ воздуха в час. В табл. 37 приведены опытные величины сопротивлений бетафильтров.

Табл. 37. Сопротивление улучшенного мешечного фильтра типа «Мельстрой» с шерстянкой Мельстрой при обычных условиях его работы и среднем загрязнении с автоматическим встряхиванием фильтра по опытам ВЦИООНа, в зависимости от удельной нагрузки фильтра.

Напряже- ние ткани в м ³ /м ² час	Сопротивление отдельных элементов фильтра										Полное сопротив- ление фильтра	
	бункер		вход в рукава		ткань шер- стян. Мель- стройка, за- пыленная		шкаф		коробка А			
	мм в. ст.	%	мм в. ст.	%	мм в. ст.	%	мм в. ст.	%	мм в. ст.	%	мм в. ст.	%
90	0,30	3,0	0,13	4,3	8,1	81,9	0,63	6,4	0,44	4,4	9,90	100
150	0,83	4,6	1,18	6,6	14,1	78,5	0,83	3,5	1,22	6,8	17,98	100
180	1,20	5,3	1,70	7,5	17,0	75,5	0,90	4,0	1,75	7,7	22,55	100
250	2,32	6,5	3,28	9,4	24,2	89,4	1,71	5,0	3,40	9,7	34,64	100
300	3,32	7,4	4,72	10,6	29,3	85,5	2,50	5,6	4,90	10,9	44,74	100

3. Смазываемые маслом металлические фильтры. Различают стационарные и подвижные металлические фильтры. К первым принадлежат трубчатые фильтры типа Дельбаг, представляющие собой железную раму размером 500 × 500 мм и толщиной (высотой) в 60—70 мм, обтянутую с обеих сторон проволоочной сеткой (черт. 44), при чем пространство между проволоочными сетками этой рамы заполняется обрезками медных или железных тонкостенных трубок диам. 8—12 мм и длиной, равной диаметру (черт. 45).

Рама трубчатого фильтра общей поверхностью в 0,25 м² может пропустить через себя примерно ок. 1 000 м³ в час воздуха, при чем сопротивление фильтра в нормальных эксплуатационных условиях при более или менее длительной его работе составляет ок. 8—10 мм в. ст. и по Берловицу м. б. выражено след. ф-лой:

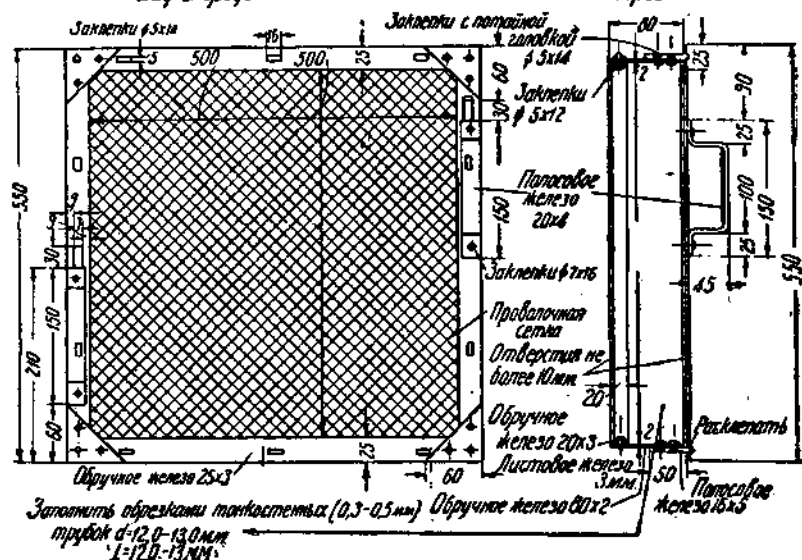
$$z = 7,5w^2 \text{ мм в. ст.}, \quad (5)$$

где z и w имеют те же значения, что и в ур-ии (3);

Обычно одна такая секция масляного металлического фильтра может осадить примерно ок. 1—1,5 л пыли при уд. в. ее ок. 400—500 кг/м³, после чего эта секция фильтра д. б. очищена в содовом растворе. Очист-

Вид спереди

Разрез

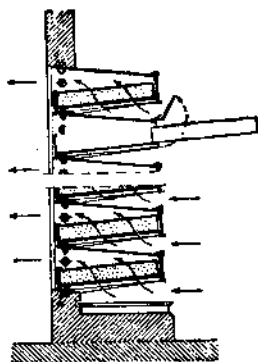


Черт. 44.

ка секций производится через каждые 4—5 дней. На 1 м³ заполнения такого фильтра кольцами приходится примерно 450—500 м³ осаждающей пыли поверхности.

На черт. 46 дана наклонная установка масляного фильтра.

Металлический передвигающийся фильтр типа фирмы Мёллер с зигзагообразными пластинами (черт. 47) смачивается в масляной ванне и устанавливается в виде непрерывной ленты. Расстояние между пластинами состав-



Черт. 45.

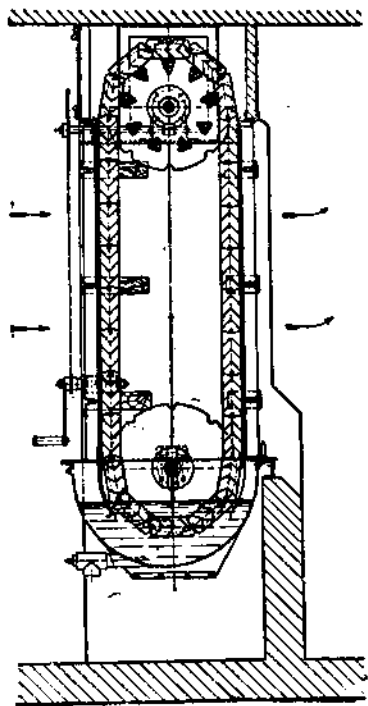
Черт. 48.

ляет примерно 3—4 мм. 1 м³ такого фильтра обладает ок. 500 м³ осаждающей пыли масляной поверхности. Уд. напряжение фильтра м. б. принято примерно в 5000 м³ на 1 м² поверхности в час.

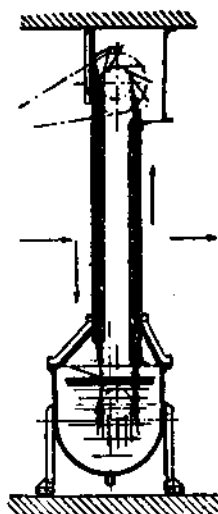
Сопротивление ленточного фильтра, смоченного маслом, при нормальной его работе м. б. выражено по Берловицу след. ф-лой:

$$z = 0,94w^2 \text{ мм в. ст.} \quad (6)$$

Подвижный смачиваемый маслом металлический фильтр типа Дельбаг (черт. 48), предназначенный для волокнистой пыли, какую мы имеем, напр., в текстильной промышленности, состоит из металлических сетчатых подвижных подвесок, лежащих одна на другой, в количестве примерно 5—6 шт., образуя, т. о., толщину фильтра в 35—40 мм. Два первых слоя этого фильтра в эксплуатации остаются сухими и служат для предварительной очистки воздуха от



Черт. 47.

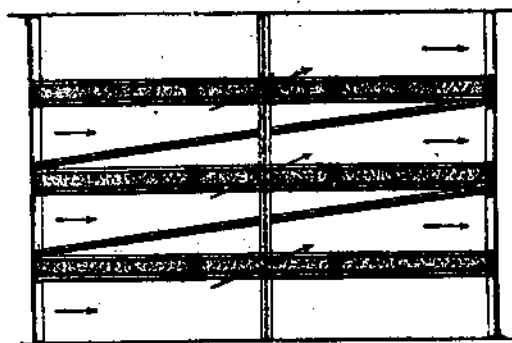


Черт. 48.

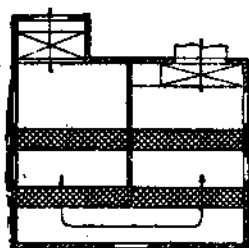
крупной волокнистой пыли, к-рая их очень быстро и покрывает, тогда как остальные 3—4 шт. подвесок смачиваются в масляной ванне. Уд. напряжение такого фильтра м. б. принято примерно в 5000 м³ на 1 м² фильтрующей поверхности в час, а его сопротивление при этом—ок. 1 мм в. д. ст. на каждый ряд сетчатых подвесок.

4. Смачиваемые водой галечный и коксовый фильтры (черт. 49-а и 49-б). Фильтры представляют собою две вертикальные стенки толщиной в 200 мм, составленные каждая из двух ограничивающих поверхностей из металлических сеток и внутреннего заполнения междусеточного пространства галькой или кусками кокса величиной примерно в 50—60 мм. Такие фильтры могут служить не только для фильтрации (промывки)

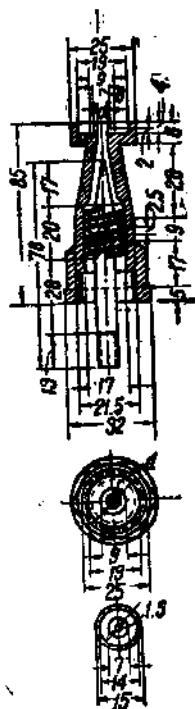
воздуха, но также и для его увлажнения, охлаждения и осушки. Среднее уд. напряжение галечного фильтра можно принимать примерно в 1500 м^3 воздуха на 1 м^2 габаритной поверхности фильтра, тогда как среднее уд. напряжение коксового фильтра составляет примерно ок. 5000 м^3 на 1 м^2 той же поверхности фильтра в час.



Черт. 49-а.



Черт. 49-б.



Черт. 50.

Сопротивление сухого галечного фильтра м. б. выражено ф-лой:

$$z = 22w^{1,9}, \quad (7)$$

сопротивление же смачиваемого водой галечного фильтра в эксплуатации м. б. выражено ф-лой:

$$z = 32w^2 \text{ мм в. ст.} \quad (7-а)$$

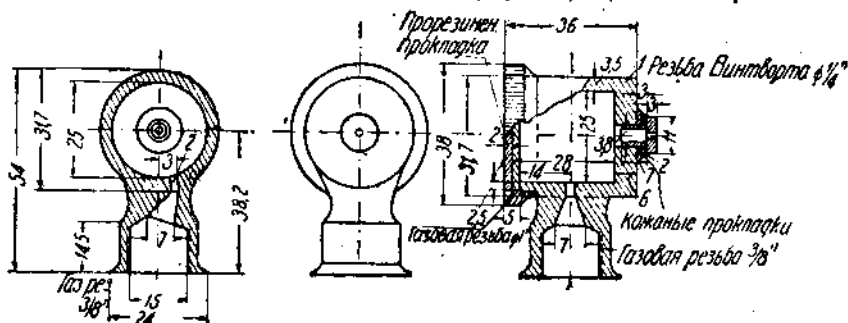
Сопротивление однотипного смачиваемого водой коксового фильтра в эксплуатации м. б. определено из ур-ия: $3,1w^{1,54} \text{ мм в. ст.} \quad (7)$

5. Водяной фильтр из распылительных сопел. Мокрая очистка воздуха в камерах с помощью распыленной воды является наиболее рациональной.

Конструкции распылительных сопел представлены на черт. 50—55, при чем на черт. 50 представлено сопло системы Кертинга, на черт. 51—

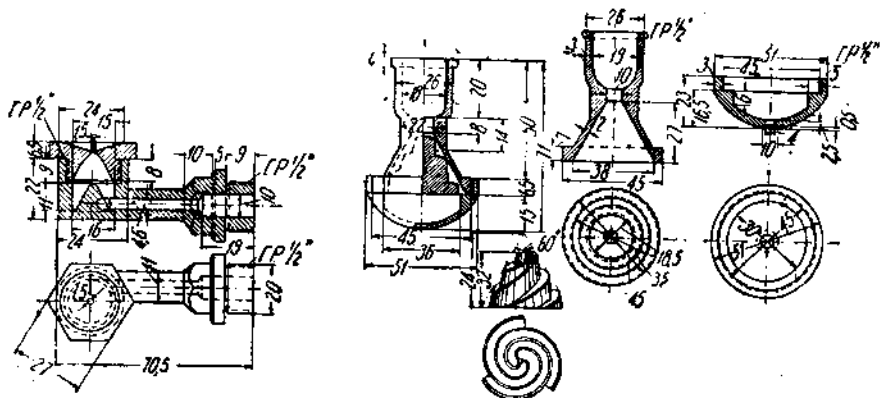
сист. Лехлера, на черт. 52—системы Керрьеера, на черт. 53—системы Стуртеванта, на черт. 54 и 54-а—системы Григорьева и на черт. 55—сист. Шликке.

Часовой расход распыливаемой этими соплами воды изображен графически в зависимости от давления распыливаемой воды и диаметра распыливающего отверстия сопла на черт. 56—58, при чем кривые черт. 56 относятся к соплам Кертинга (черт. 50), кривая S черт. 57—к

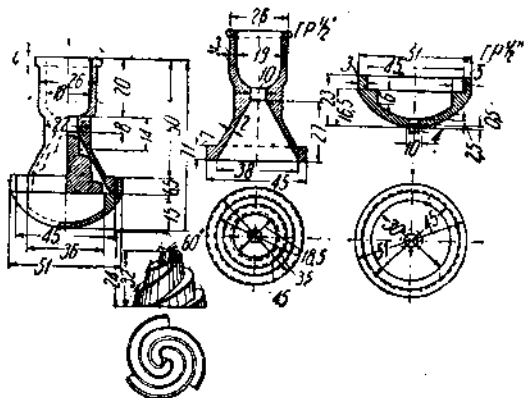


Черт. 51.

соплу Стуртеванта (черт. 53), кривая Sch—к соплу Шликке (черт. 55), кривая K—к соплу Керрьеера (черт. 52), кривые L—к соплу Лехлера (черт. 51) и кривые черт. 58—к соплам Григорьева (черт. 54 и 54-а).



Черт. 52.



Черт. 53.

Промывка воздуха водой осуществляется в промывной камере в то время, когда воздух проходит через водяную завесу распыленной воды. Сопла в этой камере располагаются в одной, двух или более вертикальных плоскостях в зависимости от скоростей и запыленности воздуха. Угол конуса распыляемой воды в соплах составляет примерно 50—60° и более. Скорости воздуха в промывных камерах принимают порядка 1,5—2,5 м/сек, в зависимости от запыленности воздуха и числа рядов сопел.

Количество распыливаемой соплами воды составляет примерно 1 кг на 8—10 кг очищаемого воздуха.

Водяные фильтры так же, как и галечные или коксовые, смачиваемые водой, могут служить не только для очистки, но также и для увлажнения, нагревания и охлаждения очищаемого воздуха. Схемы расположения сопел в воздушных камерах даны на черт. 36 и 36-а.

Качество фильтров характеризуется их т. н. коэф-том эффективности, т. е. отношением количества задерживаемой фильтрами пыли к общему количеству пыли, содержащейся в неочищенном воздухе. Этот коэф-т эффективности зависит как от начального содержания пыли, так и от уд. нагрузки фильтров. В пределах указанных выше средних уд. нагрузок для каждого типа фильтров и при среднем содержании пыли в неочищенном воздухе от 10 мг и выше на 1 м³ этот коэф-т эффективности может быть принят из табл. 38.

Табл. 38.

Матерчатые фильтры (плоские и мешочные бета-фильтры)	0,90—0,95
Трубчатые металлические смачиваемые маслом фильтры типа Дельбаг	0,70—0,80
Подвижные металлические смачиваемые маслом фильтры типа Мёллер	0,75—0,80
Подвижные металлические смачиваемые маслом фильтры типа Дельбаг	0,80—0,85
Галечные или коксовые фильтры, смачиваемые водой	0,85—0,90
Водяной фильтр из распылительных сопел	0,90—0,95

III. ВЕНТИЛЯТОРЫ.

Для механического передвижения вентиляционного воздуха обычно применяются вентиляторы низкого давления,—центробежные, винтовые типа «Сирокко» и винтовые пропеллерные.

А. Центробежные вентиляторы.

При одинаковом числе оборотов и одинаковом сопротивлении системы воздухопроводов, по к-рым транспортируется воздух центробежным вентилятором, последний подает практически почти всегда один и тот же объем в 3 уха (газа) вне зависимости от физического состояния этого воздуха,—темперы, плотности и т. д.

1. Напоры, создаваемые центробежным вентилятором.

Полный напор составляется из след. частей. Со стороны выхлопного нагнетательного патрубка вентилятора: а) из статического напора— $h_{ст}$, измеряемого пьезометрической высотой в мм в. ст. на выхлопном патрубке вентилятора; б) скоростного (динамического) напора, определяемого из известного соотношения:

$$h_{дин} = \frac{w^2}{2g} \text{ в мм в. ст.;} \quad (8)$$

со стороны всасывающего патрубка вентилятора; в) из напора, идущего на преодоление сопротивлений всей всасывающей части вентиля-

ционной установки, включая, воздуховоды, клапаны, калориферы и т. п., — $h_{\text{сум}}^{\text{зас}}$, в мм в. ст.

Полный напор, создаваемый центробежным вентилятором, можно выразить след. ур-иями.

а) Для вентилятора, имеющего только нагнетательный воздуховод:

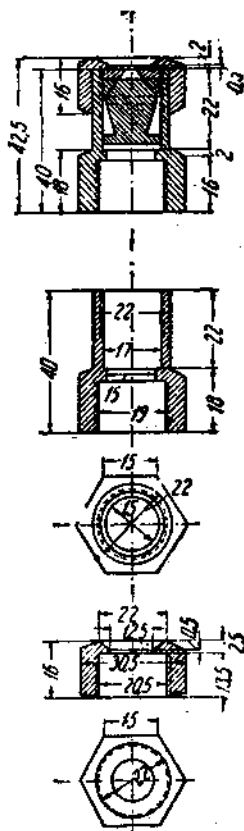
$$H_{\text{пол}} = h_{\text{ст}}^{\text{вых}} + h_{\text{дин}}^{\text{вых}} = h_{\text{сум}}^{\text{вых}} \text{ мм в. ст.} \quad (8-а)$$

б) Для вентилятора, имеющего только всасывающий воздуховод:

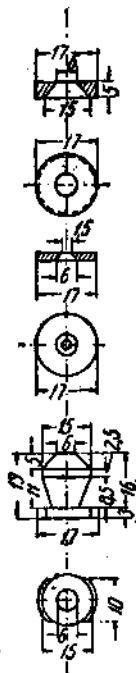
$$H_{\text{пол}} = h_{\text{сум}}^{\text{зас}} \text{ мм в. ст.} \quad (8-б)$$

в) Для вентилятора, имеющего как нагнетательный, так и всасывающий воздуховоды:

$$H_{\text{пол}} = h_{\text{ст}}^{\text{вых}} + h_{\text{дин}}^{\text{вых}} + h_{\text{сум}}^{\text{зас}} = \\ = h_{\text{сум}}^{\text{вых}} + h_{\text{сум}}^{\text{зас}} \text{ мм в. ст.} \quad (8-в)$$



Черт. 54



Черт. 54-а.

2. Закон пропорциональности у центробежных вентиляторов.

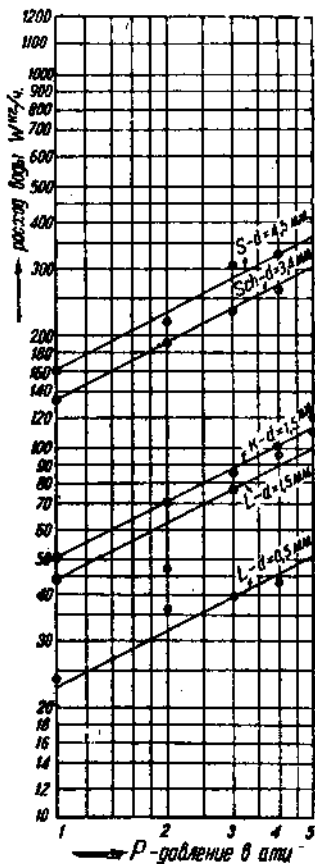
У центробежных вентиляторов между перемещаемыми объемами, создаваемыми этими вентиляторами напорами, количеством оборотов и производимой вентиляторами работой существует след. закон пропорциональности;

а также:

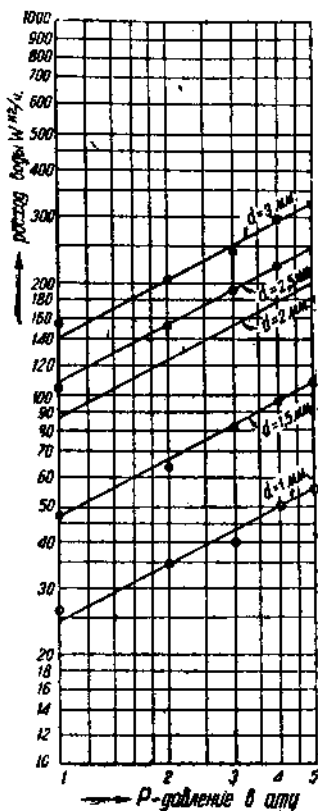
$$\frac{n_1}{n_1} = \sqrt{\frac{H'_{пол}}{H''_{пол}}}, \quad (10-a)$$

откуда:

$$\frac{n}{H_{пол}} = \frac{n^*}{H_{пол}} = \text{const.} \quad (10-б)$$



Черт. 54.



Черт. 56.

и как частные выводы:

$$H''_{пол} = H'_{пол} \frac{n_2^2}{n_1^2}; \quad (10-в)$$

$$n_2 = n_1 \sqrt{\frac{H''_{пол}}{H'_{пол}}}. \quad (10-г)$$

Объединяя два формулированные выше закона, получим след. соотношения между перемещаемым вентилятором объемом и создаваемым последним напором:

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{H'_{пол}}{H''_{пол}}}, \quad (11)$$

откуда:

$$V_2 = V_1 \sqrt{\frac{H''_{пол}}{H'_{пол}}}, \quad (11-a)$$

а также:

$$H''_{пол} = H'_{пол} \frac{V_2^2}{V_1^2}. \quad (11-b)$$

Кроме того:

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{H'_{пол}}{H''_{пол}}},$$

или:

$$\frac{\frac{V_1}{\sqrt{H'_{пол}}}}{\frac{V_2}{\sqrt{H''_{пол}}}} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \sqrt{\frac{H''_{пол}}{H'_{пол}}},$$

откуда:

$$\frac{V}{\sqrt{H_{пол}}} = \frac{V^*}{H_{пол}} = \text{const}. \quad (12)$$

в) Производимая вентилятором работа, а следовательно, и расход энергии на его движение прямо пропорциональны кубу числа оборотов вентилятора. Следовательно:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3}, \quad (13)$$

где n_1, n_2 — числа оборотов рабочего колеса центробежного вентилятора в мин., V_1, V_2 — секундные или часовые объемы перемещаемого центробежным вентилятором воздуха в м^3 , $H'_{пол}, H''_{пол}$ — полные напоры, создаваемые вентилятором при том или другом числе оборотов рабочего колеса, в мм вод. ст. , R_1, R_2 — работа, производимая центробежным вентилятором при перемещении того или иного объема воздуха при том или ином количестве оборотов в кгм .

Закон пропорциональности и выведенные на основании его ф-лы соответствуют действительности лишь при работе центробежного вентилятора на неизменяемую систему воздухопроводов со всеми местными сопротивлениями, включая клапаны, калориферы и т. п.

Эффективная работа, производимая вентилятором, отнесенная к полному создаваемому им напору, определяется из ур-ния:

$$R_{эф}^{пол} = V_{ек} \cdot H_{пол} \text{ кгм}. \quad (16)$$

Производимая вентилятором работа, отнесенная к создаваемому вентилятором суммарному статическому напору, равна:

$$R_{эф}^{ст} = V_{ек} \cdot H_{ст}^{сум} = V_{ек} (h_{ст}^{вых} + h_{сум}^{зас}) \text{ кгм}. \quad (17)$$

В ур-ниях (16) и (17): $R_{эф}^{пол}$ — эффективная работа вентилятора, отнесенная к полному создаваемому вентилятором напору, в кгм, $R_{эф}^{ст}$ — эффективная работа вентилятора, отнесенная к создаваемому вентилятором статическому напору, в кгм, $V_{ск}$ — секундный перемещаемый вентилятором объем воздуха (газа) соответствующей плотности в м³, $H_{пол}$ — полный напор, создаваемый вентилятором, в мм в. ст., $H_{ст}^{сум}$ — суммарный статический напор в мм в. ст.

Кпд вентилятора, отнесенный к полному напору, создаваемому вентилятором на валу последнего, выражается ур-ием:

$$\eta_{пол}^{вент} = \frac{R_{эф}^{пол}}{R_{затр}} \quad (18)$$

Кпд центробежного вентилятора, отнесенный к суммарному статическому напору ($H_{ст}^{сум} = h_{ст}^{вых} + h_{ст}^{зас}$) выражается ур-ием:

$$\eta_{ст}^{вент} = \frac{R_{эф}^{ст}}{R_{затр}} \quad (18-a)$$

В ур-ниях (18) и (18-а): $\eta_{пол}^{вент}$ — кпд вентилятора, отнесенный к полному напору, $R_{затр}$ — работа, затрачиваемая на валу вентилятора на приведение последнего в движение, в кгм, $\eta_{ст}^{вент}$ — кпд для вентилятора, отнесенный к статическому напору.

Мощность эл.-мотора, необходимая для приведения в движение вентилятора при соответствующих его производительности и напорах, определяется по ф-лам:

$$N_{эф} = \frac{\mu \cdot V_{ск} \cdot H_{пол}}{\eta_{пол}^{вент} \cdot \eta_{пер} \cdot 75} = \frac{\mu \cdot R_{эф}^{пол}}{\eta_{пол}^{вент} \cdot \eta_{пер} \cdot 75} \text{ л. с.} \quad (19)$$

или:

$$N_{эф} = \frac{\mu \cdot V_{ск} \cdot H_{ст}^{сум}}{\eta_{ст}^{вент} \cdot \eta_{пер} \cdot 75} = \frac{\mu \cdot R_{эф}^{ст}}{\eta_{ст}^{вент} \cdot \eta_{пер} \cdot 75} \text{ л. с.} \quad (19-a)$$

В ур-иях (19) и (19-а): $N_{эф}$ — потребная эфр. мощность эл.-мотора в л. с., $V_{ск}$ — секундный перемещаемый вентилятором объем воздуха (газа) в м³, $H_{пол}$ — полный напор, создаваемый вентилятором, в мм в. ст., $H_{ст}^{сум}$ — суммарный статический напор, создаваемый вентилятором и равный $h_{ст}^{вых} + h_{ст}^{зас}$, в мм в. ст., $\eta_{пол}^{вент}$ — кпд вентилятора, отнесенный к создаваемому им полному напору, $\eta_{пер}$ — кпд передачи (ременной) зубчатого колеса от вала мотора к валу вентилятора; для ременной передачи $\eta_{пер} \approx 0,90 \div 0,95$; $\eta_{ст}^{вент}$ — кпд вентилятора, отнесенный к статическому напору, μ — коэф-т надежности, равный для эл.-моторов: а) до 1 л. с. $\mu = 1,25$; б) от 1 до 5 л. с. $\mu = 1,20$; в) от 5 до 10 л. с. $\mu = 1,15$ и г) свыше 10 л. с. $\mu = 1,1$.

3. Графические характеристики центробежных вентиляторов.

В целях облегчения подбора наиболее целесообразных типов и размеров вентиляторов, а также их числа оборотов опытным путем определяются характеристики вентиляторов, к-рые и представляются затем в виде графиков.

На графиках черт. 59 и 59-а представлены такого рода характеристики центробежного вентилятора низкого давления типа «Сирокко» № 5 с диам. колеса в 500 мм з-да «Красная Пресня» в Москве. На графиках черт. 6) и 60-а даны характеристики центробежного вентилятора низкого давления типа Кейса № 5 з-да бывш. Мосэлектротропрома в Москве.

Максимальные кпд, отнесенные к статическому и полному напорам, создаваемым вентилятором, для вентилятора типа «Сирокко» равны примерно $\eta_{ст} = 0,49$ и $\eta_{пол} = 0,66$, тогда как у вентилятора типа Кейса они достигают примерно: $\eta_{ст} = 0,33$ и $\eta_{пол} = 0,41$.

4. Эквивалентное отверстие и сопло.

«Эквивалентным отверстием» называется отверстие, заменяющее по своим сопротивлениям при движении через него воздуха (газа) всю систему воздухопроводов, приключенных на данный вентилятор. Как известно, секундное количество воздуха (газа), протекающего через круглое отверстие с острыми краями, определяется из ур-ия:

$$V_{ск} = \mu f \sqrt{\frac{(p_1 - p_2) \cdot 2g}{\gamma}} \text{ м}^3/\text{сек.}, \quad (20)$$

где $V_{ск}$ — секундное количество воздуха, протекающее через круглое отверстие с острыми краями, в м^3 ; f — сечение круглого отверстия в м^2 ; μ — коэф-т подачи; p_1 — давление перед диафрагмой в $\text{кг}/\text{м}^2$ (в мм в. ст.); p_2 — давление за диафрагмой в $\text{кг}/\text{м}^2$ (мм в. ст.), g — ускорение силы земного притяжения в $\text{м}/\text{сек}^2$; γ — вес 1 м^3 воздуха в кг при темп-ре и давлении, к-рые имеет этот воздух в момент его прохождения через круглое отверстие (диафрагму).

Принимая в нашем случае $p_1 - p_2 = \Delta p = H_{пол}$ и вставляя это обозначение в ур-ие (20), получим след. выражение для эквивалентного отверстия:

$$A_{э.от} = f_{э.от} = \frac{V_{ск}}{\mu} \sqrt{\frac{\gamma}{H_{пол} \cdot 2g}} \text{ м}^2. \quad (21)$$

Значение коэф-та контракции μ для круглого отверстия с острыми краями, по предложению Мюрга, берется обычно 0,65. Для эквивалентного же сопла $A_{э.соп}$, поскольку последнее не имеет контракции, $\mu \approx 1$ и ур-ие (21) принимает вид:

$$A_{э.соп} = V_{ск} \sqrt{\frac{\gamma}{H_{пол} \cdot 2g}} \text{ м}^2. \quad (21-а)$$

Принимая далее среднее значение для γ равным $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ и вставляя его в ур-ие (21-а), получим выражение для «эквивалентного сопла»:

$$A_{э.соп} = 0,25 \frac{V_{ск}}{\sqrt{H_{пол}}} \text{ м}^2. \quad (22)$$

5. Характеристические коэффициенты.

Работа центробежного вентилятора полностью характеризуется след. тремя основными коэф-тами: коэф-том подачи φ , коэф-том напора ψ и коэф-том работы (мощности) λ , при чем эти коэф-ты характеризуют не только работу того или иного вентилятора в отдельности, но и все размеры

вентиляторов данного типа, поскольку они выполняются геометрически подобными.

а) Коэффициент подачи φ , под к-рым разумеется отношение действительно перемещаемого вентилятором секундного объема воздуха (газа) к теоретическому, определяется из ур-ия:

$$\varphi = \frac{V_{ск}}{F_{вых} u}, \quad (23)$$

откуда:

$$V_{ск} = \varphi F_{вых} u, \quad (24)$$

или:

$$u = \frac{V_{ск}}{\varphi F_{вых}}. \quad (24-a)$$

В ур-иях (24) и (24-а): $V_{ск}$ —действительный секунднй объем воздуха (газа) в $м^3$, подаваемый вентилятором, $F_{вых}$ —сечение выхлопного отверстия вентилятора в $м^2$; u —окружная скорость рабочего колеса вентилятора в $м/сек.$; она определяется из отношения:

$$u = \frac{\pi D \cdot n}{60} \text{ м/сек.}, \quad (25)$$

откуда в свою очередь:

$$n = \frac{u \cdot 60}{\pi D}, \quad (25-a)$$

где D —наружный диам. рабочего колеса вентилятора в $м$, n —число об./мин. рабочего колеса вентилятора.

б) Коэффициент напора ψ , под к-рым разумеется отношение действительно создаваемого вентилятором напора к теоретическому, определяется из ур-ия:

$$\psi = \frac{H_{пол}}{u^2 \cdot \gamma} = \frac{H_{пол} \cdot 2g}{u^2 \cdot \gamma}, \quad (26)$$

откуда:

$$H_{пол} = \psi \frac{u^2 \cdot \gamma}{2g}. \quad (26-a)$$

Значение букв ур-ий (26) и (26-а) известно из предыдущего изложения.

в) Коэффициент работы (мощности) λ является отношением действительно требующейся для движения вентилятора работы (мощности) к теоретически необходимой. Работа, к-рую необходимо действительно производить на валу вентилятора для приведения его в движение, равна:

$$R_{эф} = \frac{V_{ск} \cdot H_{пол}}{\eta_{пол}} \text{ кгм.} \quad (27)$$

С другой стороны, теоретически работа, к-рую необходимо производить на валу вентилятора для приведения последнего в движение, определяется из ур-ия:

$$R_m = (F_{вых} \cdot u) \cdot u^2 \cdot \frac{\gamma}{2g} = \frac{F_{вых} \cdot u^3 \cdot \gamma}{2g} \text{ кгм,} \quad (28)$$

или необходимая теоретически мощность для вращения вентилятора:

$$N_m = \frac{F_{вых} \cdot u^3 \cdot \gamma}{2g \cdot 75} \text{ л. с.} \quad (28-a)$$

Т. о., коэф-т работы (мощности) вентилятора равен:

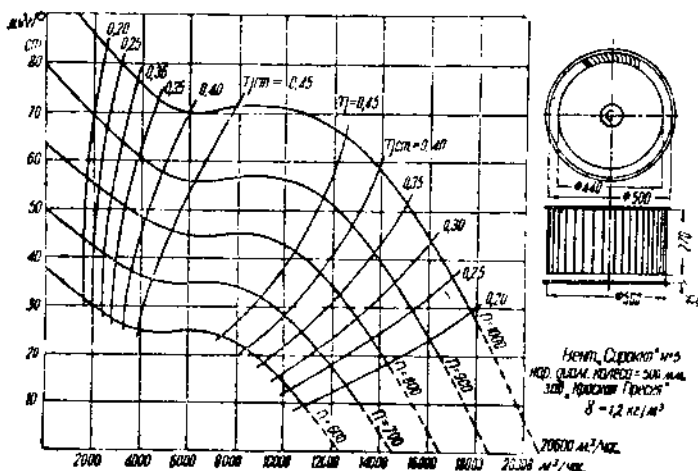
$$\lambda = \frac{R_{эф}}{R_m} = \frac{V_{ск} \cdot H_{пол} \cdot 2g}{\eta_{пол} \cdot F_{вых} \cdot u^2 \cdot \gamma}, \quad (29)$$

откуда:

$$R_{эф} = \lambda \cdot R_m \text{ кгм}, \quad (29-a)$$

С другой стороны:

$$\lambda = \frac{\varphi \cdot \psi}{\eta_{пол}}. \quad (29-b)$$



Черт. 59.

Необходимая эффективная мощность на валу вентилятора:

$$N_{эф} = \frac{\lambda \cdot F_{вых} \cdot u^2 \cdot \gamma}{2g \cdot 75} \text{ л. с.}, \quad (29-b)$$

откуда кпд вентилятора, отнесенный к полному создаваемому вентилятором напору, равен:

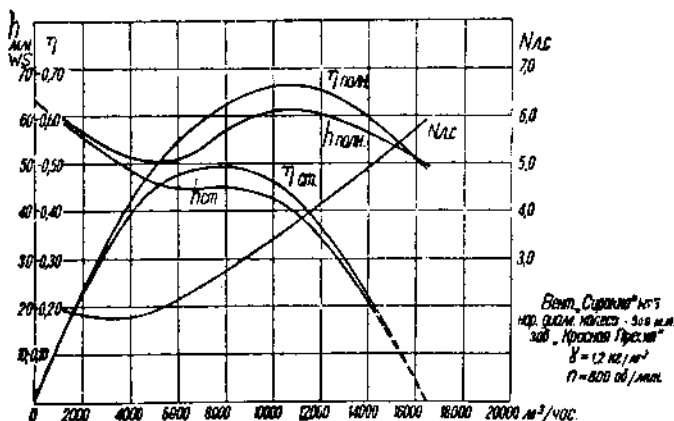
$$\eta_{пол} = \frac{V_{ск} \cdot H_{пол} \cdot 2g}{\lambda \cdot F_{вых} \cdot u^2 \cdot \gamma}, \quad (30)$$

или:

$$\eta_{пол} = \frac{\varphi \cdot \psi}{\lambda}. \quad (30-a)$$

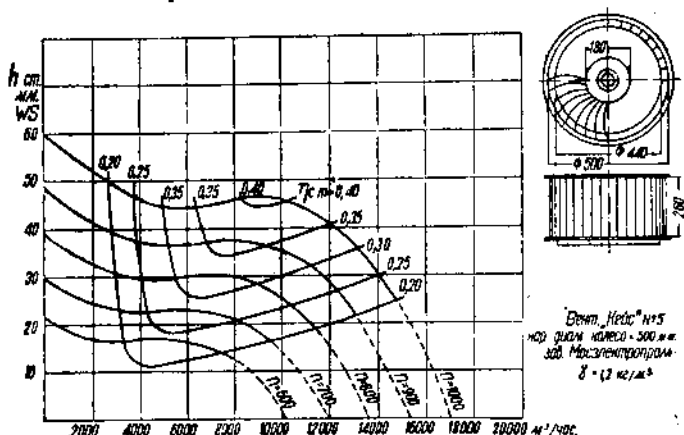
Если теперь полученные опытным путем для какого-либо одного размера центробежного вентилятора характеристические коэф-ты φ , ψ и λ , а также кпд вентилятора представить графически в прямоугольных координатах

в функции отношения сечения эквивалентного сопла $A_{э. соп}$ к сечению выпускного отверстия $F_{вых}$ центробежного вентилятора, т. е. в зависимости от $\frac{A_{э. соп}}{F_{вых}}$, то получим универсальную характеристику для данного типа центробежного вентилятора вне зависимости от его размеров.



Черт. 59-а.

Такая характеристика вентилятора является особенно целесообразной тогда, когда не имеется графических характеристик всех размеров данного типа вентилятора.



Черт. 60.

График универсальных характеристических коэф-тов η , ψ и λ , а также кпд вентиляторов, отнесенный к полному напору вентилятора, представлены на черт. 61 для вентиляторов низкого давления типа «Сирокко» и «Красная Пресня». На графике:

1. Коэф-т подачи вентилятора:

$$\varphi = \frac{V_{ск}}{F_{вых} \cdot u},$$

откуда:

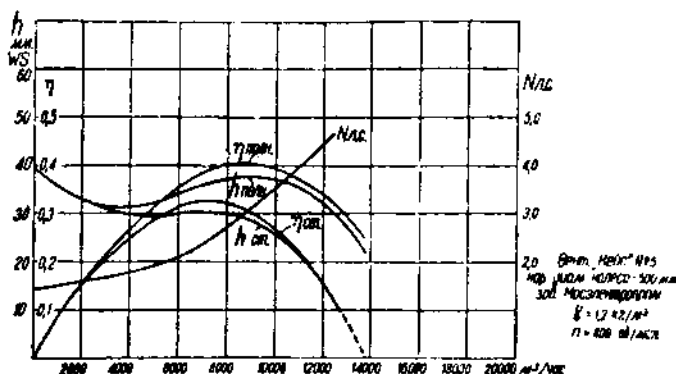
$$u = \frac{V_{ск}}{\varphi \cdot F_{вых}} \text{ м/сек.}$$

2. Коэф-т давления:

$$\psi = \frac{H_{пол} \cdot 2g}{u^2 \cdot \gamma},$$

откуда:

$$H_{пол} = \frac{\varphi \cdot u^2 \cdot \gamma}{2g} \text{ мм в. ст.}$$



Черт. 60-а.

3. Коэф-т работы (мощности):

$$\lambda = \frac{\varphi \cdot \psi}{\eta_{пол}} = \frac{R_{зф}}{R_{м}} = \frac{\frac{V_{ск} \cdot H_{пол}}{\eta}}{\frac{F_{вых} \cdot u^2}{2g}} = \frac{V_{ск} \cdot H_{пол} \cdot 2g}{\eta_{пол} \cdot F_{вых} \cdot u^2 \cdot \gamma},$$

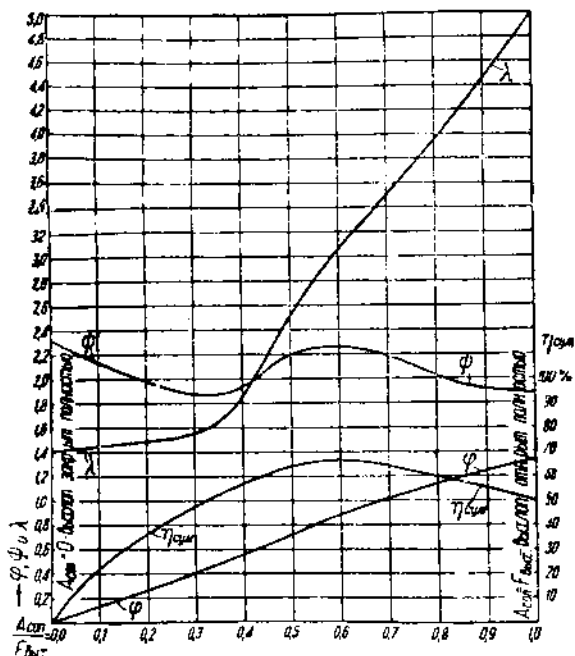
где: $V_{ск}$ — секундный объем перемещаемого воздуха в м^3 , $F_{вых}$ — сечение выходного отверстия вентилятора в м^2 , u — окружная скорость вентилятора в м/сек. , γ — вес 1 м^3 воздуха в кг , g — ускорение силы земного притяжения в м/сек^2 , $\eta_{пол}$ — КПД вентилятора, отнесенный к полному напору, создаваемому вентилятором.

6. Выбор вентиляторов.

Рациональным методом выбора вентиляторов является выбор их по графическим характеристикам (черт. 59) при наибольшем КПД вентилятора; если же точных характеристик для всех номеров вентилятора данного типа не имеется, то — по универсальным характеристикам (черт. 61).

Выбор вентиляторов по универсальным характеристикам производится след. обр. Пусть необходимо сделать выбор вентилятора з-да «Красная Пресня», универсальная характеристика к-рого дана на черт. 61, для

след. производственных условий: 1) вентиляционная установка работает непрерывно в две смены в течение круглого года при неизменных условиях; 2) часовое количество воздуха, доставляемое вентиляционной установкой, равно $70\,000 \text{ м}^3$; 3) суммарное сопротивление нагнетательного воздуховода составляет 22 мм в. ст. ; 4) скорость воздуха в начале главного воздуховода равна $W_{\text{нач}} = 10 \text{ м/сек.}$; 5) суммарное сопротивление всасывающего воздуховода, включая калорифер, равно 18 мм в. ст. при $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$; 6) темп-ра перемещаемого вентилятором воздуха равна 20° С.



Черт. 61.

В первую очередь определяется полный напор, к-рый должен создавать вентилятор. Он получается из ур-ия:

$$H_{\text{пол}} = h_{\text{ст}} + h_{\text{дин}} + h_{\text{сум}} = 22 + \frac{10^2 \cdot 1,2}{2g \cdot 0,8} + 18 = 22 + 6,2 + 18 = 46,2 \text{ мм в. ст.,}$$

при чем 0,8, стоящее в знаменателе второго слагаемого, является к-д диффузора, установленного непосредственно за вентилятором и примыкающего к главному воздуховоду.

Сечение эквивалентного сопла определится из ур-ия:

$$A_{\text{экв}} = 0,25 \frac{V_{\text{сх}}}{\sqrt{H_{\text{пол}}}} = \frac{0,25 \cdot 70\,000}{3\,600 \cdot \sqrt{46,2}} \approx 0,71 \text{ м}^2.$$

Т. к. согласно универсальному графику (черт. 61), наибольший кпд данного типа вентилятора получается при отношении:

$$\frac{A_{э. соп}}{F_{вых}} = 0,6,$$

то для определения величины сечения выхлопного отверстия искомого вентилятора $F_{вых}$ и берется именно это соотношение. Тогда:

$$F_{вых} = \frac{A_{э. соп}}{0,6} = \frac{0,71}{0,6} \cong 1,18 \text{ м}^2.$$

Из табл. 39 выбирается сечение выхлопного отверстия вентилятора, наиболее близкое к полученной величине. Таким сечением выхлопного отверстия, оказывается, обладает вентилятор № 14, у которого $F_{вых} = 1,25 \text{ м}^2$.

При определении числа об./мин. рабочего колеса вентилятора и потребной для него мощности уточняется соотношение между сечением эквивалентного сопла и выхлопного отверстия вентилятора, полученное в результате выбора соответствующего размера вентилятора, т. к. от этого соотношения зависят действительные величины всех характеристических коэф-тов вентилятора:

$$\frac{A_{э. соп}}{F_{вых}} = \frac{0,70}{1,25} \cong 0,56.$$

По ур-ию (24-а) окружная скорость вентилятора равна:

$$u = \frac{V_{сх}}{\varphi \cdot F_{вых}},$$

где φ — коэф-т подачи, определяемый из графика черт. 61 по соотношению:

$$\frac{A_{э. соп}}{F_{вых}} = 0,56$$

и равный 0,83. Тогда окружная скорость:

$$u = \frac{70\,000}{3\,600 \cdot 0,83 \cdot 1,25} \cong 18,8 \text{ м/сек.},$$

а следовательно, количество оборотов при диам. рабочего колеса выбранного вентилятора $D = 1400 \text{ мм}$ будет равно:

$$n = \frac{u \cdot 60}{\pi D} = \frac{18,8 \cdot 60}{\pi \cdot 1,4} \cong 255.$$

Средняя скорость воздуха в выхлопном отверстии вентилятора будет равна:

$$w_{вых} = \frac{70\,000}{3\,600 \cdot 1,25} \cong 15,5 \text{ м/сек.}$$

Проверка суммарного напора, создаваемого вентилятором по универсальному графику, дает след. результаты. Коэф-т давления согласно универсальному графику (черт. 61) при $\frac{A_{э. соп}}{F_{вых}} \cong 0,56$:

$$\psi \cong 2,24.$$

Табл. 39. Стандартные размеры и производительности вентиляторов завода «Красная Пресня».

№№ вентилятора		4	5	6 ^{1/2}	8	9 ^{1/2}	11	12 ^{1/2}	14	15 ^{1/2}	17	18 ^{1/2}	20
Дiam. рабочего колеса вент. мм		400	500	650	800	950	1100	1250	1400	1550	1700	1850	2000
Сечение выходного отверстия м²		0,10	0,16	0,27	0,41	0,58	0,78	1,00	1,25	1,54	1,85	2,19	2,56
Часовая производительность вентилятора, в м³													
Скорость выхода в м/сек.													
10	3 686	5 700	9 734	14 746	20 764	27 878	36 000	46 158	55 354	66 586	78 854	92 160	
10,5	3 871	6 048	10 231	15 483	21 833	29 272	37 800	47 416	58 131	69 915	82 797	96 768	
11	4 055	6 336	10 709	16 220	22 872	30 666	39 600	49 674	60 899	73 244	86 740	101 376	
11,5	4 239	6 621	11 186	16 957	23 812	32 080	41 400	51 932	63 657	76 573	90 783	106 984	
12	4 424	6 912	11 681	17 695	24 862	33 454	43 200	54 190	66 431	79 903	94 625	110 532	
12,5	4 608	7 200	12 168	18 432	25 894	34 846	45 000	56 448	69 193	83 232	98 568	115 200	
13	4 792	7 488	12 655	19 189	27 031	36 242	46 800	58 706	71 980	86 561	102 511	119 808	
13,5	4 977	7 776	13 141	19 907	28 071	37 638	48 600	60 861	74 727	89 891	106 463	124 416	
14	5 161	8 064	13 628	20 614	29 110	39 030	50 400	63 232	77 185	93 220	110 356	129 034	
14,5	5 346	8 352	14 115	21 362	30 150	40 424	52 200	65 480	80 349	97 549	115 330	133 632	
15	5 530	8 640	14 602	22 119	31 190	41 818	54 000	67 738	83 030	99 878	118 282	138 240	
15,5	5 714	8 928	15 088	22 866	32 229	43 212	55 800	70 255	86 586	103 208	122 321	142 848	
16	5 898	9 216	15 575	23 593	33 269	44 605	57 600	72 255	88 586	106 537	127 167	147 456	
16,5	6 083	9 504	16 062	24 341	34 309	46 000	59 400	74 511	91 333	109 866	130 110	152 064	
17	6 267	9 792	16 548	25 088	35 349	47 393	61 200	76 769	94 101	113 186	134 052	156 672	
17,5	6 451	10 080	17 035	25 805	36 588	48 787	63 000	79 027	96 869	116 525	137 885	161 280	
18	6 636	10 368	17 521	26 543	37 428	50 181	64 800	81 285	99 696	119 894	141 339	165 888	
18,5	6 820	10 656	18 009	27 290	38 468	51 575	66 600	83 543	102 404	123 183	145 861	170 496	
19	7 004	10 944	18 495	28 017	39 507	52 969	68 400	85 801	105 172	126 543	149 523	175 104	
19,5	7 188	11 232	18 982	28 751	40 547	54 363	70 200	88 059	107 940	129 843	153 768	179 712	
20	7 373	11 520	19 469	29 492	41 587	55 757	72 000	90 317	110 707	133 171	157 709	184 320	
20,5	7 558	11 808	19 956	30 225	42 628	57 151	73 800	92 575	113 475	136 501	161 652	188 928	
21	7 742	12 096	20 442	30 967	43 666	58 545	75 600	94 832	116 242	139 590	165 595	193 536	
21,5	7 927	12 381	20 929	31 703	44 706	59 938	77 400	97 090	119 010	143 160	169 538	198 144	
22	8 111	12 672	21 415	32 440	45 744	61 332	79 200	99 348	121 777	146 488	173 481	202 752	

Тогда из ф-лы (26-а) получаем:

$$H_{пол} = \frac{v_{изл}^2}{2g} = \frac{3,24 \cdot 18,8^2 \cdot 1,2}{19,62} \cong 48 \text{ мм в. ст.},$$

т. е. вполне удовлетворяющую нас величину

Необходимая для вращения вентилятора мощность определяется из ур-ия (29-б).

Т. к. однако вентилятор будет приводиться в движение от эл.-мотора с помощью ременной передачи, то при определении мощности эл.-мотора необходимо учесть еще и кпд этой передачи $\eta_{пер}$, а также и коэф-т надежности μ .

Коэф-т мощности согласно графику универсальной характеристики вентилятора (при $\frac{A_{в.гон}}{F_{вых}} = 0,56$) равен:

$$\lambda = 2,88.$$

Принимая $\mu = 1,08$ и $\eta_{пер} = 0,97$, получают необходимую для вращения вентилятора мощность эл.-мотора из ур-ия:

$$N_{эф} = \frac{\mu \cdot \lambda \cdot F_{вых} v_{изл}^2}{2g \cdot 75 \cdot \eta_{пер}} = \frac{1,08 \cdot 2,88 \cdot 1,25 \cdot 18,8^2 \cdot 1,2}{19,62 \cdot 75 \cdot 0,97} \cong 22 \text{ л. с.}$$

Табл. 40. Окружные скорости и число оборотов центробежных вентиляторов «Сироко» завода «Красная Пресня».

№ вентилятора	4	5	6 1/2	8	9 1/2	11	12 1/2	14	15 1/2	17	18 1/2	20
Диам. рабочего колеса вентилят. ... мм	400	500	650	800	950	1100	1250	1400	1550	1700	1850	2000
Сечение выхлопного отверстия ... м ²	0,10	0,16	0,27	0,41	0,66	0,78	1,00	1,25	1,61	1,75	2,19	2,56
Окружн. скорость раб. колеса и м/сек.												
15,7	750	609	462	375	318	273	240	214	191	178	162	150
17,0	812	650	500	408	342	296	260	232	210	191	178	163
18,3	875	700	538	437	368	318	280	250	228	206	189	175
19,6	937	750	577	469	395	341	300	265	242	221	203	188
20,9	1000	800	615	510	421	361	320	286	258	235	216	200
22,2	1062	850	654	531	447	387	340	300	274	250	230	213
23,5	1125	900	692	562	474	410	360	321	290	265	243	225
24,8	1187	950	730	593	500	432	380	339	308	279	257	238
26,1	1250	1000	769	625	526	455	400	357	322	294	270	250

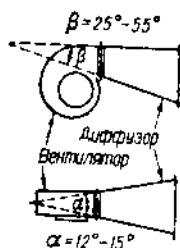
Кпд вентилятора, отнесенный к полному напору $\eta_{пол}$ может быть определен также из графика черт. 61; по нему при $\frac{A_{в.гон}}{F_{вых}} = 0,56$ он равен 0,66.

Т. о., с помощью данных универсального графика определен размер вентилятора и получены все основные данные для этого вентилятора.

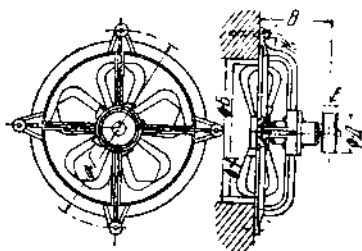
Т. к. выхлопные скорости центробежных вентиляторов весьма велики (10—20 м/сек.), то обычно для рационального использования скоростей напора за вентиляторами устанавливаются диффузоры, —раструбы. При этом однако следует иметь в виду, что для лучшего и более полного превращения скоростей напора в полезный статический напор необходимо, чтобы

диффузор обладал определенной формой, исключающей отрыв струи воздуха от его стенок и, следовательно, завихрения и обратные токи.

По имеющимся опытным данным лучшим кпд обладают диффузоры, имеющие след. форму: а) угол раскрытия диффузора в плане $\alpha \cong 12 \div 14^\circ$; б) угол раствора диффузора (боковой вид) $\beta \cong 25 \div 55^\circ$ (черт. 62), причем изменение угла раствора диффузора β в указанных выше пределах почти не сказывается на величине кпд диффузора. Длина диффузора берется обычно $l = 4d$, где d —диам. или эквивалентный диам. более узкого



Черт. 62.



Черт. 63.

сечения диффузора. Кпд диффузора указанной выше формы достигает примерно 0,80—0,90. Приблизительно кпд диффузора при величине угла раствора β в пределах 25—55° можно по Билу определить из след. ф-лы:

$$\eta_{д.д.} = 1 - \frac{\left(\frac{F_2}{F_1} - 1\right) \cdot \sin \alpha}{F_2 + 1}, \quad (31)$$

где F_1 и F_2 —площади узкого и широкого сечений диффузора; $\sin \alpha$ —синус угла раскрытия диффузора.

Б. Винтовые вентиляторы.

Наиболее заслуживающими внимания типами винтовых вентиляторов являются типы «Сирокко» и ЦАГИ (пропеллерный).

1. Винтовые вентиляторы типа «Сирокко».

Общий вид и разрез такого винтового вентилятора представлены на черт. 63. Графическая характеристика винтового вентилятора «Сирокко» завода Мосэлектротрома дана на черт. 64.

2. Винтовые вентиляторы типа ЦАГИ.

Эскиз винтового пропеллерного вентилятора типа ЦАГИ, изготовляемого заводом Мосредпрома, и его характеристика представлены на черт. 65. В то время как у винтовых вентиляторов (черт. 64 и 65) при уменьшении подаваемого ими количества воздуха и увеличении создаваемого ими напора потребная для их вращения мощность возрастает, у центробежных вентиляторов при тех же условиях она падает. И если для центробежных вентиляторов во избежание перегрузки и порчи мотора мы вынуждены при расчетах мощности эл.-моторов принимать известный

коэф-т надежности μ , то для винтовых вентиляторов этот коэф-т д. б. значительно большим;

Выбор винтовых вентиляторов необходимо производить, исходя из тех же соображений, что и при выборе центробежных вентиляторов. Этот выбор должен производиться на основе имеющихся характеристик вентиляторов.

Если представляется выбор между винтовыми вентиляторами «Сирокко» и ЦАГИ, то безусловное предпочтение всегда следует отдавать последнему типу, поскольку он обладает значительно лучшим кпд и при большей производительности дает большие напоры.

При выборе вентиляторов следует однако иметь в виду, что винтовые вентилаторы создают все же весьма ограниченные напоры (10—15 мм в. ст.) и работают со значительно большим шумом, чем вентиляторы центробежные.

В. Эжекторы*.

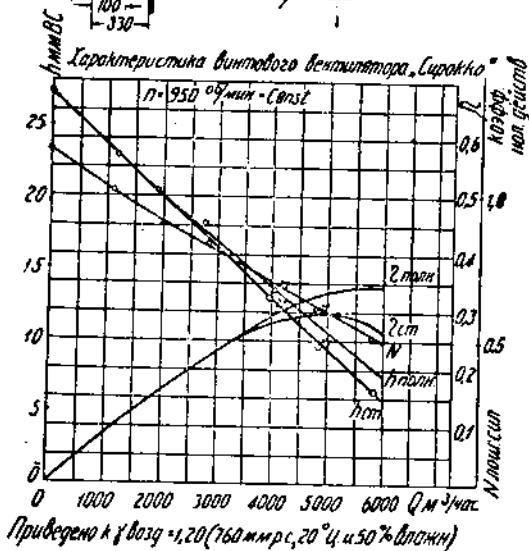
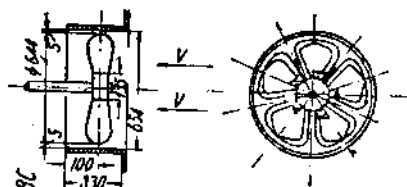
1. Принцип работы эжектора.

Когда требуется удалить воздух, сильно загрязненный парами кислот, или газы высоких темп-р, вместо обычных вентиляторов применяются эжекторы (черт. 66-а и 66-б). Полагая, что при данных условиях эжекции (малые разрежение и компрессия) воздух является несжимаемой жидкостью и что $\gamma_1 = \gamma_2$,

а начальная скорость воздуха перед смешительной трубой $w_2 = 0$, баланс энергии эжектора по Цейнеру м. б. выражен след. ур-ием:

$$G_1 \frac{w_1^2}{2g} - (G_1 + G_2) \frac{w_2^2}{2g} = h_z \frac{(G_1 + G_2)}{\gamma} + G_1 \frac{(w_1 - w_2)^2}{2g} + G_2 \frac{w_2^2}{2g}, \quad (32)$$

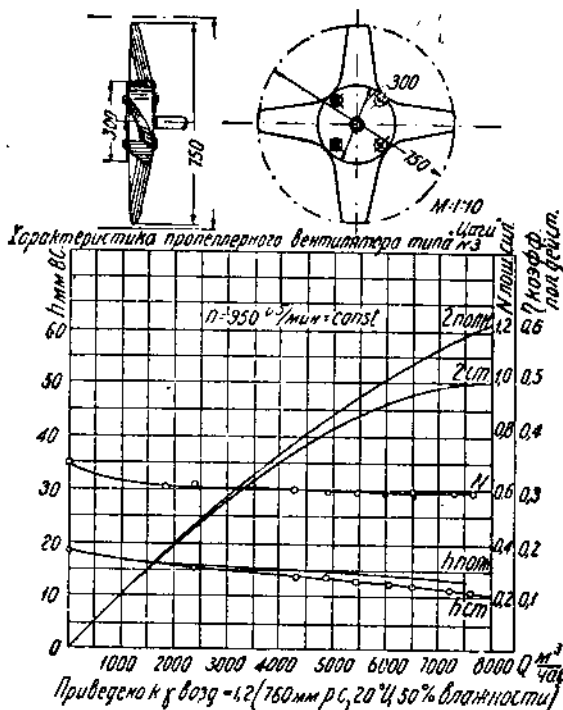
где G_1 —секундное весовое количество эжектирующего воздуха в кг, w_1 —скорость эжектирующего воздуха при выходе из сопла в м/сек., g —ускорение силы земного притяжения в м/сек², G_2 —секундное весовое количе-



Черт. 64.

* Инж. К. К. Баулин, Эжекторы, «Отопление и вентиляция», 1931 г. № 10 и 1933 г. № 2.

ство подсасываемого эжектором воздуха в кг, w_8 —скорость воздуха в нагнетательном (смесительном) воздуховоде в м/сек., h_z —разрежение в камере эжектора в мм в. ст., γ —плотность перемещаемого эжектором воздуха (газа) в г/м³.

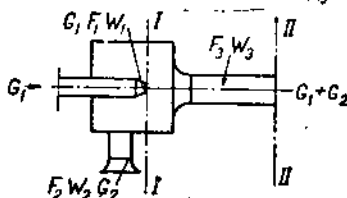


Черт. 65.

Левая часть равенства (32) представляет собою разность энергии при входе в эжектор и при выходе из него. В правой же части первый член обозначает затрату энергии на перемещение всего количества воздуха



Черт. 66-а.



Черт. 66-б.

$(G_1 + G_2)$ по смесительному воздуховоду при противодавлении в h_z мм в. ст., второй член дает потери скоростной энергии эжектирующей струи воздуха по Борда-Карно и наконец третий член является затратой энергии на сообщение скорости w_8 подсасываемому воздуху:

Произведя в ур-ии (32) соответствующие действия, получают:

$$\frac{G_1 \cdot w_1 w_2}{g} - \frac{h}{\gamma} \cdot (G_1 + G_2) = 2(G_1 + G_2) \frac{w_2^2}{2g}. \quad (32-a)$$

Подставляя в ур-ие (32-a) вместо w_1 , w_2 , G_2 их значения из соотношений:

$$w_1 = \frac{G_1}{\alpha_1 F_1 \gamma_1}, \quad w_2 = \frac{G_1 + G_2}{\gamma} \cdot \frac{1}{F_2}; \quad G_2^2 = \mu_1^2 F_1^2 \cdot 2gh_1 \gamma,$$

где $h_1 = \frac{w_1^2}{2g} \gamma$, α_1 — коэф-т сжатия струи, μ_1 — коэф-т расхода, и обозначая отношения: $\frac{F_2}{F_1}$ через m и $\frac{G_2}{G_1} = \frac{Q_2}{Q_1}$ через q , получают след. ур-ие:

$$\frac{m}{\alpha_1} - \frac{h_x}{h_1} \cdot \frac{m^2}{2\mu_1^2} = (1 + q)^2. \quad (33)$$

Принимая далее для тщательно изготовленного сопла $\mu_1 \cong \alpha_1$, получают наконец основное ур-ие для расчета эжекторов:

$$m - \frac{h_x}{h_1} \cdot \frac{m^2}{2} = (1 + q)^2. \quad (33-a)$$

Если обратиться к условиям работы эжектора, изображенного на черт. 66-а, т. е. без всасывающего и нагнетательного воздухопроводов, когда $h_x = 0$, то основное ур-ие (33-a) примет вид:

$$m = (1 + q)^2.$$

Т. к., с другой стороны:

$$m = \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2, \quad (34)$$

то:

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{G_1 + G_2}{G_1} = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = q. \quad (35)$$

Т. о., в данном частном случае отношение диаметров смесительной трубы и эжектирующего сопла равно отношению проходящих через них весовых или объемных количеств воздуха. Полученная зависимость по ур-ию (34) действительна, как указано выше, только при отсутствии сопротивлений во всасывающем и нагнетательном (смесительном) воздухопроводах, в противном же случае это соотношение будет больше получаемого по ур-ию (34). При соответствующих сопротивлениях во всасывающей и нагнетательной трубах, т. е. когда $h_x > 0$, расчет следует вести по ф-ле (33-a).

Статический кпд эжектора, отнесенный к полезно перемещаемому количеству засасываемого воздуха G_1 (Q_1), при соответствующем сопротивлении во всасывающем и нагнетательном воздухопроводах определится из ур-ия:

$$\eta_{ст} = \frac{Q_1 \cdot h_x}{Q_1 \cdot h_1} = q \frac{h_x}{h_1}. \quad (36)$$

Полный же кпд, отнесенный к тому же полезно отсасываемому эжектором количеству воздуха, при соответствующих сопротивлениях во всасывающем и нагнетательном воздухопроводах и соответствующей скорости в нагнетательном (смесительном) воздуховоде определится из ур-ия:

$$\eta_{пол} = \frac{Q_1 \left(h_x + \frac{w_2^2}{2g} \gamma \right)}{Q_1 h_1} = q \frac{h_x + h_2}{h_1}, \quad (37)$$

где h_s — скоростной напор в нагнетательном и смесительном воздуховодах в мм в. ст.

При заданном отношении подсасываемого воздуха к эжектирующему

$$q = \frac{G_2}{G_1} = \frac{Q_2}{Q_1}$$

наивыгоднейшее отношение сечения смесительного воздуховода к сечению сопла $m = \frac{F_2}{F_1}$ получается при наибольшем значении статического кпд эжектора.

Из ур-ия (33-а) имеем:

$$\frac{h_x}{h_1} = \frac{2}{m} - \frac{2}{m^2} (1 + q)^2. \quad (33-б)$$

Подставляя полученное значение для $\frac{h_x}{h_1}$ в ур-ие (36), будем иметь:

$$\eta_{cm} = \frac{2q}{m} - \frac{2q(1+q)^4}{m^3}. \quad (36-а)$$

Дифференцируя полученное ур-ие (36-а) и приравнявая его первую производную $\left(\frac{d\eta_{cm}}{dm}\right)$ нулю, получим наивыгоднейшее значение для m , равное:

$$m_{\text{ок}} = 2(1 + q)^2. \quad (38)$$

Т. к. при этом значении m вторая производная ур-ия (36-а) меньше нуля, то, следовательно, значение η_{cm} имеет максимум. Подставляя значение $m_{\text{ок}}$ из ур-ия (38) в ур-ие (36-а), получим наконец максимальное значение для η_{cm} :

$$\eta_{cm \text{ max}} = 0,5 \frac{q}{(1+q)^4}. \quad (39)$$

По ур-ию (39) максимальный статический кпд эжектора получается при $q=1$ и равен ок. 12,5%.

В том случае, когда полностью используется и скоростной напор в смесительной трубе:

$$h_s = \frac{w_3^2}{2g} \gamma,$$

для эжектора получаются след. соотношения:

$$\eta_{\text{пол}} = \frac{Q_2 \left(h_x + \frac{w_3^2}{2g} \gamma \right)}{Q_1 h_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \frac{h_x}{h_1} + \frac{Q_2}{Q_1} \cdot \frac{w_3^2 \gamma}{2gh_1} = q \frac{h_x}{h_1} + q \frac{w_3^2}{2gh_1} \gamma. \quad (40)$$

Так как:

$$\frac{w_1}{w_3} = \left(1 + \frac{Q_2}{Q_1} \right) \frac{F_1}{F_2} = (1 + q) \frac{1}{m},$$

и, следовательно:

$$\frac{w_3^2 \gamma}{2gh_1} = (1 + q)^2 \frac{1}{m^2}, \quad (41)$$

то:

$$\eta_{\text{пол}} = q \frac{h_x}{h_1} + q(1 + q)^2 \frac{1}{m^2}. \quad (42)$$

Дифференцируя ур-ие (42) и приравнявая его первую производную $\left(\frac{d\eta_{пол}}{dm}\right)$ нулю, получим наивыгоднейшее значение для $\frac{F_2}{F_1} = m$:

$$m_{ок} = (1 + q)^2, \quad (43)$$

а также максимальное значение для $\eta_{пол}$:

$$\eta_{пол\ max} = \frac{q}{(1 + q)^2}. \quad (44)$$

Как видно из ур-ия (44), кпд эжектора со смесительной трубой, выполненной с идеальным (без гидравлических потерь) диффузором, будет в два раза выше эжектора, имеющего смесительную трубу в виде цилиндра. Он так же, как и $\eta_{см}$, имеет максимум при $q = 1$, достигая значения 0,25.

При реальном диффузоре, обладающем гидравлическими потерями и имеющем кпд $\eta_{диф}$, будем иметь:

а) кпд эжектора:

$$\eta_{эж. диф} = \frac{Q_2 \left\{ h_x + \eta_{диф} \frac{w_2^2}{2g} \gamma \right\}}{Q_1 h_1}; \quad (45)$$

б) отношение полезного напора эжектора с диффузором к затрачиваемому в сопле:

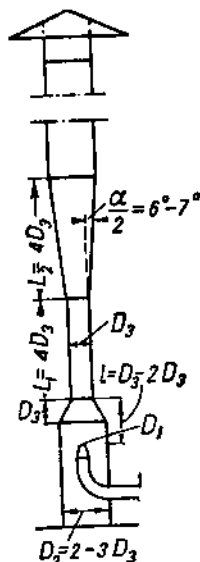
$$k_1 = \frac{h_{эж. диф}}{h_1} = \frac{h_x}{h_1} + \eta_{диф} (1 + q^2 \cdot \frac{1}{m^2}); \quad (46)$$

в) наивыгоднейшее отношение $m = \frac{F_2}{F_1}$, равное:

$$m_{ок} = (2 - \eta_{диф}) \cdot (1 + q)^2; \quad (43-а)$$

г) максимальный кпд эжектора с диффузором:

$$\eta_{эж. диф\ max} = \frac{1}{2 - \eta_{диф}} \cdot \frac{q}{(1 + q)^2}. \quad (44-а)$$



Черт. 67.

Наиболее эффективной эжекционной установкой (черт. 67) является установка с цилиндрическим смесительным патрубком длиной четыре его диам. ($l = 4d$) и последующим приключением к смесительному патрубку диффузора. При этом расстояние между концом сопла и горловиной смесительного патрубка д. б. равно 1—2 диам. последнего ($l = 1d + 2d$).

Потребная мощность для вращения вентилятора, подающего эжекционный воздух (газ) к эжектору, определяется, из ур-ия:

$$N_{вент} = \frac{Q_1 \left(\frac{w_1^2}{2g} \gamma - h_x + h_{эж.тр} \right)}{\gamma \cdot \eta_{вент}} \text{ л. с.} \quad (47)$$

и необходимая мощность эл.-мотора:

$$N_{эл.-мот} = \frac{\mu \cdot Q_1 \left(\frac{w_1^2}{2g} \gamma - h_x + h_{эж.тр} \right)}{\gamma \eta_{вент} \cdot \eta_{пер}}. \quad (47-а)$$

В ур-иях (45)–(47-а): Q_1 — секундное объемное количество эжектирующего воздуха (газа) в м^3 , w_1 — скорость истечения из сопла эжектирующего воздуха (газа) в м/сек. , h_x — гидравлическое сопротивление в засасывающем воздуховоде (разрежение в камере эжектора) в мм в. ст. , $h_{\text{гос. тр}}$ — гидравлическое сопротивление системы воздухопроводов, подающих эжектирующий воздух к эжектору, в мм в. ст. , $\eta_{\text{эжкт}}$ — кпд вентилятора (см отдел «Вентиляторы»), $\eta_{\text{нпр}}$ — кпд передачи (ременной, зубчатой) от эл.-мотора к оси вентилятора.

2. Порядок расчета эжектора.

Основными расчетными данными являются величины: Q_2 — отсасываемый эжектором объем загрязненного воздуха (или газа) и $h_{\text{эж. диф}}$ — сопротивление во всасывающем и нагнетательном воздуховодах (за диффузором), определяемое расчетом. Расчет ведется в след. порядке.

1. В соответствии с данными выше указаниями выбирают $q = \frac{Q_2}{Q_1}$.

Если предстоит рассчитать эжекционную установку значительных размеров, то просчитываются 3–4 варианта установки для различных q и из этих вариантов выбирается наивыгоднейшее отношение q . Обычно q берется равным $1 \div 3$, в зависимости от системы эжекционной установки. Т. к. при $q=1$ получается максимальный кпд эжектора, то это соотношение принимается обычно при централизованных эжекционных установках, когда отсос производится от многих мест с помощью длинных воздухопроводов, подводимых к одному эжектору и имеющих значительные гидравлические сопротивления.

Отношение же $q > 1$ берется обычно при установках с несколькими эжекторами, расположенными в местах отсосов воздуха (газов) с короткими отсасывающими и нагнетательными воздухопроводами и обслуживаемыми эжекционным воздухом от одной вентиляторной установки. Чем короче отсасывающие и нагнетательные воздухопроводы эжекторов, тем большее значение берется для q ; при отсутствии засасывающих воздухопроводов и коротких прямых нагнетательных (смесительных) воздухопроводов значение q берется ок. 3.

2. Из ф-л (38) (при отсутствии диффузора) и (43-а) (при диффузоре) определяется наивыгоднейшее отношение:

$$m_{\text{ж}} = \frac{F_2}{F_1}.$$

3. Далее: если смесительная труба эжектора выполняется без диффузора, то для получения значения $m_{\text{ж}}$ вычисляется величина $\frac{h_x}{h_1} = k$ из ур-ия (33-а), а затем определяется статический кпд эжектора из ф-лы (36).

Если за смесительной трубой устанавливается диффузор, то определяется значение $\frac{h_{\text{эж. диф}}}{h_1} = k_1$ из ф-лы (46) и кпд эжектора, выполняемого с диффузором, из ур-ия:

$$\eta_{\text{эж. диф}} = \frac{h_{\text{эж. диф}}}{h_1} q = k_1 q. \quad (36-а)$$

4. Находится количество эжектирующего воздуха, поступающего к эжектору от нагнетательного вентилятора из ур-ия:

$$Q_1 = \frac{Q_2}{q}. \quad (48)$$

5. Определяется скоростной напор при истечении из сопла h_1 :
 а) для эжектора без диффузора из ур-ия:

$$h_1 = \frac{h_x}{k};$$

- б) для эжектора с диффузором—из ур-ия:

$$h_1 = \frac{h_x}{k_1}.$$

При этом следует иметь в виду, что величины k и k_1 уже определены раньше, а величина h_x известна из расчета гидравлических сопротивлений в засасывающем воздуховоде.

6. Из полученного скоростного напора определяется скорость истечения из сопла из ур-ия:

$$w_1 = \sqrt{\frac{2gh_1}{\gamma}} \text{ м/сек.} \quad (49)$$

7. Далее определяется площадь сечения сопла из ф-лы:

$$F_1 = \frac{Q_1}{w_1} \text{ м}^2$$

и площадь сечения смесительной трубы—из ур-ия:

$$F_3 = mF_1 \text{ м}^2. \quad (50)$$

8. Подсчитывается потребная мощность вентилятора и эл.-мотора из ф-л (47) и (47-а).

Г. Дефлекторы.

Дефлекторы это—вытяжные трубы специального устройства, позволяющие использовать для целей удаления вытяжного вентиляционного воздуха не только естественные напоры, создаваемые в вытяжной трубе вследствие разностей темп-р внутреннего и наружного воздуха, но также и силу ветра. Наиболее распространенными у нас являются дефлекторы типа Шанара (черт. 68 и 68-а) и Купара. На черт. 68-а: 1—стенка секций, 2—патрубок, 3—перекрывающий конус, 4—опорный конус, 5—направляющий конус, 6—фланец, 7, 8 и 9—кольца.

Характеристики дефлекторов даны на черт. 69, из к-рого видно, что максимальная скорость воздуха вытяжной трубе Шанара, вызываемая одним только действием ветра, равна:

$$C_{max} = \sqrt{0,113 w_{вет}^2} = 0,33 w_{вет} \text{ м/сек.}, \quad (54)$$

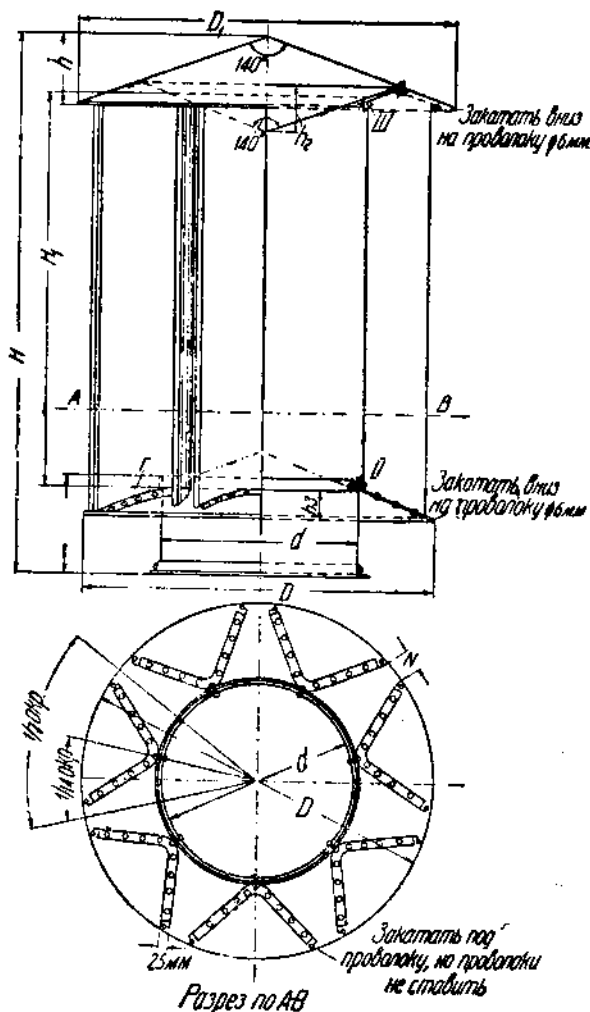
а статическое разрежение в приемном патрубке трубы:

$$P_{ст} = \frac{C_{max}^2}{2g} \gamma = 0,113 \frac{w_{вет}^2}{2g} \gamma. \quad (52)$$

где C —максимальная достижимая скорость в вытяжной трубе Шанара под действием скорости ветра в w м/сек., $w_{вет}$ —средняя скорость ветра в данном районе в м/сек., с к-рой ведется расчет трубы Шанара, γ —расчетная плотность наружного воздуха в кг/м³.

Кроме статического напора (разрежения), создаваемого во всасывающем патрубке вытяжной трубы Шанара, при ее расчете следует учитывать

еще и статический напор, создаваемый разностью расчетных темп-р внут-реннего и наружного воздуха.



Черт. 68.

Т. о., суммарный напор, создаваемый вытяжной трубой Шанара, будет равен:

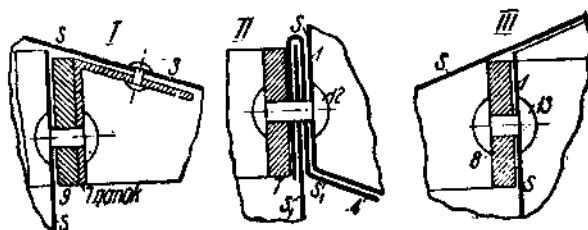
$$P_{\text{сум. в.м}} = 0,113 \frac{w_{\text{в.м}}^3}{g} \gamma + H (\gamma_{\text{нар}} - \gamma_{\text{вн}}) \text{ мм в. ст.}, \quad (52)$$

откуда:

$$w_{\text{выт}} = \sqrt{\frac{P_{\text{сум. ст.}} \cdot 2g}{\gamma}} \quad (52-a)$$

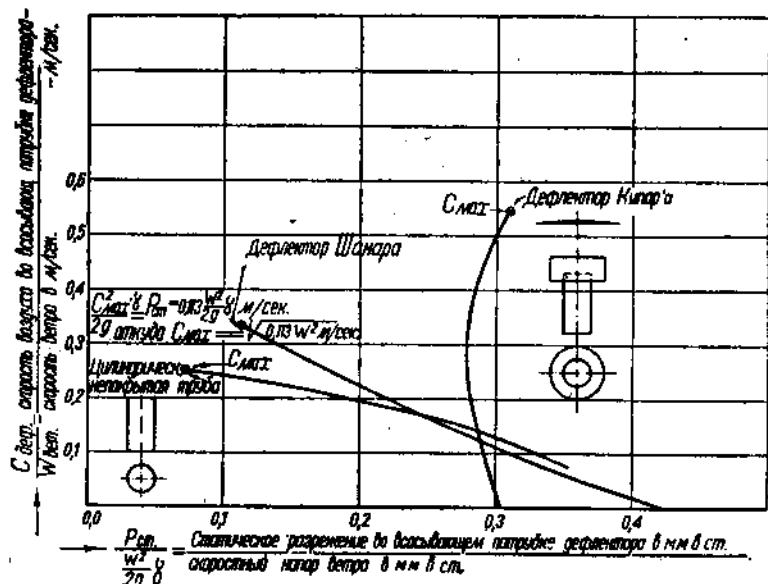
и, следовательно:

$$F_{\text{выт}} = \frac{L}{w_{\text{выт}}} \quad (53)$$



Черт. 68-з.

В ур-нях (52) — (53) обозначают: $w_{\text{выт}}$ — скорость в вытяжной трубе в м/сек., L — секундный объем удаляемого через дефлектор вентиляционного воздуха, $w_{\text{вет}}$ — скорость ветра в м/сек., H — расстояние от ней-



Черт. 69.

тральной зоны вентилируемых помещений до верха вытяжной трубы в м, $F_{\text{выт}}$ — сечение вытяжной трубы в м, $\gamma_{\text{нар}}$ — плотность наружного воздуха при расчетной наружной темп-ре в кг/м³, $\gamma_{\text{вн}}$ — плотность внут-

Табл. 41. Размеры дефлекторов Шанара.

№№ по порядку	d	D	D ₁	H	H ₁	h	h ₁	h ₂	N	r	S	S ₁	Фланец	Защелки 11, 12, 13	Кольца 7, 8, 9	Вес 1 шт., в кг
1	400	720	880	1 080	800	150	200	75	60	32	45	0,7	1	1/4"	25×5	50
2	450	810	920	1 225	900	170	25	85	80	30	50	0,7	1	1/4"	15×5	57
3	500	920	1 050	1 370	1 000	190	250	95	75	40	55	0,7	1	3/4"	25×5	65
4	550	990	1 120	1 515	1 100	210	275	105	83	44	61	0,7	1	1/4"	25×5	73
5	600	1 000	1 220	1 650	1 200	220	300	115	90	48	67	0,7	1	1/4"	25×5	100
6	650	1 170	1 320	1 875	1 300	250	325	125	90	52	72	0,7	1	1/4"	25×5	115
7	700	1 260	1 420	1 980	1 400	270	350	125	105	53	78	0,7	1	3/4"	25×5	130
8	750	1 360	1 520	2 095	1 500	290	375	145	113	60	83	0,7	1	1/4"	25×5	150
9	800	1 440	1 620	2 230	1 600	310	400	155	120	64	90	0,7	1	3/4"	25×5	170
10	850	1 530	1 710	2 355	1 700	330	425	165	128	68	95	0,7	1	3/4"	35×6	190
11	900	1 620	1 820	2 530	1 800	350	450	175	135	72	101	0,7	1	3/4"	35×6	210
12	950	1 710	1 920	2 675	1 900	370	475	185	143	76	106	0,7	1	3/4"	35×6	230
13	1 000	1 800	2 020	2 820	2 000	390	500	195	150	80	113	0,7	1,5	3/4"	15×6	250
14	1 200	2 160	2 420	3 210	2 400	470	600	215	180	96	125	0,7	1,5	3/4"	35×6	330
15	1 500	2 700	3 020	4 270	3 000	550	750	265	220	120	171	0,7	1,5	3/4"	15×6	450

ренного воздуха при расчетной внутренней темп-ре вентилируемого помещения. По полученным скоростям в вытяжной трубе определяются ее размеры.

§ 1. Основные принципы вентиляции и воздушного отопления.

1. Канторские, культурно-бытовые и общественные здания.

Основными вредностями помещений этих зданий являются продукты дыхания, испарений и теплоты от присутствующих в них людей. Нормы часового обмена воздуха в различных помещениях даны в табл. 42. В помещениях осуществляется приточно-вытяжная вентиляция, при чем во избежание холодных токов в помещениях с постоянным пребыванием людей дается избыток притока над вытяжкой в 15—20%.

Вытяжка воздуха производится вверх, под потолком, так же, как и приток, при чем наиболее рациональным является размещение притока и вытяжки на одной и той же внутренней стене помещения, если имеется только один приток или одна вытяжка, однако в противоположных сторонах помещения. Скорости в приточных решетках—не более 1,5—2 м/сек. Приточный воздух обычно подается подогретым до нормальных внутренних темп-р (18—20° С).

2. Залы собраний, клубы, театры, кино и проч.

Основными вредностями помещений являются продукты дыхания, испарений и гл. обр. теплоотдача присутствующих. Основной доминантой вредности является избыточная теплота.

В помещениях осуществляется приточная и вытяжная вентиляция, при чем во избежание холодных токов и сквозняков дается избыток притока над вытяжкой на 20—25%.

Вытяжка воздуха или производится полностью в верхней зоне (под потолком), или же разбивается на нижнюю и верхнюю вытяжки в пропорции 1 : 2, при чем нижняя вытяжка производится обычно под сиденьями (стульями). Подача свежего воздуха—по возможности снизу, на высоте 2—2,5 м, и позонно при высоких многосветных зданиях (клубы, театры). Скорости выхода приточного воздуха: снизу—порядка 1—1,5 м/сек. и в верхних зонах до 2—3 м/сек. Воздух подается подогретым до 14—16° С.

3. Промышленная вентиляция.

Основными положениями при всякой промышленной вентиляции с выделением вредностей при технологическом процессе являются:

1) возможно полная герметизация и локализация выделяемых вредностей с помощью ограждений, шкафов, ширм, зонтов и т. п.;

2) отсос загрязненного воздуха должен производиться в местах наибольшего выделения вредностей, а подача свежего воздуха—в наименее загрязненных местах, с организацией потока свежего воздуха от менее загрязненных зон к более загрязненным;

3) при невозможности герметизации и локализации вредностей в очень загрязненных помещениях применяются концентрированная подача приточного воздуха к рабочим местам (душирование рабочих мест) или же специальные индивидуальные приспособления в виде масок, водяных завес—при интенсивном облучении работников и т. д.

4) В производственных помещениях с избыточным выделением тепла и повышенной темп-рой вытяжка производится в верхней зоне (под потолком, крышей). приток же подается по возможности в нижнюю, рабочую,

зону. Приточный воздух, в зависимости от места подачи и количества удаляемого из помещений тепла, подогревается до $10-15^{\circ}\text{C}$, при чем, если теплый воздух в верхней зоне помещения не содержит в себе особых вредностей, то он используется на подогрев холодного приточного воздуха.

В летнее время в рабочей зоне допускается превышение внутренних темп-р над наружными на 5°C и в нерабочей зоне—на 10°C .

5) В производственных помещениях с выделением больших количеств влаги вытяжка производится по возможности в местах ее образования непосредственно над поверхностью испарения (кипения) и по возможности с герметизацией производственных процессов, а также в верхней части помещений (под потолком и крышей).

Подачу приточного воздуха следует осуществлять в рабочую зону на высоте $1,5-2\text{ м}$ над полом со скоростями порядка $1,5-2\text{ м/сек}$. Приток д. б. больше вытяжки на $25-30\%$. Воздух д. б. подогрет до внутренних темп-р помещений. При технологических процессах с интенсивным влагообразованием, напр., при кипении открытых водных поверхностей, во избежание образования тумана в рабочих помещениях необходимы герметизация этих поверхностей и местный отсос насыщенного или даже пересыщенного влагой воздуха. В тех же случаях, когда герметизация выделяющих влагу технологических аппаратов невозможна и образующиеся водяные пары распространяются по всему рабочему помещению, обычно имеет место образование тумана. При борьбе с туманом описанный выше принцип вентиляции дополняется введением в места интенсивного образования влаги приточного воздуха, нагретого до темп-ры в $40-45^{\circ}\text{C}$, при чем количество воздуха, предназначенного специально для борьбы с туманом, должно составлять примерно $30-50\%$ общего количества приточного воздуха, подаваемого в данное рабочее помещение. В таких помещениях весьма рационально воздушноотопительные установки объединять с вентиляционными.

6) В производственных помещениях с выделением вредных газов вытяжка производится непосредственно у мест образования газов, при чем при удалении газов с уд. в. (по сравнению с воздухом) большим единицы, вытяжные отверстия берутся в нижней части рабочего места, а при уд. в. газов, меньшем единицы,—в верхней его части.

Приточный воздух подается в рабочую зону на высоте $1-2\text{ м}$ над полом подогретым до внутренних темп-р помещений, со скоростями порядка $1,5-2\text{ м/сек}$.

Воздушное отопление помещений рационально объединять с вентиляционными установками.

7) В производственных помещениях с большим выделением пыли вытяжка производится по возможности в местах ее образования, а также в нижней части рабочей зоны, тогда подача приточного воздуха, подогретого до внутренних темп-р помещений,—в верхнюю его зону, организуя т. о. движение свежего воздуха по движению пыли при ее оседании. Воздушноотопительные установки таких помещений весьма рационально объединять с их вентиляционными установками.

4. Воздушное отопление.

Воздушное отопление обычно применяется для обогрева больших производственных зал, не имеющих особых вредностей (пыли, газов, влаги), в цехах с сильно загрязненным воздухом, в которых осуществляются значительные часовые обмены воздуха, при минимальных наружных темп-рах отопительного сезона, при чем в этом случае наиболее рационально воздушное отопление объединять с вентиляционной установкой этих

цехов, что значительно снижает общие первоначальные затраты на оборудование. Воздух подогревается до $40-45^{\circ}\text{C}$ и подается в нижнюю зону отапливаемых помещений со скоростью выхода воздуха в $2-3\text{ м/сек.}$ При подаче воздуха на высоте $2-2,5\text{ м}$ от пола скорость подаваемого воздуха— $3-5\text{ м/сек.}$

§ 2. Нормы для расчета воздушноотопительных и вентиляционных установок.

Основными нормативами для расчета воздушноотопительных и вентиляционных установок являются: а) часовые обмены воздуха в вентилируемых помещениях; б) минимальные расчетные темп-ры наружного воздуха, в) максимальные внутренние темп-ры помещений; г) максимальная допустимая влажность помещений.

1. Часовые обмены воздуха.

1. Часовые обмены воздуха в жилых, конторских, коммунально-бытовых и общественных зданий даны в табл. 42.

2. Часовые обмены воздуха в производственных помещениях обуславливаются выделением в них соответствующих вредностей и д. б. рассчитаны в каждом конкретном случае особо, исходя из количества выделяемых в помещениях вредностей за 1 час и допустимых концентраций этих вредностей, приведенных в табл. 33 (пыль) и 36 (газы). Методы расчета часовых обменов воздуха по вредностям даны ниже.

Для производственных помещений, не имеющих выделения особых вредностей, обмены воздуха принимаются в $40-50\text{ м}^3$ в час на одного занятого в цехе работника.

2. Минимальные расчетные температуры наружного воздуха.

1. Для коммунально-бытового сектора минимальные расчетные температуры берутся равными средней температуре наиболее холодного месяца отопительного сезона; напр., для центральной полосы европейской части СССР:

$$t_{\text{вент. мин. расч}} = -10^{\circ}\text{C}.$$

2. Для производственных помещений расчетные темп-ры берутся на 25% ниже средних темп-р наиболее холодного месяца отопительного сезона, напр., для Москвы минус $13-14^{\circ}\text{C}$.

Максимальными допустимыми внутренними темп-рами помещений в летнее время принимаются темп-ры на 5°C выше наружных темп-р в рабочей зоне и на 10°C выше наружных темп-р в нерабочей зоне.

Нормальной влажностью считается относительная влажность воздуха, равная $30-50\%$ в помещениях, не имеющих значительных выделений влаги, тогда как в производственных помещениях со значительным выделением влаги максимальными допустимыми величинами относительной влажности принимаются $80-90\%$.

Табл. 42. Нормы обмена воздуха в жилых, общественных и культурно-бытовых зданиях.

Тип сооружений и наименование вентилируемых помещений	Нормы кратности часовых обменов воздуха (+приток, — вытяжка)	Примечание
I. Жилые дома		
Жилые помещения	—0,5	Потеряность нагретого отопительных приборов рассчитывается с надбавкой на нагрев обмена воздуха в жилых помещениях
Кухня	—3,0	
Ванная комната	—2,0	
Уборная	—5,0	
II. Общежития		
Жилые комнаты	—0,5	Потеряность нагретого отопительных приборов рассчитывается с надбавкой на нагрев обмена воздуха в жилых помещениях
Зал дневного пребывания (для чтения и занятий)	$\pm 1,0$	
Спальни	20 м³/чел.-ч.	
Коридор	Приток по балансу	
Столовая по соседству с кухней	+3	
То же отдельно от кухни	—2	
Кухня по соседству со столовой	+2	
То же отдельно от столовой	—3	
Уборные	—5	
Зубные	Вытяжка—50 м³ на 1 очко в час, но не менее 5-кратного часового обмена	
III. Учреждения		
Канцелярские комнаты, чертежные и т. п.	± 20 м³/чел.-ч., но не менее 1,5-кратного обмена	Потеряность нагретого отопительных приборов рассчитывается с надбавкой на нагрев обмена воздуха в жилых помещениях
Кабинеты, приемные	$\pm 2,0$	
Зал для собраний	$\pm 2,0$	
Уборные	Вытяжка—50 м³ в час на 1 очко, но не менее 5-кратного часового обмена	
IV. Учебные заведения		
Классные комнаты	± 20 м³/чел.-ч. на 1 учащегося, но не более 8-кратного часового обмена	Потеряность нагретого отопительных приборов рассчитывается с надбавкой на нагрев обмена воздуха в жилых помещениях
Общий зал для отдыха	+1,0 —3,0	
Комнаты для преподавателей, читальные комнаты, библиотеки и т. п.	$\pm 1,0$	
Аудитории и залы для собраний	± 20 м³/чел.-ч., но не более 8-кратного часового обмена	

Табл. 42 (продолжение).

Тип сооружений и наименование вентилируемых помещений	Нормы кратности часовых обменов воздуха (+приток, — вытяжка)	Примечание
Лаборатории, физические кабинеты, музеи и т. п. Лаборатории химические Мастерские	$\pm 1,0$ $\pm 2,0$ По нормам производственных помещений — 2,0	Кроме общей вытяжки дается вытяжка через вытяжные шкафы, покрываемая притоком, подаваемым в коридоры.
Буфет Коридоры	Приток по общему балансу — 5,0	
Курительные Уборные	50 м³ на 1 сиденье но не менее 6-кратного обмена в час	
Реставоль Раздевальни Физкультурный зал Душзые Канцелярские комнаты и т. п.	$\pm 2,0$ $\pm 1,0$ $\pm 1,5$ $\pm 2,0$ $\pm 1,5$	
V. Клубы, театры, кино		
Зрительный зал и аудитории Сцена Рабочие комнаты для умственного труда и занятый кружок, уборные артистов и т. п. Фойе, вестибюли Буфет Спортивный зал при клубах Душевые	± 2 м³/чел.-ч. — 25 $\pm 1,0$ $\pm 2,0$ — 2,0 $\pm 3,0$ $\pm 2,0$	
VI. Больницы и клиники		
Больничные палаты для взрослых и детей Операционные, родильни	30—40 м³/чел.-ч. $\pm 2,0$	
Перевязочные	$\pm 1,5$ — 2,0	
Приемные-ожидальни	$\pm 1,5$ — 2,0	
Кабинеты врачей, комнаты сиделок и т. п. Общие комнаты для ного пребывания больных Коридоры и вестибюли Ванные	$\pm 1,0$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 2,0$	
VII. Детские сады и ясли		
Спальные комнаты	10 м³/чел.-ч.	
Комнаты для игр	$\pm 2,0$ — 1,5	
Зал, столовая, комнаты труда и т. п.	$\pm 1,5$	

Табл. 42 (продолжение).

Тип сооружений и наименование вентилируемых помещений	Нормы кратности часовых обменов воздуха (+приток, — вытяжка)	Примечание
VIII. Фабрики-кухни		
Обеденный зал	+3,0 —2,0	
Вестибюль	+2,0	
Мойка столовой и кухонной посуды	+3,0 —5,0	
Буфет-закусочная	±2,0	
Кухня	—5,0	
Заготовительные комнаты	+1,0 —2,0	
Кладовые сухих продуктов	±1,0	
Кладовые овощей и скоропортящихся п. о- дуктов	—1,0	
IX. Торговые помещения		
Универмаги	+1,0	
Отделение о ощенное и скоропортящихся продуктов	—1,0	
X. Бани		
Бассейны для плавания	+1,5—2,0	
Раздевальни	+2,0 —1,5	
Мыльни	+2,5 —3,0	
Парильни	±1,0	
Вестибюль	+2,0	
Ожидальный зал, раздевальня для верх- него платья, парикмахерская, служебные комнаты и т. п.	±1,0	
Душевые и ваннные	±2,5	
XI. Гаражи		
Малые—до 15 машин	—1,0—1,5 По вредности	
Средние—до 35 машин		
Большие—по нормам пром. предприятий		
XII. Вокзалы		
а) Вокзалы от 3 до 5 класса с пребыванием до 400 чел.	Естественная вентиляция	
б) Вокзалы 1 и 2 классов с пребыванием свыше 400 чел.		
Вестибюли	+0,5	
Залы ожидания и рестораны	±1,0	
Касса	±1,0	
Багажные, камеры хранения и т. п.	—5	
Конторские помещения, почтово-телеграф- ные отделения и т. п.	±1,5	
Помещения для охраны, агитпункт, парик- махерские и т. п.	±1,0	

§ 3. Расчет воздушного отопления и вентиляции.

1. Физические свойства воздуха.

1. Атмосферный воздух является в основном смесью идеальных газов, и, следовательно, для него действительны все ур-ия состояния для этих газов.

$$P \cdot v = \frac{P}{\gamma} = R \cdot T, \quad (55)$$

или: $PV = G \cdot R \cdot T. \quad (55-a)$

В ур-ниях (55) и (55-а): P —абсолютное давление в кг/м^2 , v —удельный объем газа в $\text{м}^3/\text{кг}$, V —данный объем газа в м^3 , γ —вес 1 м^3 воздуха в кг/м^3 , отнесенный к темп-ре T , G —вес данного объема газа в кг , R —газовая постоянная воздуха, равная 29,27, T —абсолютная темп-ра в $^\circ\text{C}$.

Как известно, объемное расширение идеальных газов, а следовательно, и воздуха равно приблизительно:

$$\alpha = \frac{1}{273} = 0,00367.$$

На основании закона Гей-Люссака можно написать:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}, \quad (56)$$

откуда изменение объема воздуха в зависимости от изменения его темп-ры будет:

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} = V_1 \frac{T_2}{T_1}. \quad (57)$$

По закону Авогадро при одинаковом давлении и одинаковой темп-ре одинаковые объемы газов содержат одно и то же количество молекул, откуда следует, что плотности газов должны относиться как их молекулярные веса μ , т. е.:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2}. \quad (58)$$

А так как:

$$\frac{1}{\gamma_1} = v_1 \quad \text{и} \quad \frac{1}{\gamma_2} = v_2,$$

то:

$$\mu_1 v_1 = \mu_2 v_2 = \text{const.}, \quad (59)$$

или:

$$\frac{\mu_1}{\gamma_1} = \frac{\mu_2}{\gamma_2} = \text{const.} \quad (59-a)$$

Вес какого-либо газа в μ кг называется килограммолекулой или моле. Т. о., произведения $\mu_1 v_1$, $\mu_2 v_2$ является объемом одного моля, и, как видно из ур-ния (59), он постоянен для всех идеальных газов, а следовательно, и для воздуха и при 0°C и 760 мм рт. ст. равен 22,4 м^3 .

Из ур-ия (59-а) следует, что вес 1 м^3 какого-либо газа при нормальном его состоянии равняется молекулярному весу, деленному на объем моля, т. е.:

$$\gamma = \frac{\mu}{22,4} \text{ кг/м}^3, \quad (60)$$

или:

$$v = \frac{22,4}{\mu} \text{ м}^3/\text{кг}. \quad (60-a)$$

Если в ур-ии (5-a) G заменить весом одного моля (μ кг), а V — постоянным объемом этого моля в $22,4 \text{ м}^3$, P — его значением при атмосферном давлении, равным $10\,333 \text{ кг/м}^2$, и T — ее значением при температуре воздуха 0°C , то получается:

$$10\,333 \cdot 22,4 = \mu \cdot R \cdot 273,$$

откуда:

$$\mu R = 848,5, \quad (61)$$

или:

$$R = \frac{848,5}{\mu}. \quad (62)$$

Число 848,5 называется газовой постоянной моля. Т. е., газовая постоянная R любого газа равна частному от деления газовой постоянной моля этого газа на его молекулярный вес μ .

Общее ур-ие газовой смеси имеет вид:

$$P_{см} V = T(G_1 R_1 + G_2 R_2 + \dots + G_n R_n). \quad (63)$$

С др. стороны, обозначая газовую постоянную газовой смеси через $R_{см}$, будем иметь:

$$P_{см} V = (G_1 + G_2 + \dots + G_n) R_{см} T. \quad (63-a)$$

Из ур-ий (63) и (63-a) имеем:

$$R_{см} = \frac{G_1 R_1 + G_2 R_2 + \dots + G_n R_n}{G_{см}}, \quad (64)$$

при чем:

$$G_{см} = G_1 + G_2 + \dots + G_n \text{ кг}.$$

Парциальные давления различных газов смеси определяются из ур-ий:

$$P_1 = \frac{G_1 R_1 T}{V};$$

$$P_2 = \frac{G_2 R_2 T}{V} \text{ кг/м}^2 \text{ и т. д.} \quad (65)$$

и суммарное давление газовой смеси по закону Дальтона:

$$P_{см} = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \frac{G_{см} R_{см} T}{V} \text{ кг/м}^2. \quad (65-a)$$

Из ур-ий (65) и (65-a) имеем:

$$\frac{P_1}{P_{см}} = \frac{G_1 R_1}{G_{см} R_{см}}; \quad \frac{P_2}{P_{см}} = \frac{G_2 R_2}{G_{см} R_{см}} \text{ и т. д.} \quad (66)$$

2. Влажный воздух можно рассматривать как газовую смесь, состоящую из сухого воздуха и водяных паров. Т. к. перегретый пар можно с большим приближением рассматривать как идеальный газ, то ур-ие (55-a) для влажного воздуха можно написать в след. виде:

$$G_{\text{воз. вл}} = \frac{V P_{\text{воз. вл}}}{T R_{\text{воз. вл}}}. \quad (67)$$

В вентиляционной технике давление воздуха обычно выражается в мм рт. ст. (p), а не в мм в. ст., поэтому значения газовых постоян-

ных в ур-ии (67) д. б. соответствующим образом модифицированы, а именно:

для сухого воздуха будем иметь:

$$R'_{\text{возд}} = \frac{21,27}{13,6} \approx 2,15,$$

или:

$$\frac{1}{R'_{\text{возд}}} \approx 0,465;$$

для перегретого пара:

$$R'_{\text{пар}} = \frac{47,0}{13,6} = 3,46,$$

или:

$$\frac{1}{R'_{\text{пар}}} = 0,289.$$

Вставляя модифицированное значение для газовой постоянной воздуха в ур-ие (67), получают:

$$G_{\text{возд}} = \frac{V}{T} \cdot \frac{1}{R'_{\text{возд}}} \cdot p_{\text{возд}} \text{ кг}, \quad (67-a)$$

где $G_{\text{возд}}$ —вес воздуха (влажного или сухого), заключенного в данном объеме V в кг, $V_{\text{возд}}$ —данный объем воздуха (влажного или сухого) в м³, $R'_{\text{возд}}$ —газовая константа воздуха (влажного или сухого), отнесенная к давлению воздуха, выраженного в мм рт. ст., $p_{\text{возд}}$ —давление воздуха (сухого или влажного) в мм рт. ст.

Далее, для парциальных давлений частей смеси,—воздуха и водяного пара,—можно написать:

$$p_{\text{пар. пер}} = \varphi p_{\text{пар. нас}}$$

и

$$p_{\text{воз. сл}} = p_{\text{воз. сл}} - p_{\text{пар. пер}} = p_{\text{воз. сл}} - \varphi p_{\text{пар. нас}}$$

Тогда ур-ие (67-а) для воздуха, находящегося в смеси, примет вид:

$$G_{\text{воз}} = \frac{V}{T} \cdot 0,465 (p_{\text{воз. сл}} - \varphi p_{\text{пар. нас}}) \text{ кг} \quad (68)$$

и для пара, находящегося в смеси:

$$G_{\text{пар. пер}} = \frac{V}{T} \cdot 0,289 \varphi p_{\text{пар. нас}} \text{ кг}. \quad (68-a)$$

Складывая ур-ия (68) и (68-а), получают ур-ие для влажного воздуха (смеси):

$$G_{\text{воз. сл}} = G_{\text{воз}} + G_{\text{пар. пер}} = \frac{V}{T} \cdot (0,465 p_{\text{воз. сл}} - 0,176 \varphi p_{\text{пар. нас}}) \text{ кг}. \quad (69)$$

Из ур-ия (68-а) следует, что в V м³ влажного воздуха содержится водяных паров при насыщенном состоянии $G_{\text{пар. пер}}$ кг; с другой стороны, в том же объеме влажного воздуха может содержаться максимум водяных паров при насыщенном состоянии:

$$G_{\text{пар. нас}} = \frac{V}{T} \cdot 0,289 \varphi p_{\text{пар. нас}}. \quad (68-б)$$

В ур-ях (68) и (69): $G_{\text{воз}}$ —весовое количество сухого воздуха, содержащееся в смеси данного объема в кг, V —данный объем влажного воздуха в м³, $G_{\text{пар. пер}}$ —весовое количество влажного пара в

данном объеме воздуха в кг, $G_{\text{воз. вл}}$ — весовое количество воздуха и водяных паров в данном объеме смеси влажного воздуха в кг, $p_{\text{воз. вл}}$ — давление влажного воздуха в мм рт. ст., $p_{\text{пар. нас}}$ — парциальное давление пара во влажном воздухе при полном насыщении последнего в мм рт. ст., $p_{\text{пар. пер}}$ — парциальное давление перегретого пара во влажном воздухе в мм рт. ст.

Отношении:

$$\frac{G_{\text{пар. пер}}}{G_{\text{пар. нас}}} = \frac{p_{\text{пар. пер}}}{p_{\text{пар. нас}}} = \varphi \quad (70)$$

называется относительной влажностью воздуха. Принимая $V=1$ и вставляя это значение в ур-ия (68), (68-а) и (69), получают след. ур-ия для плотности сухого воздуха в смеси, пара и влажного воздуха:

$$\gamma_{\text{воз}} = \frac{0,485(p_{\text{воз. вл.}} - \varphi p_{\text{пар. нас}})}{T} \text{ кг/м}^3; \quad (71-а)$$

$$\gamma_{\text{пар. пер}} = \frac{0,289 \varphi p_{\text{пар. нас}}}{T} \text{ кг/м}^3; \quad (71-б)$$

$$\gamma_{\text{пар. нас}} = \frac{0,289 p_{\text{пар. нас}}}{T} \text{ кг/м}^3 \quad (71-в)$$

и наконец плотность влажного воздуха (паро-воздушной смеси):

$$\gamma_{\text{воз. вл}} = \gamma_{\text{воз}} + \gamma_{\text{пар. пер}} = \frac{0,485 p_{\text{воз. вл.}} - 0,176 \varphi p_{\text{пар. нас}}}{T} \quad (71-г)$$

А т. к. плотность сухого воздуха при давлении влажного воздуха паро-воздушной смеси), согласно ур-ию (67-а):

$$\gamma_{\text{воз}} = \frac{0,485 p_{\text{воз. вл.}}}{T} \text{ кг/м}^3, \quad (71-д)$$

то, сравнивая ур-ия (71-г) и (71-д), можно также написать:

$$\gamma_{\text{воз. вл.}} = \gamma_{\text{воз.}} \frac{0,176 \varphi p_{\text{пар. нас.}}}{T} \text{ кг/м}^3. \quad (71-е)$$

Обозначая выражение $\frac{0,176 p_{\text{пар. нас.}}}{T}$, в ур-ии (71-е) через C вставляя это новое обозначение в последнее ур-ие, получим:

$$\gamma_{\text{воз. вл.}} = \gamma_{\text{воз.}} - C \varphi,$$

где φ — относительная влажность воздуха.

Количества воздуха и водяных паров, содержащихся во влажном воздухе (смеси), определяются из ур-ий (68) и (68-а).

В табл. 43 приведены характеристические данные для водяного пара и абсолютно сухого воздуха, а также значения поправочного множителя

$$C = \frac{0,176 p_{\text{пар. нас.}}}{T} \text{ в ф-ле (71-е).}$$

2. Увлажнение воздуха.

Нормальной влажностью приточного вентиляционного воздуха считается относительная влажность его в пределах 30—50%. Увлажнение воздуха в вентиляционных установках производится почти всегда — в том

Табл. 43.

Темп-ра в °С	Макс. упруг. вод. пар. в мм рт. ст.	Плотн. вод. пар. при макс. упруг., а также макс. содерж. влаги в 1 м³ влажн. воздуха в г	Плотн. сух. возд. в кг/м³ при $P_{\text{воз}} = 760$ мм рт. ст.	Поправочный множитель $C = \frac{0,176 \rho_{\text{пар. нас}}}{T}$ в формуле (71-е)	Темп-ра в °С	Макс. упруг. вод. пар. в мм рт. ст.	Плотн. вод. пар. при макс. упруг., а также макс. содерж. влаги в 1 м³ влажн. возд. в г	Плотн. сух. возд. в кг/м³ при $P_{\text{воз}} = 760$ мм рт. ст.	Поправочный множитель $C = \frac{0,176 \rho_{\text{пар. нас}}}{T}$ в формуле (71-е)
-20	0,77	0,90	1,596	0,001	+16	13,64	13,66	1,222	0,008
-19	0,85	0,99	1,590	0,001	+17	14,5	14,49	1,217	0,009
-18	0,93	1,08	1,585	0,001	+18	15,5	15,38	1,213	0,009
-17	1,03	1,18	1,579	0,001	+19	16,5	16,29	1,208	0,010
-16	1,13	1,29	1,574	0,001	+20	17,5	17,3	1,205	0,011
-15	1,24	1,41	1,568	0,001	+21	18,6	18,3	1,201	0,011
-14	1,36	1,53	1,563	0,001	+22	19,6	19,4	1,197	0,012
-13	1,49	1,67	1,558	0,001	+23	21,1	20,8	1,193	0,013
-12	1,63	1,83	1,553	0,001	+24	22,4	21,8	1,189	0,013
-11	1,78	1,99	1,548	0,001	+25	23,8	23,0	1,185	0,014
-10	1,95	2,17	1,542	0,001	+26	25,2	24,4	1,181	0,015
-9	2,13	2,36	1,537	0,001	+27	26,7	25,8	1,177	0,016
-8	2,32	2,56	1,532	0,002	+28	28,35	27,2	1,173	0,017
-7	2,53	2,79	1,527	0,002	+29	30,05	28,7	1,169	0,017
-6	2,76	3,01	1,523	0,002	+30	31,8	30,4	1,165	0,018
-5	3,01	3,27	1,517	0,002	+31	33,7	32,0	1,161	0,019
-4	3,28	3,54	1,512	0,002	+32	35,7	33,8	1,157	0,020
-3	3,57	3,84	1,508	0,002	+33	37,7	35,7	1,154	0,021,5
-2	3,83	4,15	1,503	0,003	+34	39,9	37,6	1,150	0,022
-1	4,22	4,48	1,498	0,003	+35	42,2	39,8	1,146	0,024
0	4,58	4,84	1,493	0,003	+36	44,8	41,8	1,142	0,025
+1	4,93	5,20	1,488	0,003	+37	47,1	44,0	1,139	0,026,5
+2	5,29	5,57	1,484	0,003	+38	49,7	46,3	1,135	0,028
+3	5,69	5,98	1,479	0,004	+39	52,5	48,8	1,132	0,029,5
+4	6,10	6,37	1,475	0,004	+40	55,3	51,2	1,129	0,031
+5	6,54	6,81	1,470	0,004	+41	58,4	53,8	1,124	0,032,5
+6	7,01	7,28	1,465	0,004	+42	61,5	56,5	1,121	0,034
+7	7,51	7,78	1,461	0,005	+43	64,8	59,5	1,117	0,035,5
+8	8,05	8,28	1,456	0,005	+44	68,3	62,5	1,111	0,037
+9	8,61	8,83	1,452	0,005	+45	71,9	65,5	1,110	0,039
+10	9,21	9,40	1,448	0,006	+46	75,7	68,5	1,107	0,041
+11	9,81	10,03	1,443	0,006	+47	79,8	71,9	1,108	0,043
+12	10,52	10,67	1,439	0,007	+48	83,7	75,8	1,100	0,045
+13	11,23	11,38	1,435	0,007	+49	88,05	79,4	1,096	0,047,5
+14	11,99	12,06	1,430	0,007	+50	92,5	83,2	1,093	0,050
+15	12,79	12,83	1,226	0,009					

или иной форме. Наиболее рационально увлажнение приточного воздуха совмещать с его очисткой (промывкой) с помощью распыливаемой соплами воды, при чем применяется обычно двойной подогрев приточного воздуха. Первым, предварительным, подогревом темп-ра приточного воздуха доводится до $+8$ — $+10$ °С, затем этот воздух проходит водяной фильтр, состоящий из 1—2 рядов водяных сопел, где он очищается; при этом часть распыленной соплами воды, —ок. 2—3%, испаряется и насыщает приточный воздух примерно до 95—96% относительной влажности. За

водяными соплами на расстоянии 1—1,5 м устанавливается механический водоотделитель (черт. 63), за к-рым непосредственно устанавливается вторичный подогреватель, к-рый и догревает очищенный и увлажненный воздух до соответствующих расчетных темп-р и влажностей. Наиболее рационально осуществляется описанная выше схема очистки, увлажнения и подогрева приточного воздуха в камерах американского типа (черт. 36 и 36-а). Как показано на черт. 36-а, при камере устанавливаются бак с водой и центробежный насос с напором в 3—3,5 atm., подающий воду из бака к соплам, с помощью к-рых она распыляется, частично испаряясь, и этот остаток распыленной воды из камеры стекает обратно в бак. Для пополнения испаренной воды в бак через шаровой (поплавковый) вентиль подается водопроводная вода. Для лучшего испарения вода в баке обычно подогревается до 40—50° особым змеевиком, расположенным в нижней части бака.

Основное влияние на увлажнение воздуха водяными соплами оказывают темп-ра распыливаемой воды, темп-ра увлажняемого воздуха, скорость воздуха в увлажнительной камере и число сопел и рядов последних. Опыты показывают, что число рядов сопел свыше двух на степень увлажнения воздуха почти уже не оказывает никакого влияния. Работу водяных сопел в отношении увлажнения воздуха характеризуют табл. 44 и 45.

Приведенные в табл. 44 данные были получены в горизонтальной камере при темп-ре распыливаемой воды в 16,5° С и давлении в распылителях в 3,8 atm. В работе были два ряда сопел, при чем первый ряд был расположен на 2,2 м, а второй—на 3,4 м от механического водоотделителя. Количество испаренной воды составляло при этом ок. 3% общего количества распыленной соплами воды.

Данные табл. 45 получены при скорости воздуха в увлажнительной камере в 1,4 м/сек., давлении распыливаемой соплами воды в 3,5 ати и при одном ряде сопел, расположенном на расстоянии 1 м от водоотделителя.

При этом из распыленной соплами воды испарилось: при 44° С—2%, при 64° С—3% и при 85° С—ок. 6%.

Табл. 44.

Скорость воздуха в увлажн. камере в м/сек.	Качество воздуха			
	перед увлажнением		после увлажнения	
	темп-ра воздуха в °С	относительная влажн. в %	темп-ра воздуха в °С	относительная влажн. в %
1,31	22,5	45	16,8	97
1,40	22,5	46	17,5	97
1,57	21,5	48	17,0	96
1,74	21,5	50	17,5	96
1,81	21,0	51	17,5	96
1,98	20,5	52	17,5	91
2,16	19,5	55	17,5	90
2,25	19,5	56	17,5	90
2,40	20,0	56	17,5	90

Табл. 45.

Темп-ра распыляем. соплами воды в °С	Качество воздуха			
	перед увлажнением		после увлажнения	
	темп-ра воздуха в °С	относительная влажн. воздуха в %	темп-ра воздуха в °С	относительная влажн. воздуха в %
44	15,5	39	15,0	61
52	15,5	39	15,5	63
60	15,5	38	16,1	70
64	15,8	38	16,4	72
72	15,7	37	16,8	77
80	16,0	37	17,5	87
85	16,0	37	18,1	90

Часовое количество испаренной воды, необходимое для увлажнения данного часового количества приточного воздуха, определяется по ф-ле:

$$G_{\text{исп. вод}} = \frac{G_{\text{воз}} (g_{\text{в.л. вод}} - g_{\text{н.р. вод}})}{1000} - G_{\text{ном}} \text{ кг/час},$$

где $G_{\text{воз}}$ — часовое количество приточного воздуха, проходящее через увлажнительную камеру, в кг, $g_{\text{в.л. вод}}$ — абсолютное содержание влаги в приточном воздухе после увлажнения в г на 1 кг абсолютно сухого воздуха при данных его относительной влажности и темп-ре; $g_{\text{н.р. вод}}$ — абсолютное содержание влаги в наружном приточном воздухе при расчетной наружной темп-ре перед увлажнением в г на 1 кг абсолютно сухого воздуха; принимается обычно значение при относительной влажности наружного воздуха в 80%; $G_{\text{ном}}$ — часовое количество влаги, выделяемой в вентилируемом помещении людьми или производственными аппаратами, в кг.

Количество необходимых сопел данной конструкции определяется из ур-ния:

$$n_{\text{соп}} = \frac{G_{\text{исп. вод}}}{\mu \cdot g_{\text{соп}}},$$

где $G_{\text{исп. вод}}$ — часовое количество испаренной воды, необходимое для соответствующего увлажнения приточного воздуха, в кг, μ — коэф-т испарения распыливаемой соплами воды, при темп-ре воды в 15–20° С равный 0,02–0,03, $g_{\text{соп}}$ — уд. производительность сопла при данном давлении воды перед соплами; она может быть принята по графикам черт. 56–58.

Принимая потребность в промывочно-увлажнительной воде примерно в 1 кг на 8 кг приточного воздуха, будем ориентировочно иметь:

$$n_{\text{соп}} = \frac{0,12 G_{\text{воз}}}{g_{\text{соп}}}.$$

Можно также ориентировочно принимать установку 4 сопел на 1 м² поперечного сечения увлажнительной камеры. Такого рода увлажнительная установка в летнее время может служить также и охлаждающей установкой, если через калориферы пропускать, а в соплах распыливать воду темп-рой в 8–10° С.

3. Воздуховоды.

Потери напоров в круглых железных воздуховодах на 1 л. м определяются по ф-ле Браббе-Брадтке:

$$r = \frac{dp}{dl} = 5,66 \cdot \gamma^{0,852} \frac{w^{1,94}}{d^{1,91}} \text{ кг/м}^2 (\text{мм в. ст.}). \quad (72)$$

Вставляя в ур-ие (72) значение γ для нормальных условий работы вентиляционных установок, т. е. при среднем барометрическом давлении в 750 мм рт. ст., средней темп-ре перемещаемого воздуха в 15–20° С и средней относительной влажности последнего в 50%, равное 1,2 кг/м³, получим:

$$r = \frac{p_1 - p_2}{l} = 6,61 \cdot \frac{w^{1,94}}{d^{1,91}} \text{ мм вод. ст.} \quad (73)$$

В ур-иях (72) и (73): w — скорость воздуха в каналах в м/сек., d — диаметр воздуховода в мм, γ — вес 1 м³ перемещаемого воздуха в кг.

При расчетах прямоугольных каналов в приведенную выше ф-лу вставляется т. н. эквивалентный диам в мм, равный:

$$d_{\text{эке}} = \frac{2ab}{a+b} \text{ мм}, \quad (74)$$

где a и b — стороны прямоугольного канала в мм.

В тех случаях, когда по воздуховодам перемещается воздух со значительно отличающейся от принятой $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$ плотностью, как это, напр., имеет место при воздушном отоплении, то получаемые из уравнения (73) величины уд. перепада напора должны быть помножены на отношение $\left(\frac{\gamma}{1,2}\right)^{0,852}$.

Потери напора в местных (единичных) сопротивлениях воздуховодов определяются по известной ф-ле:

$$Z = \Sigma \zeta \frac{w^2}{2g} \gamma \text{ мм в. ст.} \quad (75)$$

Вставляя в это ур-ие среднее значение плотности воздуха $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$, получим:

$$Z = \Sigma \zeta \frac{w^2}{2g} 1,2 = 0,061 \zeta w^2 \text{ мм в. ст.} \quad (75-a)$$

Уд. сопротивления воздуховодов, выполненных из обычных строительных материалов, — кирпича, алебаstra, бетона, шлако-бетона и т. п., м. б. рассчитаны по той же ф-ле (73), однако полученные т. о. величины необходимо умножить на коэф-т 2. Следовательно, сопротивление неметаллических воздуховодов (шлако-бетонных, алебастровых, кирпичных и т. п.) вследствие их большой шероховатости примерно в два раза больше, чем в железных воздуховодах.

Значения величин коэф-тов местных сопротивлений ζ даны в табл. 47.

Примерные потери напора в воздуховодах, причитающиеся на долю местных сопротивлений в процентах от общей потери напора в вентиляционных установках даны в табл. 46.

Табл. 46.

Размеры воздухо- водов мм	Доля участия местных сопротивлений в общ. потерях напора в %.	
	каналы, изготов- ленные из листо- вого же- леза	каналы, сложенные из строит. матер.
50—150	40	30
100—300	60	50
200—800	80	70
400—1000	90	80
Свыше 1000	95	85

4. Воздушное отопление.

Принцип воздушного отопления заключается в нагреве соответствующего количества наружного или внутреннего (рециркуляционного) воздуха до темп-р, превышающих нормальные внутренние темп-ры отапливаемых помещений. При этом конечно д. б. соблюдено след. равенство:

$$Q_{\text{нас}} = G_{\text{нас}} c_p (t_{\text{от.воз}} - t_{\text{под}}) \text{ кал./ч.}, \quad (76)$$

Табл. 47

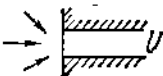
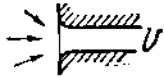
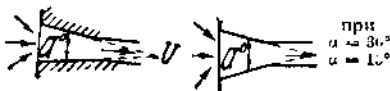
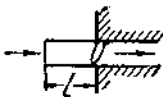
№ по пор.	Наименование местного сопротивления	Э с к и з	Величина ζ	Отношение к скорости
1	Входное отверстие в стене с острыми краями		0,5	у в самой трубе
2	Входное отверстие в стене с закругленными краями		0,15	То же
3	Входное отверстие в стене конической, суживающейся формы		0,25 0,13	"
4	Входное отверстие в трубу с выступающим концом от стены	 при $l = 1,5d \div 2d$	0,95	"
5	Прямое колено под углом в 90° круглого, квадратного и прямоугольного сечения		1,15	"
6	Закругленное колено под углом в 90° различной формы поперечного сечения		1,0	"

Табл. 47 (продолжение).

№ по пор.	Наименование местного сопротив- ления	Э с к и з	Вели- чина ζ	Отне- сено к ско- рости																		
2	Прямое колено со вставленными вну- три его лопатками Паянтеля		0,35	в са- мой трубе																		
3	Двойные угловые колена под углом 90° независимо от формы поперечного сечения		4,0 3,5 8,0 2,3	То же																		
9	Колено тупое в 135°, без закругле- ний, безразличной формы поперечного сечения		0,3	"																		
10	Отвод под углом 90° для круглого, прямоугольного и квадратного сечения		При $r = d$ $r = 1,5d$ $r = 2 + 6$ $r > 5d$	0,35 0,15 0,10 0,0																		
11	Отводы под разны- ми углами незави- симо от формы сече- ния		<table><tr><th>α</th><th>m</th></tr><tr><td>40°</td><td>0,15</td></tr><tr><td>60°</td><td>0,40</td></tr><tr><td>80°</td><td>0,80</td></tr><tr><td>90°</td><td>1,00</td></tr><tr><td>100°</td><td>1,20</td></tr><tr><td>120°</td><td>1,80</td></tr><tr><td>140°</td><td>2,40</td></tr><tr><td>160°</td><td>3,20</td></tr></table>	α	m	40°	0,15	60°	0,40	80°	0,80	90°	1,00	100°	1,20	120°	1,80	140°	2,40	160°	3,20	Вели- чина ζ по ве- лич. п. 10, по- мно- жен. на вели- чину m
α	m																					
40°	0,15																					
60°	0,40																					
80°	0,80																					
90°	1,00																					
100°	1,20																					
120°	1,80																					
140°	2,40																					
160°	3,20																					
12	Плавный изгиб (от- вод-утка)		Вычи- слять ζ как для 3 отво- дов, ис- ходя из велич. угла и ради- уса r	"																		

Табл. 47 (продолжение).

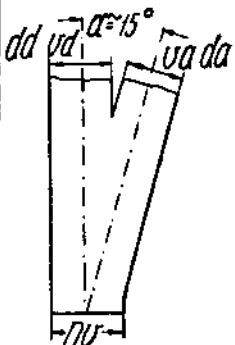
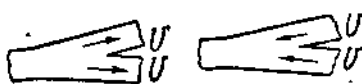
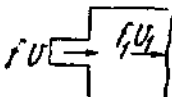
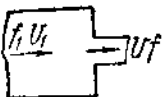
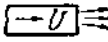
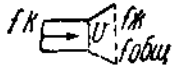
пор. №	Наименование местного сопротивления	Э с к и з	Величина ζ	Отнесено к скорости																																							
13	Ответвление с противоположным движением или прямой тройник при противотоке с острыми краями, при равенстве всех скоростей		в в самой трубе	2,3																																							
14	То же с закругленным углом (при равенстве скоростей)		2,0	"																																							
15	Тройники - ответвления для круглых сечений		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">При v_a/v_d</th><th colspan="2">Нагнет.</th><th colspan="2">Всасыв.</th></tr> <tr> <th>ζ_a</th><th>ζ_d</th><th>ζ_a</th><th>ζ_d</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,6</td><td>1,00</td><td>0</td><td>-1,8</td><td>0,40</td></tr> <tr> <td>0,8</td><td>0,40</td><td>0</td><td>-0,70</td><td>0,35</td></tr> <tr> <td>1,0</td><td>0,20</td><td>0</td><td>0,00</td><td>0,30</td></tr> <tr> <td>1,2</td><td>0,10</td><td>0</td><td>+0,10</td><td>0,10</td></tr> <tr> <td>1,4</td><td>0,05</td><td>0</td><td>+0,25</td><td>0,00</td></tr> <tr> <td>1,6</td><td>0,00</td><td>0</td><td>+0,35</td><td>-0,20</td></tr> </tbody> </table>	При v_a/v_d	Нагнет.		Всасыв.		ζ_a	ζ_d	ζ_a	ζ_d	0,6	1,00	0	-1,8	0,40	0,8	0,40	0	-0,70	0,35	1,0	0,20	0	0,00	0,30	1,2	0,10	0	+0,10	0,10	1,4	0,05	0	+0,25	0,00	1,6	0,00	0	+0,35	-0,20	ζ_d — отн. к скорости v_d , ζ_a — к скорости v_a
При v_a/v_d	Нагнет.		Всасыв.																																								
	ζ_a	ζ_d	ζ_a	ζ_d																																							
0,6	1,00	0	-1,8	0,40																																							
0,8	0,40	0	-0,70	0,35																																							
1,0	0,20	0	0,00	0,30																																							
1,2	0,10	0	+0,10	0,10																																							
1,4	0,05	0	+0,25	0,00																																							
1,6	0,00	0	+0,35	-0,20																																							
16	Примечание: ζ_a — сопротивление по прямому направлению, ζ_d — сопротивление по боковому направлению	Принято $D^2 = a_a^2 + a_d^2$																																									
18	Штанообразное ответвление при равенстве скорости v в ответвлениях; $\alpha \leq 15^\circ$		0,2 для каждого ответвления	в в ответвлениях																																							

Табл. 47 (продолжение).

№ по пор.	Наименование местного сопротив- ления	Э с к и з	Вели- чина	Отне- сно к ско- рости														
17	Внезапное расши- рение поперечного сечения с f на f_1	 при $f/f_1=0$ $f/f_1=0,1$ $f/f_1=0,2$ $f/f_1=0,3$ $f/f_1=0,4$ $f/f_1=0,6$ $f/f_1=0,8$ $f/f_1=1,0$ Определение величины ζ можно производить по Ф-ле: $\zeta = [1 - (f/f_1)]^2$	1,0 0,81 0,64 0,49 0,36 0,16 0,04 0,00	в в-малой трубе														
18	Внезапное суже- ние поперечного се- чения с отношением f/f_1	 п, и $f_1/f < 0,1$ $f_1/f=0,1$ $f_1/f=0,2$ $f_1/f=0,4$ $f_1/f=0,6$ $f_1/f=0,8$ $f_1/f=1,0$	0,50 0,48 0,46 0,37 0,28 0,13 0,00															
19	Выход воздуха из конца трубы произ- вольного сечения		1,0	в в-по- следн. элемен- те вы- ход из трубы														
20	Решетка - жалюзи для входа и выхо- да: f_k — площ. попе- речн. сечения кана- ла, $f_{общ}$ — площадь решетки, $f_{жик}$ — жикное сечение решетки	 <table><tr><th colspan="2">При $f_{жик}/f_{общ}$</th></tr><tr><td>Для $f_{жик}=0,75 f_k$</td><td>2,0</td></tr><tr><td>• $f_{жик}=1,0 f_k$</td><td>1,5</td></tr><tr><td>• $f_{жик}=1,0 f_k$</td><td>0,75</td></tr></table>	При $f_{жик}/f_{общ}$		Для $f_{жик}=0,75 f_k$	2,0	• $f_{жик}=1,0 f_k$	1,5	• $f_{жик}=1,0 f_k$	0,75	<table><tr><th>0,5</th><th>0,2</th></tr><tr><td>2,75</td><td>2,0</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,75</td></tr></table>	0,5	0,2	2,75	2,0	1,0	0,75	в в-са- мом кан- нале
При $f_{жик}/f_{общ}$																		
Для $f_{жик}=0,75 f_k$	2,0																	
• $f_{жик}=1,0 f_k$	1,5																	
• $f_{жик}=1,0 f_k$	0,75																	
0,5	0,2																	
2,75	2,0																	
1,0	0,75																	
21	Решетка из прово- лочной сетки при жик- ном сечении решетки $f_{жик} = 0,1 f_{общ}$ общей площади решетки	 Для $f_{жик}=1,0 f_k$ $f_{жик}=1,5 f_k$	0,8 0,3	в в-са- мой трубе														
22	Проволоочная ре- шетка с крупными ячейками $\leq 1 \text{ см}^2$		0,0															
23	Дроссель - клапа- ны и заслонки - за- движки нормальной конструкции, откры- тые		0,0															

откуда необходимое часовое количество отопительного воздуха будет равно:

$$G_{\text{час}} = \frac{Q_{\text{час}}}{C_p (t_{\text{от.воз}} - t_{\text{ном}})} \text{ кг/ч.}, \quad (76-a)$$

где: $Q_{\text{час}}$ — максимальные часовые потери тепла отапливаемым помещением в cal. , $G_{\text{час}}$ — вес часового количества проходящего через подогреватель воздуха в кг , C_p — уд. весовая теплоемкость воздуха при постоянном давлении, равная приблизительно $0,24 \text{ cal./кг } ^\circ\text{C}$, $t_{\text{от.воз}}$ — темп-ра отопительного воздуха в $^\circ\text{C}$, равная $40-45^\circ\text{C}$, $t_{\text{ном}}$ — нормальная постоянная темп-ра отапливаемого помещения в $^\circ\text{C}$, равная примерно $12-20^\circ\text{C}$, в зависимости от производственных условий и требований.

Ур-ие (76) можно также представить в след. виде:

$$Q_{\text{час}} = \frac{L \cdot C_p (t_{\text{от.воз}} - t_{\text{ном}})}{1 + \alpha t_{\text{ном}}} \text{ cal./ч.}, \quad (77)$$

откуда необходимый часовой объем отопительного воздуха:

$$L = \frac{Q_{\text{час}} (1 + \alpha t_{\text{ном}})}{C_p (t_{\text{от.воз}} - t_{\text{ном}})} \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (77-a)$$

В ур-ниях (77) и (77-a): L — часовое объемное количество воздуха в м^3 при нормальном состоянии ($t_{\text{от.воз}} = 0^\circ\text{C}$, $B = 760 \text{ мм рт. ст.}$), C_p — объемная уд. теплоемкость воздуха, равная приблизительно $0,31 \text{ cal./м}^3$ (при 0°C и 760 мм рт. ст.), α — объемный коэф-т расширения воздуха, равный $\frac{1}{273} = 0,00367$. Значение остальных букв известно из предыдущего изложения.

Необходимая поверхность нагрева калориферов рассчитывается по несколько модифицированному ур-ию (17):

$$F_{\text{калрф}} = \frac{Q_{\text{max}}}{k(t_{\text{ср.пр}} - t_{\text{ср.воз}})} \text{ м}^2,$$

где Q_{max} — максимальная часовая потеря тепла помещением в cal. , $t_{\text{ср.пр}}$ — средняя темп-ра первичного теплоносителя в калорифере:

$$t_{\text{ср.пр}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} ^\circ\text{C},$$

где в свою очередь $t_{\text{вх}}$ — темп-ра первичного теплоносителя перед калорифером и $t_{\text{вых}}$ — за калорифером; $t_{\text{ср.воз}}$ — средняя темп-ра воздуха в калорифере:

$$t_{\text{ср.воз}} = \frac{t_{\text{воз.вх}} + t_{\text{воз.вых}}}{2},$$

где $t_{\text{воз.вх}}$ — темп-ра воздуха перед калорифером, равная внутр-ней темп-ре помещений, и $t_{\text{воз.вых}}$ — темп-ра подогретого воздуха за калорифером, k — коэф-т теплопередачи калорифера, определяемый при обогреве калориферов паром по ф-ле (26) или по графику черт. 24 и при обогреве калориферов горячей водой — по ф-ле (27) или по тому же графику черт. 24.

Скорости воздуха в калориферах принимаются порядка $5-10 \text{ м/сек}$. Калориферы в зависимости от их мощности и потребных темп-р поло-

греваемого воздуха устанавливаются параллельно, последовательно и параллельно-последовательно. Для регулирования теплоотдачи калориферов в нагревательно-приточных камерах устанавливаются обходные клапаны. Выбор вентиляторов производится на основе требующейся их производительности, определенной по фор-ле (77-а), и потребных напоров, определяемых из расчета гидравлических сопротивлений всей воздушноотопительной системы. При установке местных калориферных агрегатов сопротивление системы незначительно и обуславливается гл. обр. сопротивлением калориферов; в этом случае берутся винтовые вентиляторы типа «Сирокко» или же пропеллерные—типа ЦАГИ; последние являются наиболее рациональными как вследствие их высокого кпд, так и по создаваемым ими напорам. При центральных воздушноотопительных системах обычно требуется установка центробежного вентилятора со сравнительно большими напорами. Эти напоры состояются из сопротивления приточного канала, калориферов и разводящих воздуховодов.

Воздушное отопление значительно снижает стоимость первоначальных затрат, а также расход металла по сравнению с обычным водяным и с паровым отоплением, как это можно видеть из табл. 23 в отд. «Отопление».

Воздушное отопление применяется в случаях, когда необходимо отопить производственные помещения с большой кубатурой, не имеющие выделения каких-либо особых вредностей, могущих разноситься воздушным рециркуляционным воздухом по всему помещению. Кроме того довольно часто воздушные отопительные системы выполняются в комбинации с вентиляционными установками. К таким случаям относится, напр., комбинация воздушного отопления и приточной вентиляции в помещениях с весьма загрязненным пылью или газами и не поддающимся регенерации воздухом, когда вентиляторные установки рассчитываются до минимальных наружных темп-р.

В целях уменьшения расхода тепла, а следовательно, и эксплуатационных расходов следует везде, где только это возможно, в отопительно-вентиляционных установках применять регенерацию (очистку) рециркуляционного воздуха и опять направлять его для подогрева в калориферы. Наиболее целесообразными методами очистки рециркуляционного воздуха является очистка его с помощью промывки водой и водяных завес.

Установки воздушного отопления, так же, как и вентиляционные, бывают централизованные, т. е. с центральным подогревом воздуха в одной камере и последующей разводкой его по отдельным отапливаемым помещениям с помощью распределительных воздуховодов (черт. 31, где: S—калорифер, V—центробежный вентилятор, M—эл.-мотор, Z—приточный канал, O—рециркуляционный канал, F—канал свежего приточного воздуха, R—регулирующий клапан). Эти же установки бывают децентрализованными (черт. 32-а—32-д).

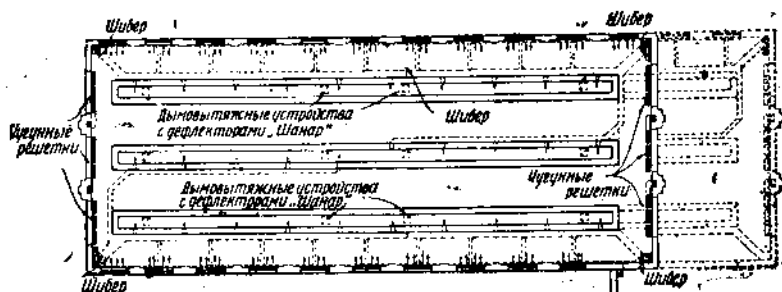
Централизованные воздушные системы отопления дороже децентрализованных (примерно на 25—30%); в виду же разветвленных воздуховодов и значительных сопротивлений последних эти системы оказываются дороже и в эксплуатации.

На черт. 70-а и 70-б представлена система централизованного воздушного отопления паровозного депо на шесть стойл. Вместо обычного отопления стойл с помощью нагреваемых паром гладких труб, как это изображено на черт. 71, они в данном случае отапливаются горячим воздухом, подводимым к стойлам подпольными воздушными каналами. Го-

рячий воздух подается как в стойла для непосредственного подогрева паровозов, так и под окнами вдоль продольных наружных стен. Кроме того во избежание холодных токов воздуха около ворот горячий воздух подводится и ко всем шести воротам с обоих торцов здания депо и нагнетается в помещение депо через решетки, расположенные в полу перед воротами.

5. Вентиляция конторских, культурно-бытовых и общественных зданий.

Часовые обмены воздуха берутся по табл. 37. Расчет поверхности нагрева калориферов производится так же, как и при воздушном отоплении. О выборе вентиляторов и эл.-моторов, а также о расчете воздуховодов см. соответствующие разделы.



Черт. 70-а.

6. Вентиляция производственных помещений.

Расчет необходимых часовых обменов воздуха производится, исходя из часовых количеств выделяемых вредностей и их допустимых концентраций, приведенных в табл. 33 и 36.

1. В помещениях с избыточным выделением тепла часовой обмен вентиляционного воздуха определяется из уравнения:

$$V_{\text{час}} = \frac{Q_{\text{час}}}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{под}}) C_p} \quad (78)$$

где $V_{\text{час}}$ — необходимый часовой обмен воздуха в м^3 , отнесенный к нормальному состоянию его ($p = 760 \text{ мм рт. ст.}$ и $t = 0^\circ\text{C}$), $Q_{\text{час}}$ — часовое количество выделяемого в помещении избыточного тепла в cal./час , $t_{\text{вн}}$ — внутренняя максимальная допустимая темп-ра помещения, с к-рой удаляется внутренний воздух, в $^\circ\text{C}$, $t_{\text{под}}$ — темп-ра подаваемого в помещение приточного воздуха; минимальными допустимыми $t_{\text{под}}$ в зависимости от места подачи приточного воздуха следует считать при подаче в рабочую зону $t_{\text{под}} \geq 14 + 15^\circ\text{C}$.

2. В производственных помещениях с повышенной влажностью часовые обмены вентиляционного воздуха рассчитываются по след. формулам.

а) Для помещений с сравнительно незначительным выделением влаги со свободных смоченных поверхностей, когда образование тумана предупреждается простым разбавлением влаги приточным воздухом при

Обводной клапан

Утепленный клапан

Дроссельный клапан

Проводочная решетка

Выход
теплого
воздуха

Выход теп-
лого воздуха

Выход
теплого
воздуха

Резерв по ДБ

Резерв по ВГ

Дроссель
"клапан"

Резерв по АБ

Центроб. вентилятор

Плоск. калориферы

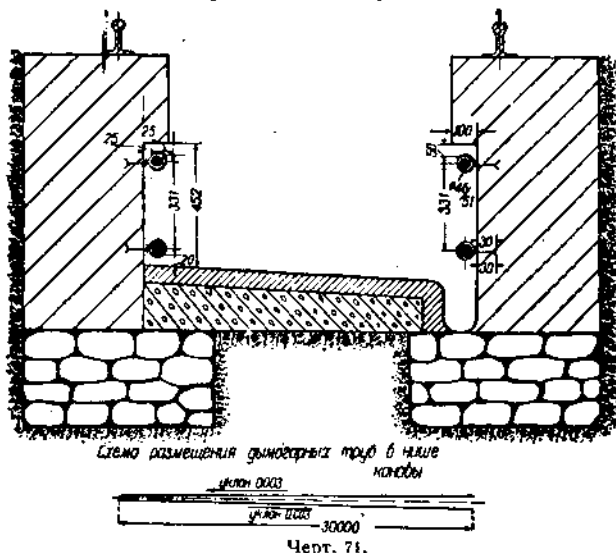
Электро-мотор

Черт. 70-Б.

сравнительно небольших часовых обменах, непрерывном действии вентиляции и распространении влаги по всему помещению:

$$V_{\text{час}} = \frac{1000 G_{\text{вл}}}{g_{\text{уд}} - g_{\text{прит}}} \text{ м}^3/\text{час}, \quad (79)$$

где $G_{\text{вл}}$ —часовое количество выделяемой в помещении влаги при относительной влажности в 80—85% в кг, $g_{\text{уд}}$ —содержание влаги в 1 м³ удаляемого из помещения воздуха при максимальной его относительной влажности и внутренних темп-рах вентилируемого помещения в г, $g_{\text{прит}}$ —содержание влаги в 1 м³ приточного воздуха в г.



Количество испаряющейся влаги с 1 м² свободной поверхности м. б. определено по след. Ф-лам.

1. Испарение воды при покойном воздухе (Himms and Hunchley):

$$g_{\text{пар}} = 9,65 (H - h)^{1,2} \text{ г/м}^2\text{час.} \quad (80)$$

2. Испарение при движении воздуха (ВТИ):

$$g_{\text{пар}} = (22,0 + 16,8) (H - h) \text{ г/м}^2 \text{ час.} \quad (81)$$

Ф-ла (81) применима при $t_{\text{воз}} = 40^\circ \div 225^\circ \text{ С}$ и $w = 1 \div 7,5 \text{ м/сек.}$

В ур-ниях означают: H —давление водяного пара при темп-ре испаряющейся воды в мм рт. ст., h —парциальное давление водяного пара в окружающем (протекающем над водой) воздухе в мм рт. ст., w —скорость движения окружающего воздуха в м/сек.

Общее часовое количество влаги, испаряющейся в помещении со свободной поверхности, определяется из ур-ния:

$$G_{\text{час}} = \frac{g_{\text{пар}} \cdot F}{100} \text{ кг/час,}$$

где g —часовое количество испаряемой влаги с 1 м^2 смоченной поверхности в $\text{кг}/\text{м}^2 \text{ час}$ и F —смоченная водой свободная поверхность в м^2 .

б) В производственных помещениях с значительным влаговыделением (кипящие открытые водные поверхности) при отсутствии герметизации последнего и образовании тумана подаются в помещение два отдельных друг от друга притока: во-первых, в зону интенсивного влагообразования подается горячий воздух, с темп-рой $40—45^\circ \text{С}$, где за счет его теплосодержания испаряются взвешенные частицы влаги, что и предотвращает образование тумана и капель на перекрытиях таких помещений, во-вторых, в рабочую зону для улучшения влажностного режима последней подается воздух, подогретый до нормальных темп-р помещения.

Часовое количество горячего воздуха, необходимое для испарения капелек тумана, м. б. приближенно определено по ф-ле:

$$V = \frac{G_{\text{вд}} \cdot r_n}{(t_{\text{воз. гор.}} - t_{\text{воз. см.}}) C_p} \quad \text{м}^3/\text{час}, \quad (83)$$

где: $G_{\text{вд}}$ —часовое количество образующейся влаги в кг , r_n —теплота испарения воды в $\text{cal.}/\text{кг}$, $t_{\text{воз. гор.}}$ —темп-ра горячего воздуха, равная обычно $40—45^\circ$, $t_{\text{воз. см.}}$ —темп-ра воздушно-туманной смеси, образующейся над кипящей водной поверхностью, равная на высоте $3—3,5 \text{ м}$ над кипящей поверхностью приблизительно $30—35^\circ$, C_p —объемная уд. теплоемкость приточного воздуха в $\text{cal.}/\text{м}^3$, равная $0,31 \text{ cal.}/\text{м}^3 \text{ }^\circ\text{С}$.

Количество приточного воздуха, подогретого до внутренних темп-р и подаваемого в рабочую зону, определяется по ф-ле (79) при максимальной влажности рабочего помещения $\varphi = 80 \div 85\%$.

Суммарное часовое количество приточного воздуха составляется, т. о., из горячего и нормального приточного воздуха и равно:

$$V_{\text{гор. прит}} + V_{\text{норм. прит}} = \frac{G_{\text{пар}}}{t_{\text{воз. гор.}} - t_{\text{воз. см.}}} + \frac{1000G}{g_{\text{уд}} - g_{\text{прит}}} \quad \text{м}^3/\text{час}. \quad (84)$$

Обычно горячего воздуха подается около $40—50\%$ общего количества приточного воздуха.

Для более надежного устранения доступа холодного наружного воздуха в помещение и предотвращения более усиленного образования тумана в помещении д. б. создан подпор, а потому количество удаляемого через вытяжки воздуха д. б. на $25—30\%$ меньше суммарного количества (горячего и нормального) приточного воздуха.

Более просто и точно обмен вентиляционного воздуха при борьбе с туманом определяются по $I-d$ диаграмме (см. инж. Батулин, «Отопление и вентиляция», 1930, № 1—2).

3. В производственных помещениях с выделением вредных газов часовые обмены воздуха определяются при непрерывном действии вентиляции по ф-ле:

$$V = \frac{G}{g_{\text{уд}} - g_{\text{прит}}} \quad \text{м}^3/\text{час}, \quad (85)$$

где G —часовое количество образующихся в помещении вредных газов в г , $g_{\text{уд}}$ —содержание газов в удаляемом воздухе в $\text{мг}/\text{л}$ (допустимые концентрации газов—см. табл. 36), $g_{\text{прит}}$ —содержание вредных газов в приточном воздухе в $\text{мг}/\text{л}$, равное обычно 0.

4. В производственных помещениях со значительным выделением пыли часовой обмен воздуха определяется по ф-ле:

$$V = \frac{100CG}{g_{уд} - g_{прит}} \text{ м}^3/\text{час}, \quad (86)$$

где G —часовое количество выделяемой в помещении пыли в г, $g_{уд}$ —содержание пыли в 1 м³ удаляемого из помещения воздуха в мг (допустимые концентрации пыли см. табл. 33), $g_{прит}$ —содержание пыли в 1 м³ приточного воздуха в мг.

Методы расчета поверхностей нагрева, а также рациональные методы выбора вентиляторов и эл.-моторов известны из предыдущего изложения.

§ 4. Вентиляция паровозных депо.

Современные паровозные депо обычно состоят из след. комплекса производственных цехов.

1. Собственное депо: 1) депо холодной промывки, 2) депо горячей промывки и 3) депо подъемочных стоек.

II. Мастерских: 4) кузницы, 5) бандажной мастерской, 6) мастерской для заливки подшипников кальций-баббитом, 7) медницкой, 8) автогенно-электросварочной, 9) трубной мастерской.

1. Депо холодной промывки. Основными вредностями в депо являются продукты горения. В депо осуществляется приточно-вытяжная вентиляция, при чем приточная вентиляция обычно объединяется с воздушным отоплением. На каждый находящийся под растопкой п/в через толку последнего, дымовытяжную трубу и присос через неплотности в вытяжном зонте отсасывается ок. 2 000 м³/час внутреннего воздуха.

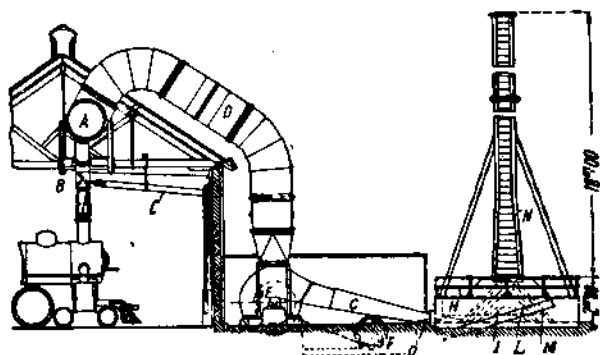
Отсос дымо-воздушной смеси в небольших депо осуществляется посредством вытяжных шахт с дефлекторами Шанара, а в крупных депо—с помощью дымососов (вентиляторов). Кроме того для удаления выбивающихся из-под вытяжных зонтов дымовых газов под крышей депо устраиваются естественные вытяжки (шахты), работающие лишь периодически, во время особо сильного задымления всего помещения или его верхней зоны. Эти дополнительные естественные вытяжки в верхней части депо рассчитываются примерно на 25—30% общего количества воздуха, удаляемого через вытяжные зонты и дымовытяжные шахты, т. е. примерно на 500—600 м³/час на находящийся под растопкой п/в.

2. Депо горячей промывки. Принципы приточно-вытяжной вентиляции те же, что и для депо холодной промывки. Количество воздуха, удаляемого из депо через дымовытяжные трубы и зонты, достигает примерно 2000 м³ на каждый находящийся под растопкой п/в в час. Удаление дымо-воздушной смеси в небольших депо осуществляется посредством дымовытяжных шахт с дефлекторами Шанара, тогда как в крупных депо—с помощью дымососов (вентиляторов). Кроме того для удаления выбивающихся из-под вытяжных зонтов и скапливающихся под крышей дымовых газов в крыше депо предусматривается устройство естественных вытяжек в виде вытяжных шахт с дефлекторами. Эти верхние вытяжки работают периодически,—только во время особо сильного задымления депо. Верхние вытяжки рассчитываются на количество воздуха, равное примерно 25—30% удаляемого через дымовытяжные шахты, т. е. приблизительно на 500—600 м³/час на каждый находящийся в растопке п/в.

3. Депо подъемных стоек. В этом депо особых вредностей не имеется, поэтому приточная вентиляция, объединенная с воздушным отоплением, рассчитывается только на часовой обмен воздуха в помещении депо,—примерно в 10—15% внутреннего объема последнего. Вытяжная венти-

ническим (вентиляторным) побуждением, тогда как вытяжная м. б. выполнена как с естественной, так и с искусственной тягой с помощью эжекторов или вентиляторов.

На основании опытных данных для кузниц с угольными горнами необходимо принимать примерно след. количества вентиляционного воздуха: а) для вытяжных вентиляционных установок—250—300 м³ на 1 кг сжигаемого в горнах кузнечного угля; в это количество входит как воздух, удаляемый через вытяжные зонты над горном, так и через вытяжные устройства в верхней зоне кузниц, при чем отсос в верхней зоне должен составлять около 20—25% общего количества удаляемого из кузницы воздуха; б) для приточных вентиляционных установок—150—200 м³ свежего воздуха на 1 кг сжигаемого в горнах кузнечного угля, что составляет примерно 65—70% количества удаляемого через вытяжки воздуха. В средних угольных горнах на один огонь сжигается ок. 5—7 кг кузнечного угля в час. Ориентировочно для расчета горновой вытяжной вентиляции кузниц часовое количество удаляемого из помещения воздуха



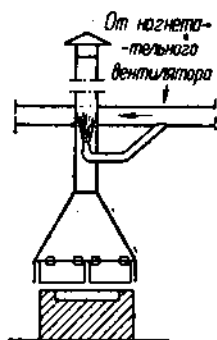
Черт. 74.

можно принять в среднем ок. 1 000 м³ на один горновой огонь и кроме того удаление через верхние вытяжки кузницы (под крышей) ок. 20—25% указанного выше количества воздуха. Приточный воздух наиболее целесообразно подавать с помощью децентрализованных калориферных установок на высоте примерно в 2,5—3 м от пола, подогретым до внутренних темп-р помещения.

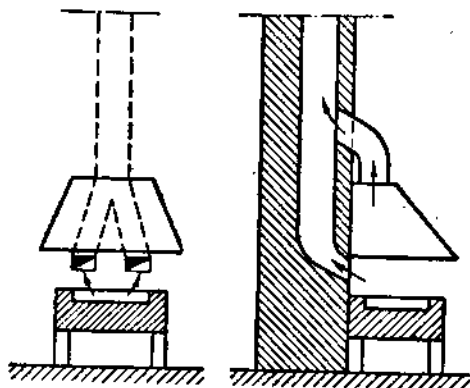
Наиболее эффективной конструкцией вытяжного устройства над горнами является конструкция с двойными вытяжными отверстиями, расположенными одно—внизу, непосредственно над горном, а другое—в верхней части зонта. Первое служит не только для удаления дымовых газов, но также—и гл. обр.—для удаления тяжелого сернистого газа (SO₂), уд. в. к-рого по отношению к воздуху равен 2,264. Отверстие же, расположенное в верхней части вытяжного зонта, служит гл. обр. для удаления дымовых газов и окиси углерода (CO) (уд. в. по отношению к воздуху 0,963).

Вытяжку над горнами целесообразнее всего осуществлять: а) для больших кузниц с мощными горнами—с помощью механической тяги в виде централизованной, эжекционной или дымососной установки, как это представлено на черт. 75; б) для небольших кузниц, с незначительным числом малых горнов,—с помощью естественной тяги, усиливаемой дефлекторами, напр., дефлекторами Шанара. На черт. 75, 76 и 77 предста-

влены наиболее рациональные конструкции вытяжных зонтов и отсосов от кузнечных угольных горнов. Вытяжка из верхней зоны кузниц (под крышей) осуществляется или с помощью вытяжных труб, работающих с естественной тягой, усиленной дефлекторами или же с помощью винто-



Черт. 76.



Черт. 78.

вых вентиляторов. Обычно в помещении собственно кузницы располагаются и рессорная, цементационная и навалочная печи, при чем обусловливаемый этими печами часовой обмен воздуха в помещении можно ориентировочно принять в $3\,000 - 3\,500 \text{ м}^3/\text{час}$ на каждую печь, однако с коэф-том одновременности работы этих печей в $1/3$.

§ 6. Вентиляция бандажной мастерской и мастерской для заливки подшипников кальций-баббитом.

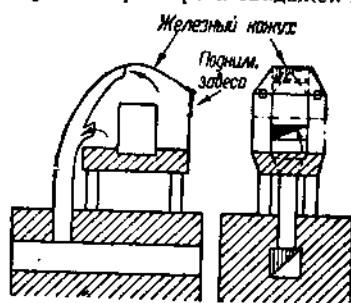
1. Бандажная мастерская.

Основной вредностью бандажной мастерской являются дымовые газы горна для разогрева бандажей паровозных колес, представляющего собою круглую шахту диам. ок. 1 800 мм и глубиной ок. 980 мм (черт. 78).

Вентиляция бандажной мастерской состоит из обычной приточно-вытяжной системы и отсоса дымовых газов из бандажного горна, а вместе с газами и отсоса через шахту горна весьма значительного количества внутреннего воздуха из помещения бандажной мастерской.

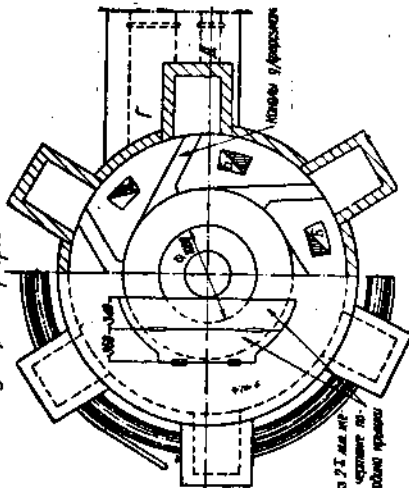
Расчет вентиляции мастерской основан на определении скоростей засоса внутреннего воздуха через шахту горна, к-рые необходимы для предотвращения выбивания дымовых количеств отсасываемого через шахту горна воздуха.

Исходя из средних темп-р отсасываемой смеси дымовых газов и воздуха внутри горна и высоты шахты, определяют естественный подпор в

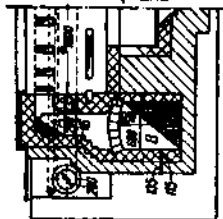


Черт. 77.

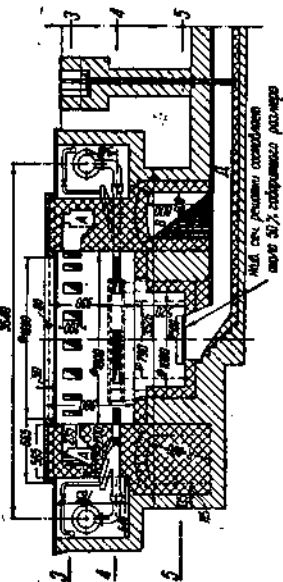
Буд. детей и подростков по 4-4



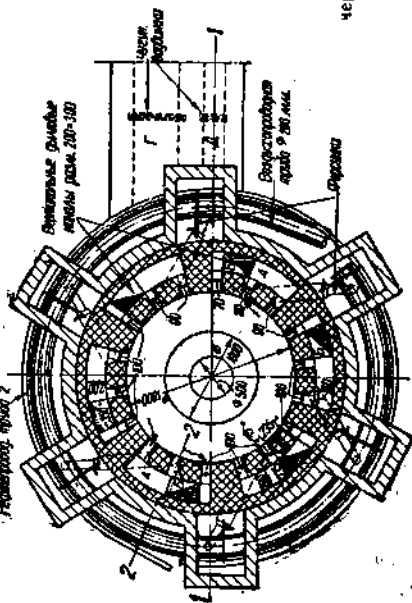
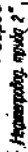
Формы № 2-2.



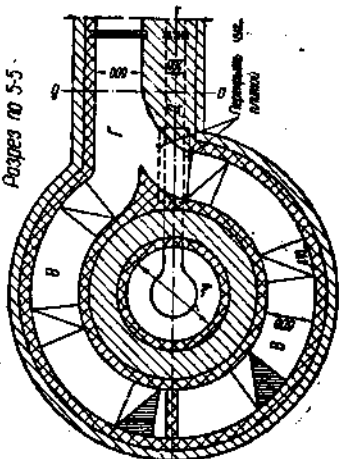
Propoz no 1-1



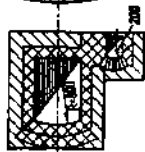
Page 33



Page 55.



Page 70 of 71



последней, а из него и возможную скорость выбивания дымовых газов из шахты горна в помещение. Темп-ра смеси воздуха и дымовых газов достигает примерно $100-120^{\circ}\text{C}$. Высота горна от нефтяных форсунок до верха шахты составляет ок. 800 мм. Темп-ра помещения бандажной мастерской—ок. 20°C . Плотность газовой смеси при ее темп-ре в 100°C равна $0,9464\text{ кг/м}^3$ и плотность внутреннего воздуха— $1,2\text{ кг/м}^3$.

Принимая во внимание приведенные выше данные, получим след. подпор в шахте бандажного горна:

$$P = H(\gamma_{\text{пом}} - \gamma_{\text{св}}) = 0,8 \cdot (1,2 - 0,9464) = 0,2\text{ мм в. ст.},$$

откуда возможная скорость выбивания дымовых газов из горна будет равна:

$$W_{\text{св}} = \sqrt{\frac{2gP}{\gamma}} = \sqrt{\frac{19,61 \cdot 0,2}{0,9464}} \approx 2,0\text{ м/сек.}$$

Для того, чтобы предотвратить выбивание дымовых газов из горна в помещение, необходимо, чтобы скорость отсоса внутреннего воздуха через шахту горна была не менее 2 м/сек.

Принимая расчетную скорость отсоса воздуха в 2 м/сек. , диам. верхнего сечения шахты в 1600 мм , а также половинное открытие входного отверстия шахты (другая половина прикрывается железной крышкой), получим часовое объемное количество отсасываемого через шахту воздуха при темп-ре $+20^{\circ}\text{C}$ из ур-ня:

$$V = \frac{\pi d^2 W \cdot 3600}{4,2} = \frac{\pi \cdot 1,6^2 \cdot 2 \cdot 3600}{4,2} = 8650\text{ м}^3.$$

Принимая далее часовой расход нефти в одном горне примерно в $40-50\text{ кг}$ и объемное количество дымовых газов, образующихся при сгорании 1 кг нефти при темп-ре $+20^{\circ}\text{C}$, ок. 15 м^3 , получим суммарное объемное количество газовой смеси, подлежащей отсосу через шахту и дымовые каналы одного бандажного горна, равное примерно:

$$8650 + 15 \cdot 50 = 94000\text{ м}^3\text{ (при }+20^{\circ}\text{C и }760\text{ мм рт. ст.)}.$$

Принимая во внимание полученный часовой объем отсасываемых через горн газов, а также рассчитанное соответствующим образом сопротивление дымовых каналов, определяют размер вентилятора, количество оборотов, а также необходимую мощность эл.-мотора. Как видно из черт. 78, для отсоса продуктов горения и воздуха из горна в стенке последнего сделан кольцевой канал А, соединенный с шахтой вытяжными отверстиями, расположенными по всей окружности горна. Из кольцевого канала А газы отводятся по вертикальным каналам Б в нижний кольцевой канал В и оттуда через главный сборный канал Г в дымовую трубу или к дымососу.

Отсос дымовых газов и воздуха в горне происходит не только через вытяжные отверстия канала А, но также и через нижнее вытяжное отверстие, расположенное внизу шахты горна. Дымовые газы из нижнего отсоса поступают непосредственно в дымовой канал Д и из него в дымовую трубу или к вентилятору. Отсос через верхние каналы А составляет примерно $85-90\%$, тогда как через нижний канал Д— $10-15\%$ общего количества отсасываемой от бандажного горна газовой смеси.

Кроме отсоса воздуха через шахту горна, в высшей точке помещения бандажной мастерской устанавливаются еще вытяжные трубы для отсоса вырывающихся из горна дымовых газов, действующие обычно с помощью естественной тяги.

Верхняя вытяжка обеспечивает примерно двух—трехкратный часовой обмен бандажной мастерской.

Все количество воздуха, удаляемое из помещения бандажной мастерской через шахту горня и верхние вытяжки, д. б. возмещено приточной вентиляцией, подающей в помещение бандажной соответствующим образом подогретый свежий воздух в рабочую зону на высоте примерно 2—2,5 м от пола.

На черт. 79-а — 79-в дан чертеж вентиляционной (приточно-вытяжной) и дымососной установок в бандажной мастерской с одним горном.

2. Мастерские для заливки подшипников кальций-баббитом.

Основными вредностями цеха являются дымовые газы, пары свинца и тепло, выделяемое от плавильных печей. Осуществляется приточно-вытяжная вентиляция. На одну плавильную печь системы Паукша в мастерской следует принимать след. часовые обмены воздуха:

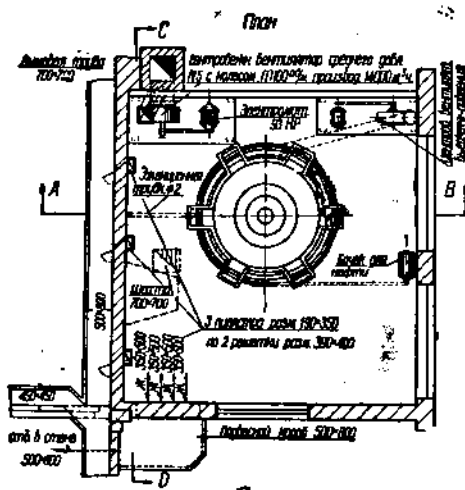


Рис. 79-а.

а) отсос от тигля для плавки баббита	1 000 м ³ /ч.
б) отсос от места заливки подшипников	2 000 »
в) отсос от тигля для выплавки старых подшипников	1 000 »
г) отсос от стока для зачистки подшипников	2 000 »
д) отсос от места слива и заливки шлаков от старого баббита	1 000 »

И т о г о 7 000 м³/ч

Кроме указанных выше местных отсосов осуществляется вытяжка из верхней зоны помещения мастерской,—под потолком,—с помощью вытяжных шахт с дефлекторами Шанара, при чем естественные вытяжки (шахты) обеспечивают в свою очередь примерно двух—трехкратный часовой обмен в помещении мастерской.

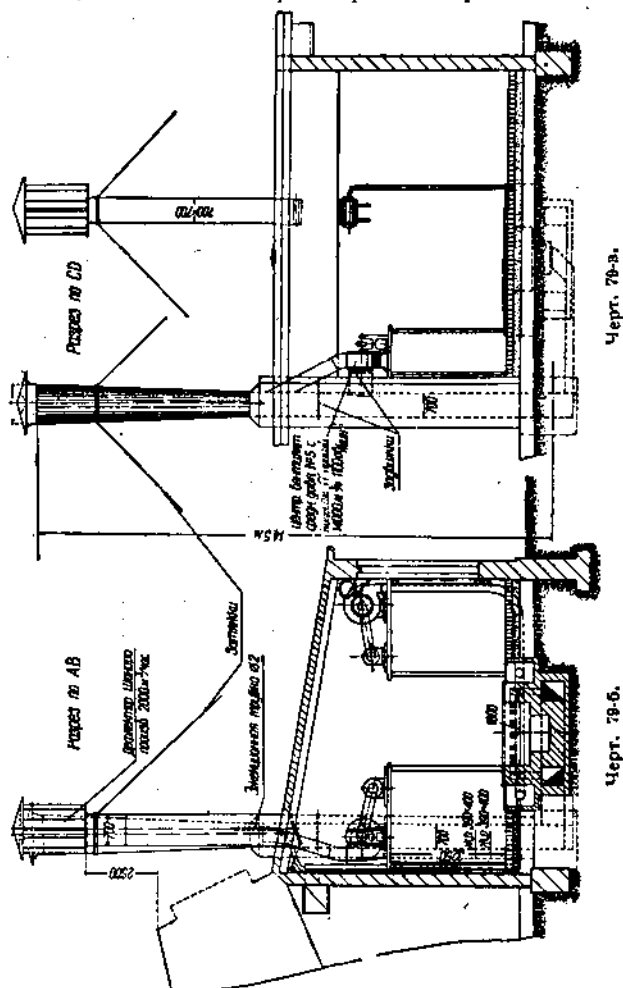
а) Отсос от тигля для выплавки старых подшипников осуществляется с помощью кольцеобразного плоского железного канала, расположенного вокруг тигля; с внутренней стороны канал имеет отсасывающие отверстия в виде узких щелей. Кольцевой канал соединяется с общей системой вытяжных воздуховодов мастерской. Во время работы тигель перекрывается железной крышкой, и технологический процесс, т. о., герметизируется. Скорость засоса воздуха в вытяжке отверстия этого кольцевого канала принимается равной 12—15 м/сек.

б) Отсос от тигля для плавки баббита осуществляется таким же образом, как и от тигля для плавки старых подшипников.

в) Наиболее рациональной конструкцией отсоса от мест заливки подшипников расплавленным баббитом является полукольцевой плоский

канал с узкими щелями для отсоса воздуха; скорость отсоса воздуха принимается порядка 12—15 м/сек.

г) Отсос от места слива и заливки шлаков осуществляется с помощью специального зонта, устанавливаемого непосредственно под местом слива шлаков. Размеры зонта м. б. ориентировочно приняты в 1 × 1 × 1 м.



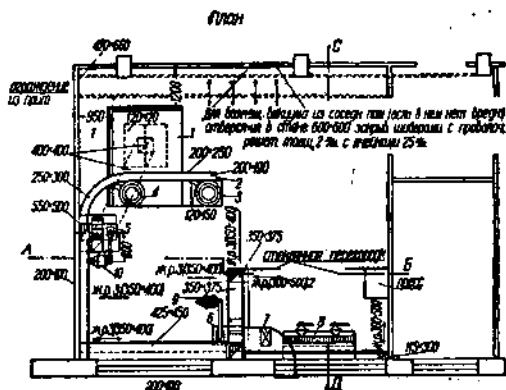
д) Отсос от верстака для зачистки подшипников осуществляется с помощью решеток, расположенных в этом верстаке. Скорость отсоса воздуха принимается примерно в 7—8 м/сек. Вытяжной канал от верстака отводится в общий сборный вытяжной воздуховод.

Все количество воздуха, удаляемого как через местные отсосы, так и через верхние вытяжки (шахты), д. б. возмещено с помощью приточной

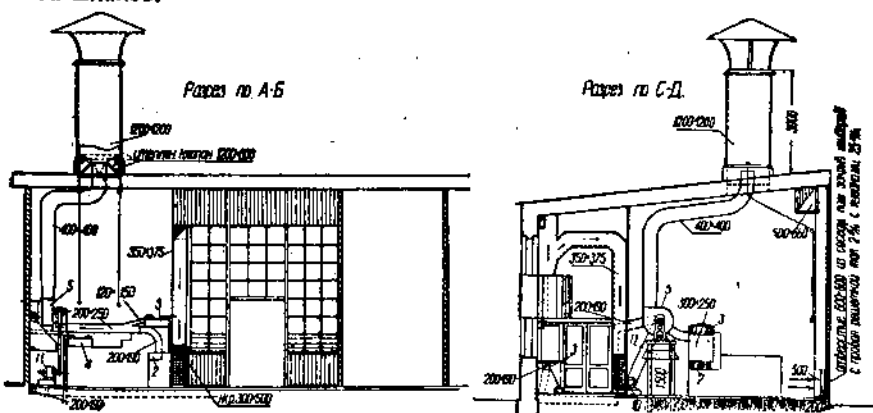
вентиляции, при чем свежий воздух д. б. подогрет, в зависимости от избытков тепла, до $14-16^{\circ}\text{C}$ и подан в рабочую зону мастерской на высоте примерно $2-2,5\text{ м}$ от пола.

Расчет вытяжных шахт производится обычным путем, с учетом как теплых напоров, так и напоров ветра, если применяется тот или иной тип дефлектора.

На черт. 80 и 80-а даны планы и разрезы вентиляционной установки мастерской заливки кальций-баббитом, а на черт. 81 схема этой установки, где: 1—печь для заливки кальций-баббитом, 2—отсос № 3 от места заливки, 3—отсос № 2 от тигля для плавки баббита, 4—отсос № 1 от тигля для плавки подшипников, 5—центробежный вентилятор «Сирокко» среднего давления, $h = 115,5\text{ мм вод. ст.}$, 6—центробежный вентилятор системы «Сирокко», 7—пластинчатый калорифер сист. Юнкерса, 8—отсос от обрубочного стола, 9—эл.-мотор мощностью $6,1\text{ л. с.}$, 10—эл.-мотор 75 л. с. , 11—колпак над местом слива шлаков.



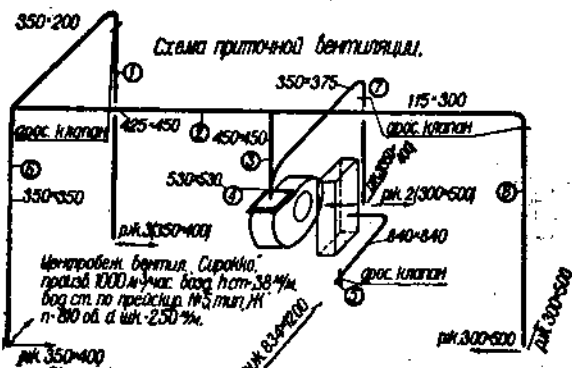
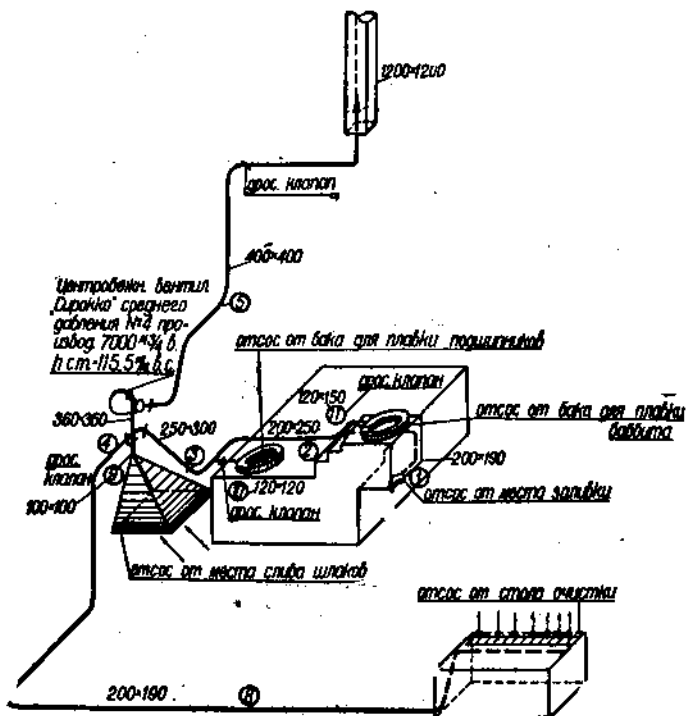
Черт. 80.



Черт. 80-а.

§ 7. Автогенно-электросварочная, медницкая и трубная мастерские.

В мастерских осуществляется приточно-вытяжная вентиляция. Вытяжная вентиляция обычно состоит из горновых вытяжек над кузнечными горнами, при чем вытяжки рассчитываются на удаление ок. 1000 м^3 внутреннего воздуха в час на каждый горновой огонь. Кроме того для



Черт. 81.

удаления загрязненного теплого воздуха из верхней части помещения в мастерских устраиваются вытяжные шахты с забором воздуха в верхней зоне (в потолке, под крышей). Вытяжные шахты рассчитываются на двух—трехкратный часовой обмен воздуха в мастерских, не считая отсосов через горновые вытяжки. Приточный воздух в том же количестве, какое удаляется из помещения с помощью вытяжной вентиляции, подогревается до 14—16° С в местных приточных агрегатах типа Юнкера или же в центральных приточных камерах, подается в рабочую зону помещений мастерских на высоте 2—2,5 м от пола.

§ 8. Вентиляция чугунолитейных.

Основными вредностями в чугунолитейных являются окись углерода, дым и пыль. Главными источниками первых двух служат вагранки и опоки после заливки в них металла; основными источниками пыли следует считать аппараты для приготовления формовочной земли, выбивку и обрубку литья.

В качестве расчетной величины образующейся при литье окиси углерода можно принять примерно 1 200—1 500 г на 1 т литья, из к-рых примерно только 50% попадает в рабочую зону и принимается в расчет при определении часовых обменов воздуха в литейных.

Табл. 46. Содержание пыли в воздухе литейных без действия вентиляции.

Помещение для подготовки формовочных материалов . . .	35—70 мг/м³
Помещение для выделки форм и шишек	80—180 "
Помещение для выбивки чугунолития из опок . . .	80—110 "
Помещение для обрубки и очистки готовых чугунов, изд.	80—400 "

Разбавление указанной выше концентрации окиси углерода и содержания пыли в воздухе литейных до допустимых величин: СО—до 0,03 мг/л и пыли—до 10 мг/м³, достигается примерно 20—25-кратными часовыми обменами воздуха в литейных, отнесенными к условному объему литейных. Под условным объемом разумеется объем рабочей зоны в 3 м высоты над полом литейной. Ориентировочно обмен воздуха в чугунолитейных можно также принимать примерно в 25 000 м³ на 1 т литья.

Подачу свежего воздуха в литейных наиболее рационально осуществлять снизу, на высоте 0,5—1 м от пола, тогда как вытяжку в главном корпусе следует производить в наиболее высоких ее частях (под крышей). Отсос запыленного воздуха при приготовлении формовочной земли, а также при обрубке и очистке литья должен конечно производиться непосредственно у рабочих аппаратов и мест.

На черт. 82-а и 82-б дана вентиляционная установка одной из современных чугунолитейных мастерских. Подача приточного воздуха осуществлена здесь снизу на высоте 1—1,5 м от пола, с одной стороны, с помощью воздухопроводов, ответвляющихся от главных приточных магистралей и спускающихся по внутренним колоннам литейного зала, а с другой—с помощью расположенного в полу главного зала воздушного канала и выходящих из него приточных колонок, возвышающихся примерно на 1 м над полом литейной.

§ 9. Вентиляция шлифовальных и деревообделочных мастерских.

Вентиляция шлифовальных и деревообделочных мастерских состоит обычно из вытяжной (пылесосной) установки, отсасывающей пыль, опилки, стружки и шепу от рабочих станков, и приточной вентиляционной установки, размещающей удаляемый с помощью пылесосных установок воздух в рабочих помещениях.

Основными расчетными величинами для проектирования пылесосных установок являются: количества подлежащих удалению пыли; опилок, щепы и стружек, скорости в отсасывающих воздуховодах и воздухоприемных устройствах рабочих станков, а также допустимые концентрации пыле-воздушной смеси.

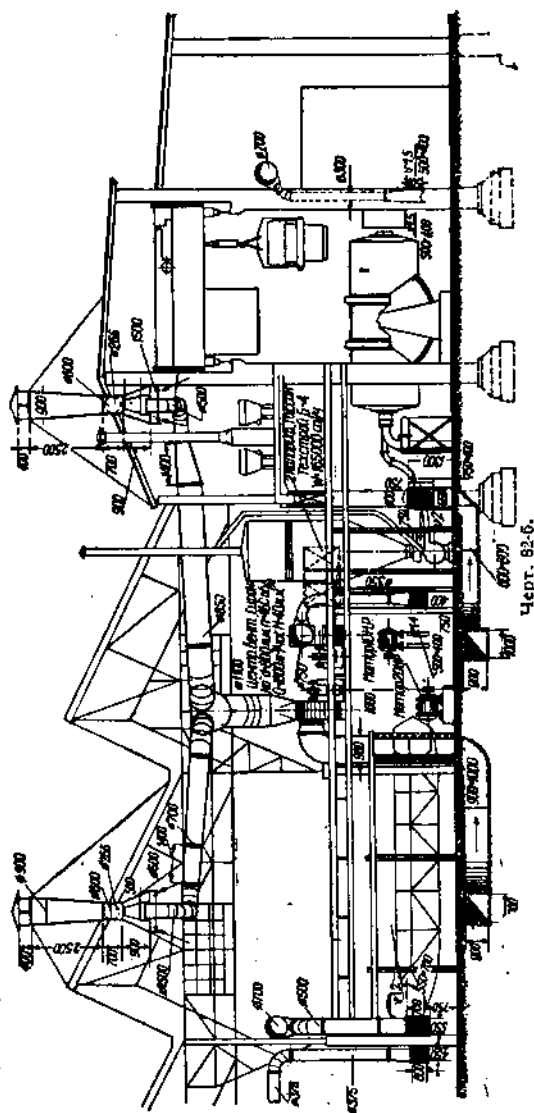
Скорость пыле-воздушной смеси в воздуховодах пылесосных установок определяется «скоростями витания», необходимыми для поддержания пылевых частиц во взвешенном состоянии.

Динамическое давление, испытываемое телом, находящимся в потоке воздуха (газа), м. б. выражено след. у-рием:

$$P_{дин} = cF \frac{w^2}{2g} \gamma_{воз} \text{ кг, (78)}$$

где $P_{дин}$ — динамическое давление, испытываемое телом, находящимся в потоке воздуха, в кг, c — опытный коэф-т, зависящий от формы обтекаемого тела; так, для шара $c = 0,5$, для пластины $c = 1,3 \div 1,4$ и для цилиндра, основание к-рого перпендикулярно потоку, а его диам. равен высоте, $c = 1,2$; F — наибольшее сечение находящегося в потоке воздуха тела в м^2 , w — скорость движения воздуха (газа) в м/сек. , γ — вес единицы объема воздуха (газа) в кг/м^3 .

Скорость движения воздуха, при к-рой динамическое давление, испытываемое обтекаемым телом, равно весу этого



Черт. 82-б.

тела, называется «скоростью витания», т. к. тело, находящееся в вертикальном воздуховоде, при движении воздуха снизу вверх при такой ско-

рости не будет падать вниз в силу своей тяжести, а будет держаться (витать) в воздушном потоке.

Для шарообразных тел динамическое давление, развиваемое обтекаемым телом воздушным потоком, согласно ур-ию (87), будет равно:

$$P_{ш} = 0,5 \cdot \frac{\pi d_{ш}^2}{4} \cdot \frac{w^2}{2g} \cdot \gamma_{воз} \text{ кг.} \quad (88)$$

Т. к., с другой стороны, вес шара равен:

$$G_{ш} = \frac{\pi d_{ш}^3}{6} \gamma_{ш} \text{ кг,}$$

где $d_{ш}$ —диам. шара, а $\gamma_{ш}$ —вес единицы его объема в кг/м^3 , то, принимая во внимание условие витания данного шара в воздушном потоке, можем написать:

$$G_{ш} = P_{ш}$$

или:

$$\frac{\pi d_{ш}^3}{6} \gamma_{ш} = 0,5 \frac{\pi d_{ш}^2}{4} \frac{w^2}{2g} \gamma_{воз}, \quad (89)$$

откуда скорость витания:

$$w_{вит} = 5,12 \sqrt{\frac{d_{ш} \gamma_{ш}}{\gamma_{воз}}} \text{ м/сек.} \quad (90)$$

Принимая для обычных условий работы пылесосных установок $\gamma_{воз} \cong 1,2 \text{ кг/м}^3$ и вставляя это значение плотности воздуха в ур-ие (89), получим наконец след. выражение для скорости витания:

$$w_{вит} \cong 4,67 \sqrt{d_{ш} \gamma_{ш}} \text{ м/сек.} \quad (91)$$

Иногда вместо скорости витания определяется скоростной напор витания, равный:

$$H_{вит} = \frac{w_{вит}^2}{2g} \gamma_{воз} = \frac{(4,67 \sqrt{d_{ш} \gamma_{ш}})^2}{2g} \gamma_{воз} = 1,1 d_{ш} \gamma_{ш} \gamma_{воз}. \quad (92)$$

Принимая далее $\gamma_{воз} = 1,2$ и вставляя это значение в ур-ие (92), получим окончательное выражение для скоростного напора витания:

$$H_{вит} = 1,33 d_{ш} \gamma_{ш}. \quad (93)$$

В то время, как для минеральной, металлической и древесной пыли, а также для опилок при пользовании ур-иями (90) и (92) можно принять, что полевые частицы имеют приближенно шарообразную форму, для древесных стружек и щепы необходимо найти предварительно т. н. эквивалентный диам. отсасываемых стружек или щепы. Для размеров стружек и щепы, не превосходящих 20—30 мм, эквивалентный диам. частиц определяется приближенно по объему последних из ур-ия:

$$V_{стр} = \frac{\pi d_{экс}^3}{6},$$

откуда:

$$d_{экс} = 1,24 \sqrt[3]{V_{стр}}, \quad (94)$$

где $V_{стр}$ —объем стружки или щепы среднего размера в м^3 , $d_{экс}$ —эквивалентный диам. стружки в м.

Для размеров стружек и щепы, превышающих 30 мм, при ориентировочном расчете эквивалентных диаметров по ф-ле (94) следует принимать только половину действительного объема стружки или щепы, и тогда:

$$\frac{V_{стр}}{2} = \frac{\pi d_{экв}^3}{6},$$

откуда:

$$d_{экв} \cong \sqrt[3]{\frac{6V_{стр}}{\pi}}. \quad (95)$$

Действительные рабочие скорости воздушных потоков в вытяжных воздуховодах пылесосных установок всегда больше, чем скорости витания, и м. б. выражены у-рием:

$$w_d = \mu w_{вит}, \quad (96)$$

где w_d — действительные рабочие скорости в воздуховодах пылесосных установок в м/сек., $w_{вит}$ — скорость витания отсасываемых воздуховодом частиц в м/сек., μ — опытный коэф-т, зависящий гл. обр. от степени концентрации пыле-воздушной смеси k . Под концентрацией пыле-воздушной смеси k разумеется отношение веса перемещаемого по воздуховоду материала (пыли, опилок, стружек, щеп) к весу движущегося в этом воздуховоде воздуха в единице объема ($м^3$), т. е.:

$$k = \frac{G_n}{G_{воз}}.$$

Коэф-т μ для пылесосных установок шлифовальных и деревообделочных мастерских при наблюдающихся там средних концентрациях пыле-воздушной смеси $k \cong 0,2 \div 0,4$ (минимум $k \cong 0,05 \div 0,1$) принимается равным примерно 1,5—2. И тогда действительные рабочие скорости движения воздуха в вытяжных воздуховодах пылесосных установок шлифовальных и деревообделочных мастерских определяются из уравнения:

$$w_d = 1,5 w_{вит} \div 2 w_{вит}. \quad (98)$$

1. Вентиляция шлифовальных мастерских.

Скорости воздуха в отсасывающих воздуховодах принимаются примерно след:
а) для полировочных матерчатых кругов — 14—16 м/сек.;
б) для шлифовальных (наждачных) кругов — 16—20 м/сек.

Кроме того следует иметь в виду, что в целях обеспечения надежности работы вытяжных воздуховодов минимальным диам. отводов от шлифовальных станков принимается диаметр в 80 мм.

Табл. 49. Диаметры отсосов и количества отсасываемого воздуха от шлифовальных, точильных и полировочных кругов.

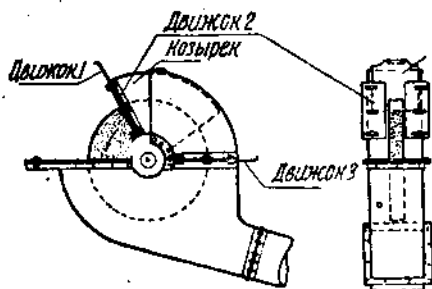
Диам. шлифовальных, точильных и полировочных кругов в мм	Норм. диам. пылесосных воздуховодов мм	Количество отсасываемого от кругов воздуха в м ³ /ч.	
		шлифовальн. и точильн. круги	полировочные круги
		$w = 20$ м/сек.	$w = 18$ м/сек.
150 и менее	80	360	280
175—200	90	480	370
250—400	110	560	450
450—500	120	810	650
550—600	130	950	770
650—750	150	1260	1000

отводов от шлифовальных станков принимается диаметр в 80 мм.

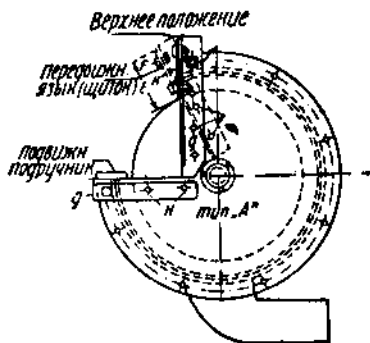
При установке вытяжных вентиляторов с кожухами, имеющими карманы для улавливания крупных частиц пыли, скорости отсоса w_0 при тех же диам. отсасывающих воздуховодов для шлифовальных и точильных кругов м. б. приняты в 14—16 м/сек., тогда как для полировочных кругов эти скорости w_0 м. б. снижены до 10—12 м/сек.

То., в пылесосных установках шлифовальных мастерских количество отсасываемого воздуха определяется скоростями воздуха в вытяжных воздуховодах, идущих от рабочих станков и размерами последних.

Для лучшего улавливания пыли от шлифовальных, точильных и полировочных кругов последние заключаются в железные кожухи соответствующих конструкций, снабжаемые козырьками и задвижками как с рабочей (лобовой) стороны, так и с боковых сторон кругов. Железные кожухи шлифовальных и полировочных кругов являются весьма существенными частями пылесосных установок, поскольку плохие конструкции



Черт. 83.



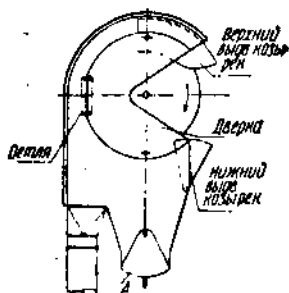
Черт. 84.

кожухов не обеспечивают надлежащего эффекта даже в хорошо выполненных пылесосных установках. Формы и размеры кожуха должны полностью обеспечивать улавливание вылетающей из-под шлифовальных кругов пыли, движущейся по вполне определенным траекториям. Расстояние между кожухом и боковыми поверхностями кругов принимается в 20—25 мм. Наиболее целесообразные конструкции кожухов для шлифовально-точильных и полировочных кругов даны на черт. 83 и 84. Для улавливания наиболее крупных частиц пыли в кожухах шлифовальных кругов устраиваются иногда карманы, как это изображено на черт. 85 и 86. Для очистки удаляемой от станков пыли-воздушной смеси от пыли за вытяжным вентилятором устанавливаются циклоны, — сухие или мокрые, водяные, фильтры, или же устанавливаются специальные пылеуловители, как это показано, напр., на черт. 87. Здесь отсасываемая пыле-воздушная смесь вытяжным вентилятором выбрасывается в плотно закрытый резервуар с водой, в котором пылевые частицы и выпадают, а очищенный воздух из резервуара особым воздуховодом выводится в атмосферу. Единственным недостатком этого простого и дешевого устройства является его большое гидравлическое сопротивление, достигающее примерно 1,5—2-кратного скоростного напора, отнесенного к выхлопной скорости вентилятора.

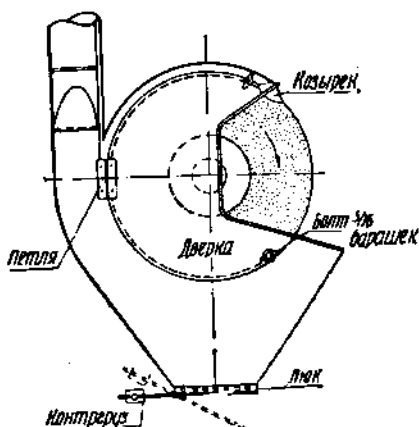
Для обеспечения правильной работы пылесосной установки при подключении нескольких станков на один магистральный вытяжной воз-

духовод и один вентилятор следует объединять лишь одинаковые станки, с более или менее одинаковыми производительностью и скоростями отсоса.

Все количество воздуха, удаляемое пылесосной установкой шлифовальных мастерских, д. б. возмещено соответ-



Черт. 85.



Черт. 86.

ствующим образом подогретым приточным воздухом от приточной вентиляционной установки.

2. Вентиляция деревообделочных мастерских.

Весовые концентрации пыли-воздушной смеси k , наблюдаемые в пылесосных установках деревообделочных мастерских, достигают примерно 0,4, снижаясь часто до 0,05. Объемные же концентрации пыли-воздушной смеси при плотности древесных отходов $\gamma \approx 600 \text{ кг/м}^3$ равняются примерно 1:1000 — 1:5000 и менее.

Для пылесосных установок деревообделочных мастерских также существуют установленные практикой минимальные размеры вытяжных воздуховодов, нормальные концентрации пыли-воздушной смеси и нормальные скорости отсасываемой от станков пыли-воздушной смеси.

Табл. 60. Скорости движения пыли-воздушной смеси в вытяжных воздуховодах пылесосных установок деревообделочных мастерских.

Наименование и род древесных отходов	Применяемые на практике нормальные скорости движения пыли-воздушной смеси в вытяжных воздуховодах в м/сек.
Пыль от шлифовальных станков	$w_{см} = 8 \div 10 \text{ м/сек.}$
Сухие опилки и мелкие стружки	$w_{см} = 10 \div 12 \text{ »}$
Сухие крупные стружки	$w_{см} = 14 \div 16 \text{ »}$
Влажные стружки ($W = 30 \div 35\%$)	$w_{см} = 16 \div 18 \text{ »}$
Весьма влажные стружки и опилки ($W = 45 \div 50\%$)	$w_{см} = 18 \div 20 \text{ »}$

Примерные конструкции устройств для пыли-воздушной смеси некоторых деревообделочных станков даны на черт. 88, где а — фановый станок, б — пропускной станок, в — круглая пила и г — ленточная пила.

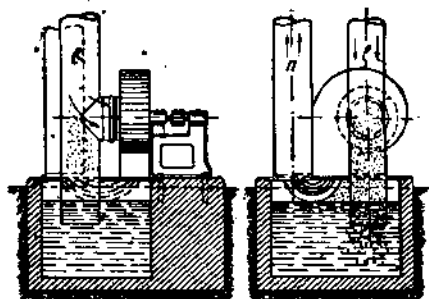
Табл. 51. Размеры диаметров вытяжных воздуховодов от деревообделочных станков, весовые и объемные концентрации пыле-воздушной смеси и часовые объемные количества отсасываемого от деревообделочных станков воздуха.

Наименование и род станков	Часовое ко- лич. ст. о дре- весных отхо- дов кг	Концентрация пыле-воздуш- ной смеси		Минимальные диам. вытяжн. воздуховодов мм	Часовое коли- чест. о отсасы- ваемого от станков воз- духа м³
		весовая	объемная		
1. Ленточная пила:					
а) диам. шкива = = 700 мм	80—70	0,1—0,15	1:5 000—3 000	100	400—500
б) диам. шкива = = 1 500 мм	140—110			150	1 000—1 200
2. Круглопильный станок с ручной подачей диаметром 850—400 мм	60—100	0,1—0,2	1:5 000—2 500	100	400—500
3. Обрезной станок с механич.ск. по- дачей, диаметром 850 мм	300—350	0,35—0,4	1:1 500—1 200	120	600—700
4. Маятниковая пи- ла диам. 600 мм .	70—80	0,08—0,1	1:6 000—5 000	120	600—700
5. Фрезерный станок:					
а) одношпиндельн.	70—80	0,08—0,1	1:6 000—5 000	120	800—750
б) двухшпиндельн.	140—160			2×120	1 200—1 500
6. Шипорезный ста- нок:					
а) двухшпиндель- ный	180—350	0,1—0,2	1:5 000—2 500	2×120	1 500
б) трехшпиндель- ный	240—480			3×120	2 000
7. Шипорезный ста- нок в ящичном производстве . . .	160—200	0,2—0,3	1:2 500—1 000	120	600—700
8. Пропускные и строгальные (с го- ризонт. ножами) станки:					
а) длина 300—400 мм . . .	180—300	0,2—0,4	1:2 500—1 200	120	650—750
б) длина 600 мм . .	210—420			130	800—900
в) » 900 » . . .	350—600			170	1 200—1 500
При мелкой струж- ке те же станки имеют вдвое меньшую кон- центрацию пыле- воздушной сме- си.					
9. Пропускной четы- рехсторонний ста- нок	700—1 200	0,2—0,4	1:2 500—1 200	4×120	2 500—3 000

Табл. 51 (продолжение).

Наименование и род станков	Часовое ко- личество дре- весных отхо- дов кг	Концентрация пыле-воздуш- ной смеси		Минимальные д-ам. вытяжн. воздуховодов мм	Часовое коли- чество отсасы- ваемого от станков воз- духа м³
		весовая	объемная		
Тот же станок при мелкой стружке имеет вдвое мень- шую концентра- цию смеси					
10. Фуговочный ста- нок:					
а) длина 400—500 мм . . .	140—240	0,2—0,4	1:2 500—1 200	120	500—600
б) длина 700—800 » . . .	240—350			130	800—1 000
11. Фальцовочный ста- нок	160—210	0,2—0,3	1:2 500—1 500	120	600—700
12. Долбежный ста- нок	60—80	0,15—0,20	1:3 000—2 500	80	350—400
13. Сверлильный ста- нок	20—25	0,05—0,07	1:10 000—7 000	80	300—350
14. Лобзиковая пила .	25—30	0,08—0,1	1:8 000—5 000	90	350—400
15. Шлифовальные станки:					
а) дисковые и бара- банные	60—70	0,05—0,07	1:10 000—7 000	130	750—1 000
б) ленточные	90—120			180	1 500—2 000
в) многовальные для шлифовки листов	120—180			200	2 000—3 000
16. Циклевочный ста- нок	180—240	0,1—0,2	1:5 000—2 500	170	1 000—1 500

Приемники д. б. сконструированы т. о., чтобы частицы древесных отходов, отлетая от рабочих инструментов станков, попадали непосредственно в отверстие пылесосного приемника, в противном случае при более или менее крупных частицах отходов для отклонения их естественного пути по направлению к приемнику необходимо было бы создавать такие колоссальные скорости отсоса, к-рые сделали бы пылесосные установки весьма дорогими как по первоначальным затратам, так и по эксплуатационным расходам. При правильно сконстру-



Черт. 87.

Приемники д. б. сконструированы т. о., чтобы частицы древесных отходов, отлетая от рабочих инструментов станков, попадали непосредственно в отверстие пылесосного приемника, в противном случае при более или менее крупных частицах отходов для отклонения их естественного пути по направлению к приемнику необходимо было бы создавать такие колоссальные скорости отсоса, к-рые сделали бы пылесосные установки весьма дорогими как по первоначальным затратам, так и по эксплуатационным расходам. При правильно сконстру-

рованных приемниках в наибольших их сечениях м. б. допущены скорости засоса воздуха порядка 5—6 м/сек., необходимые лишь для отсоса мелкой древесной пыли.

В таблице 52 даны скорости засасываемого воздуха на различных расстояниях от отверстия вытяжного воздуховода.

Табл. 52. Скорости движения засасываемого воздуха в начале воздуховодов, а также на различных расстояниях от устья последних и при различных диаметрах вытяжных воздуховодов.

Расстояние от устья вытяжного воздухо- вода см	Скорости в сечении вытяжных воздуховодов							
	w = 10 м/сек.				w = 3,1 м/сек.			
	Диам. вытяжных воздуховодов в мм							
	100	200	300	400	500	300	450	600
	Скорости воздуха в м/сек.							
0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	3,1	3,1	3,1
5	6,2	6,8	7,3	7,7	8,0	2,0	2,45	2,6
10	4,4	6,0	5,6	6,1	6,6	1,25	1,70	2,1
20	2,4	3,1	3,7	4,2	4,6	0,43	0,61	1,22
30	1,2	1,9	2,5	2,9	3,3	—	0,63	0,77
40	0,0	1,0	1,7	2,2	2,6	—	—	0,40
50	—	0,7	1,3	1,7	2,0	—	—	—
75	—	0,0	0,6	1,0	1,3	—	—	—
100	—	—	0,0	0,4	0,7	—	—	—
125	—	—	—	0,0	0,3	—	—	—
150	—	—	—	—	0,0	—	—	—

Следует однако указать, что приведенные выше величины скоростей засасываемого воздуха несколько преувеличены.

По опытам ВЦИЭООТ относительная величина скорости всасывания в % от входной скорости в самом сечении воздуховода для круглых и квадратных сечений воздуховодов на расстоянии x м от входного отверстия вытяжного воздуховода м. б. определена по ф-ле:

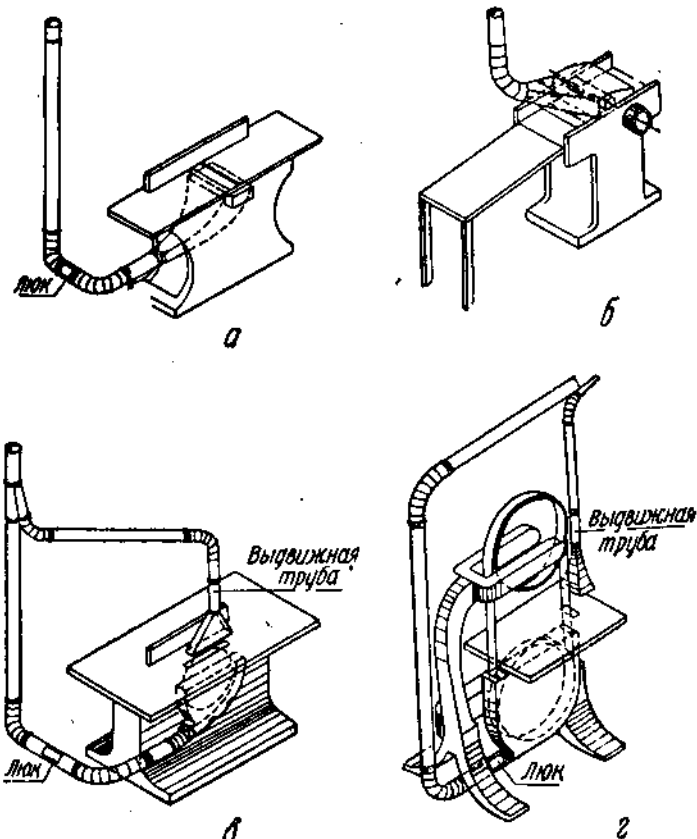
$$\frac{w_x}{100 - w_x} = 0,13 F^{0,7} \cdot x^{-1,4} \% \quad (99)$$

где w_x —отношение искомой скорости на расстоянии x от входного отверстия вытяжного воздуховода к скорости в самом входном отверстии последнего, F —сечение входного отверстия вытяжного воздуховода в м², x —расстояние от входного отверстия воздуховода, на котором определяется скорость всасывания, в м.

3. Воздуховоды пылесосных установок.

Воздуховоды пылесосных установок должны изготовляться по возможности без значительных местных сопротивлений, с плавными отводами ($R=4D \div 5D$) и небольшими углами включения ответвлений в магистральные воздуховоды, достигающими 15—20° и только в исключительных случаях превышающими эти величины. Включение ответвлений должно выполняться примерно по черт. 89.

Гидравлическое сопротивление в воздуховодах пылесосных установок выше, чем в воздуховодах обычных вентиляционных установок, в к-рых перемещается чистый воздух. Это увеличение гидравлического сопротив-



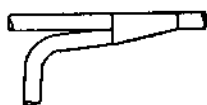
Черт. 88.

ления в воздуховодах пылесосных установок зависит, с одной стороны, от концентрации пыли-воздушной смеси, а с другой, — от отношения действительной скорости, имеющей место в воздуховодах, к скорости витания, т. е. от отношения $\frac{w}{w_0}$

Уд. гидравлическое сопротивление (на 1 п. м) воздуховодов пылесосных установок м. б. выражено след. ф-лой:

$$r_{\text{см}} = r_{\text{чист}} + \alpha k \text{ мм в. ст.,}$$

где: $r_{\text{см}}$ — уд. гидравлическое сопротивление воздуховодов пылесосных установок в мм в. ст., $r_{\text{чист}}$ — уд. гидравлическое сопротивление воз-



Черт. 89.

(100)

духоводов при перемещении по ним чистого (не запыленного) воздуха в мм в. ст., определяемое для железных воздуховодов по ф-ле (73):

$$r_{\text{чист}} = 6,61 \frac{w^{1,934}}{w^{1,281}} \text{ мм в. ст.};$$

α — опытный коэф-т, зависящий от отношения действительной скорости, имеющей место в воздуховодах, к скорости витания $\left(\frac{w_d}{w_{\text{вит}}} \right)$ согласно

Табл. 53.

$\frac{w_d}{w_{\text{вит}}}$	α
1,3	0,50
1,5	0,45
2,0	0,35
3,0	0,25

табл. 53, k — весовая концентрация пыле-воздушной смеси, равная примерно 0,1—0,4, в зависимости от рабочих станков.

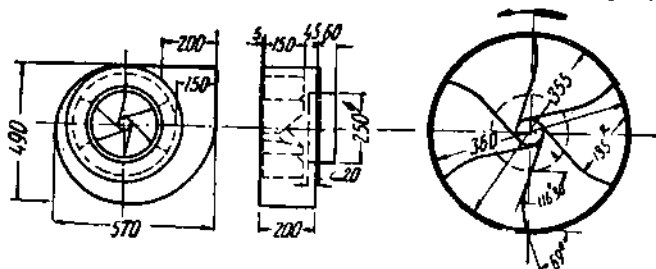
Т. о., удельное гидравлическое сопротивление в воздуховодах пылесосных установок при указанных выше концентрациях

и обычных в практике отношениях $\frac{w_d}{w_{\text{вит}}}$, равных 1,5—2, будет составлять: $r_{\text{см}} = 1,04 r_{\text{чист}} + 1,16 r_{\text{чист}}$, т. е. будет на 4—16% больше, чем в воздуховодах, по к-рым перемещается чистый воздух.

Гидравлическое сопротивление, вызываемое местными сопротивлениями в воздуховодах пылесосных установок, будет выше воздуховодов обычных вентиляционных установок в отношении $\frac{\gamma_{\text{см}}}{\gamma_{\text{чист}}}$, где $\gamma_{\text{см}}$ — плотность пыле-воздушной смеси в кг/м³, $\gamma_{\text{чист}}$ — плотность чистого воздуха в кг/м³.

4. Центробежные вентиляторы пылесосных установок.

Для перемещения пыле-воздушной смеси пылесосных установок применяются специальные пылевые центробежные вентиляторы. Для пе-



Черт. 90.

ремещения запыленного воздуха шлифовальных мастерских применяются обычно пылевые вентиляторы среднего давления с 6—8 или 24 лопатками. Для пылесосных установок деревообделочных мастерских применяются во избежание засорения лопаток вентилятора только центробежные вентиляторы среднего давления с 6—8 лопатками. На черт. 90 представлен центробежный пылевой вентилятор среднего давления № 3 з-да «Вентилятор» с шестью лопатками (ЦП-6), а на черт. 90-а дана его характеристика при перемещении им чистого воздуха при 2000 об./мин.

На черт. 91 изображен центробежный пылевой вентилятор среднего давления № 3 с 24 лопатками з-да «Красная Пресня» (ЦП-24), а на черт. 91-а характеристика этого вентилятора, полученная при перемещении им чистого воздуха при 2000 об./мин.

При работе вентиляторов с запыленным воздухом у обоих типов вентилятора значительно увеличивается потребляемая ими мощность; кроме того у вентилятора ЦП-24 снижается создаваемый им напор примерно на 10—15% в зависимости от концентрации пыле-воздушной смеси, напор же, создаваемый вентилятором ЦП-6, остается постоянным и не зависит от степени запыленности воздуха.

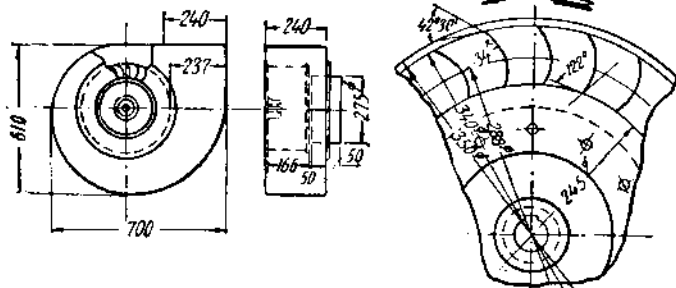
Потребная для пылесосных вентиляторов ЦП-6 и ЦП-24 мощность при перемещении ими запыленного воздуха увеличивается с увеличением концентрации пыле-воздушной смеси и м. б. выражена след. ф-лами:

а) для вентилятора ЦП-6:

$$N_{см} = N_{чист} (1 + 1,4k); \quad (101)$$

б) для вентилятора ЦП-24:

$$N_{см} = N_{чист} (1 + 0,8k), \quad (102)$$

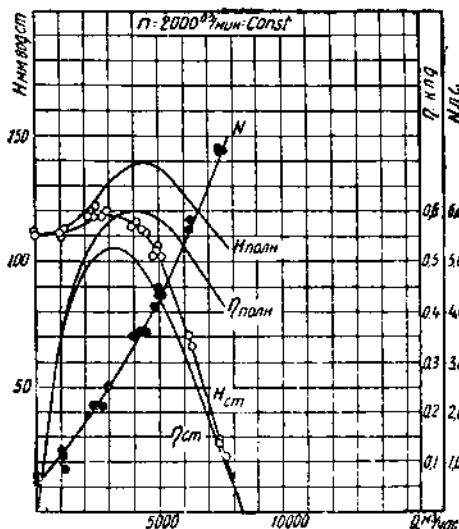


Черт. 91.

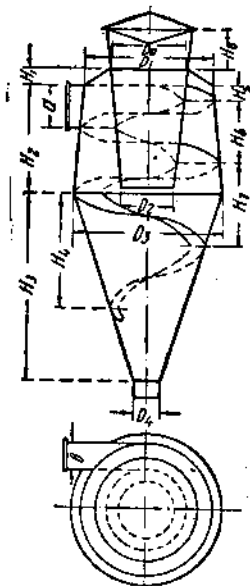
где: $N_{см}$ — затрачиваемая на валу вентилятора мощность при подаче запыленного воздуха, $N_{чист}$ — затрачиваемая на валу вентилятора мощность при подаче чистого воздуха, k — весовая концентрация пыле-воздушной смеси $\left(k = \frac{G_n}{G_{воз}}\right)$.

5. Циклоны.

Циклоны устанавливаются для отделения пыли, опилок, стружек и щепы в пылесосных установках за выхлопным воздухопроводом вытяжного вентилятора. На черт. 92 дана конструкция весьма простого и достаточно эффективного циклона с внутренней направляющей спиральной поверхностью, применяемого в пылесосных установках. Размеры такого циклона обычно рассчитывают, исходя из скоростей в выхлопной трубе циклона (D_0), при чем для пылесосных установок в шлифовальных мастерских выхлопные скорости воздуха из циклона принимаются в 1,2—1,5 м/сек.



Черт. 91-а.



Черт. 92.

Для циклонов, устанавливаемых за шлифовальными станками деревообрабатывающих мастерских, эти скорости можно принять равными 1,2—1,5 м/сек., тогда как для циклонов, служащих для отделения опилок, мелких стружек и щепы, скорости удаляемого из циклонов воздуха доводят до 1,5—2 м/сек., и наконец в циклонах, предназначенных для отделения крупных стружек и щепы, скорости в выхлопной трубе циклона принимаются примерно в 2,5—3 м/сек.

Т. о., в первую очередь определяется диам. выхлопной трубы циклона D_0 из ф-лы:

$$D_0 = 1,13 \sqrt{\frac{V_{\text{ск}}}{w}} \text{ м}, \quad (103)$$

где $V_{\text{ск}}$ — секундный объем проходящего через циклон воздуха в м³, w — скорость движения воздуха в выхлопной трубе циклона в м/сек. Все остальные размеры циклона определяются, исходя из основного,

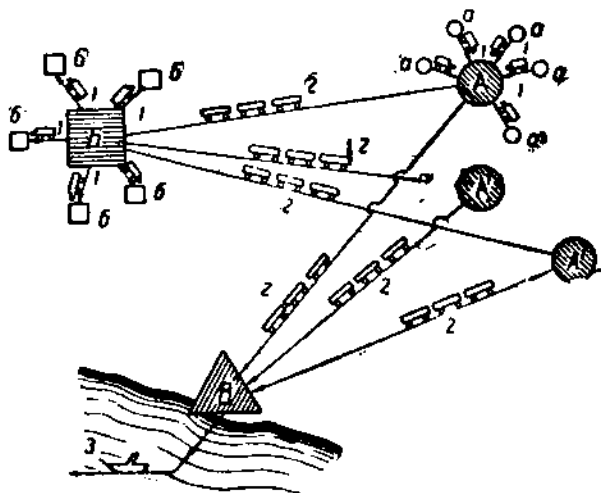
Литература.

- 1) Табл. климатических данных и темп-р для теплотехнических расчетов, изд. Техн. упр., М.-Л., 1931 г. (ИННОРС); 2) Маршак М. Е., Метеорологическ. фактор и гигиена труда, М.-Л., 1930; 3) К. Лейтманн, Краткий учебник рабочей и профессиональной гигиены, пер. с нем., М.-П., 1932; 4) Хлопин Г. В., Основы гигиены, т. 1—2, М.-П., 1923; 5) Казанцев А. П., Справочная книга по отоплению и вентиляции; 6) М. Павловский А. К., Курс отопления и вентиляции, 3-е изд., ч. 1, М.-П., 1923 г., ч. 2, М.-П., 1921 г.; 7) Ритшель Г. и Браббе К., т. 1—2, М.—1, 289; 8) Чаплин В. М., Курс отопления и вентиляции, вып. 1, Отопление, М., 1921; вып. 2, Вентиляция, 2-е изд., 1925 г.; 9) Шахнер Р., Санитарная техника в жилищном строительстве, пер. с нем., М.-Л., 1930 г.; 10) Свод производственных строительных норм, центральное отопление, вып. 1 и 2, М., 1930 г.; 11) ТУ и нормы для теплотехнического расчета ограждающих конструкций и систем отопления в гражданском строительстве, ч. 1, 2-е изд., М., 1930; 12) Единые нормы строительного проектирования, серия XIV, № 9, М., 1931 г., серия XV, № 3, 4 и 5, М., 1931 г.; 13) Нормы германского объединения индустр. центрального отопления, пер. с нем., М.-Л., 1931 г.; 14) Максимов Т. Ф., Отопление, статья в «Техн. энциклопедии», т. XV; 15) Аше Б. М., Отопление и вентиляция, ч. 1—3, Госстройиздат, М.-Л., 1931—1933 г.; 16) проф. Селиверстов А. Н., Вентиляция фабрично-заводских предприятий, Госстройиздат, М.-Л., 1933 г.; 17) Левинсон И. Н., Измерение и расчет влажного воздуха, Снабтехиздат, М.-Л., 1933 г.; 18) Джиббс В., Аэрозоли, Научное хим.-техн. изд. НТУ ВСНХ, Ленинград, 1929 г.; 19) его же, Пыль и ее опасность в промышленности, Научн. хим.-техн. изд. Всехимпром ВСНХ СССР, Л.-М., 1930 г.; 20) инж. Клячко Л. С., Пневматический транспорт на деревообрабатывающих предприятиях, изд. Кубуч, Ленинград, 1931 г.; 21) инж. Калинушкин М. П., Пневматический транспорт, Госмашметиздат, М.-Л., 1933 г.; 22) инж. Захаров Ф. И., Аэрация промышленных зданий, Госиздат, Стандарт и рационализация, М.-Л., 1933 г.; 23) инж. Лобов И. О., Основные принципы вентиляции шифоновальных и полировочных мастерских, изд. Всесоюз. ин-та водоснабж. и сантехники, Москва, 1932 г.; 24) инж. Поликовский В. И., Работа вентилятора в сети, Госстройиздат, М.-Л., 1933 г.; 25) «Вентиляция промышленных предприятий», Сборник статей и материалов из практики вентиляционных установок в СССР, Госиздат, «Вопросы труда», М.-Л., 1929 г.; 26) Сборник работ комиссии по промышленной вентиляции при секторе рационализации произв. клуба работников народного хозяйства им. Ф. Э. Дзержинского, Госмашметиздат, 1933 г.

ХЛАДОТРАНСПОРТ.

I. Введение.

Доставка скоропортящихся пищевых продуктов из отдаленных производящих районов в центры потребления должна происходить т. о., чтобы с момента получения продукта (убоя скота, улова рыбы и т. д.) он постоянно, без перерывов, находился под воздействием холода вплоть до передачи его непосредственно потребителю.



Черт. 1.

Такая «непрерывная холодильная цепь» начинается с заготовительных холодильников в производящих районах, откуда скоропортящиеся грузы в изотермических вагонах доставляются в распределительные холодильники крупных центров потребления или в портовые холодильники для экспорта с перегрузкой на суда-рефрижераторы (черт. 1), где а—мелкие холодильники в производящих районах, б—мелкие холодильники в центрах потребления, А—сборные холодильники в производящих районах, А'—заготовительные холодильники в производящих районах, Б—распределительные холодильники в центрах потребления, В—портовые холодильники, 1—повозки и автомобили, 2—изотермические вагоны, 3—суда-рефрижераторы.

Т. о., хладотранспорт заключает в своем понятии как самые перевозки скоропортящихся грузов, так и те устройства, к-рые обуславливают возможность этих холодильных перевозок.

II. Холодильные машины.

§ 1. Конструкции холодильных машин.

Системы холодильных машин. 1) Паровые компрессионные, основанные на предварительном сжатии нек-рых паров, обращении их в жидкость и последующем испарении (Я. Перкинс, 1834 г., К. Линде, 1874 г.). 2) Газовые компрессионные, работающие воздухом и основанные на том явлении, что при расширении сжатого воздуха с падением давления падает также и темп-ра его (Горри, 1845 г.). 3) Абсорбционные, или поглощательные, основанные на поглощении нек-рых паров и последующем выпаривании их из раствора при нагревании его (Карре, 1850 г.). 4) Вакуум-машины, работающие водяными парами и основанные на испарении воды при низких темп-рах вследствие разрежения воздуха (Лэсли, 1810 г., М. Леблан, 1910 г.). Из этих систем по экономичности своего действия наибольшее распространение получили паровые компрессионные холодильные машины, между тем газовые и вакуум-холодильные машины вышли совершенно из употребления, а абсорбционные холодильные машины применяются недостаточно широко, несмотря на заманчивые технические и экономические возможности использования их.

Физические основания паровых холодильных машин. Эти машины работают «летучими» жидкостями, к-рые обладают свойством переходить в парообразное состояние и обратно—под действием предварительного сжатия и охлаждения водой—снова превращаться из пара в жидкость.

Испарение летучей жидкости сопровождается отнятием из охлаждаемой среды большого количества тепла, необходимого для парообразования («теплота парообразования»), при чем в зависимости от давления, под к-рым находится испаряющаяся жидкость, м. б. получены те или иные сравнительно низкие темп-ры, что и дает возможность использовать это обстоятельство для целей охлаждения. Для обратного обращения паров в жидкое состояние требуется затратить энергию, чтобы предварительным сжатием повысить давление, а следовательно и темп-ру паров. При этом темп-ра конденсации соответствует тому давлению, под к-рым находятся сжатые пары, и зависит от темп-ры и количества охлаждающей воды, воспринимающей выделяемое при конденсации тепло.

Способ действия паровой холодильной машины. Холодильная машина, работающая парами «летучей» жидкости, к-рая служит рабочим телом—холодильным агентом, или хладагентом, по самому способу своего действия должна иметь след. главные части: 1) испаритель-сфринжератор, или охладитель, чтобы превращать жидкий хладагент в пар и получить от этого охлаждение; 2) компрессор, чтобы, поддерживая пониженное давление в испарителе, повысить давление паров хладагента; 3) конденсатор, чтобы под действием охлаждающей воды превращать сжатые пары хладагента в жидкое состояние; 4) регулирующий вентиль, чтобы регулировать поступление жидкого хладагента для испарения.

Согласно схеме действия холодильной машины (черт. 2) компрессор 1 отсасывает из испарителя пары хладагента с низкой темп-рой и давлением, сжимает их до такой темп-ры, чтобы осуществить в конденсаторе 2 переход тепла от нагретых сжатых паров к охлаждающей воде. Хладагент, превращенный в конденсаторе в жидкое состояние, поступает затем через регулирующий вентиль 3 в испаритель 4. Соответствующей установкой его можно

поддерживать такое давление, к-рое отвечает требуемой темп-ре парообразования.

Охлаждающее действие происходит в испарителе, когда жидкий хладагент, испаряясь, понижает темп-ру окружающей среды,—воздуха или не замерзающего раствора поваренной или др. солей. Испарившийся хладагент снова засасывается компрессором, сжимается в нем, сжижается в конденсаторе и после «торможения», или «мятия», в регулирующем вентиле снова поступает в испаритель для производства в нем при своем испарении полезного холода.

Компрессорные паровые холодильные машины, образуют, следовательно, замкнутую систему, в к-рой непрерывно происходит круговой процесс. При этом хладагент теоретически никуда не расходуется, но на практике неизбежна некая утечка его через возможные неплотности.

Тепловой баланс. При циркуляции хладагента в системе холодильной машины происходят восприятие и отдача им тепла, при чем количество тепла, полученного за цикл, должно равняться количеству отведенной теплоты, т. е. согласно тепловому балансу:

$$Q = Q_0 + AL,$$

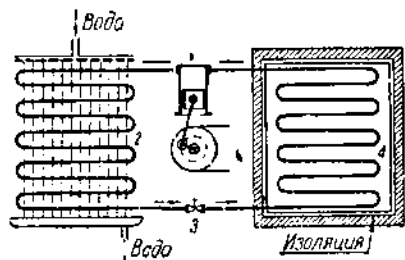
где Q —количество тепла, отводимого от хладагента охлаждающей водой в конденсаторе, Q_0 —количество тепла, поглощенного хладагентом при испарении, L —работа, затраченная на сжатие паров компрессором, $A = \frac{1}{427}$ —механически эквивалент тепла.

Главные хладагенты. Требования к хладагентам сводятся к след.: 1) теплота парообразования, характеризующая охлаждающую способность, д. б. по возможности велика; 2) уд. объемы паров в пределах обычных на практике темп-р конденсации и испарения д. б. малы; 3) давление паров, соответствующие темп-рам конденсации и испарения, должны лежать в пределах, употребительных в технике, при чем легче бороться с утечкой хладагента при относительно высоких давлениях, чем с проникновением воздуха при очень низких давлениях,—вакууме; 4) хладагенты не должны разъедать металлических частей холодильной машины или давать со смазкой соединения, нарушающие правильность работы; 5) хладагенты не должны оказывать чрезмерно вредного действия на технический персонал при нек-рой неизбежной утечке; 6) хладагенты не должны содержать посторонних примесей свыше 0,1%.

По своим физическим свойствам находят применение след. хладагенты: аммиак (NH_3), углекислота (CO_2), сернистый ангидрид (SO_2), хлорметил (CH_3Cl), хлорэтил ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$), дихлорэтилен ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$), бромистый метил (CH_3Br) и др.

На месте своего производства хладагенты обращаются в жидкое состояние и разливаются в стальные бутылки-баллоны, обычно емкостью по 20 кг.

По физическим свойствам хладагентов в пределах обычных на практике темп-р от $+30^\circ$ до -30° С. аммиачные машины работают с умеренными давлениями (11,9—1,2 atm.), углекислотные—с высокими давлениями (73,2—14,6 atm.) и сернистокислотные—с низкими давлениями (4,7—0,4 atm.), при чем вследствие различной величины теплоты испарения и уд. объема для



Черт. 2

одинаковой холодопроизводительности объемы цилиндра минимальны для CO_2 , умеренны для NH_3 и очень велики для SO_2 . Поэтому наибольшее распространение для любых пределов темп-р и любой холодопроизводительности получили аммиачные холодильные машины, затем, — для холодопроизводительности до 100 000 cal./час. — углекислотные, к-рые по свойствам хладагента не имеют запаха. Сернисто-кислотные холодильные машины большой холодопроизводительности вышли из употребления, но широко применяются в мелких установках-автоматах.

Табл. 1. Сравнительные данные для главных хладагентов.

Т-ра °C	Абсолютное давление p кг/см ²						Удельный объем v м ³ /кг					
	H ₂ O	C ₂ H ₅ Cl	SO ₂	CH ₂ Cl	NH ₃	CO ₂	H ₂ O	C ₂ H ₅ Cl	SO ₂	CH ₂ Cl	NH ₃	CO ₂
+50	0,126	—	8,460	—	20,73	—	12	—	0,040	—	0,063	—
+40	0,075	2,63	6,350	8,874	15,85	—	19	—	0,055	0,051	0,083	—
+30	0,043	1,92	4,670	6,716	11,89	33	0,16	0,076	0,065	0,111	0,003	—
+20	0,024	1,36	3,350	4,985	8,74	58,46	0,19	0,107	0,087	0,149	0,005	—
+10	0,012	0,94	2,340	3,622	6,27	45,95	0,25	0,152	0,120	0,206	0,007	—
0	0,006	0,68	1,580	2,571	4,38	35,54	0,37	0,223	0,168	0,290	0,010	—
-10	0,003	0,40	1,033	1,784	2,97	26,99	0,55	0,330	0,241	0,418	0,014	—
-20	0,001	0,25	0,648	1,200	1,94	20,06	0,83	0,513	0,354	0,623	0,019	—
-30	—	0,14	0,389	0,787	1,22	14,55	1,23	0,822	0,528	0,963	0,027	—
-40	—	—	0,221	0,490	0,73	10,25	1,96	1,394	—	1,550	0,038	—
-50	—	—	0,119	—	0,42	6,97	—	2,487	—	2,623	0,055	—

Т-ра °C	Теплота испарения r cal./кг						Теплота испарения r : в cal./м ³					
	H ₂ O	C ₂ H ₅ Cl	SO ₂	CH ₂ Cl	NH ₃	CO ₂	H ₂ O	C ₂ H ₅ Cl	SO ₂	CH ₂ Cl	NH ₃	CO ₂
+50	568	—	69,95	—	251,3	—	47,3	—	1745	—	3987	—
+40	574	85,6	75,03	86,15	262,9	—	29,4	518	1364	1719	3167	—
+30	579	87,8	79,67	88,99	273,6	15,05	17,5	462	1048	1351	2464	—
+20	584	89,9	83,85	91,75	283,5	37,10	10,0	352	783	1045	1902	6961
+10	589	92,0	87,56	94,41	292,8	48,09	5,7	245	576	786	1421	6261
0	606	93,9	93,60	96,92	301,5	56,13	2,9	169	407	581	1039	5291
-10	613	95,5	95,92	99,31	309,7	62,51	1,3	115	284	417	741	4334
-20	620	97,2	97,77	101,61	317,3	67,79	0,6	79	187	292	508	3500
-30	—	98,8	99,17	103,80	324,5	72,37	—	50	119	198	337	2718
-40	—	—	100,10	—	331,3	76,58	—	—	71	129	214	2199
-50	—	—	—	—	337,9	80,56	—	—	40	—	129	1457

Рабочий процесс холодильной машины. Рабочий процесс действительной машины отличается от идеального процесса, протекающего по обратному циклу Карно, тем, что вместо расширительного цилиндра вводится регулирующий вентиль, добавляется переохлаждение сконденсированного жидкого хладагента и сжатие ведется в области перегретых паров («сухой ход»).

Для изображения тепловых процессов, происходящих в системе паровой холодильной машины, приняты энтропийные диаграммы в координатах, абсолютная темп-ра T и энтропия s или энтальпийные — в координатах давления p и энтальпии (теплосодержания) i . Для более отчетливого изображения, чтобы избежать большого скопления линий в нижней части этой диаграммы, часто заменяют координату p на $\lg p$ (см. диаграмму для аммиака, — приложение в конце книги).

Табл. 2. Насыщенные пары аммиака NH_3 *.

Т-ра t °C	Давл. P кг/см ²	Уд. объемы		Уд. веса		Энтальпия		Теплота испар. r кал/кг	Энтропия		$\frac{r}{T}$
		v' л/кг	v'' м ³ /кг	γ' кг/м ³	γ'' кг/м ³	i' кал/кг	i'' кал/кг		s'	s''	
+50	20,727	1,7766	0,0635	562,9	15,756	157,4	408,7	251,3	1,1904	1,9681	0,7777
+48	19,673	1,7659	0,0670	566,3	14,936	155,0	408,7	253,7	1,1832	1,9731	0,7899
+46	18,658	1,7555	0,0707	569,6	14,153	152,6	408,6	256,0	1,1759	1,9781	0,8022
+44	17,682	1,7454	0,0746	572,9	13,404	150,3	408,6	258,3	1,1686	1,9832	0,8146
+42	16,747	1,7354	0,0788	576,2	12,689	147,9	408,5	260,6	1,1612	1,9882	0,8270
+40	15,850	1,7257	0,0833	579,5	12,005	145,5	408,4	262,9	1,1538	1,9933	0,8395
+38	14,990	1,7162	0,0881	582,7	11,353	143,1	408,2	265,1	1,1464	1,9984	0,8520
+36	14,165	1,7069	0,0932	585,9	10,731	140,8	408,0	267,2	1,1390	2,0035	0,8645
+34	13,374	1,6977	0,0986	589,0	10,138	138,5	407,9	269,4	1,1315	2,0087	0,8772
+32	12,617	1,6888	0,1045	592,1	9,573	136,2	407,7	271,5	1,1241	2,0139	0,8898
+30	11,895	1,6800	0,1107	595,2	9,034	133,8	407,4	273,6	1,1165	2,0191	0,9026
+28	11,204	1,6714	0,1174	598,3	8,521	131,5	407,2	275,7	1,1090	2,0243	0,9153
+26	10,544	1,6630	0,1245	601,3	8,031	129,2	406,9	277,7	1,1014	2,0297	0,9283
+24	9,915	1,6547	0,1322	604,3	7,564	126,9	406,7	279,7	1,0938	2,0351	0,9413
+22	9,314	1,6466	0,1405	607,3	7,119	124,7	406,3	281,6	1,0862	2,0405	0,9543
+20	8,741	1,6386	0,1494	610,3	6,694	122,4	405,9	283,5	1,0785	2,0459	0,9674
+18	8,196	1,6308	0,1591	613,2	6,289	120,1	405,6	285,5	1,0709	2,0514	0,9805
+16	7,672	1,6231	0,1694	616,1	5,904	117,9	405,2	287,3	1,0631	2,0570	0,9939
+14	7,183	1,6156	0,1806	619,0	5,537	115,6	404,8	289,2	1,0553	2,0625	1,0073
+12	6,715	1,6081	0,1927	621,8	5,189	113,4	404,4	291,0	1,0475	2,0683	1,0208
+10	6,271	1,6008	0,2058	624,7	4,859	111,1	403,9	292,8	1,0397	2,0741	1,0344
+8	5,849	1,5936	0,2200	627,5	4,546	108,9	403,5	294,6	1,0319	2,0799	1,0480
+6	5,450	1,5866	0,2353	630,3	4,250	106,6	403,0	296,4	1,0240	2,0859	1,0619
+4	5,073	1,5796	0,2520	633,1	3,969	104,4	402,5	298,1	1,0160	2,0919	1,0759
+2	4,716	1,5727	0,2700	635,8	3,703	102,2	402,0	299,8	1,0080	2,0979	1,0899
0	4,379	1,5660	0,2897	638,6	3,452	100,0	401,5	301,5	1,0000	2,1041	1,1041
-2	4,060	1,5594	0,3111	641,3	3,216	97,8	401,0	305,2	0,9920	2,1103	1,1183
-4	3,761	1,5528	0,3344	644,0	2,991	95,6	400,4	304,8	0,9838	2,1167	1,1328
-6	3,481	1,5464	0,3599	646,7	2,779	93,4	399,9	306,5	0,9757	2,1231	1,1474
-8	3,216	1,5400	0,3878	649,3	2,579	91,2	399,3	308,1	0,9675	2,1296	1,1621
-10	2,966	1,5338	0,4185	652,0	2,390	89,0	398,7	309,7	0,9593	2,1362	1,1769
-12	2,732	1,5276	0,4520	654,6	2,213	86,9	398,1	311,2	0,9511	2,1430	1,1919
-14	2,514	1,5215	0,4889	657,2	2,046	84,7	397,4	312,7	0,9427	2,1498	1,2071
-16	2,309	1,5153	0,5295	659,8	1,889	82,5	396,8	314,3	0,9343	2,1567	1,2224
-18	2,117	1,5096	0,5742	662,4	1,742	80,3	396,1	315,8	0,9259	2,1638	1,2379
-20	1,940	1,5037	0,6235	665,0	1,604	78,2	395,5	317,3	0,9174	2,1710	1,2536
-22	1,774	1,4980	0,6782	667,6	1,474	76,0	394,8	318,8	0,9089	2,1784	1,2695
-24	1,619	1,4923	0,7386	670,1	1,354	73,9	394,1	320,2	0,9003	2,1858	1,2855
-26	1,475	1,4867	0,8056	672,6	1,242	71,7	393,4	321,7	0,8917	2,1934	1,3017
-28	1,342	1,4811	0,8799	675,2	1,136	69,6	392,7	323,1	0,8830	2,2011	1,3181
-30	1,219	1,4757	0,9630	677,7	1,038	67,4	391,9	324,5	0,8742	2,2090	1,3348
-32	1,105	1,4703	1,0550	680,1	0,948	65,3	391,2	325,9	0,8654	2,2170	1,3516
-34	1,000	1,4649	1,1589	682,6	0,863	63,1	390,4	327,3	0,8565	2,2252	1,3687
-36	0,908	1,4597	1,2746	685,1	0,785	61,0	389,6	328,6	0,8475	2,2336	1,3861
-38	0,814	1,4545	1,4045	687,5	0,712	58,9	388,9	330,0	0,8385	2,2421	1,4036
-40	0,713	1,4493	1,5503	690,0	0,645	56,8	388,1	331,3	0,8295	2,2510	1,4215
-42	0,657	1,4442	1,7146	692,4	0,583	54,6	387,3	332,7	0,8203	2,2600	1,4397
-44	0,588	1,4392	1,9000	694,8	0,526	52,5	386,1	334,0	0,8112	2,2692	1,4580
-46	0,526	1,4342	2,112	697,2	0,473	50,4	385,7	335,3	0,8021	2,2785	1,4764
-48	0,469	1,4293	2,351	699,6	0,425	48,4	384,9	336,5	0,7931	2,2880	1,4949
-50	0,417	1,4245	2,623	702,0	0,381	46,2	384,1	337,9	0,7832	2,2978	1,5146
-52	0,370	1,4197	2,933	704,4	0,341	44,2	383,3	339,1	0,7741	2,3078	1,5337
-54	0,327	1,4150	3,288	706,7	0,304	42,2	382,5	340,3	0,7648	2,3180	1,5532
-56	0,289	1,4108	3,693	709,1	0,271	40,2	381,7	341,5	0,7555	2,3285	1,5730
-58	0,254	1,4056	4,161	711,4	0,240	38,1	380,8	342,7	0,7461	2,3393	1,5932
-60	0,223	1,4010	4,699	713,8	0,213	36,1	380,0	343,9	0,7366	2,3504	1,6138
-62	0,195	1,3965	5,324	716,1	0,188	34,0	379,1	345,1	0,7270	2,3618	1,6348
-64	0,171	1,3920	6,044	718,4	0,166	32,0	378,3	346,3	0,7173	2,3734	1,6561
-66	0,148	1,3876	6,882	720,7	0,146	29,9	377,4	347,5	0,7074	2,3853	1,6779
-68	0,129	1,3832	7,870	723,0	0,127	27,9	376,6	348,7	0,6975	2,3976	1,7001
-70	0,111	1,3788	9,009	725,3	0,111	25,9	375,7	349,8	0,6878	2,4101	1,7223
-72	0,096	1,3745	10,357	727,5	0,097	23,9	374,8	350,9	0,6781	2,4230	1,7449
-74	0,082	1,3702	11,953	729,8	0,084	21,9	373,9	352,0	0,6683	2,4363	1,7680
-76	0,071	1,3660	13,818	732,1	0,072	19,9	373,0	353,1	0,6583	2,4498	1,7915

* По данным Бюро стандартов (Вашингтон) и И. Куприянова, 1930 г.

Табл. 3. Насыщенные пары углекислоты CO₂

(для состояния жидкости и пара).

Т-ра <i>t</i> °C	Давл. <i>p</i> кг/см ²	Уд. объемы		Уд. веса		Энтальпия		Теплота испар. <i>r</i> кал/кг	Энтропия		$\frac{r}{T}$
		жидк. <i>v'</i> л/кг	пара <i>v''</i> м ³ /кг	жидк. <i>γ'</i> кг/л	пара <i>γ''</i> кг/м ³	жидк. <i>i'</i> кал/кг	пара <i>i''</i> кал/кг		жидк. <i>s'</i>	пара <i>s''</i>	
кал/кг × °K											
+31	74,96	2,156	2,155	463,9	463,9	133,50	133,50	0	1,1098	1,1098	0
+30	73,34	1,677	2,990	596,4	334,4	125,90	140,95	15,05	1,0854	1,1351	0,0497
+25	65,59	1,417	4,167	705,8	240,0	118,80	147,33	28,53	1,0628	1,1585	0,0957
+20	58,46	1,298	5,258	770,7	190,2	114,00	151,10	37,10	1,0468	1,1734	0,1266
+15	51,93	1,223	6,323	817,9	158,0	110,10	153,17	43,07	1,0340	1,1835	0,1405
+10	45,95	1,166	7,519	858,6	133,0	106,50	154,59	48,09	1,0218	1,1917	0,1699
+5	40,50	1,120	8,830	893,1	113,0	103,10	155,43	52,35	1,0103	1,1985	0,1882
0	35,54	1,081	10,383	924,8	96,3	100,00	156,13	56,13	1,0000	1,2055	0,2055
-5	31,05	1,048	12,141	953,8	82,4	96,91	156,41	59,50	0,9890	1,2109	0,2219
-10	26,99	1,019	14,194	980,8	70,5	94,09	156,60	62,51	0,9787	1,2163	0,2376
-15	23,34	0,994	16,609	1006,1	60,2	91,44	156,70	65,26	0,9690	1,2218	0,2528
-20	20,06	0,971	19,486	1029,9	51,4	88,93	156,72	67,79	0,9594	1,2272	0,2678
-25	17,14	0,950	22,885	1052,6	43,8	86,53	156,67	70,14	0,9501	1,2328	0,2827
-30	14,55	0,931	27,001	1074,2	37,0	84,19	156,56	72,37	0,9408	1,2385	0,2977
-35	12,26	0,913	32,008	1094,9	31,2	81,88	156,39	74,51	0,9314	1,2443	0,3129
-40	10,25	0,897	38,164	1115,0	26,2	79,59	156,17	76,58	0,9218	1,2503	0,3285
-45	8,49	0,881	45,809	1134,5	21,8	77,30	155,89	78,59	0,9120	1,2565	0,3445
-50	6,97	0,867	55,407	1153,5	18,1	75,01	155,57	80,56	0,9020	1,2631	0,3611
-55	5,66	0,853	67,620	1172,1	14,8	72,72	155,22	82,50	0,8917	1,2700	0,3783
-56,6	5,28	0,849	72,220	1177,9	13,8	71,97	155,09	83,12	0,8885	1,2724	0,3839

Табл. 4. Насыщенные пары сернистой кислоты SO₂.

Т-ра t °C	Давл. p кг/см ²	Уд. объемы		Уд. веса		Энтальпия		Теплота испар. r кал./кг	Энтропия		$\frac{r}{T}$
		жидк.	пара	жидк.	пара	жидк.	пара		жидк.	пара	
		v' л/кг	v'' м ³ /кг	γ' кг/л	γ'' кг/м ³	i' кал./кг	i'' кал./кг		s'	s''	
		кал./кг × °K									
+50	8,46	0,772	0,040	1,2957	25,000	+17,43	87,38	69,95	+0,0558	0,2750	0,2165
+45	7,35	0,763	0,047	1,3112	21,415	+15,56	88,10	72,54	+0,0527	0,2808	0,2281
+40	6,35	0,754	0,055	1,3264	18,282	+13,71	88,74	75,03	+0,0468	0,2865	0,2397
+35	5,46	0,746	0,064	1,3412	15,556	+11,90	89,30	77,40	+0,0410	0,2923	0,2513
+30	4,67	0,738	0,076	1,3556	13,210	+10,11	89,76	79,67	+0,0351	0,2981	0,2629
+25	3,97	0,730	0,090	1,3695	11,148	+8,35	90,17	81,82	+0,0293	0,3039	0,2746
+20	3,35	0,723	0,107	1,3831	9,374	+6,62	90,47	83,85	+0,0234	0,3096	0,2862
+15	2,81	0,716	0,127	1,3964	7,893	+4,92	90,68	85,76	+0,0176	0,3154	0,2978
+10	2,34	0,710	0,152	1,4095	6,592	+3,25	90,81	87,56	+0,0117	0,3212	0,3094
+5	1,93	0,703	0,184	1,4223	5,443	+1,61	90,86	89,25	+0,0059	0,3269	0,3210
0	1,58	0,697	0,223	1,4350	4,490	0,00	90,82	90,82	+0,0000	0,3327	0,3327
-5	1,28	0,691	0,270	1,4476	3,708	-1,58	90,69	92,27	-0,0059	0,3385	0,3443
-10	1,03	0,685	0,330	1,4601	3,024	-3,14	90,46	93,60	-0,0117	0,3442	0,3559
-15	0,82	0,679	0,410	1,4724	2,440	-4,66	90,16	94,82	-0,0176	0,3499	0,3675
-20	0,65	0,674	0,513	1,4846	1,950	-6,15	89,77	95,92	-0,0234	0,3557	0,3791
-25	0,51	0,668	0,643	1,4968	1,556	-7,62	89,28	96,91	-0,0293	0,3614	0,3907
-30	0,389	0,663	0,822	1,5090	1,217	-9,05	88,72	97,77	-0,0351	0,3672	0,4024
-35	0,295	0,658	1,064	1,5211	0,940	-10,44	88,09	98,53	-0,0410	0,3730	0,4140
-40	0,221	0,652	1,394	1,5331	0,717	-11,79	87,38	99,17	-0,0268	0,3788	0,4257
-45	0,163	0,647	1,849	1,5452	0,541	-13,12	86,58	99,70	-0,0527	0,3846	0,4373
-50	0,119	0,643	2,487	1,5572	0,402	-14,40	85,70	100,10	-0,0585	0,3904	0,4489

Табл. 5. Насыщенные пары хлорметила CH_3Cl .

Т-ра t $^{\circ}\text{C}$	Давл. p кг/см^2	Уд. объемы		Уд. вес		Энтальпия		Теплота испар. r кал./кг	Энтропия		$\frac{r}{T}$
		жидк.	пара	жидк.	пара	жидк.	пара		жидк.	пара	
		v' л/кг	v'' $\text{м}^3/\text{кг}$	γ' кг/л	γ'' $\text{м}^3/\text{кг}$	i' кал./кг	i'' кал./кг		s'	s''	
		$\text{кал./кг} \times ^{\circ}\text{K}$									
+40	8,874	1,134	0,0511	0,882	19,62	+15,29	101,44	86,15	+0,0522	0,3276	0,2754
+35	7,740	1,122	0,0572	0,892	17,47	+13,34	100,92	87,58	+0,0460	0,3304	0,2844
+30	6,716	1,109	0,0651	0,902	15,37	+11,40	100,39	88,99	+0,0396	0,3333	0,2937
+25	5,802	1,097	0,0750	0,912	13,33	+9,48	99,86	90,38	+0,0332	0,3365	0,3033
+20	4,985	1,085	0,0873	0,922	11,43	+7,56	99,31	91,75	+0,0267	0,3399	0,3132
+15	4,260	1,074	0,102	0,931	9,76	+5,66	98,76	93,10	+0,0201	0,3434	0,3233
+10	3,622	1,063	0,120	0,941	8,31	+3,76	98,17	94,41	+0,0135	0,3471	0,3336
+5	3,062	1,052	0,142	0,950	7,04	+1,88	97,56	95,68	+0,0068	0,3509	0,3441
0	2,571	1,042	0,168	0,960	5,93	0,00	96,92	96,92	0,000	0,3549	0,3549
-5	2,148	1,032	0,202	0,969	4,96	-1,86	96,27	98,13	-0,0068	0,3592	0,3660
-10	1,784	1,022	0,241	0,978	4,15	-3,71	95,59	99,31	-0,0138	0,3638	0,3776
-15	1,200	1,004	0,354	0,996	3,83	-7,38	94,23	101,61	-0,0282	0,3734	0,4016
-20	0,976	0,995	0,432	1,005	2,32	-9,20	93,52	102,72	-0,0314	0,3789	0,4142
-30	0,787	0,986	0,528	1,014	1,89	-11,00	92,80	103,80	-0,0426	0,3845	0,4271

По черт. 3 на диаграммах T, s и p, i имеем: на «левой» пограничной кривой, разделяющей состояние жидкости и насыщенного пара, паросодержание $x=0$; на «правой» пограничной кривой, разделяющей состояние насыщенного пара и перегретого пара, паросодержание $x=1$; 1—2—сжатие паров компрессором (адиабата); 2—2'—охлаждение перегретых паров (изобара); 2'—3—конденсация насыщенных паров (изотерма и изобара); 3—3'—переохлаждение сконденсированного жидкого хладагента (изобара); 3'—4—дресселирование в регулирующем вентиле без изменения теплосодержания (изотерма и изобара); 4—1—испарение жидкого хладагента в испарителе (изотерма и изобара).

По разности теплосодержания в соответствующих точках процесса имеем:

Холодильное действие на 1 кг:

$$q_0 = i_1 - i_4 = i_1 - i_3' = i_1' - i_4'.$$

Работа сжатия:

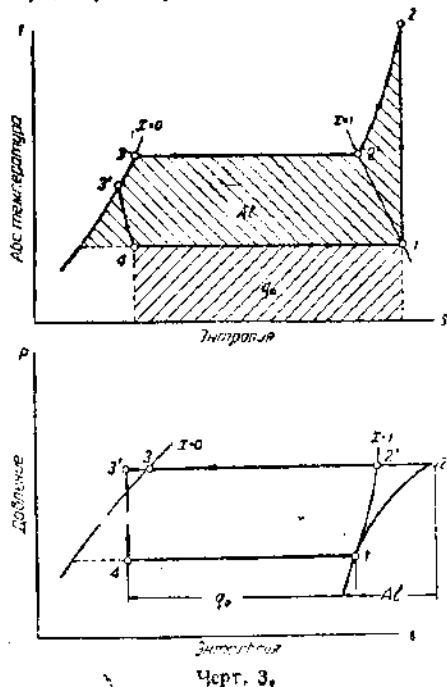
$$Al = i_2 - i_1 = i_2 - i_1'.$$

Теплота отведенная в конденсаторе:

$$q = i_2 - i_3 = i_2 - i_3'.$$

Холодильный коэфт:

$$\varepsilon = \frac{q_0}{Al}.$$



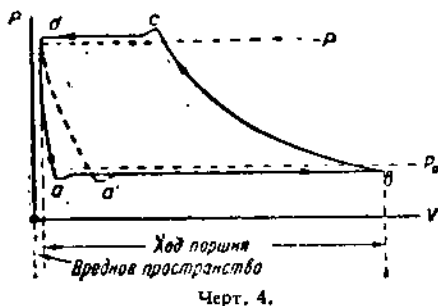
Холодопроизводительность на 1 НР:

$$K = \frac{3600 \cdot 75}{427} \approx 632.$$

Значения энтальпий берутся из таблиц или непосредственно по диаграмме p/i , к-рая имеет то преимущество перед диаграммой T/s , что эквивалент работы Al и величины q_0 и q получаются в виде отрезков по оси абсцисс, а не площадями, измерение к-рых более затруднительно.

Холодопроизводительность зависит не только от размеров компрессора, числа оборотов его и поверхностей аппаратов, но также от условий работы, при чем за нормальные условия приняты: темп-ра испарения $t_0 = -10^\circ \text{C}$., темп-ра конденсации $t_0 = +25^\circ \text{C}$. и темп-ра перед регулирующим вентилем (темп-ра переохлаждения) $t_u = +15^\circ \text{C}$.

Индикаторная диаграмма компрессора. При ходе поршня из одного крайнего положения в другое внутри цилиндра компрессора происходят соответствующие изменения давлений и объемов, при чем рабочий процесс компрессора в индикаторной диаграмме $p-v$ (черт. 4)—след.



Черт. 4.

Линия всасывания ab . Из испарителя-рефрижератора присасываются влажные или сухие пары хладагента с низкой темп-рой и приблизительно постоянным давлением, при чем вследствие сопротивлений во всасывающем трубопроводе и клапанах эта изобара лежит ниже, чем изобара p_0 , соответствующая давлению в испарителе, и всасывание паров начинается только после открытия всасывающего клапана (точка a).

Линия сжатия bc . При обратном ходе поршня засосанные пары сжимаются, что вызывает соответственно повышение давление и повышение темп-ры. В зависимости от влажности пара линия сжатия представляет «мокрую» или «сухую» адиабату.

Линия выталкивания cd . Сжатые пары хладагента до конца хода поршня нагнетаются в конденсатор под приблизительно постоянным давлением, при чем эта изобара из-за сопротивлений в нагнетательных клапанах и трубопроводах лежит выше изобары конденсатора p .

В конце выталкивания (точка d) в цилиндре все-таки остается некое количество паров из-з наличия т. н. вредного пространства, не проходимого поршнем, чтобы избежать ударов его о крышку цилиндра. Это вредное пространство не превышает 3% хода поршня и не позволяет ему удалить из цилиндра все сжатые пары.

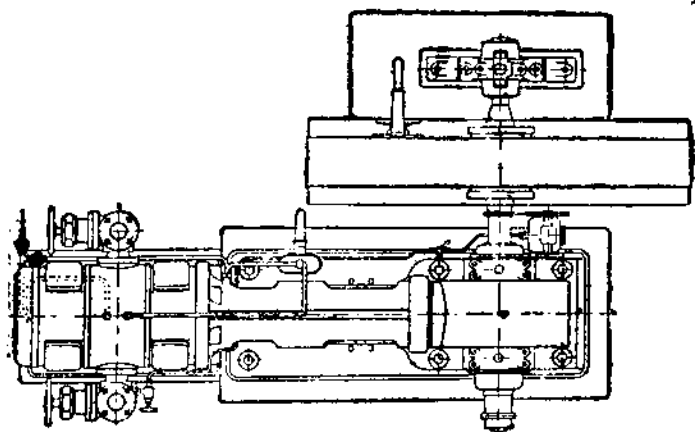
Линия расширения da . При обратном ходе поршня происходит расширение остающихся во вредном пространстве сжатых паров и давление понижается до давления всасывания. Для сухого пара линия расширения падает более отвесно, а для влажного получается более пологая кривая da' вследствие испарения внутри цилиндра частиц жидкого хладагента. После этого возобновляется круговой процесс и снова начинается всасывание паров из испарителя.

Рабочий процесс компрессора по сравнению с теоретической холодильной машиной сопровождается рядом потерь от вредного пространства в цилиндре, от сопротивлений клапанов (см. «рожки» на черт. 4 в точках a и c), от теплообмена между парами и стенками цилиндра, а также и от трения,

Типы компрессоров. Компрессор является важным и ответственным органом холодильной машины, т. к. имеет при сравнительно сложном устройстве много движущихся частей, обладающих значительной скоростью, в особенности у современных быстроходных компрессоров.

Типы компрессоров различаются по след. определяющим их признакам:

- 1) по хладагенту — компрессоры аммиачные, углекислотные; сернистокислотные и др.;
- 2) по способу действия — компрессоры одинарного, простого действия и двойного действия — при работе поршня обеими сторонами;
- 3) по оси цилиндра — горизонтальные и вертикальные;
- 4) по расположению цилиндров — компрессоры двойные с общей рамой и одним кривошипом и двойные с отдельными рамами, но общим валом;



Черт. 5.

5) по холодопроизводительности — компрессоры малые (до 25 000 *cal./час.*), средние (до 200 000 *cal./час.*) и большие (свыше 200 000 *cal./час.*);

6) по числу оборотов — тихоходные (до 100 об./мин.), со средней скоростью (до 200 об./мин.) и быстроходные (от 200 об./мин. и выше);

7) по ступеням сжатия — одноступенчатые и многоступенчатые.

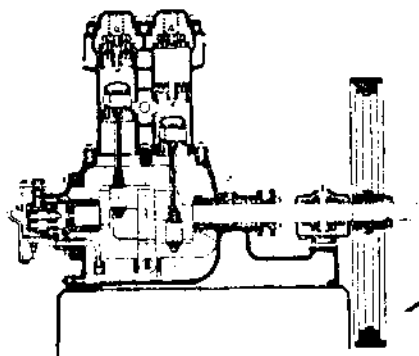
Конструкции компрессоров. Конструктивные различия в компрессорах обуславливаются типом их и в особенности расположением оси цилиндра.

Горизонтальные компрессоры. (Черт. 5). Рама вильчатая с закрытой кривошипной камерой — картером. Направляющие для ползуна — цилиндрической формы. Подшипники — с кольцевой смазкой, для большой холодопроизводительности добавляется выносной подшипник. Цилиндр — из мелкозернистого особо плотного чугуна для аммиака и из стали для углекислоты — покоится или целиком на раме, или присоединяется к кольцевой поверхности ее посредством расширения своей передней части с добавлением подставки при большой холодопроизводительности. Центрировка цилиндра, сальника и направляющих ползуна должна обеспечить полное совпадение их осей

Клапаны—всасывающие и нагнетательные—располагаются в теле цилиндра вместе с соединительными каналами между ними. Типы клапанов—шпиндельные и пластинчатые. Набивка сальника—металлическая: а) свинцовые кольца с хлопчатобумажной прокладкой внутри; б) составные кольца Кранца из особого чугуна или с заливкой баббитом с особыми пружинами, охватывающими их по внешней окружности. Смазка—принудительная под давлением от лубрикатора, а для кривошипного механизма—от маленького ротационного насосика с приводом от вала. Предохранительное устройство—в виде клапана или пластинки, к-рая ломается при повышении давления за поставленный предел, а хладагент переходит с нагнетательной стороны на всасывающую.

Горизонтальные компрессоры обычно двойного действия, работающие обеими сторонами поршня.

Вертикальные компрессоры (черт. 6). Рама отливается заодно с цилиндрами для малых и средних по мощности моделей. Цилиндры от 2 до 6—блокируются, что дает спокойный и равномерный ход. В верхней части цилиндров имеется охлаждающая рубашка. Клапаны—шпиндельные или пластинчатые—располагаются в фальшивой крышке (нагнетательные) и в проходном



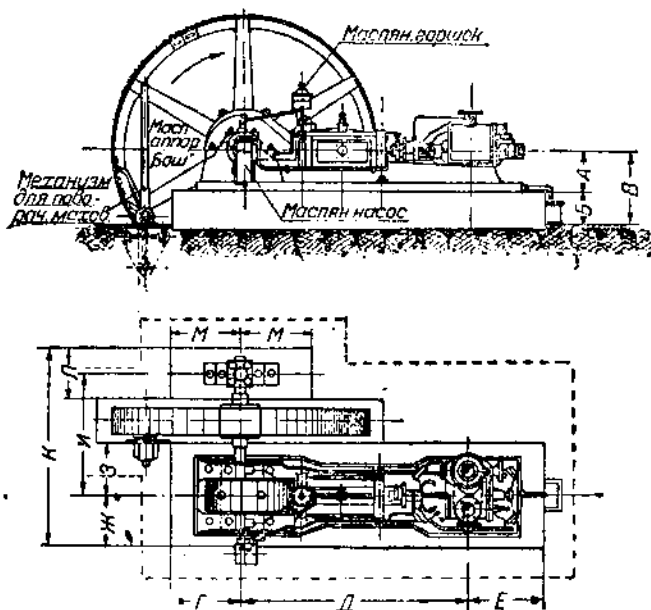
Черт. 6.

поршне (всасывающие). Поршень—очень длинный, с двумя рядами колец и внутренней полостью, в к-рую подводятся всасываемые пары. Такой поршень не имеет штока, а соединяется непосредственно с шатуном, выполняя и роль ползуна. Сальник—на одной боковой стороне для пропуска вала. Смазка цилиндра—принудительная, под давлением, а для вкладышей шатуна и коленчатого вала—«масляная ванна» в картере. Предохранительное устройство: клапан и фальшивая крышка цилиндра.

Вертикальные компрессоры обычно простого действия, работающие одной только стороной поршня, и прямоточные, т. е. пары при всасывании, сжатии и выталкивании из цилиндра имеют движение в одном и том же направлении, что уменьшает потери через теплообмен стенок цилиндра.

Табл. 6. Аммиачные вертикальные компрессоры малой мощности.

Холодо-производительность cal./ч.	Число об./мин.	Ход и диам. поршня мм	Объем паров, описыв. поршнем м ³ /час	Расход силы на валу N _e HP	Средн. скорость поршня м/сек.	Коеф-т подачи λ	Прозв. механ. и индик. кпд
2 500	360	60	—	1,6	—	—	0,37
3 500	500		10,3	2,2	1,0	0,5	0,37
5 300	360	75	—	2,6	—	—	0,47
7 500	500		19,9	3,7	1,25	0,56	0,47
11 000	370	90	—	4,7	—	—	0,54
15 000	500		34,4	6,5	1,5	0,645	0,54
22 000	370	110	46,5	9,0	—	0,71	0,57



Черт. 7.

Табл. 7. Вертикальные аммиачные компрессоры средней и большой мощности
(заводов VDK—Германия, модели 1931 г.).

Марка компрессора	SNZ			SNV		SNZ	
	213	215	217	215	217	223	226
Число цилиндров	2	2	2	4	4	2	2
Диам. цилиндра . . . мм	130	160	180	160	180	250	280
Ход поршня . . . »	130	150	170	150	170	230	260
Число оборотов в мин.	350	340	330	340	330	300	290
Объем, описываемый поршнем . . . м ³ /ч.	72,4	123,0	171,0	246,0	343,0	406,5	556,5
Холодопроизводительность . . . cal./ч.	31 000	55 000	80 000	110 000	160 000	200 000	275 000
Кэф-т подачи λ . . .	0,638	0,667	0,700	0,67	0,700	0,732	0,736
Расход силы . . . л. с.	12,5	20,0	28,6	39,5	56,0	65,0	89,0
Индикаторный кпд . . .	0,704	0,765	0,775	0,775	0,783	0,825	0,825
Механический кпд . . .	0,82	0,84	0,845	0,845	0,85	0,86	0,86
Диам. всасывающего и нагнет. трубопроводов, мм	40	50	50	70	80	80	100
Диам. маховика . . . »	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Ширина . . . »	120	150	160	180	220	240	280
Вес . . . кг	135	255	365	400	535	610	700
Вес компрессора с маховиком . . . кг	940	1 340	1 880	2 230	2 830	3 030	3 560

Для реконструкции холодильного машиностроения комиссия по стандартизации остановилась на вертикальных компрессорах, к-рые для хладотранспорта применительно к поездкам-рефрижераторам, подвижным ледоделательным 3-дам и проч. имеют несомненные преимущества перед горизонтальными в отношении занимаемой площади, плавности хода и веса.

Табл. 8. Аммиачные горизонтальные компрессоры

(завода «Компрессор» в Москве, модели 1932 г.)

Марка компрессора и тип	НГ-180	ГМ-8	ГМ-10	ГМ-12	ГМ-11/12
	Горизонтальные двойного действия				
Диам. цилиндра мм	130	140	190	250	300
» штока »	35	35	45	60	75
Ход поршня »	180	220	300	400	450
Число оборотов в мин.:					
нормальное	130	160	140	130	130
максимальное	250	240	200	170	195
Холодопроизводительность:					
нормальная . . cal./ч.	15 000	30 000	70 000	160 000	240 000
максимальная	30 000	45 000	100 000	200 000	350 000
Расход силы эффективный:					
нормальный . . . л. с.	9,0	11,9	26,0	55,3	110,0
максимальный	12,0	17,8	37,1	68,0	130,0
Кэф-т подачи λ	0,7—0,71	0,7—0,71	0,72—0,73	0,76—0,77	0,73—0,75
» индикаторный . . . η _i	0,65	0,7	0,72	0,74	0,76
» механический . . . η _m	0,86	0,86	0,86	0,86	0,89
Диам. маховика мм	1 200	1 500	2 100	2 700	3 300
Ширина »	150	170	220	280	450
Вес кг	270	370	870	1 292	3 850
Общий вес компрессора . . .	865	1 200	1 700	2 750	5 150

Размеры компрессоров по черт. 7.

Тип	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М
ГМ-8 * . .	280	620	900	400	1 470	480	400	300	485	—	—	—
ГМ-10 . .	320	380	700	650	1 800	650	435	435	1 005	1 640	400	600
ГМ-12 . .	380	320	700	700	2 295	750	500	500	1 200	1 950	500	700
ГМ-11/12 . .	460	190	650	920	2 580	960	675	675	1 600	2 550	550	720

* Компрессоры типа ГМ-8 без выносного подшипника.

Типы конденсаторов. Главные типы — погружные, противоточные из двойных труб и элементные, оросительные и трубчато-кожуховые.

Погружной конденсатор. Змеевики в виде спиралей погружены в цилиндрический бак; подвод паров — сверху, отвод жидкого хладагента — снизу. Вода поступает снизу и, нагреваясь, уходит вверх. Эффективность теплопередачи с 1 м² поверхности — около 1 000 cal./час. Этот тип вытеснен более экономичными типами.

Табл. 9. Углекислотные горизонтальные компрессоры завода Т. Сабро.

№ хол.-маш.	Холодопроизводительность cal./ч.		Количество льда кг/ч.		Расход силы л. с.				Диам. цилиндра мм	Хол. поршня мм	Число обор. в мин.	Диам. вала, и патн. трябонп.	Диам. жиклост. ното трябонп.	Диам. и ширина маховика мм	Вес компрес-сора кг	
	при температуре охлаждающей воды															
	+10°	+15°	+20°	+10°	+15°	+20°	+10°	+15°								+20°
11	11 000	10 000	9 300	85	77	69	5	6	6,5	50	150	140	1/4"	3/8"	800/140	700
12	15 000	13 700	12 600	115	100	93	6	7,2	7,8	50	150	190	3/4"	3/8"	800/140	700
13	20 000	18 000	17 000	155	133	120	8	9,6	10,4	50	150	260	1"	1/2"	800/140	700
14	25 000	22 500	21 000	210	190	160	10	12	13	50	150	320	1"	1/2"	800/140	700
15	30 000	27 500	25 000	250	216	190	12	14,4	15,6	70	180	160	1 1/4"	3/4"	1 100/150	1 050
16	40 000	37 000	34 000	330	290	260	16	19	21	70	180	215	1 1/4"	3/4"	1 100/150	1 050
16a	50 000	46 000	42 500	410	360	325	20	23,8	26	70	180	265	1 1/4"	3/4"	1 100/150	1 050
17	60 000	55 000	51 000	500	440	390	24	29	32	70	180	320	1 1/4"	3/4"	1 100/150	1 050
17a	70 000	64 000	55 500	580	510	445	28	34	37	90	210	200	2"	3/2"	1 800/200	2 400
18	80 000	73 000	68 000	665	590	520	32	39	41	90	210	235	2"	3"	1 800/200	2 400
18a	90 000	82 500	76 500	750	660	580	35	40	44	90	210	255	2"	3"	1 800/200	2 400
19	100 000	92 000	85 000	830	735	650	39	44	49	90	210	280	2"	3"	1 800/200	2 400
20	120 000	110 000	102 000	1 000	880	780	47	53	59	100	300	190	2 1/2"	3"	2 200/260	5 300
21	140 000	128 000	119 000	1 170	1 030	910	54	62	68	100	300	220	2 1/2"	3 1/4"	2 200/260	5 300
22	160 000	146 000	136 000	1 330	1 170	1 040	62	72	79	100	300	260	2 1/2"	3 1/4"	2 200/260	5 300
23	180 000	165 000	153 000	1 500	1 320	1 170	70	80	89	100	300	285	2 1/2"	3 1/4"	2 200/260	5 300

Табл. 10. Противоточные аммиачные конденсаторы.

Нагрузка конденсатора cal./ч.	24 800	29 200	33 600	37 600	48 800	57 200	65 600	74 000
Поверхность охлаждения м ²	6,2	7,3	8,4	9,4	12,2	14,3	16,4	18,5
Число секций в конденсаторе	1	1	1	1	2	2	2	2
Число двойных труб в секции	12	14	16	18	11	13	15	17
Длина конденсатора . м	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Высота (общая)	1325	1540	1760	1975	1940	2155	2370	2585
Вес конденсатора . . . кг	677	814	891	1000	1366	1560	1740	2100
Расход воды . . л/ч.	3 550	4 170	8 800	5 330	7 000	8 200	9 370	10 570

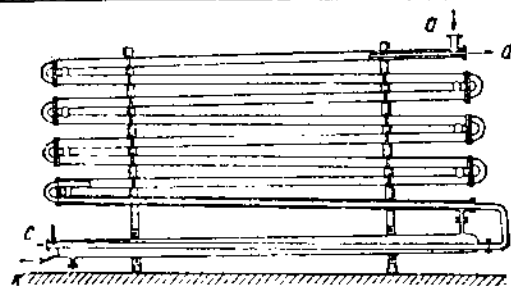
Табл. 11. Оросительные аммиачные конденсаторы
(с верхним подводом паров).

Нагрузка конденсатора cal./ч.	84 000	126 000	168 000	210 000	252 000	294 000	336 000
Поверхность охлаждения . м ²	60	90	120	150	180	210	240
Количество змеевиков . . .	2	3	4	5	6	7	8
Габариты:							
длина м	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
ширина м	2,6	3,2	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2
высота м	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Занимаемая площадь . . м ²	17,2	21,2	25	29	33	37	41
Вес конденсатора . . . кг	3 550	5 150	6 450	7 950	9 250	10 650	12 550

Примечание. Количество циркулирующей воды—280 л на 1 м² поверхности; добавочной воды—20% количества циркулирующей.

Табл. 12. Кожухотрубчатые аммиачные конденсаторы.

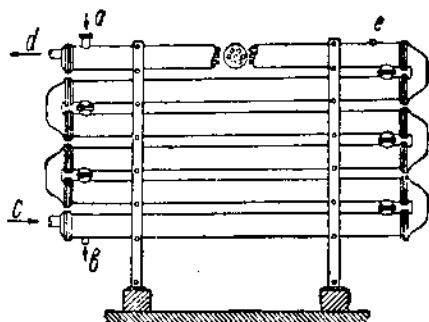
На- грузка конден- сатора cal./ч.	Диам. в мм	Высота в мм	Количество 2-дюйм. труб	Поверхность труб м ²	Прибли- зительный вес в кг	На- грузка конден- сатора cal./ч.	Диам. в мм	Высота в мм	Количество 2-дюйм. труб	Поверхность труб м ²	Прибли- зительный вес в кг
137 200	610	3660	60	35,0	2085	460 000	915	4880	151	117,2	5 750
160 000	610	4270	60	40,7	2345	519 000	915	5490	151	132,0	6 400
183 000	610	4880	60	46,6	2600	493 000	1066	3660	216	126,0	6 070
206 500	610	5490	60	52,5	2860	576 000	1066	4270	216	147,0	6 920
220 000	762	3660	96	56,0	3040	660 000	1066	4880	216	167,5	8 100
256 500	762	4270	96	65,3	3480	743 000	1066	5490	216	188,2	8 560
293 000	762	4880	96	74,6	3925	706 000	1270	3660	308	179,6	8 600
339 000	762	5490	96	83,9	4220	822 500	1270	4270	308	209,0	9 800
346 000	915	3660	151	88,0	4540	941 000	1270	4880	308	239,0	10 980
402 000	915	4270	151	100,2	5150	1 055 000	1270	5490	308	269,0	12 150



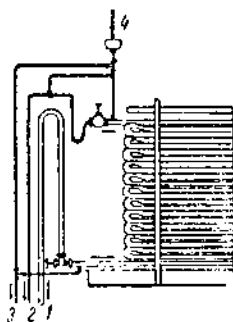
Черт. 8. *a*—вход паров хладагента; *b*—выход жидкого хладагента; *c*—вход охлаждающей воды; *d*—выход охлаждающей воды.

Противоточный конденсатор (черт. 8) из двойных труб имеет два змеевика, заключенных один в другой. Обычно по внутреннему змеевику течет снизу вверх вода, а в пространстве между ним и наружным сверху вниз поступают пары. Трубы—с легким уклоном для стока жидкого хладагента. Под конденсатором—ресивер. Эффективность с 1 м^2 —ок. 3500 cal./час.

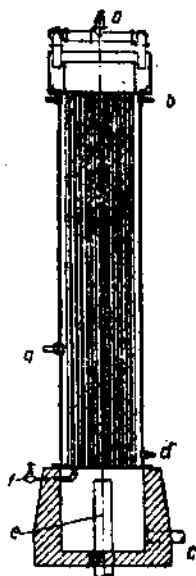
Противоточный элементный конденсатор (черт. 9) для машины большой холодопроизводительности—имеет вместо одной



Черт. 9. *a*—вход паров хладагента; *b*—выход жидкого хладагента; *c*—вход охлаждающей воды; *d*—выход охлаждающей воды; *e*—спуск воздуха.



Черт. 10. 1—вход паров хладагента; 2—выход жидкого хладагента; 3—спуск воздуха



Черт. 11. *g*—вход паров хладагента; *d*—выход жидкого хладагента; *b*—предохранительный клапан; *h*—спуск воздуха; *a*—подача воды; *c*—выход воды; *f*—спуск масла и загрязнений; *e*—перелив.

внутренней трубы несколько (3—7—14). При том же способе действия—большая компактность и меньше параллельных соединений.

Оросительный конденсатор. Змеевики из горизонтальных труб орошаются снаружи водой, стекающей вниз. В зависимости от подвода паров различают: а) верхний подвод, —эффективность с 1 м^2 до $1\,000 \text{ cal./час.}$, и б) нижний подвод—для задержания конденсата трубы с петлеобразными изгибами (черт. 10). Эффективность—до $3\,500 \text{ cal./час.}$ Оросительный конденсатор с вертикальными трубами и нижним подводом паров дает с 1 м^2 до $2\,500 \text{ cal./час.}$

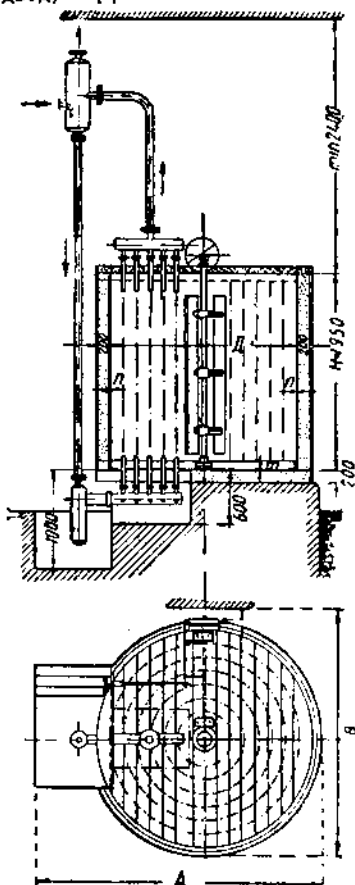
Трубчато-кожуховый конденсатор (черт. 11). Вертикальный цилиндрический кожух, в днища которого развальцованы трубы. Вода стекает пленкой по внутренней поверхности труб, пары вводятся перпендикулярно к трубам на $\frac{1}{2}$ высоты кожуха и сдувают конденсат. С 1 м^2 получается от $3\,500$ до $5\,000 \text{ cal./час.}$ Конденсатор занимает мало места и обычно располагается снаружи машинного отделения.

Типы испарителей. Главные типы: 1) погружные (цилиндрические и «судочные»); 2) испарители интенсивного действия (Линде—с вертикальными короткими трубками, Йорка и Фрика—с изогнутыми V и W-образными трубками); 3) трубчато-кожуховые.

Погружные испарители (черт. 12)—имеют баки цилиндрической или прямоугольной формы с размещенными в них змеевиками. Хладагент поступает в змеевики снизу и, испаряясь в них, отсасывается через верхний сборник, охлаждая находящийся в баке рассол. Для большей интенсивности холодоотдачи устраивается мешалка для рассола. Охлажденный рассол забирается насосом снизу бака, а отепленный возвращается вверх его. Эффективность с 1 м^2 поверхности— $1\,000 \text{ cal./час.}$ —недостаточна, и этот тип заменен другими.

Испарители интенсивного действия—отличаются высокой эффективностью,—до $2\,500 \text{ cal./час.}$ —вследствие быстрого отвода образующихся паров из коротких систем вертикальных или наклонных труб, затопленных жидким хладагентом, смывающим препятствующие испарению пузырьки пара, и усиленного перемешивания рассола мощной мешалкой.

Испаритель Линде. Два горизонтальных коллектора, соединенных вертикальными, несколько изогнутыми по концам трубками. У верхнего коллектора—отделитель жидкости с трубой к нижнему коллектору. Подвод жидкого аммиака сверху (черт. 13) через вертикальную трубу к нижнему коллектору.

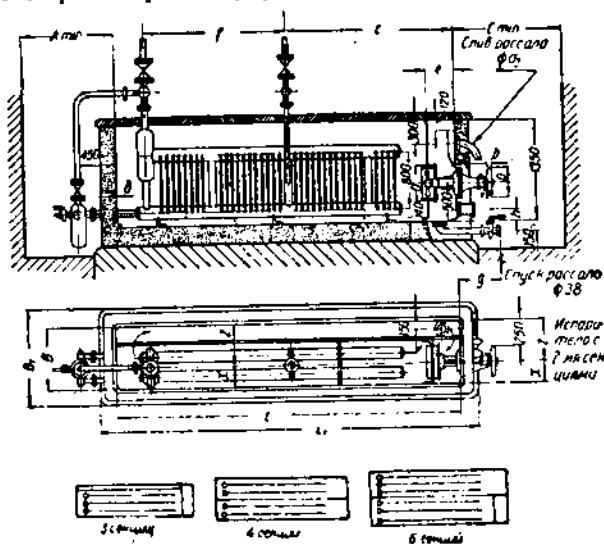


Черт. 12.

Табл. 13. Аммиачные испарители Линде.

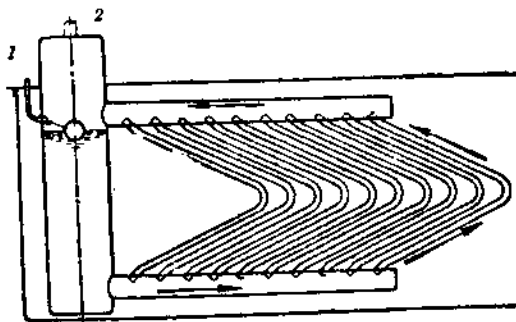
Общая холодопроизводительность кал/ч.	Тип	Поверхность охлаждения			Размер бака			Испарительные трубки			Диам. мешалки D мм	Длина секции мм	Шкив мешалки			Общий вес кг
		общая м²	одной секции м²	число секций	длина мм	ширина мм	высота мм	длина мм	число	диам. мм			диам. мм	ширина мм	число об./мин.	
15 000	I	6	3	2	2 250	790	1 350	850 720	30 30	34/42	250	1 060	250	50	400	—
20 000	I	8	4	2	2 500	790	1 350	850 720	40 40	34/42	250	1 285	250	50	400	—
30 000	I	12	6	2	3 050	790	1 350	850 720	60 60	34/42	250	1 870	250	50	400	—
45 000	I	18	9	2	3 900	790	1 350	850 720	90 90	34/42	250	2 695	250	50	400	2 025
50 000	I	20	10	2	4 100	790	1 350	850 720	100 100	34/42	250	2 920	250	50	400	—
60 000	I	24	12	2	4 550	790	1 350	850 720	120 120	34/42	250	3 380	250	50	400	2 285
70 000	I	28	14	2	5 000	790	1 350	850 720	140 140	34/42	250	3 830	250	50	400	—
67 500	I	27	9	3	3 900	1 080	1 350	850 720	135 135	34/42	250	2 695	250	50	400	—
75 000	I	30	10	3	4 100	1 080	1 350	850 720	150 150	34/42	400	2 920	400	80	220	2 786
90 000	II	36	12	3	4 550	1 080	1 350	850 720	180 180	34/42	400	3 380	400	80	220	—
90 000	II	36	9	4	3 900	1 180	1 350	850 720	180 180	34/42	400	2 695	400	80	220	—
105 000	II	42	14	3	5 000	1 080	1 350	850 720	210 210	34/42	400	3 830	400	80	220	—
100 000	II	40	10	4	4 100	1 180	1 350	850 720	200 200	34/42	400	2 920	400	80	220	3 200
120 000	II	48	12	4	4 550	1 180	1 350	850 720	240 240	34/42	400	3 380	400	80	220	3 722
112 500	II	45	9	5	3 900	1 470	1 350	850 720	225 225	34/42	400	2 695	400	80	220	—
125 000	II	50	10	5	4 100	1 470	1 350	850 720	250 250	34/42	400	2 920	400	80	220	—
140 000	II	56	14	4	5 000	1 180	1 350	850 720	280 280	34/42	400	3 380	400	80	220	—
135 000	II	54	9	6	3 900	1 760	1 350	850 720	270 270	34/42	500	2 695	400	80	220	—
150 000	II	60	12	5	4 550	1 470	1 350	850 720	300 300	34/42	500	3 380	400	80	220	4 650
150 000	II	60	10	6	4 100	1 760	1 350	850 720	300 300	34/42	500	2 920	400	80	220	4 650
175 000	II	70	14	5	5 000	1 470	1 350	850 720	350 350	34/42	500	3 830	400	80	220	—
180 000	II	72	12	6	4 550	1 760	1 350	850 720	360 360	34/42	500	3 380	400	80	220	5 020
210 000	II	84	14	6	5 000	1 760	1 350	850 720	420 420	34/42	500	3 830	400	80	220	5 885

Испаритель Йорка. Два горизонтальных коллектора, испарительные трубки более длинные, изогнуты в виде буквы V, чтобы уменьшить количество сварочной работы (черт. 14).



Черт. 13.

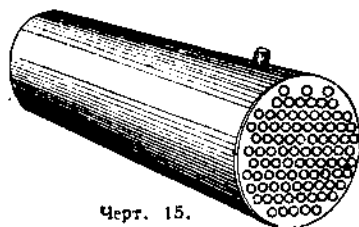
Трубно-кожуховые испарители. Горизонтальный цилиндр, в днища к-рого развальцованы трубы. Эти днища закрыты крышками с перегород-



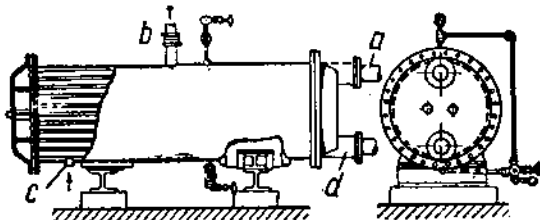
Черт. 14. 1—подвод жидкого хладагента; 2—отвод паров хладагента.

ками. Рассол циркулирует в трубках, последовательно переходя от одной части к другой (многоходовые), или входит сразу во все трубки (одноходовые, применяются для ледогенераторов). Аммиак входит снизу цилиндра, испаряясь во внутренней полости, и уходит вверх (черт. 15 и 16). Эффективность—с 1 м² ок. 2 250 cal./час.

Отделители жидкости для сухого хода. Посредством этого прибора из влажных паров задерживаются—отделяются—частицы жидкости, и компрессор отсасывает уже сухие пары. Выгода сухого хода компрессора заключается в том, что во вредном пространстве цилиндра устраняется испарение частиц жидкости, наблюдаемое при влажном, «мокром», ходе компрессора. Т. о., отделение жидкости из засасываемых паров благоприятно влияет на линию обратного расширения и объем всасывания будет больше, что увеличит и холодопроизводительность. Кроме того, несмотря на высокую темп-ру (70—90°С.), вызванную перегревом паров при сжатии, ослабляются явления теплообмена между стенками цилиндра и парами, т. к. перегретый пар обладает меньшей теплопроводностью, чем смесь пара и жидкости. Задержанные этим отделителем части-



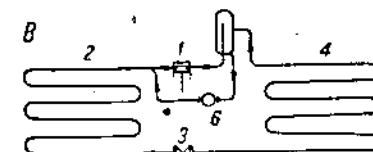
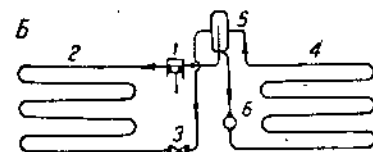
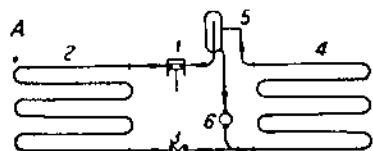
Черт. 15.



Черт. 16. *a*—выход рассола; *b*—отвод паров хладагента; *c*—подвод жидкого хладагента; *d*—вход рассола.

цы жидкости отводятся тем или иным путем к испарителю и используются там для производства холода. Конструкция такого отделителя жидкости

основана на резком изменении направления движения влажных паров и на падении скорости их, вследствие чего увлеченные из испарителя частицы жидкости выпадают и собираются в нижней части вертикального цилиндрического сосуда.



Черт. 17. 1—компрессор; 2—конденсатор; 3—регулирующий вентиль; 4—испаритель; 5—отделитель жидкости; 6—насос для жидкого хладагента.

Принципиальные схемы (черт. 17) включения отделителя жидкости в систему холодильной машины след.:

А. Отделенная жидкость подводится обратно в испаритель благодаря своему весу, если отделитель расположен достаточно высоко и напор больше, чем вес смеси и гидравлические сопротивления в испарителе. В противном случае жидкость подается по средству таких принудительных устройств, как инжектор или насос.

Б. В виду того, что в жидком хладагенте, поступающем из конденсатора, содержится некое количество паров, является целесообразным, по предложению Шмица, направить его предварительно через отделитель жидкости вместе с парами, засасываемыми из испарителя. Из отделителя жидкости

хладагент, освобожденный от паров и содержащий только одну жидкость, подводится к испарителю, а компрессор засасывает уже сухие пары.

В. Жидкий хладагент из отделителя с помощью насоса направляется в конденсатор, что увлажняет пары, поступающие от компрессора, и улучшает теплоотдачу в конденсаторе.

Табл. 14. Аммиачные трубчато-кожуховые испарители одноходовые.

Общая хладопроизводительность cal./ч.	Поверхность охлаждения м ²	Основные размеры кожуха			Испарительные трубы			Общий вес кг
		длина мм	диам. мм	толщина мм	количество	длина мм	диам. мм	
25 600	14,6	1 525	610	8	60	1 525	50	975
30 800	17,5	1 830	610	8	60	1 830	50	1 110
36 000	20,5	2 135	610	8	60	2 135	50	1 210
41 000	23,4	2 440	610	8	60	2 440	50	1 370
46 000	26,2	2 745	610	8	60	2 745	50	1 460
51 000	29,0	3 050	610	8	60	3 050	50	1 590
64 500	36,6	1 525	914	9,5	151	1 525	50	1 790
77 500	44,0	1 830	914	9,5	151	1 830	50	2 120
92 500	52,5	2 135	914	9,5	151	2 135	50	2 400
104 000	59,0	2 440	914	9,5	151	2 440	50	2 680
108 000	61,3	2 745	914	9,5	151	2 745	50	2 940
137 500	78,2	3 050	914	9,5	151	3 050	50	3 220
151 000	86,0	3 660	914	9,5	151	3 660	50	3 740
178 500	101,2	4 270	914	9,5	151	4 270	50	4 320
88 000	50,2	1 525	1 067	12,5	212	1 525	50	2 500
107 000	61,0	1 830	1 067	12,5	212	1 830	50	2 840
126 000	71,5	2 135	1 067	12,5	212	2 135	50	3 180
144 000	82,0	2 440	1 067	12,5	212	2 440	50	3 400
162 000	92,0	2 745	1 067	12,5	212	2 745	50	3 950
180 000	102,2	3 050	1 067	12,5	212	3 050	50	4 300
197 000	112,2	3 660	1 067	12,5	212	3 660	50	5 030
250 000	142,0	4 270	1 067	12,5	212	4 270	50	5 850

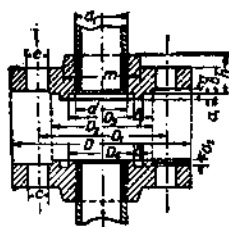
Табл. 15. Нормальные размеры и вес труб для аммиачных холодильных машин.

Условный проход мм	Наружный диам. мм	Толщина мм	Вес кг/м	Условный проход мм	Наружный диам. мм	Толщина мм	Вес кг/м
6	10	2,5	0,46	50	57	2,75	3,68
10	16,75	3	1,02		(60)	4,5	6,16
13	18	2	0,79	65	76	3	5,4
	21,25	3,25	1,44		89	3,25	6,87
19	25	2	1,13	90	102	3,75	9,09
	26,75	3,5	2,10		108	3,75	9,64
25	32	2,5	1,70	125	133	4	12,73
	33,5	4	2,91		159	4,5	17,15
32	38	2,5	2,19	175	191	5,5	25,16
	(42,25)	4	3,77		216	6,5	33,58
38	44,5	2,5	3,59	250	273	7,5	49,11
	(48,25)	4,25	4,61				

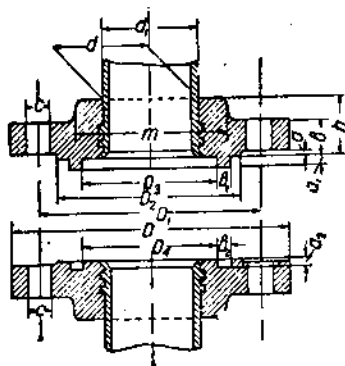
Таб. 16. Аммиачные трубчато-кожуховые испарители многоходовые.

Общая холодопроизводительность <i>cal./ч.</i>	Поверхность охлаждения M^2	Испарительные трубы			Необходимые габариты при установке		Основные размеры испарителей				Количество ходов	Общий вес KZ
		количество	длина M	диам. M	длина M	ширина M	длина кожуха M	диам. кожуха M	толщина кожуха M	толщина днища M		
45 600	20,37	35	3660	50	5700	1100	3660	508	6,4	35	6	1780
53 200	23,70	35	4270	50	6300	1100	4270	508	6,4	35	6	1875
61 000	27,10	35	4880	50	6900	1100	4880	508	6,4	35	6	2150
68 500	30,50	35	5490	50	7500	1100	5490	508	6,4	35	6	2180
69 500	30,90	53	3660	50	5700	1200	3660	609	8,0	35	8	2460
80 500	35,90	53	4270	50	6300	1200	4270	609	8,0	35	8	2680
92 500	41,20	53	4880	50	6900	1200	4880	609	8,0	35	8	2860
104 000	46,30	53	5490	50	7500	1200	5490	609	8,0	35	8	3140
105 000	46,70	80	3660	50	5700	1350	3660	762	8,0	35	8	3145
121 500	54,30	80	4270	50	6300	1350	4270	762	8,0	35	8	3540
140 000	62,00	80	4880	50	6900	1350	4880	762	8,0	35	8	3590
157 000	69,80	80	5490	50	7500	1350	5490	762	8,0	35	8	4320
178 000	79,40	136	3660	50	5700	1500	3660	915	9,5	35	8	4730
208 000	92,30	136	4270	50	6300	1500	4270	915	9,5	35	8	5250
237 000	105,20	136	4880	50	6900	1500	4880	915	9,5	35	8	5695
240 000	107,00	184	3660	50	5700	1650	3660	1066	9,5	35	10	6250
268 500	118,80	136	5490	50	7500	1500	5490	915	9,5	35	8	6500
280 000	125,00	184	4270	50	6300	1650	4270	1066	9,5	35	10	6750
325 000	143,00	184	4880	50	6900	1650	4880	1066	9,5	35	10	7430
355 000	157,60	270	3660	50	5700	1850	3660	1270	12,7	35	12	9050
365 000	160,50	184	5490	50	7500	1650	5490	1066	9,5	35	10	8150
400 000	178,00	184	6100	50	8100	1650	6100	1066	9,5	35	10	8750
415 000	183,20	270	4270	50	6300	1850	4270	1270	12,7	35	12	10300
475 000	210,70	270	4880	50	6900	1850	4880	1270	12,7	35	12	11200
530 000	235,70	270	5490	50	7500	1850	5490	1270	12,7	35	12	12220
590 000	261,00	270	6100	50	8100	1850	6100	1270	12,7	35	12	13100

Многоступенчатое сжатие. При высокой темп-ре конденсации и низких темп-рах испарения, когда отношение соответствующих давлений $\frac{P}{P_0} > 6$ для горизонтальных компрессоров и $\frac{P}{P_0} > 8$ для вертикальных прямоточных, применяется многоступенчатое сжатие, т. к. при больших перепадах



Черт. 18.



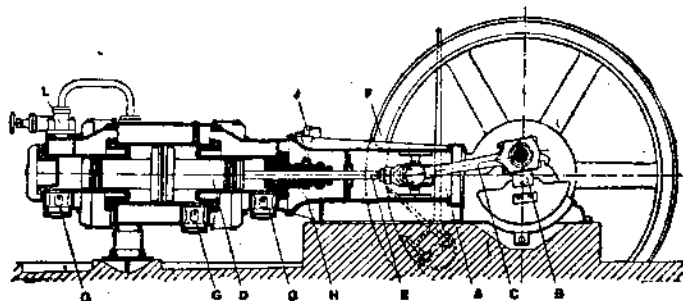
Черт. 19.

давлений и наличии вредного пространства компрессор вообще мог бы перестать засасывать пары хладагента.

Табл. 17. Фланцевые соединения для аммиачных труб.

Условный проход	Труба		Фланец под резьбу по черт. 18															Болты	
	наружн. диам. d	трубная резьба d	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	m	b	b ₁	b ₂	h	a	a ₁	a ₂	c	количе- ство	диам.	
10	16,75	3/8"	90	60	40	24	23	30	16	5	6	22	2	3,5	3,5	15	4	1/2"	
13	21,25	1/2"	95	65	45	29	28	35	16	5	6	22	2	3,5	3,5	15	4	1/2"	
19	26,75	3/4"	105	75	55	36	35	45	18	7	8	26	2	4	4	15	4	1/2"	
25	33,50	1"	115	85	65	43	42	52	18	7	8	28	2	4	4	15	4	1/2"	
(32)	42,25	1 1/4"	140	100	78	51	50	60	18	7	8	30	2	4	4	18	4	5/8"	
(38)	48,25	1 1/2"	150	110	88	61	60	70	18	7	8	32	3	4	4	18	4	5/8"	
(50)	60,00	2"	165	125	102	73	72	85	20	7	8	34	3	4	4	18	4	5/8"	

Условный проход	Наружн. диам. труб d	Фланец под развальцовку по черт. 19															Болты	
		D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	m	d	b	b ₁	b ₂	h	a	a ₁	a ₂	c	количе- ство	диам.
13	18	95	65	45	29	28	35	18,5	16	6	6	22	2	3,5	3,5	15	4	1/2"
19	25	105	75	55	36	35	45	25,5	18	7	8	26	2	4	4	15	4	1/2"
25	32	115	85	65	43	42	52	32,5	18	7	8	28	2	4	4	15	4	1/2"
32	38	140	100	78	51	50	60	38,5	18	7	8	30	2	4	4	18	4	5/8"
38	44,5	150	110	88	61	60	70	45	18	7	8	32	3	4	4	18	4	5/8"
50	57	165	125	102	73	72	85	57,5	20	7	8	34	3	4	4	18	4	5/8"
65	76	185	145	122	95	94	105	76,5	22	7	8	38	3	4	4	18	8	5/8"
78	89	200	160	138	106	105	118	89,5	24	7	8	40	3	4	4	18	8	5/8"
90	102	225	180	152	117	116	135	102,5	24	7	8	42	3	4	4	22	8	3/4"
100	108	235	190	162	129	128	145	108,5	24	10	11	44	3	4,5	4,5	22	8	3/4"
125	133	270	220	188	155	154	170	133,5	26	10	11	48	3	4,5	4,5	25	8	7/8"
150	159	300	250	218	183	182	200	159,5	28	10	11	52	3	4,5	4,5	25	8	7/8"
175	191	330	280	248	213	212	232	191,5	28	10	11	52	3	4,5	4,5	25	12	7/8"
200	216	360	310	278	239	238	260	217	30	10	11	54	3	4,5	4,5	25	12	7/8"
250	273	425	370	335	292	291	315	274	32	10	11	56	4	5	5	28	12	1"



Черт. 20. А—рама; В—вал с кривошипом; С—шатун; D—ступенчатый поршень; E—поршневой шток; F—маховик; G—клапаны; H—сальник; J—смазка сальника; K—предохранительный клапан; L—перепускной вентиль.

Выполнение многоступенчатого сжатия осуществляется на практике след. способами:

1) Специальная конструкция компрессора с одним цилиндром и ступенчатым поршнем или тандем-компрессор (черт. 20).

2) Сдвоенный компрессор, работающий от общего вала, при чем цилиндры при общем ходе поршня отличаются только диаметрами.

3) Применение обычных компрессоров, работающих отдельно, но соединенных между собой соответствующими трубопроводами при правильно рассчитанных объемах, описываемых поршнем, т. е. соответствующем подборе числа оборотов.

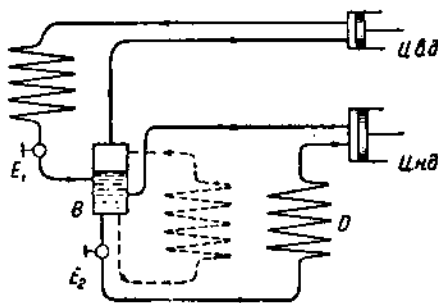
Схема с двухступенчатым регулированием (черт. 21) отличается тем, что жидкий аммиак регулируется сначала вентилем E_1 до промежуточного давления и поступает затем в сосуд B , в к-ром образовавшиеся при регулировании пары отделяются от жидкости и отсасываются в ц. в. д., между тем как большая часть жидкого аммиака, скопляющаяся внизу промежуточного сосуда, через регулирующий вентиль E_2 поступает на испарение в испаритель низкого давления D , а не большая часть испаряется вследствие подвода к ней перегретых паров из ц. н. д.

Схема с двухступенчатым испарением—употребительна в случае необходимости иметь различные темп-ры испарения, напр., для предварительного охлаждения мяса и быстрого замораживания его при очень низких темп-рах. Отличие ее состоит в добавлении испарителя высокого давления, куда жидкий аммиак поступает самотеком из промежуточного сосуда, что возможно при наличии достаточного напора жидкости. Пары из этого испарителя поступают затем через верхнюю часть промежуточного сосуда в ц. в. д.

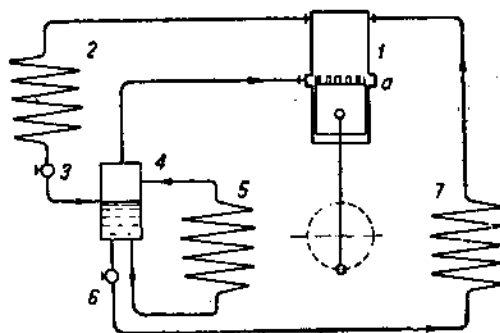
Кроме этих схем возможны различные видоизменения их, напр., переохлаждение аммиака за счет испарения части его из промежуточного сосуда.

Холодильный процесс Ворхиса осуществляет двухступенчатый цикл в одном только «компрессоре многократного эффекта».

После прохода первого регулирующего вентиля 3 хладагент поступает в промежуточный сосуд 4, из к-рого образующиеся в результате торможения пары переходят обратно в цилиндр компрессора через особые щели-прорезы a , открываемые поршнем в конце своего хода (черт. 22).



Черт. 21.



Черт. 22. 1—компрессор «Мюльтипл-эффект» (a —щели-прорезы); 2—конденсатор; 3—регулирующий вентиль; 4—промежуточный сосуд; 5—испаритель высокого давления; 6—регулирующий вентиль; 7—испаритель низкого давления.

Табл. 18. Аммиачные компрессоры двухступенчатого сжатия.

Условия работы	Темп-ра испарения —27,5°; темп-ра конденсации +37,5°; темп-ра переохлаждения +32,5°									
Тип компрессора	простого действия					двойного действия				
Диам. ц. н. д. мм	300		370		420		510		620	
» ц. в. д. »	200		240		280		280		340	
Ход поршня »	250		320		400		400		500	
Диам. штоков »	50		60		70		70		85	
» махов. »	1800		2250		2500		2500		3000	
Ширина »	260		300		400		400		500	
Вес » кг	425		900		1500		1500		2500	
Общий вес . . »	2650		4250		7600		8200		12400	
Трубопроводы:										
для ц. н. д. мм	100		125		150		150		200	
» ц. в. д. »	70		80		100		100		125	
Число оборотов в мин.	250	300	205	250	185	215	165	125	150	187
Объемы, описываем. поршнем:										
ц. н. д. м ³ /ч.	205	318	422	515	615	714	1130	1470	1900	2362
ц. в. д. »	110	132	167	204	256	298	471	615	790	985
Рабочая холодопроизводительность, cal./ч.	60000	72000	95000	116000	140000	160000	260000	340000	440000	550000
Расход силы л. с.	50	60	78	95	112	128	208	272	350	437
Коеф-т подачи:										
ц. н. д.	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69
ц. в. д.	0,66	0,66	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Механическ. кпд	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	0,82	0,82	0,83	0,83

Условия работы	Темп-ра испарения —50°; темп-ра конденсации +25°; темп-ра переохлаждения +20°									
Тип компрессора	простого действия					двойного действия				
Диам. ц. н. д. мм	370		440		520		600		720	
» ц. в. д. »	200		240		280		280		340	
Ход поршня »	250		320		400		400		500	
Диам. штоков »	50		60		70		70		85	
» махов. »	1800		2250		2500		2500		3000	
Ширина »	260		300		400		400		500	
Вес » кг	425		900		1500		1500		2500	
Общий вес . . »	2800		4500		7900		8600		13000	
Трубопроводы:										
для ц. н. д. мм	125		150		200		200		250	
» ц. в. д. »	70		80		100		100		125	
Число оборотов в мин.	250	300	200	250	175	215	160	215	155	187
Объемы, описываем. поршнем:										
ц. н. д. м ³ /ч.	402	483	584	730	893	1095	700	2280	2940	3550
ц. в. д. »	110	1325	163	204	242	298	458	615	816	985
Рабочая холодопроизводительность, cal./ч.	25000	30000	37000	46000	57000	70000	110000	148000	190000	230000
Расход силы л. с.	29	35	42	52	64	78,5	124	167	211	255
Коеф-т подачи:										
ц. н. д.	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57
ц. в. д.	0,57	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,60	0,60	0,60	0,60
Механическ. кпд	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	0,82	0,82	0,83	0,83

Расчеты холодильной машины. Эти расчеты производятся на основании calorических расчетов (см. стр. 234), определяющих потребное количество холода в сутки, и по принятой продолжительности работы машины (16—20 час./сутки), что дает холодопроизводительность ее Q_0 в рабочих cal./час.

Предварительно изображается в p/i или T/s диаграммах рабочий процесс при заданных условиях темп-р и определяются основные теоретические величины q_0 , q , Al .

Расчеты компрессора сводятся к определению: 1) веса циркулирующего хладагента; 2) часовому объему всасываемых паров; 3) размерам цилиндра компрессора, — диам. D и ход поршня S при заданном числе оборотов n , 4) расходу индикаторной и эффективной работы. При этом для перехода от теоретической холодильной машины к действительной необходимо учесть след. коэф-ты:

Коэф-т подачи λ — характеризует работу компрессора и представляет отношение действительно полученной холодопроизводительности Q_0 к той холодопроизводительности, которую теоретически должна была бы дать холодильная машина при всасывании компрессором сухих насыщенных паров, т. е. $\lambda = \frac{Q_0}{Q_{0 \text{ теор.}}}$.

Индикаторный коэф-т η_i — отношение работы, теоретически необходимой для получения Q_0 , к работе, действительно затраченной.

В зависимости от отношения давлений конденсации p и испарения p_0 проф. Планк дает значения:

$\frac{p}{p_0} =$	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda =$	70—85	68—78	60—70	55—65	50—60	45—55	40—50	40—45%
$\eta_i =$	80—88	74—82	70—78	67—73	63—70	60—66	58—62	55—60%

При этом нижний предел относится к тихоходным компрессорам малых размеров, с большим вредным пространством, а верхний предел — к быстроходным компрессорам крупных размеров, с небольшим вредным пространством.

Для перехода от заданных рабочих темп-р к нормальным ($t_0 = -10^\circ$, $t = +25^\circ$, $t_u = +15^\circ$) или к др. условиям работы следует величину холодопроизводительности умножить на отношение величин теоретической холодопроизводительности при соответствующих темп-рах с учетом изменения коэф-та подачи.

1. Вес циркулирующего хладагента:

$$G = \frac{Q_0}{q_0 \lambda} \text{ (кг/ч.)}$$

2. Объем паров, всасываемых компрессором:

$$V = G \cdot v''_0 \text{ (м}^3\text{/ч.)}$$

(v''_0 — уд. объем паров при тем-ре всасывания t_0).

3. Размеры цилиндра D и S — из соотношений: для компрессора двойного действия:

$$\frac{\pi}{4} (2D^2 - d^2) S n 60 = 1413 \cdot c_m (2D^2 - d^2) = V; \quad \frac{S}{D} = 1,2 \div 1,6;$$

$$c_m = \frac{2Sn}{60} = 1,2 \div 3,0 \text{ м/сек.} \text{ — средняя скорость поршня;}$$

Табл. 19. Теоретическая холодопроизводительность в cal. на 1 м^3 паров аммиака.

Т-ра испарения $^{\circ}\text{C}$	Темп-ра перед регулирующим вентилем в $^{\circ}\text{C}$										
	+10	+12,5	+15	+17,5	+20	+22,5	+25	+27,5	+30	+32,5	+35
-50	104,3	103,3	102,2	101,1	100,0	98,9	97,8	96,7	95,6	94,5	93,4
-47,5	119,9	118,7	117,5	116,2	115,0	113,8	112,5	111,2	110,0	108,8	107,4
-45	137,4	136,0	134,6	133,2	131,8	130,4	128,9	127,5	126,1	124,7	123,1
-42,5	156,9	155,3	153,7	152,2	150,5	148,9	147,3	145,7	144,0	142,4	140,7
-40	178,7	176,9	175,1	173,3	171,4	169,6	167,7	165,9	164,0	162,2	160,3
-37,5	202,9	200,9	198,8	196,7	194,6	192,6	190,4	188,3	186,2	184,2	182,0
-35	229,6	227,3	224,9	222,6	220,3	218,0	215,6	213,2	210,8	208,5	206,1
-32,5	259,1	256,5	253,9	251,3	248,6	246,1	243,4	240,7	238,0	235,3	232,7
-30	291,6	288,7	285,8	282,9	279,9	277,0	274,0	271,0	268,0	265,0	262,0
-27,5	327,3	324,0	320,8	317,6	314,2	311,0	307,6	304,3	300,9	297,6	294,2
-25	366,4	362,8	359,2	355,6	351,9	348,2	344,4	340,7	336,9	333,3	329,4
-22,5	409,2	405,2	401,2	397,2	393,0	388,9	384,7	380,6	376,4	372,3	368,0
-20	456,0	451,5	447,0	442,5	437,9	433,4	428,8	424,2	419,5	414,9	410,2
-17,5	506,9	501,9	496,9	492,0	486,9	481,9	476,8	471,7	466,5	461,4	456,2
-15	562,3	556,7	551,2	545,8	540,1	534,6	528,9	523,3	517,6	511,9	506,2
-12,5	622,3	616,2	610,1	604,1	597,8	591,7	585,5	579,3	573,0	566,7	560,4
-10	687,2	680,5	673,8	667,1	660,3	653,5	646,7	639,9	633,0	626,0	619,0
-7,5	757,4	750,0	742,6	735,3	727,8	720,4	712,8	705,4	697,8	690,2	682,5
-5	833,1	825,0	816,9	808,9	800,7	792,4	784,2	776,0	767,7	759,4	751,0
-2,5	914,7	905,8	896,9	888,1	879,1	870,1	861,1	852,1	843,0	833,9	824,7
0	1002,5	992,8	983,1	973,3	963,5	953,7	943,9	934,0	924,1	914,1	904,0
+2,5	1096,9	1086,3	1075,7	1065,0	1054,3	1043,6	1032,8	1022,0	1011,2	1000,3	989,3
+5	1198,1	1186,6	1175,0	1163,4	1151,7	1140,0	1128,3	1116,5	1104,7	1092,8	1080,8
+7,5	1306,6	1294,1	1281,5	1269,0	1256,2	1243,5	1230,7	1217,8	1205,0	1192,0	1179,0
+10	1422,9	1409,3	1395,6	1381,9	1368,1	1354,3	1340,4	1326,4	1312,4	1298,3	1284,2

$d \approx 0,2D$ — диам. поршневого штока;
для компрессора простого действия:

$$\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \text{Sn } 60 = 1413 \cdot D^2 c_m = V; \quad \frac{S}{D} = 1 \div 1,4.$$

Число оборотов для быстроходных компрессоров в зависимости от хода поршня S обычно составляет:

$S =$	100	200	300	400	500	600 мм
$n =$	425	300	250	220	190	170 в мин.

4. Расход индикаторной работы компрессоров: $N_i = \frac{G \cdot Al}{632}$, где Al — работа сжатия на 1 кг — получается из p/v диаграммы или вычисляется по Фле:

$$Al = A \frac{k}{k-1} p_0 v_0'' \left[\left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right],$$

где k — показатель адиабаты; для аммиака $k = 1,3$ для сернистой к-ты $k = 1,25$, а для углекислоты в виду близости критической точки следует пользоваться p/v диаграммой; p и p_0 — давления в конце и в начале сжатия, v_0'' — уд. объем засасываемых паров хладагента.

Кроме того для компрессора двойного действия:

$$N_i = \frac{(2F - f) S \cdot n \cdot p_m}{60 \cdot 75}$$

где F и f —площади поршня и штока в см^2 , p_m —средняя разность давлений нагнетания p и всасывания p_0 (по индикаторной диаграмме).

5. Расход эффективной работы компрессора:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m},$$

где $\eta_m = 0,7 \div 0,9$ —механический кпд.

6. Холодопроизводительность на 1 НР:

$$K = \frac{Q_0}{N_i} = \eta_i K_{теор}.$$

Расчет конденсатора ведется по нагрузке его $Q = Q_0 + 632N_i$, при чем требуемая поверхность его $F = \frac{Q}{k\Delta t}$, где $k\Delta t$ —эффективность с 1 м^2 —указана при характеристике соответствующих типов.

Расход воды в л/час для конденсаторов погружного и противоточного типов:

$$W = \frac{Q}{t_2 - t_1},$$

где $t_2 - t_1$ —разность темп-р отходящей и поступающей воды. Для оросительного конденсатора расход воды приблизительно в 3 раза меньше, при чем количество циркулирующей воды составляет ок. 300 л/час на 1 м^2 поверхности, а количество добавляемой воды—ок. 20% количества циркулирующей.

Расчет испарителя сводится к определению поверхности:

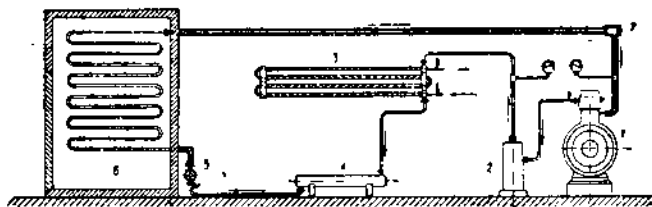
$$F = \frac{Q_0}{k\Delta t},$$

где $k\Delta t$ —эффективность с 1 м^2 —указана при характеристике соответствующих типов.

§ 2. Канализация холода.

Способы передачи холода. 1) Внутреннее охлаждение—непосредственное испарение хладагента и рассольное охлаждение. 2) Внешнее охлаждение—воздушное посредством воздухоохладителей. 3) Комбинированное охлаждение: а) непосредственное испарение и воздушное охлаждение; б) рассольное и воздушное охлаждение; в) непосредственное испарение и рассольное охлаждение; г) непосредственное испарение, рассольное и воздушное охлаждение.

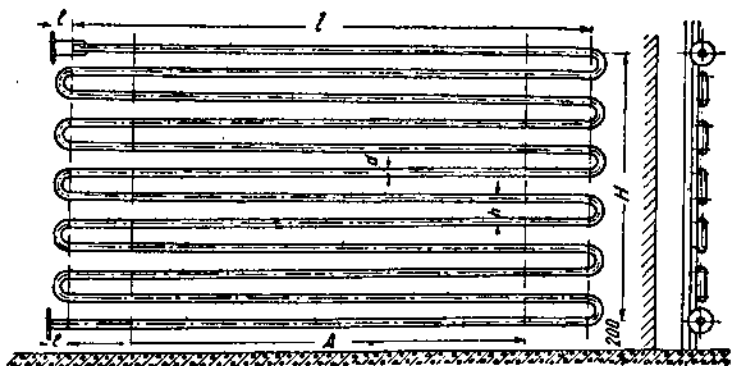
Охлаждение непосредственным испарением. При этой системе охлаждения испарительные змеевики помещаются внутри камер, под потолком их или у



Черт. 23. 1—компрессор; 2—маслоотделитель; 3—конденсатор; 4—ресивер; 5—регулирующий вентиль; 6—испарительные змеевики; 7—грязевик.

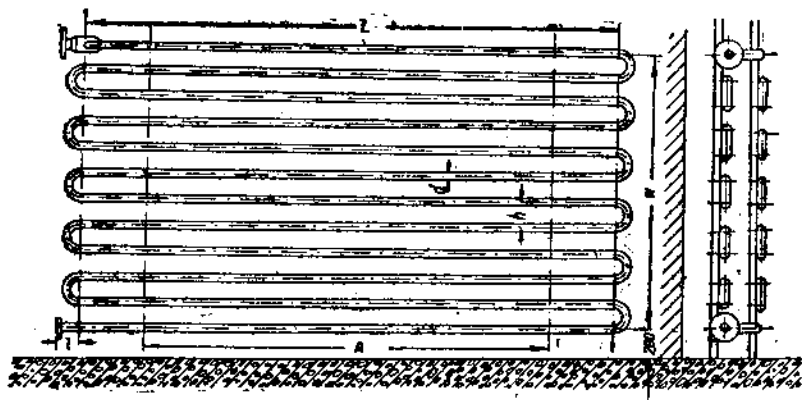
стен. Необходимое для своего испарения тепло хладагент заимствует непосредственно из окружающей среды и после этого снова отсасывается компрессором. (черт. 23). Достоинства этой системы: простота пе-

редачи холода—без промежуточных посредников; энергичное охлаждающее действие при возможности работы с более повышенной темп-рой испарения; экономичность производства холода в отношении расхода силы. Недостатки: возможность порчи сохраняемых продуктов из-за утечки хладагента через



Черт. 24.

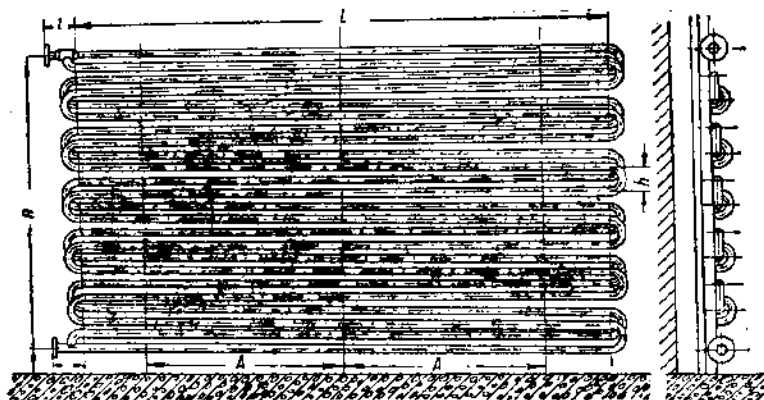
неплотности в испарительных змеевиках; затруднительность регулирования и обслуживания при наличии многих регулирующих вентилей; возможные колебания темп-ры в камерах при недостаточной продолжительности работы холодильной машины.



Черт. 25.

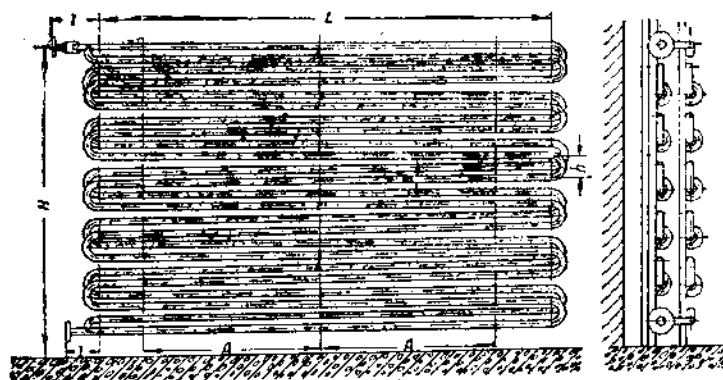
• Батареи непосредственного испарения в камерах выполняются в виде змеевиков из цельнотянутых, без шва, труб диам. 34/42 мм или 52/60 мм, общей длиной от 50 до 12 м. Расстояние между осями труб составляет для диам. сеч. 34/42 мм 160 мм и для диам. 52/60 мм—220 мм. Батареи располагаются под потолком камер и у стен; расстояние

между трубами и потолком—ок. 200 мм и для стенных батарей—ок. 150 мм. Змеевики имеют обычно четное число труб, чтобы подвод и отвод хладагента были с одной стороны. Подвод жидкого хладагента производится при этом снизу, а отвод—сверху.



Черт. 25.

Для морозилок кроме того—стеллажи, змеевики к-рых образуют полки с расстоянием между ними ок. 400 мм, для размещения замороженных продуктов.



Черт. 27.

Расчет охлаждающей поверхности испарительных змеевиков—по ф-ле:

$$F = \frac{Q_0}{k \Delta t},$$

где Q_0 —требуемая холодоотдача в cal./час , k —коэф-т холодоотдачи—ок. 10—15 $\text{cal./}^1\text{ м}^2 \times ^\circ\text{С} \times \text{час.}$, Δt —разность темп-р между воздухом камер и испаряющимся хладагентом,—ок. 5—10° С.

Табл. 20. Батареи непосредственного испарения.

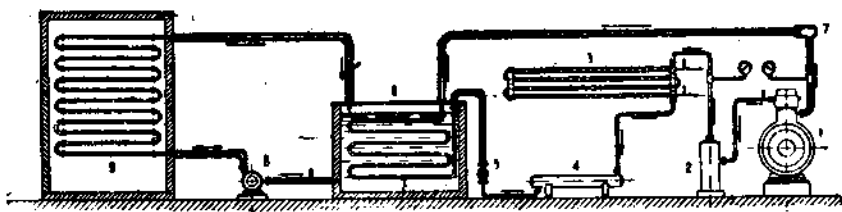
№	Поверхность охлаждения дм ²	Р а з м е р ы в м м							Число витков	Стойки		Тип батареи
		d	L	l	H	h	b	A		число	профиль	
1	6,45	34/42	2 800	130	2 400	160	—	1 200	8	3	$\frac{65 \times 65}{10}$	Тип А—по фиг. 24
2	6,40	34/42	3 800	130	1 760	160	—	1 500	6	3	$\frac{50 \times 50}{7}$	
4	6,30	34/42	4 500	130	1 440	160	—	2 000	5	3	$\frac{50 \times 50}{7}$	
6	6,95	34/42	5 000	130	1 440	160	—	1 500	5	4	$\frac{50 \times 50}{7}$	
7	14,00	52/60	5 000	170	2 860	220	—	1 500	7	4	$\frac{50 \times 50}{7}$	
8	6,10	34/42	5 500	130	1 120	160	—	1 700	4	4	$\frac{50 \times 50}{7}$	
9	15,45	52/60	5 500	170	2 860	220	—	1 200	7	5	$\frac{50 \times 50}{7}$	
10	6,60	34/42	6 000	—	1 120	160	—	1 800	4	4	$\frac{50 \times 50}{7}$	
11	14,40	52/60	6 000	170	2 420	220	—	1 400	—	5	$\frac{65 \times 65}{10}$	
12	12,90	34/42	2 800	150	2 400	160	200	1 200	8	3 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	Тип В—по фиг. 25
13	12,80	34/42	3 800	150	1 760	160	150	1 500	6	3 × 2	$\frac{50 \times 50}{7}$	
15	12,60	34/42	4 500	150	1 440	160	150	2 000	5	3 × 2	$\frac{50 \times 50}{7}$	
17	13,90	34/42	5 000	150	1 440	160	150	1 500	5	4 × 2	$\frac{50 \times 50}{7}$	
18	28,00	52/60	5 000	200	2 860	220	200	1 500	7	4 × 2	$\frac{65 \times 65}{12}$	
19	12,20	34/42	5 500	150	1 120	160	150	1 700	4	4 × 2	$\frac{50 \times 50}{7}$	
20	30,90	52/60	5 500	200	2 860	220	200	1 200	7	5 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	
21	13,20	34/42	6 000	150	1 120	160	150	1 800	4	4 × 2	$\frac{50 \times 50}{7}$	
22	28,80	52/60	6 000	200	2 420	220	200	1 400	—	5 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	

Табл. 20.

(продолжение).

№	Поверхность охлаждения м ²	Р а з м е р ы в мм							Число витков	Стойки		Тип батарей
		d	L	l	H	h	b	A		число	профиль	
23	12,90	34/42	2 800	150	2 480	160	—	1 200	8	3	$\frac{65 \times 65}{10}$	Тип С—по фиг. 26
24	12,80	34/42	3 800	150	1 840	160	—	1 500	6	3	$\frac{65 \times 65}{10}$	
26	12,60	34/42	4 500	150	1 520	160	—	1 300	5	4	$\frac{50 \times 50}{7}$	
28	13,90	34/42	5 000	150	1 520	160	—	1 500	5	4	$\frac{50 \times 50}{7}$	
29	28,00	52/60	5 000	200	2 970	220	—	1 500	7	4	$\frac{65 \times 65}{10}$	
30	12,20	34/42	5 500	150	1 200	160	—	1 700	4	4	$\frac{65 \times 65}{10}$	
31	30,90	52/60	5 500	200	2 970	220	—	1 200	7	5	$\frac{65 \times 65}{10}$	
32	13,90	34/42	6 000	150	1 200	160	—	1 400	4	5	$\frac{50 \times 50}{7}$	Тип D—по фиг. 27
33	28,80	52/60	6 000	200	2 530	220	—	1 400	6	5	$\frac{65 \times 65}{10}$	
34	25,80	34/42	2 800	150	2 480	160	200	1 200	8	3 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	
35	25,60	34/42	3 800	150	1 840	160	150	1 500	6	3 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	
37	25,20	34/42	4 500	150	1 520	160	150	1 300	5	4 × 2	$\frac{50 \times 50}{7}$	
39	27,80	34/42	5 000	150	1 520	160	150	1 500	5	4 × 2	$\frac{50 \times 50}{7}$	
40	55,60	52/60	5 000	200	2 970	220	200	1 500	7	4 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	
41	24,40	34/42	5 500	150	1 200	160	150	1 700	4	4 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	
42	61,80	52/60	5 500	200	2 970	220	200	1 200	7	5 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	
43	26,40	34/42	6 000	150	1 200	160	150	1 400	7	5 × 2	$\frac{50 \times 50}{7}$	
44	57,60	52/60	6 000	200	2 530	220	200	1 400	6	5 × 2	$\frac{65 \times 65}{10}$	

Рассольное охлаждение — посредством циркуляции рассола, к-рый в свою очередь охлаждается в испарителе за счет испарения хладагента. Циркуляция рассола совершается посредством работы насоса, обычно центробежного типа. Рассол берется с нижней части испарителя и прогоняется по змеевикам, расположенным под потолком или у стен камер. При проходе через змеевики рассол отепляется на 2—3° и снова возвращается в испаритель для своего охлаждения (черт. 28).



Черт. 28. 1—компрессор; 2—маслоотделитель; 3—конденсатор; 4—ресивер; 5—регулирующий вентиль; 6—испаритель; 7—грязевик; 8—рассольный насос; 9—рассольные змеевики.

При рассольном охлаждении регулирование темп-р не представляет особых затруднений и достигается изменением продолжительности работы рассольного насоса, если рассол достаточно охлажден, или самой темп-рой рассола.

Табл. 21. Растворы повышенной соли NaCl.

Уд. в. при +15° С		Содержание соли в %		Точка замерзания °С	Уд. теплота раствора при темп-ре °С					
γ	°Be	в растворе	на 100 частей воды		-20	-15	-10	-5	0	+10
1,00	0,1	0,1	0,1	0	—	—	—	—	1,001	0,999
1,01	1,6	1,5	1,5	-0,8	—	—	—	—	0,973	0,995
1,02	3,0	2,9	3,0	-1,7	—	—	—	—	0,956	0,959
1,03	4,3	4,3	4,5	-2,7	—	—	—	—	0,941	0,945
1,04	5,7	5,6	5,9	-3,6	—	—	—	—	0,927	0,931
1,05	7,0	7,0	7,5	-4,6	—	—	—	—	0,914	0,912
1,06	8,3	8,3	9,0	-5,5	—	—	—	0,900	0,901	0,904
1,07	9,6	9,6	10,6	-6,6	—	—	—	0,888	0,889	0,892
1,08	10,8	11,0	12,3	-7,8	—	—	—	0,877	0,878	0,881
1,09	12,0	12,3	14,0	-9,1	—	—	—	0,866	0,867	0,870
1,10	13,2	13,6	15,7	-10,4	—	—	0,855	0,856	0,857	0,860
1,11	14,4	14,9	17,5	-11,8	—	—	0,845	0,847	0,848	0,850
1,12	15,6	16,2	19,3	-19,2	—	—	0,836	0,838	0,839	0,841
1,13	16,7	17,5	21,2	-14,6	—	—	0,828	0,829	0,830	0,832
1,14	17,8	18,8	23,1	-16,2	—	0,817	0,819	0,821	0,822	0,824
1,15	18,9	20,0	25,0	-17,8	—	0,809	0,811	0,813	0,814	0,816
1,16	20,0	21,2	26,9	-19,4	—	0,801	0,803	0,805	0,806	0,808
1,17	21,1*	22,4	29,0	-21,2	0,793	0,795	0,796	0,797	0,798	0,800
1,18	22,1	23,7	31,1	-17,3	—	0,788	0,789	0,790	0,791	0,793
1,19	23,1	24,9	33,1	-11,1	—	—	0,782	0,783	0,784	0,786
1,20	24,2	26,1	35,3	-2,7	—	—	—	—	0,778	0,779
1,203	24,4	26,3	35,7	-0,0	—	—	—	—	0,776	0,778

Опасность проникновения запаха хладагента в камеры исключена, т. к. все змеевики и трубопроводы с хладагентом остаются только в машинном отделении. Однако вся установка более сложная и машинное отделение тре-

буется больших размеров, а циркуляция рассола вызывает добавочный расход силы. Кроме того требуется работать с пониженной темп-рой испарения.

Водные растворы солей. Для рассольного охлаждения в качестве элемента, передающего холод, применяются водные растворы солей хлористого натрия (NaCl), хлористого кальция (CaCl_2) и хлористого магния (MgCl_2). Рассол, т. е. водный раствор этих солей, остается в жидком состоянии и при низких темп-рах в зависимости от концентрации его. При повышении концентрации рассола увеличивается плотность его и понижается точка замерзания, а также уд. теплота. Усиление концентрации возможно только до т. н. криогидратной точки, когда в равновесии будут все три фазы: раствор, соль и вода. При концентрации раствора выше криогидратной точки темп-ра замерзания раствора значительно повышается.

Табл. 22. Растворы хлористого кальция CaCl_2 .

Уд. в. при +15° С		Содержание соли в %		Точка замерзания °С	Уд. теплота раствора при темп-ре °С					
γ	°Вё	в растворе	на 100 частей воды		-40	-30	-20	-10	0	+10
1,00	0,1	0,1	0,1	0	—	—	—	—	1,003	0,999
1,01	1,6	1,3	1,3	-0,6	—	—	—	—	0,986	0,984
1,02	3,0	2,5	2,6	-1,2	—	—	—	—	0,968	0,967
1,03	4,3	3,6	3,7	-1,8	—	—	—	—	0,950	0,950
1,04	5,7	4,8	5,0	-2,4	—	—	—	—	0,932	0,933
1,05	7,0	5,9	6,3	-3,0	—	—	—	—	0,955	0,917
1,06	8,3	7,1	7,6	-3,7	—	—	—	—	0,899	0,901
1,07	9,6	8,3	9,0	-4,4	—	—	—	—	0,882	0,885
1,08	10,8	9,4	10,4	-5,2	—	—	—	—	0,866	0,869
1,09	12,0	10,5	11,7	-6,1	—	—	—	—	0,851	0,854
1,10	13,2	11,5	13,0	-7,1	—	—	—	—	0,836	0,840
1,11	14,4	12,6	14,4	-8,1	—	—	—	—	0,822	0,825
1,12	15,6	13,7	15,9	-9,1	—	—	—	—	0,808	0,813
1,13	16,7	14,7	17,3	-10,2	—	—	—	0,789	0,795	0,800
1,14	17,8	15,8	18,8	-11,4	—	—	—	0,776	0,782	0,788
1,15	18,9	16,8	20,2	-12,7	—	—	—	0,764	0,770	0,776
1,16	20,0	17,8	21,7	-14,2	—	—	—	0,753	0,758	0,764
1,17	21,1	18,9	23,3	-15,7	—	—	—	0,742	0,747	0,753
1,18	22,1	19,9	24,9	-17,4	—	—	—	0,731	0,737	0,742
1,19	23,1	20,9	26,5	-19,2	—	—	—	0,721	0,727	0,732
1,20	24,2	21,9	28,0	-21,2	—	—	0,705	0,711	0,717	0,723
1,21	25,1	22,8	29,6	-23,3	—	—	0,696	0,702	0,708	0,714
1,22	26,1	23,8	31,2	-25,7	—	—	0,688	0,694	0,700	0,706
1,23	27,1	24,7	32,9	-28,3	—	—	0,680	0,686	0,692	0,698
1,24	28,0	25,7	34,6	-31,2	—	0,667	0,673	0,679	0,685	0,691
1,25	29,0	26,6	36,2	-34,6	—	0,660	0,666	0,672	0,678	0,684
1,26	29,9	27,5	37,9	-38,6	—	0,653	0,659	0,665	0,671	0,677
1,27	30,8	28,4	39,7	-43,6	0,640	0,646	0,652	0,658	0,664	0,670
1,28	31,7	29,4	41,6	-50,1	0,634	0,640	0,646	0,652	0,658	0,664
1,286	32,2*	29,9	42,7	-55,0	0,630	0,636	0,642	0,648	0,654	0,660
1,29	32,5	30,3	43,5	-50,6	0,627	0,633	0,639	0,645	0,651	0,657
1,30	33,4	31,2	45,4	-41,6	0,621	0,627	0,633	0,639	0,645	0,651
1,31	34,2	32,1	47,3	-33,9	—	0,620	0,626	0,633	0,639	0,645
1,32	35,1	33,0	49,3	-27,1	—	—	0,620	0,627	0,633	0,639
1,33	35,9	33,9	51,3	-21,2	—	—	0,614	0,621	0,627	0,634
1,34	36,7	34,7	53,2	-15,6	—	—	—	0,615	0,621	0,628
1,35	37,5	35,6	55,3	-10,2	—	—	—	0,609	0,616	0,622
1,36	38,3	36,4	57,4	-5,1	—	—	—	—	0,610	0,617
1,37	39,1	37,3	59,5	0,0	—	—	—	—	0,604	0,611

Трубы и соединительные части для рассольных змеевиков. Обычно применяются гладкие отбортованные трубы диам. 51/57 мм с передвигными круглыми фланцами. Трубы стальные бесшовные или сварные, весом 3,68 кг/м.

Табл. 23. Потолочные рассольные батареи (черт. 29).

Длина трубы l мм	Количество труб батарей	Общ. длина труб батарей м	Поверхность охлаждения м ²	Количество под- весок	Подвески в мм		Длина трубы l мм	Количество труб батарей	Общ. длина труб батарей м	Поверхность охлаждения м ²	Количество под- весок	Подвески в мм	
					a	b						a	b
4 000	12	48	8,0	3	1 750	800 × 2	4 000 + 4 000 = 8 000	8	64	10,6	5	1 900	1 050
	16	64	10,5			1 050 × 2		10	80	13,3			1 300
	20	80	13,3			900 × 3		12	96	16,0			800 × 2
	8 × 2	64	10,5			1 050		14	112	18,7			950 × 2
	10 × 2	80	13,3			1 300		16	128	21,4			1 050 × 2
	12 × 2	96	16,0			800 × 2		18	144	24,0			1 200 × 2
	14 × 2	112	18,7			1 200 × 2		20	160	26,6			900 × 3
	16 × 2	128	21,4			900 × 3		22	176	29,4			1 050 × 3
	18 × 2	144	24,0					8 × 2	128	21,4			1 050
	20 × 2	160	26,6					10 × 2	160	26,6			1 300
5 000	10	50	8,3	3	2 250	1 300	4 000 + 4 000 = 8 000	12 × 2	192	32,0	5	1 900	800 × 2
	12	60	10,0			800 × 2		14 × 2	224	37,4			950 × 2
	14	70	11,6			950 × 2		16 × 2	256	42,5			1 050 × 2
	16	80	13,3			1 050 × 2		18 × 2	288	48,0			1 200 × 2
	18	90	15,0			1 200 × 2		20 × 2	320	53,5			900 × 2
	20	100	16,6			900 × 3							
	8 × 2	80	13,3			1 050							
	10 × 2	100	16,6			1 300		8	72	12,0		5	1 050
	12 × 2	120	20,0			800 × 2		10	90	15,0			1 300
	14 × 2	140	23,3			950 × 2		12	108	18,0			800 × 2
6 000	16 × 2	160	26,6	4	1 800	1 050 × 2	5 000 + 4 000 = 9 000	14	126	21,0			950 × 2
	18 × 2	180	30,0			1 200 × 2		16	144	24,0			1 050 × 2
	20 × 2	200	33,3			900 × 3		18	162	27,0			1 200 × 2
	8 × 2	80	13,3			1 050		20	180	30,0			900 × 3
	10 × 2	100	16,6			1 300		8 × 2	144	24,0		5	1 050
	12 × 2	120	20,0			800 × 2		10 × 2	180	30,0			1 300
	14 × 2	140	23,3			950 × 2		12 × 2	216	36,0			800 × 2
	16 × 2	160	26,6			1 050 × 2		14 × 2	252	42,0			950 × 2
	18 × 2	180	30,0			1 200 × 2		16 × 2	288	48,0			1 050 × 2
	20 × 2	200	33,3			900 × 3		18 × 2	324	54,0			1 200 × 2
7 000	8	48	8,0	4	1 800	1 050	5 000 + 5 000 = 10 000	20 × 2	360	60,0			900 × 3
	10	60	10,0			1 300		8	80	13,3	6	1 900	1 050
	12	72	12,0			800 × 2		10	100	16,6			1 300
	14	84	14,0			950 × 2		12	120	20,0			800 × 2
	16	96	16,0			1 050 × 2		14	140	23,3			950 × 2
	18	108	18,0			1 200 × 2		16	160	26,6			1 050 × 2
	20	120	20,0			900 × 3		18	180	30,0			1 200 × 2
	8 × 2	96	16,0			1 050		20	200	33,3			900 × 3
	10 × 2	120	20,0			1 300		8 × 2	160	26,6			1 050
	12 × 2	144	24,0			800 × 2		10 × 2	200	33,3			1 300
7 000	14 × 2	168	28,0	4	2 200	950 × 2	6 000 + 6 000 = 12 000	12 × 2	240	40,0	6	2 300	800 × 2
	16 × 2	192	32,0			1 050 × 2		14 × 2	280	46,6			950 × 2
	18 × 2	216	36,0			1 200 × 2		8	96	16,0			1 500
	20 × 2	240	40,0			900 × 3		10	120	20,0			1 300
	8 × 2	80	13,3			1 050		12	144	24,0			800 × 2
	10 × 2	100	16,6			1 300		14	168	28,0			950 × 2
	12 × 2	120	20,0			800 × 2		16	192	32,0			1 050 × 2
	14 × 2	140	23,3			950 × 2		8 × 2	192	32,0			1 050
	16 × 2	160	26,6			1 050 × 2		10 × 2	240	40,0			1 300
	18 × 2	180	30,0			1 200 × 2		12 × 2	288	48,0			800 × 2

По новым стандартам намечены овальные фланцы или фланцы под развальцовку. Вес фланца под отбортовку—0,76 кг и под развальцовку—0,89 кг. Болты—2 шт. диам. $\frac{1}{2}$ ".

Нормальная длина труб—5 м, поверхность 1 м—около 0,17 м², т. е. для 1 м² надо 6 м. Пробное давление труб водой—10 atm. при максимальном рабочем давлении в 6 atm. Вместимость рассола на 1 м—2 л.

Трубы соединяются в змеевики с расстоянием между осями в 125 мм (прежде 130 мм) посредством чугунных двойных колен—«калачей». Для уплотнения фланцевых соединений служат резиновые прокладки с пенковой прослойкой диам. 57/95 и толщиной 3 мм. Кроме калачей применяются также особые разветвители и тройники.

Для рассольных магистралей—стальные бесшовные или сварные трубы след. нормальных диам.

Условный проход мм	65	76	100	125	150	200	250
Наружный диам. . . . мм	76	89	108	133	159	216	273
Вес 1 м кг	5,40	6,87	9,64	12,73	17,15	33,58	49,11

Рассольные батареи в камерах располагаются под потолком или у стен не более, чем в два ряда, для удобства очистки от «снеговой шубы».



Черт. 29.

Расстояние между трубами верхнего змеевика и потолком—ок. 200 мм, а для стенных батарей—ок. 150 мм. Общая длина труб каждой батареи не должна превышать 200 м. Подвод охлажденного рассола производится снизу, а отвод отеплившегося—сверху.

Для выключения каждой батареи—задвижки типа Лудло, помещаемые на подающей трубе у самой батареи и на обратной.

Подвески для потолочных змеевиков—полки из уголкового железа (около 50 × 50 × 8 мм), присоединяемые к вертикальным железным полосам (ок. 40 × 15 мм). Эти полосы соединяются с заделанными в междуэтажные перекрытия «серьгами». На полке между двумя точками подвеса размещают до 10 труб. Расстояние между подвесками—не свыше 2,5 м.

Стойки для стенных батарей—из уголкового железа (75 × 75 × 8 мм) или из швеллера № 12—заделываются внизу на 30 мм в полу, а сверху присоединяются к полосовому и уголкового железу, заделанному в стену.

Размеры рассольных магистралей зависят от длины труб и составляют:

Длина труб м	200—600	1000—2000	3000—4000	5000—8000
Диаметр труб . . мм	50/57	76/89	100/108	125/133

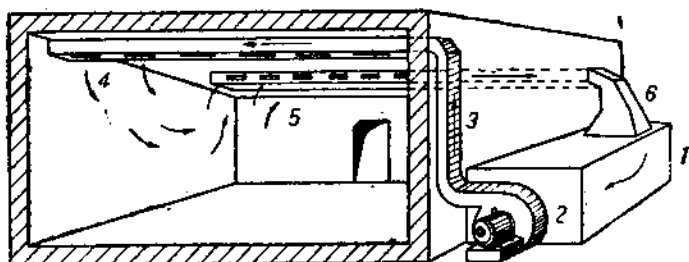
Расчет охлаждающей поверхности рассольных змеевиков — по Ф-ле:

$$F = \frac{Q_0}{k\Delta t},$$

где Q_0 —требуемая холодоотдача в $cal./час$, k —коэф-т холодоотдачи—ок. 9—14 $cal.$, Δt —разность темп-р между воздухом камер и циркулирующим рассолом—ок. 5—8° С.

Насосы для рассола применяются почти исключительно центробежного типа, одноступенчатые и многоступенчатые, для сопротивлений до 6 atm. Привод насосов—от ременной передачи или непосредственно от эл.-моторов на одной оси.

Воздушное охлаждение — заключается в том, что в особых приборах—воздухоохладителях, располагаемых обычно вне, а иногда и в самых охлаждаемых камерах, производится предварительное охлаждение и осушение воздуха, к-рый затем и поступает в камеры по сис-



Черт. 30. 1—воздухоохладитель; 2—электровентилятор; 3—нагнетательная магистраль; 4—нагнетательный канал; 5—всасывающий канал; 6—всасывающая магистраль.

теме нагнетательных воздушных каналов. Отеплившийся воздух уходит по системе всасывающих каналов к воздухоохладителю для своего повторного охлаждения (черт. 30). Отличие этой системы передачи холода от непосредственного испарения и рассольного охлаждения состоит в усиленной побудительной циркуляции воздуха, что уравнивает темп-ру по всей площади камеры и высоте ее. Охлаждение же трубчатыми змеевиками дает в камерах слабую естественную циркуляцию воздуха, обусловленную разностью в уд. весе более тяжелого холодного воздуха и отеплившегося, более легкого.

Воздушное охлаждение является дополнительным к трубчатым системам охлаждения, в особенности при термической обработке продуктов, или самостоятельным для таких продуктов, как яйца, фрукты и охлажденное мясо.

Многочисленность циркуляции обычно не превосходит 50 объемов в час.

Воздушное охлаждение допускает вентиляцию, — ввод свежего наружного воздуха после предварительного охлаждения и осушения его, и кроме того регулирование влажности—посредством переохлаждения воздуха и последующего подогрева его. Воздушное охлаждение интенсифицирует работу охлаждающих приборов самого воздухоохладителя, позволяет обойтись меньшим количеством руб и рекомендуется к применению для большинства скоропортящихся продуктов.

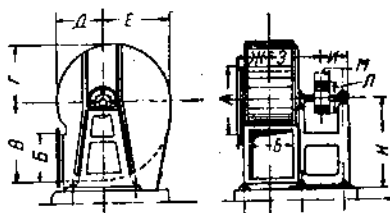
Табл. 24. Центробежные вентиляторы «Сирокко» завода «Красная Пресня»
 l —число об./мин, N —расход силы в л. с.).

№ вентилятора		2	3	4	5	6 ¹ / ₂	8	9 ¹ / ₂	11	12 ¹ / ₂	14	
Диам. колеса мм		200	300	400	500	650	800	950	1100	1250	1400	
Производительность — объем воздуха м ³ /ч.		1110	2500	4320	6900	11660	17690	24960	33440	43200	54190	
Статическое давление в мм вод. ст. при скорости в выходном отверстии 12 м/сек.	10	л	1380	920	620	480	366	293	244	207	180	158
		N	0,20	0,44	0,53	0,77	1,32	2,01	2,84	3,80	4,93	6,20
	20	л	1560	1040	725	580	444	355	295	250	218	192
		N	0,21	0,48	0,87	1,12	1,94	2,95	4,15	5,56	7,20	9,10
	30	л	1740	1160	850	670	510	410	340	288	250	220
		N	0,28	0,63	1,11	1,40	2,55	3,90	5,47	7,35	9,50	11,90
	40	л	1950	1300	960	740	567	454	378	320	278	245
		N	0,36	0,81	1,45	1,85	3,16	4,82	6,80	9,10	11,80	14,80
	50	л	2170	1450	1035	820	620	496	412	350	305	268
		N	0,45	1,00	1,68	2,30	3,78	5,85	8,12	10,90	14,10	17,70
	60	л	2340	1560	1120	895	668	535	444	378	328	288
		N	0,50	1,12	1,95	2,75	4,40	6,70	9,45	12,65	16,35	20,60
70	л	2480	1660	1190	960	712	572	474	403	350	309	
	N	0,57	1,28	2,22	3,12	5,00	7,60	10,75	14,42	18,65	23,40	
80	л	2620	1750	1270	1030	755	605	503	426	370	326	
	N	0,64	1,44	2,47	3,50	5,62	8,55	12,20	16,20	21,00	26,30	

Примечание. Улитка вентилятора может быть поворачиваема на любой угол. При непосредственном соединении с эл.-мотором стойка с подшипником отпадает.

№	Размеры вентилятора мм											Вес кг	
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л		М
2	245	160	260	205	179	235	126	210	130	300	100	50	50
3	350	240	390	300	255	348	185	298	170	480	150	75	115
4	478	320	520	383	313	453	233	366	200	620	200	100	200
5	560	400	650	476	386	566	278	445	238	775	250	125	280
6 ¹ / ₂	727	520	845	600	476	724	363	543	280	936	325	160	500
8	900	640	1040	743	593	893	443	640	328	1010	400	200	760
9 ¹ / ₂	1068	760	1235	858	668	1048	533	754	368	1306	475	200	900
11	1240	880	1430	995	775	1215	645	890	435	1550	580	250	1700
12 ¹ / ₂	1394	1000	1625	1150	910	1390	705	950	435	1750	625	300	1950
14	1580	1120	1820	1265	985	1545	765	1100	525	1980	700	300	1750

Вентиляторы для воздухоохладителей применяются центробежного типа «Сирокко» или винтовые крыльчатые. Привод — от ремня или непосредственно от эл.-мотора. Воздушные каналы располагаются под потолком камер, при чем нагнетательные каналы и всасывающие чередуются параллельно друг другу не зависимо от направления воздуха в них,



приблизительно на расстоянии до 10 м. Для уменьшения сопротивления прохождению воздуха каналы не должны иметь крутых поворотов и ответвлений. Сечение каналов—прямоугольное, при чем высота составляет около половины начальной ширины. Для распределения охлажденного воздуха в нагнетательных каналах отверстия устраиваются снизу, а всасывающие каналы имеют отверстия сбоку. Размеры и число отверстий зависят от размеров самих каналов и количества циркулирующего воздуха, но обычно они выполняются через 1—1,5 м по длине канала, след. размеров:

Размер каналов мм	H	300	300	400	400	500	500
	B	200—500	500—800	300—700	700—1000	400—900	900—1300
Размер отверстий мм	a	100	150	150	200	200	250
	b	200	300	300	400	400	500

Материал для воздушных каналов—доски в 1", покрытые раствором железного купороса для предохранения от гниения.

Скорость воздуха в каналах принимается до 6 м/сек. и при выходе из отверстий—до 1 м/сек., а в воздушных магистралях—до 8 м/сек.

Типы воздухоохладителей. Воздухоохладитель—небольшая узкая и длинная камера, защищенная от потерь холода соответствующей изоляцией. Внутри этой камеры эжектиры с испаряющимся хладагентом или циркулирующим охлажденным рассолом,—«сухие» воздухоохладители, т. к. в них нет непосредственного соприкосновения воздуха с рассолом.

В «мокрых» воздухоохладителях вентилятор протоняет воздух сквозь рассольный «дождь» и между смоченными им поверхностями,—шторами, цилиндриками и проч.

Для предупреждения порчи изоляции от рассола «мокрые» воздухоохладители имеют металлический резервуар, в к-ром находятся смачиваемые поверхности и приспособления для их орошения.

«Сухие» воздухоохладители. а) Непосредственное испарение в эжектирах; удаление «снеговой шубы», ухудшающей холодоотдачу, производится переключением эжектиров на горячую нагнетательную сторону компрессора. б) Рассольные эжектиры; для удаления инея—отопительная батарея и обводной канал или особое устройство для подогрева рассола.

Воздух в «сухих» воздухоохладителях обычно продувается вдоль охлаждающих труб, что снижает коэф-т холодоотдачи. В новых конструкциях применяется более выгодное движение поперек труб, располагаемых в шахматном порядке.

«Мокрые» воздухоохладители—получаются прежде всего из «сухих» путем добавления к ним орошения эжектиров рассолом, что повышает коэф-т холодоотдачи, уничтожает «снеговую шубу», но несколько ослабляет со временем концентрацию рассола.

Взамен вышедших из употребления каскадных, дисковых и шторных воздухоохладителей широкое применение находят:

а) Оросительный воздухоохладитель с «кольцами» Рапига—имеет камеру из листового железа толщиной 5 мм, внутри к-рой на решетках лежит слой в 300 мм из фарфоровых цилиндриков с наружным диам. в 25 мм, толщиной стенок 2 мм и высотой 25 мм. Сверху это «заполнение» орошается рассолом, при чем навстречу продувается воздух. Поверхость «колец» на

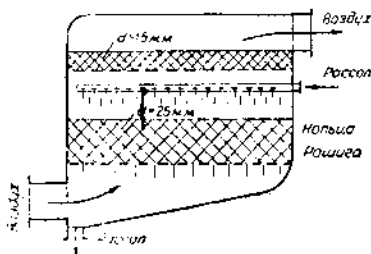
1 м³—220 м³, числом 5500 и весом 570 кг. Для улавливания частиц рассола имеется добавочный слой в 100 мм из более мелких «колец». Схема этого воздухоохладителя дана на черт. 32.

б) Воздухоохладитель с распылителями охлажденной воды или рассола—имеет систему вертикальных труб с особыми соплами-посадками, к-рые располагаются в параллельных плоскостях на расстоянии около 0,5 м. Давление перед соплами—ок. 2–3 atm. Диамет. выходных отверстий—1/16—1/8". Расстояние между соплами по высоте—ок. 150 мм.

Расчет воздухоохладителей «сухого» типа и «мокрого» ведется по ф-ле:

$$F = \frac{Q_0}{k(t - t_0)},$$

где: F —поверхность охлаждающих элементов, —змеевиков, «колец» Рашига и пр., Q_0 —производительность воздухоохладителя в cal./час , определенная на основании calorических расчетов и разделения этого расхода холода на трубчатое охлаждение и воздушное, в зависимости от рода продукта, k —коэф-т холодоотдачи, зависящий от скорости воздуха w при проходе камеры воздухоохладителя и состоящий в зависимости от типа его:



Черт. 32.

«С у х и е».		
Непосредственное испарение	w 2—2,5	k 16—20
Рассольные змеевики гладкие	2—3,0	16—20
«М о к р ы е».		
Орошение змеевиков рассолом	1—1,5	18—22
«Кольца» Рашига	0,8—1,2	16—20
Распыление рассола	1,5—2,0	—

Для рашиговских воздухоохладителей холодоотдача с 1 м³ «колец» составляет около 20 000 cal./час при разности темп-р воздуха и рассола в 5° С, а для воздухоохладителя с распылением рассола—на 1 м³ камеры его до 6 000 cal./час .

t —средняя темп-ра воздуха, проходящего через воздухоохладитель. t_0 —средняя темп-ра циркулирующего рассола или темп-ра испарения хладагента.

Производительность вентилятора—количество воздуха в м³/час, проходящего через воздухоохладитель, определяется по охлаждению и осушению его согласно ф-ле:

$$W = \frac{Q_0}{0,31(t_1 - t_2) + r(f_1 g_1 - f_2 g_2)},$$

где $t_1 - t_2$ —разность темп-р между засасываемым и нагнетаемым воздухом, r —теплота конденсации водяных паров; для темп-р выше 0° С. $r = 0,61$ и для темп-р ниже 0° С. $r = 0,68$ f_1 и f_2 —относительная влажность засасываемого и уходящего воздуха, g_1 и g_2 —содержание влаги г/м³ при t_1 и t_2 .

Комбинированное охлаждение—для лучшего использования пр имуществ каждой системы и ослабления присущих ей недостатков.

Акумуляторы холода—при непосредственном испарении трубы испарительного змеевика окружают второй трубой, большего диаметра, от 200 до 320 мм. Промежуточное пространство заполняется рассолом. Во время работы холодильной машины рассол охлаждается и в нем забирается нек-рое количество холода, к-рое поддерживает низкие темп-ры и после остановки машины.

§ 3. Испытание холодопроизводительности.

а) Основные задачи производства испытания.

Испытание механического оборудования холодильников должно преследовать две задачи:

1) установление производительности холодильных машин, расхода энергии на приведение их в движение, расхода топлива, воды и выявление вообще всех остальных элементов, дающих характеристику работы механического оборудования, как такового;

2) установление соответствия механического оборудования производственным задачам в смысле охлаждения и замораживания грузов в принятых при проектировании количествах и в смысле поддержания темп-р, обусловленных принятым технологическим процессом.

Испытание производительности холодильных установок имеет целью также проверку гарантий, данных 3-дом-поставщиком оборудования, или исследование текущей работы. Испытание для проверки гарантий совершается вскоре после окончания монтажа и пуска в ход, чтобы произвести одновременно и приемку холодильного оборудования, если обусловленные гарантии будут подтверждены испытанием. Кроме того приемные испытания выясняют правильность работы холодильной установки, а следовательно, и тщательность произведенного монтажа.

Г а р а н т и и, к-рые д. б. проверены испытанием, обычно даются след.:

1) холодопроизводительность брутто при указанных темп-рах испарения, конденсации и переохлаждения или холодопроизводительность нетто для определенных темп-р рассола и поступающей охлаждающей воды с указанием расхода ее в час;

2) индикаторная мощность компрессора при указанных темп-рах испарения, конденсации или темп-рах рассола и отходящей воды;

3) общий расход силы для холодильной установки, включая насосы, вентиляторы, мешалки и пр.;

4) производительность,—подача отдельных насосов и вентиляторов;

5) достижение и поддержание определенных темп-р воздуха и влажности при заданной изоляции охлаждаемых помещений и полной загрузке их продуктами, требующими термической обработки,—охлаждения или замораживания;

6) количество льда, производимого в 24 часа, и свойства его,—матовый прозрачный, кристаллический.

Все гарантии действительны с колебаниями в ту или др. сторону в 5% из-за возможных ошибок наблюдений. Пересчет результатов испытания на условия гарантии допускается лишь тогда, когда темп-ры испарения и конденсации отличаются от указанных в гарантии не более, чем на 2,0° С.

Исследование текущей работы холодильной установки желательно производить периодически, каждые 2—3 года, чтобы проверить работу компрессоров, расход силы, воды и общее состояние всего оборудования, а также качество изоляции холодильника. Производство таких к а л о р и м е т р и ч е с к и х испытаний должно поручаться беспристрастным лицам, обладающим специальными знаниями, опытом и снабженным всеми необходимыми измерительными приборами.

б) Способы испытания холодопроизводительности.

Эти способы зависят от системы охлаждения и типа аппаратов, при чем все существующие способы испытаний допускают след. подразделение:

1. При рассольном охлаждении—по разности темп-р циркулирующего рассола до и после испарителя, по охлаждению рассола.

2. При непосредственном испарении и погружном или противоточном конденсаторе—по нагреванию воды в конденсаторе и индикаторной мощности компрессора, по производительности воздухоохладителя (непосредственного испарения).

3. При непосредственном испарении и оросительном конденсаторе—по производительности воздухоохладителя (непосредственного испарения).

4. При ледогенераторах—по количеству изготовленного льда.

Кроме того независимо от системы охлаждения — по измерению количества циркулирующего хладагента и по вычислению согласно индикаторной диаграмме компрессора.

Из перечисленных способов наиболее достоверные результаты испытания получаются при поддержании постоянного режима работы холодильной установки «установившегося состояния». Поэтому рекомендуются след. основные способы испытания холодопроизводительности:

а) при непосредственном испарении—по количеству циркулирующего хладагента согласно показаниям контроллеров;

б) при рассольном охлаждении—по количеству циркулирующего рассола и разности темп-р его по выходе из испарителя и по возвращении;

в) при воздушном охлаждении—по количеству циркулирующего воздуха и разности теплоемкости его по выходе из воздухоохладителя и по возвращении туда.

Кроме того д. б. проверен «тепловой баланс» по количеству тепла, отведенного конденсатором и полученного испарителем, с учетом теплового эквивалента работы компрессора. Желательна также взаимная проверка теплового баланса по хладагенту, рассолу и воздуху.

Испытание холодильно-силового оборудования для выяснения соответствия его основному заданию должно производиться в условиях, возможно ближе подходящих к нормальным условиям эксплуатации данного холодильника, т. е. при тех нагрузках отдельных камер на охлаждение и замораживание, к-рые приняты в задании, а также при возможно высоких темп-рах наружного воздуха для сезона заготовки того или иного продукта.

Во время такого испытания, д. б. зафиксированы след. данные:

а) количество и темп-ра поступающих продуктов;

б) темп-ра и влажность в камерах за время процесса охлаждения и замораживания;

в) темп-ра продуктов по окончании термической обработки;

г) продолжительность работы компрессоров, рассольных насосов, вентиляторов и проч.

Результаты, полученные при испытании, сравниваются в соответствующем протоколе с тем заданием, к-рое легло в основу проекта, при чем в виде заключения делаются выводы о соответствии данного холодильного оборудования тем требованиям, к-рые предъявляются к нему со стороны эксплуатации данного холодильника.

в) Испытание по измерению количества циркулирующего рассола и разности его температур до и после испарителя.

Этот наиболее точный способ испытания должен применяться в нормальных условиях работы холодильной машины при установившемся состоянии и, когда холодоотдача рассола в камерах или в зависимости от др. назначения установок уравновешивается последующим его охлаждением в испарителе. Для получения более надежных результатов испытания весьма важно, чтобы темп-ра охлажденного рассола, идущего из испарителя и возвращающегося обратно после нек-рого отепления его, не имела значи-

тельных колебаний, равно как и количество циркулирующего рассола поддерживалось бы приблизительно на одном уровне. Большое достоинство этого способа заключается в возможном соблюдении постоянства соответствующей темп-ры испарения (черт. 33).

Измерение количества циркулирующего рассола производится посредством сосуда с отверстиями Понселе, к-рый устанавливается над испарителем. Вместо временной установки такого измерительного сосуда желательно иметь постоянный прибор Вентури.

Продолжительность всего испытания обычно составляет 2—3 часа, а установившегося состояния—не менее 1 часа. Особенное внимание надо обратить на точность измерений темп-р рассола и высоты его в сосуде, при чем отсчеты делаются каждые 5 мин. и затем изображаются графически. Повышение темп-ры рассола при циркуляции должно составлять не менее 3° С. В конце испытания темп-ра рассола, а также темп-ры хладагента и воды

должны точно совпадать с начальными темп-рами, чтобы избежать добавочных подсчетов расхода на приближение темп-ры рассола в испарителе.

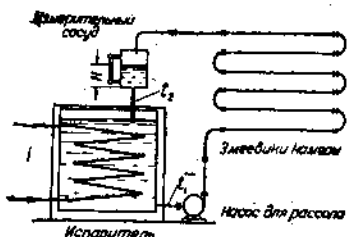
Зная род соли, пошедшей для приготовления рассола, и по измерению плотности—уд. в. и теплоемкость, определяем холодопроизводительность по количеству циркулирующего рассола и повышению темп-ры по ф-ле:

$$Q = V \cdot \gamma \cdot c \cdot (t_1 - t_2),$$

где: V —количество рассола в л/час на основании измерения высоты рассола

в сосуде, числа отверстий Понселе и диам. их, γ —уд. в. рассола при +15° С., c —теплоемкость рассола при соответствующей темп-ре его, t_1 —темп-ра охлажденного рассола непосредственно при выходе из испарителя, t_2 —темп-ра рассола, возвращающегося в испаритель через измерительный сосуд.

Черт. 33.



г) Испытание по измерению количества циркулирующего хладагента.

Этот способ испытания холодопроизводительности является универсальным, не зависит от системы охлаждения и в особенности незаменим при непосредственном испарении без воздухоохладителя этого типа и при наличии оросительного конденсатора. Для определения количества циркулирующего хладагента применяют обычно пластинки с отверстиями Понселе, включаемые в трубопровод жидкости перед регулирующим вентилем для измерения хладагента в жидком состоянии, при чем по обеим сторонам пластинки устанавливаются различные давления жидкого хладагента в зависимости от выбранного диам. отверстия.

Определение диам. этого отверстия требуется произвести очень тщательно, — с точностью до 0,01 мм, при чем диам. отверстия д. б. не более $\frac{1}{8}$ диам. трубопровода с жидким хладагентом.

Такие отверстия Понселе применяются также в приборах, определяющих количество циркулирующего хладагента,—к о н т р о л л е р а х Глесселя и Линде.

Для измерения разницы давления Δp употребительны как дифференциальный ртутный манометр, так и обычные манометры.

Количество циркулирующего жидкого хладагента G в кг/час составляет:

$$G = 3600 \rho_f \sqrt{2g\gamma\Delta p} = 50,43 \rho_f \sqrt{\gamma\Delta p},$$

где: $f = \frac{\pi d^2}{4}$ — сечение отверстия Понселе в м^2 , $\mu = 0,63 \div 0,65$ — коэф-т истечения жидкого аммиака, $g = 9,81$ — ускорение силы тяжести в м/сек^2 , γ — уд. в. жидкого хладагента после переохлаждения в кг/м^3 , Δp — падение давления в отверстии в кг/м^2 .

При проведении этого испытания особое внимание обращается на то, чтобы имело место установившееся состояние, без заметных изменений количества циркулирующего хладагента.

Одновременно с показаниями манометров по обоим сторонам измерительного прибора записываются также темп-ры переохлаждения, испарения и конденсации хладагента.

Холодопроизводительность установки по количеству циркулирующего хладагента и по разности теплосодержания в начале и конце испарения составляет:

$$Q_0 = G (i'_0 - i'_u),$$

где i'_0 — энтальпия пара при темп-ре испарения, i'_u — энтальпия жидкости при темп-ре переохлаждения.

Значения i'_0 и i'_u берутся из табл. или по p - t диаграммам.

д) Испытание воздухоохладителей.

Испытание холодопроизводительности воздухоохладителя, независимо от типа его, заключается в определении количества циркулирующего воздуха, а также измерений понижения темп-ры и изменения влажности воздуха при проходе его.

Для более точного измерения количества воздуха сечение канала на прямом участке его делят посредством натянутых нитей на несколько квадратов и измеряют анемометром приблизительно 1—2 мин. объем прошедшего через каждый квадрат воздуха по скорости его.

Кроме анемометра желательно пользоваться и трубками Пито, к-рые дают возможность определить не только скорость, но также и статическое давление, позволяя судить о потерях напора при движении воздуха по каналу.

Количество прошедшего воздуха — $V \text{ м}^3/\text{час}$ — определяется на основании размера канала по сечению его F в м^2 и по скорости движения w м/сек . согласно формуле:

$$V = 3600 \cdot F \cdot w.$$

Одновременно с определением подачи воздуха и исследованием работы вентиляторов через каждые 5—10 мин. измеряют темп-ру и влажность воздуха перед вентилятором и при выходе из воздухоохладителя.

По расходу холода на понижение темп-ры воздуха и осушение его нетто холодопроизводительность воздухоохладителя при установившемся состоянии выразится:

$$Q = V [c_p (t_1 - t_2) + r (f_1 g_1 - f_2 g_2)],$$

где: V — количество циркулирующего воздуха в м^3 , c_p — теплоемкость циркулирующего воздуха $= 0,31 \text{ cal./м}^3$, t_1 — средняя темп-ра всасываемого воздуха, t_2 — средняя темп-ра уходящего воздуха, r — cal./кг — теплота конденсации водяных паров; при конденсации их в виде капель $r = 0,6$ и в виде инея — $r = 0,68$, f_1 и f_2 — относительная влажность воздуха, поступающего и уходящего из воздухоохладителя, g_1 и g_2 — вес влаги в г/м^3 , содержащейся в воздухе при t_1 и t_2 .

Для большей точности испытания недопустимо значительное колебание темп-ры засасываемого воздуха и воздуха, уходящего из воздухоохладителя. В особенности важно, чтобы как в начале испытания, так и в конце сохранялись одинаковые значения темп-ры в отдельности.

Для определения брутто холодопроизводительности следует учесть расход холода на теплопередачу через камеру воздухоохладителя и на тепловой эквивалент работы вентилятора.

е) Испытание по способу охлаждения рассола.

Определение холодопроизводительности по охлаждению рассола не требует особых приспособлений, легко осуществимо, но не отличается большой точностью и поэтому допускается только в том случае, если является совершенно невозможным провести испытание по количеству циркулирующего рассола при установившемся состоянии. При таком испытании все количество холода, развиваемое работой холодильной машины, употребляется исключительно для охлаждения рассола в испарителе. Все насосы для рассола д. б. выключены, а мешалка испарителя — находиться в действии для уравнивания темп-ры рассола и нормальной холодоотдачи испарительных змеевиков.

Темп-ра рассола перед испытанием д. б. приблизительно на 5°C выше обычной темп-ры рассола, применяемой для нормальной работы на данной холодильной установке или положенной в основу гарантии.

При охлаждении рассола за 1 час ок. 10°C получается средняя темп-ра испарения, приблизительно соответствующая условиям гарантии. Отсчеты темп-р рассола с точностью до $0,1^{\circ}$ делаются через 5 мин. и на различной глубине рассола в испарителе: сверху, посредине и внизу его. Ход охлаждения рассола и соответственно этому понижение темп-ры испарения, а также темп-ры конденсации и переохлаждения представляются обычно диаграммой. Рассол при испытании должен иметь такую концентрацию, чтобы не произошло обмерзания испарительных змеевиков.

Холодопроизводительность определяется на основании продолжительности и степени охлаждения рассола, принимая во внимание количество охлаждавшегося рассола и тот расход холода, к-рый пошел на охлаждение резервуара и змеевиков испарителя и на потери через лучеиспускание.

Количество рассола в испарителе вычисляется согласно размерам бака и действительной высоте в нем рассола, за вычетом объема, занимаемого змеевиками.

Если неизвестен вес металлических частей испарителя, то он вычисляется или по чертежу, или по произведенным обмерам испарителя.

Холодопроизводительность испарителя выражается ф-лой:

$$Q = (V\gamma_1 c_1 + Gc_2)(t_1 - t_0) + q + 632N_e$$

где: V — объем в л рассола в испарителе, γ — уд. в. рассола (по измерению ареометром), c_1 — уд. теплота рассола, c_2 — уд. теплота железа $= 0,11$, G — вес кг бака испарителя, змеевиков и мешалки, $(t_1 - t_0)$ — полученное понижение темп-ры рассола, q — потери на лучеиспускание — ок. $1-2\%$, определяемые также на основании темп-ры рассола через час после остановки холодильной машины, N_e — мощность в л. с. на мешалки.

Слабой стороной испытания охлаждением рассола является отсутствие постоянной темп-ры испарения.

ж) Определение производительности конденсатора.

Определение производительности — нагрузки — возможно только при конденсаторе погружного или противоточного типа, т. к. по условиям работы проточного конденсатора, — зависимости от темп-ры и влажности на-

ружного воздуха, скорости ветра и проч., определение производительности его представляет большие трудности и недостаточно точно. Сущность испытания заключается в определении количества израсходованной охлаждающей воды при известной продолжительности наблюдения и измерения температуры ее перед поступлением в конденсатор и по оставлении его с точностью измерения до $0,1^\circ \text{C}$. Измерение количества проходящей воды производится через 5—10 мин. обычными водомерными счетчиками.

Производительность конденсатора выражается ф-лой:

$$Q = G \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

где: G —количество воды в кг/час, $c = 1$ —теплоемкость воды, t_1 —температура воды до прохода конденсатора, t_2 —температура воды после прохода конденсатора.

Если в противоточном конденсаторе хладагент протекает по внешнему кольцевому пространству, то к теплоте, передаваемой воде, прибавляется теплопередача к окружающему воздуху, принимая коэффициент приблизительно $\alpha = 6 \text{ cal./час} \times \text{м}^2 \times 1^\circ \text{C}$.

з) Испытание по определению количества изготовленного льда.

При наличии ледогенератора производительность холодильной машины м. б. определена, исходя из того количества льда, которое получается за определенный промежуток времени, необходимый для полного замораживания воды. Поэтому и продолжительность испытания должна соответствовать этому промежутку времени, что при обычном весе блоков льда в 12,5 и 25 кг составляет около 8—12 час. Особое внимание при этом способе следует обратить на соблюдение установившегося состояния, для чего при выемке из рассола форм со льдом на их место опускают формы, наполненные водой, чтобы температура рассола не понижалась и не повышалась, а оставалась постоянной. Количество воды, пошедшей на образование льда, д. б. при этом определено возможно точнее.

Холодопроизводительность ледоделательной машины без учета потерь на теплопередачу ледогенератора и на оттаивание выражается ф-лой:

$$Q = V \left[\frac{(t + 80 + 0,5 \cdot t_A)}{z} \right],$$

где: V —количество воды, пошедшей на образование льда, в л, 80—«теплота затвердевания» воды в cal./кг, t —температура воды до начала замораживания ее, 0,5—теплоемкость льда, t_A —температура льда, приблизительно соответствующая температуре рассола, z —продолжительность заморозки воды в часах.

Потери на теплопередачу ледогенератора д. б. учтены или вычислением—по качеству изоляции и поверхности ее, или на основании повышения температуры рассола в течение часа после остановки машин. Потери на оттаивание м. б. приблизительно определены по охлаждению воды в оттаивательном сосуде. Однако в виду значительности всех потерь, достигающих в некоторых случаях до 20%, и вследствие приближенного подсчета их испытание по количеству изготовленного льда является недостаточно совершенным способом и требует добавочной проверки более точным способом, напр., по циркуляции рассола, если ледогенератор одновременно служит испарителем для охлаждения рассола, и циркуляции его по камерам.

и) Протокол испытания холодопроизводительности.

Установленная испытанием холодопроизводительность д. б. зафиксирована соответствующим протоколом, что приобретает особую важность для приемки оборудования от поставщика, если соблюдены данные гарантии,

и для производства денежных расчетов. В протокол обычно заносятся место и время—дата испытания, кто производил его и кто присутствовал, указывается цель испытания, а для приемных испытаний приводятся обусловленные гарантии, затем в зависимости от способа испытаний, напр., при определении индикаторной работы, диам. цилиндра и штока, ход поршня и т. д. В протокол заносят также средние величины, полученные при испытаниях и результаты вычислений, сопоставленные с гарантированными величинами. В качестве приложения к протоколу дается сводная табл. наблюдений, снятые индикаторные диаграммы и проч. Желательна кроме того пояснительная записка, указывающая цели и способ испытания и ход его и подводящая конечные итоги полученным результатам с соответствующими объяснениями. Протокол и все приложения к нему д. б. подписаны руководителем испытания и присутствовавшими.

III. Холодные склады.

§ 1. Конструкция холодных складов.

Типы холодных складов. Холодные склады, или холодильники, предназначены для хранения различных скоропортящихся пищевых продуктов при соответствующей низкой темп-ре с предварительным охлаждением или замораживанием их. Такие холодильники, обычно с машинным охлаждением, сооружаются в виде самостоятельного здания или составляют часть обслуживаемого холодом предприятия,—бойни, колбасной ф-ки и пр. При этом различают: 1) производственно-заготовительные холодильники при местонахождении их в районах заготовок скоропортящихся продуктов; 2) распределительные холодильники—для крупных центров или районов потребления, служащие для аккумуляирования скоропортящихся продуктов питания и последующего распределения их после сезона заготовок; 3) порттовые холодильники—для сбора скоропортящихся грузов и хранения их до погрузки на суда-рефрижераторы; 4) холодильники смешанного типа, служащие для заготовок и распределения продуктов (производственно-распределительные холодильники), или порттовые холодильники, выполняющие одновременно функции заготовительных или распределительных холодильников; 5) холодильники транспортного типа на судах-рефрижераторах или в поездах-рефрижераторах.

Отличительной особенностью производственно-заготовительных холодильников является незначительный срок хранения продуктов,—ок. 5—15 дней, при чем до 80% мощности холодильных машин идет на термическую обработку,—охлаждение и замораживание. Распределительные же холодильники имеют на хранении нек-рые продукты до 3—5 мес., и холод расходуется гл. обр. на покрытие потерь через теплопередачу извне, несмотря на изоляцию холодильника.

Технической характеристикой холодильника служат след. величины: емкость камер хранения в m , пропускная способность камер охлаждения и морозилок в $m/сут.$ и мощность холодильного оборудования в $cal./час.$

Проектирование холодильника ведется согласно заданию, вытекающему из экономического обоснования целесообразности сооружения данного холодильника, при чем для заготовительных холодильников следует учесть товарность соответствующего района для ближайших лет и сезон заготовок, а для распределительных холодильников—динамику роста населения и годового потребления скоропортящихся продуктов. Такое задание определяет тип и назначение холодильника, емкость камер хранения, пропускную способность камер охлаждения морозилок, грузооборот и др. условия работы. Кроме того следует учесть размеры отведен-

ного для постройки участка земли, направление подъездного ж.-д. пути, намерение расширения в будущем и пр.

По родам продукта и нормам загрузки на 1 м² площади камер (для хранения ок. 6 цент./м² и для камер охлаждения или морозилок около 2 ц./м²) определяется общая площадь всех камер, к-рая разбивается на несколько этажей. При этом наиболее выгодной формой холодильника был бы куб, имеющий в плане квадрат и обладающий при максимальном объеме минимальной поверхностью. При уменьшении наружной поверхности сокращаются первоначальные затраты на сооружение и изоляцию, а при эксплуатации снижается расход холода. Однако форма холодильника в виде куба не всегда бывает удачна в отношении приема и выпуска грузов, и часто предпочитают форму холодильника в виде параллелепипеда, имеющего в основании прямоугольник с отношением сторон обычно не более 1:2, что позволяет удлинить фронт грузовых операций со скоропортящимися продуктами.

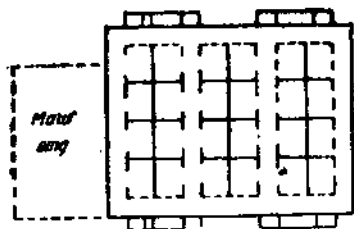
При планировке холодильника стремятся расположить охлаждаемые камеры, коридоры, подъемники и лестницы наиболее рациональным образом, чтобы уменьшить потери холода при эксплуатации и создать удобное обслуживание холодильника. В этом отношении желательно помещать морозилки рядом с камерами, предназначенными поддерживать низкие темп-ры, и отводить для них верхний этаж было бы ошибочным вследствие больших потерь холода. Вместе с тем расположение морозилок в подвальном этаже влечет нек-рую опасность деформации холодильника вследствие промерзания грунта и возможного его выпучивания.

Обычно камеры и коридоры располагают т. о., чтобы одновременно можно было принимать грузы с одной стороны холодного склада, а с другой—производить беспрепятственно, без встречных потоков, выдачу их.

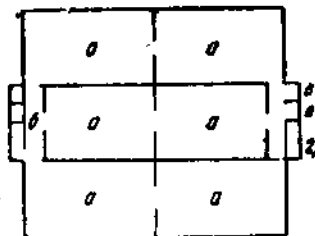
Если скоропортящиеся продукты перед приемом или при выдаче требуют осмотра и переупаковки, то для этой цели по возможности устраивают светлые помещения-распакочные. При этом площадь коридоров, вестигюлей, лестниц и подъемников, образующая т. н. бесполезную площадь, д. б. возможно уменьшена по отношению к полезной загрузочной площади камер.

В зависимости от общей полезной площади холодильных камер коэф-т использования площадей, т. е. отношение загрузочной площади камер ко всей площади холодильника, составляет:

Площадь камер в м ²	до 500	500—1000	1000—3000	3000 и свыше
Коэф-т использования	0,7	0,7—0,8	0,8—0,85	0,85—0,9



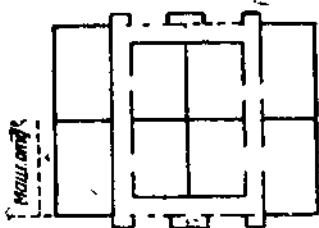
Черт. 34.



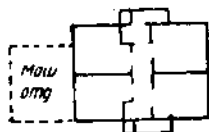
Черт. 35.

Вместо широко применявшейся немецкой планировки холодильников (черт. 34) (коридоры по периметру здания и поперек его) в настоящее время становится общеупотребительной американская планировка (черт. 35). Осо-

бенности ее заключаются в небольшом числе камер (обычно не более 6 на этаж), в отсутствии коридоров при наличии неизбежных подъемников, лестниц и тамбуров, к-рые располагаются между шахтой для подъемников и лестницы т. о., чтобы предоставить самостоятельный и непосредственный проход в любую камеру.

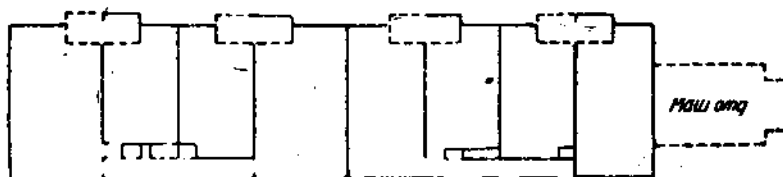


Черт. 36.



Черт. 37.

Строительная часть холодильников. Стены холодильников несут только нагрузку от собственного веса, а вся тяжесть от сохраниваемых



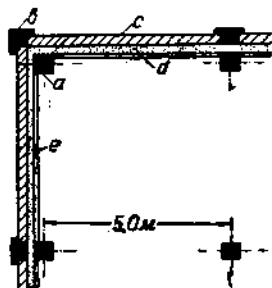
Черт. 38.

грузов и междуэтажных перекрытий передается на систему колонн, так что стены служат как бы чехлом под этажеркой, образуемой колоннами и перекрытиями.

Обычно применяется каркасная конструкция из колонн и обвязок, к-рые располагаются на уровне пола каждого этажа, а за исключением наружного каркаса служат пустотелые камни толщиной 500—600 мм, шлако- или пенобетон (300—400 мм) и железобетонные щиты-панели (100—160 мм), входящие в оставляемые вдоль наружных колонн пазы.

Колонны каркаса и внутренние выполняются из железобетона с пролетом между осями в 5 м, при чем для создания непрерывности изоляции стен колонны каркаса двойные, — наружные и внутренние по периметру здания, скрепляемые между собой по этажам железными анкерами диам. 1" (черт. 39).

Т. о., между наружными и внутренними колоннами холодильника оставляется промежуток ок. 160 мм, равный обычной толщине изоляции стен. Сечение колонн зависит от числа этажей и выбранного пролета между ними, при чем для пятиэтажного холодильника и пролета в 5 м размеры сечения квадратных железобетонных колонн приблизительно составляют:



Черт. 39.

Основание	Сечение по этажам:				
	1-й эт.	2-й эт.	3-й эт.	4-й эт.	5-й эт.
1250 × 1250	560 × 560	520 × 520	480 × 480	400 × 400	300 × 300 мм

Междуэтажные перекрытия в холодильниках должны выдерживать кроме собственного веса полезную нагрузку в 1 т/м^2 и устраиваются обычно без балок-ребер, в виде плоской плиты толщиной около 180 мм, подпертой колоннами грибовидной формы. Такие плоские безбалочные перекрытия особенно целесообразны для холодильников, т. к. устраняют застои воздуха и допускают удобное размещение охлаждающих змеевиков и воздушных каналов.

Кровли холодильников часто устраиваются с малым уклоном (1:25) или плоскими, что дает возможность использовать образующийся т. о. этаж как складочное помещение. Такие кровли огнестойки, но требуют особенной тщательности выполнения и соответствующего сочетания изоляционных слоев для предупреждения протекания.

§ 2. Изоляция.

Назначение изоляции для холодильников, изотермических вагонов и судов-рефрижераторов заключается в том, чтобы уменьшить количество тепла, проникающего извне внутрь охлаждаемого помещения вследствие сравнительно большой теплопроводности обычных строительных материалов. Поэтому в дополнение к ним применяются особые изоляционные материалы, к-рые должны значительно сократить эти потери холода и кроме того ослабить колебание темп-р при перерывах в охлаждении. Изоляция имеет особо важное значение для понижения эксплуатационных расходов и д. б. выполнена надлежащим образом, несмотря даже на высокую стоимость ее, потому что «изоляция стоит только один раз, а охлаждение все время».

Применяя наиболее совершенные изоляционные материалы при достаточной толщине слоя и тщательном выполнении самих изоляционных работ, возможно кроме того обойтись холодильным оборудованием меньшей величины, что будет отчасти компенсировать повышенную стоимость изоляции.

Требования к изоляционным материалам: 1) малый коэф-т теплопроводности $\lambda \text{ кал./ч.} \times \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}$ при толщине в 1 м; 2) малый уд. в. $\gamma \text{—кг/м}^3$; 3) незначительная гигроскопичность, т. к. влажность понижает изолирующую способность; 4) отсутствие запаха, чтобы не передать его сохраняемым продуктам; 5) огнестойкость; 6) сопротивляемость гниению, паразитам; 7) морозоустойчивость; 8) умеренная стоимость.

Свойства главных изоляционных материалов.

А л ь ф о л ь — тончайшие полосы алюминиевой фольги, гладкие или гофрированные, шириной 400 мм, длиной до 700 м. Этот материал недостаточно испытан, но, вероятно, будет хорошо противостоять диффузии водяных паров.

В о з д у х. Если он сух и заключен в мельчайшие ячейки, обладает малой теплопроводностью, но в воздушных прослойках, особенно в стенах, образуются условия для конвекции тепла, и поэтому предпочитают их заполнять каким-либо сыпучим изоляционным материалом.

Табл. 25. Теплопроводность, удельный вес и теплоемкость изоляционных и строительных материалов

(при темп-рах от 0 до +50° С).

Наименование материала	λ cal./м × час × °С	γ кг/м ³	c cal./кг × °С
Алебастр сухой	0,35—0,40	1200—1300	0,20—0,25
Альфонс	0,33—0,35		
Асбестовый картон	0,07—0,14	660—980	0,20—0,22
» шифер	0,13—0,19	1700—1790	0,19—0,21
Асфальт	0,52—0,62	2100—2150	—
Базальт	1,14—2,42	2700—3200	—
Бетон 1:4	0,63—0,7	2100—2200	0,19—0,21
» 1:12	0,65—0,75	2050—2100	0,17—0,19
» из пемзы	0,29—0,32	850—900	0,17—0,19
» « гравия	0,7—1,1	2000—2270	0,17—0,19
» « шлаков	0,19—0,26	550—900	0,18—0,19
» —пустотелые камни	0,2—0,47	700—1000	—
Бумага водоупорная	0,06—0,08	700—1200	0,35—0,31
Бутовая кладка	1,3—2,1	1700—1800	0,20—0,21
Воздух сухой в покое	0,02—0,04		
» при $\delta \leq 20$ мм	0,02—0,12	1,293—1,093	0,24
» « ≥ 40 »	0,22—0,247		
Воздух разреженный	0,01—0,001	1—0,2	0,44—0,46
Войлок	0,03—0,05	260—350	0,44—0,46
Гипс в отливке	0,32—0,4	970—1000	0,20—0,21
Гипсовые плиты с пробкой	0,21—0,25	690—850	0,25—0,30
Глина плотная	0,6—0,8	1700—1900	0,20—0,22
» с соломой	0,36—0,42	1500—1560	0,30—0,35
Гравий сухой (3—8 мм)	0,29—0,32	1850—1900	0,20—0,22
Гранит	2,7—3,	2510—3050	—
Гудрон	—	900—950	—
Дерево сухое	0,12—0,20	500—800	0,80—0,85
Дуб параллельно волокну	0,3—0,37		
» перпендикулярно волокну	0,17—0,18	819—825	0,57—0,60
Железо	40—60	7800—78 0	0,09—0,11
Железобетон (1:4)	0,65—0,75	2350—2450	0,20—0,22
Земля растительная	0,42—0,5	2000—2100	0,20—0,22
Зола древесная	0,06—0,08	300—500	0,20—0,22
Известняк	0,58—0,80	1670—2100	0,21—0,23
Инфузорная земля	0,05—0,07	300—400	0,22—0,24
Каменная пробка	0,04—0,05	150—250	—
Камыш в плитах—камышит	0,06—0,07	150—200	0,35—0,32
Картон	0,1—0,15	1000—1250	0,35—0,32
Каучук	0,17—0,3	1000—2000	—
Кизельгур в порошке	0,05—0,12	350—580	0,22—0,24
» в плитах	0,06—0,12	200—450	—
Кирпич обычный	0,35—0,80	1540—1670	0,20—0,22
» пористый	0,15—0,35	720—940	0,21—0,23
» пустотелый	0,25—0,30	800—900	—
Кладка кирпичная свежая	0,45—0,82	1570—1630	0,20—0,22
» « сухая	0,35—0,60	1420—1460	—
Кокс в порошке	0,16—0,25	400—500	0,20—0,22
Костра	0,05—0,06	200—280	0,30—0,35
Лен	0,75—0,82	880—910	0,9—0,51
Линолеум	0,16—0,20	1180—1200	0,30—0,35
» с пробкой	0,07—0,08	8540—580	—
Линофелт	0,03—0,04	150—180	0,45—0,50
Литц	0,04—0,05	180—220	0,35—0,40
Лузгит			
Мел в порошке	0,09—0,10	400—600	0,20—0,25
Минеральная шерсть	0,04—0,05	100—200	0,40—0,50
Морозин	0,05—0,06	280—320	0,40—0,50
Мох	0,06—0,07	250—320	0,40—0,50
Мрамор	1,80—2,85	2500—2800	0,30—0,22
Оназол	0,025—0,035	101—150	0,3—0,35
Опилки древесные	0,05—0,065	210—250	0,57—0,62

Табл. 25 (продолжение).

Наименование материала	λ cal./m × час × °C	γ кг/м³	c cal./кг × °C
Песок речной сухой	0,3—0,9	1520—1640	0,20—0,22
Песчаник натуральный	0,7—1,1	1700—2000	
Пробковая крупа	0,03—0,04	50—90	
Пробковая мука	0,035—0,06	150—170	0,50—0,55
Пробковая плита мелкозернистая	0,04—0,05	150—210	
Пробковая плита крупнозернистая	0,05—0,06	230—350	
Пробковая плита крупнозернистая	0,035—0,04	130—150	0,35—0,40
Пробковая плита импрегнированная	0,05—0,065	80—370	
Пух	0,04—0,05	60—80	
Руберойд	0,12—0,15	1000—1800	0,35—0,38
Саманный кирпич	0,3—0,4	1400—1500	0,30—0,33
Снег слежавшийся	0,4—0,7	120—240	0,35—0,40
Солома снопами	0,04—0,05	140—160	
Соломит	0,04—0,045	150—200	
Сосна параллельно волокнам	0,15—0,2	540—560	0,60—0,65
* перпендикулярно волокнам	0,1—0,12		
Стекло	0,35—0,8	2900—3900	0,20—0,22
Стекланный шелк	0,04—0,05	150—250	
Стружки древесные	0,05—0,07	200—240	0,57—0,62
Таль кровельный	0,10—0,12	900—1500	0,35—0,40
Торф сухой	0,04—0,05	160—180	0,40—0,50
Торфоизотерм	0,05—0,08	190—300	
Торфяная мука	0,06—0,07	200—290	0,40—0,45
Тростник в матах	0,06—0,08	140—180	
Уголь древесный	0,05—0,065	200—220	0,20—0,22
Фарфор	0,9—1,0	2240—2500	0,20—0,22
Хлопчатая бумага	0,04—0,06	80—140	0,35—0,40
Шевелин	0,035—0,04	150—180	0,40—0,50
Шерсть овечья	0,035—0,04	130—140	0,40—0,50
Шелк	0,04—0,045	100—140	
Шелуха гречихи, риса и пр.	0,06—0,08	200—300	0,20—0,22
Шифер	0,3—0,35	2700—2820	
Шлаки котельные	0,15—0,20	750—800	0,18—0,20
» пенные	0,085—0,10	360—400	
Штукатурка цементная	0,6—0,7	1700—1800	0,20—0,25
» известковая	0,6—0,7	1680—1700	
Щебень	1,3—2,1	1500—1700	

Д е р е в о. Доски для наружной и внутренней обшивки и для изоляционных дверей д. б. без резкого запаха и хорошо просушены.

З о л а—легкий материал для засыпки прослоек; дает осадку.

И н ф у з о р н а я з е м л я, кизельгур, трепел, диатомит—являются горной породой, легки. Применяются для засыпки прослоек и как добавка к теплому бетону.

К а м ы ш и т—плиты из камыша толщиной 65 мм и шириной 1 м, прошиваются вдоль проволокой диам. 2 мм. Порист, влагемок. При резких колебаниях темп-ры и влажности происходит загнивание, появление грибка.

К а м е н н а я п р о б к а—из камня, содержащего кремний, алюминий и магний. При расплавлении камня и вдувании в расплавленную массу пара получают мелкие волокна,—«минеральная шерсть», к-рая обрабатывается со связывающей составной частью в виде плит. В СССР пока не производится.

Пробковые плиты—спрессованные из мелких обрезков от производства бутылочных пробок, являются до сих пор наиболее совершенным изоляционным материалом. Размеры плит— $1 \times 0,5$ м при толщине и весе:

30	40	60	80 мм
2,6—3	4,4—5	5,3—6	7—8 кг

В виду ограниченности импорта коры пробкового дуба из-за валютных соображений применение пробковых плит находит место только лишь в исключительно ответственных холодильных сооружениях.

Сфагнум—болотный мох—малоразложившийся верховой торф. Применяется для засыпки.

Торф—в виде хорошо просушенной муки,—для засыпки прослоек.

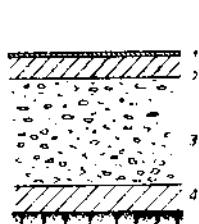
Торфоизотерм—плиты из торфа-сфагнума с добавлением гудрона, пека, извести или цемента. Размер плит $1 \times 0,5$ м при толщине 30 мм.

Шевелин (линофельт)—из отходов льняного производства и фабричных угаров,—пакли, омеля и кудели, в виде стеганных полотнищ толщиной 12,5 и 25 мм. Волокна после прохода волчков и чесальных машин, а также химической обработки располагаются ровным слоем между листами водо- и воздухоупорной бумаги.

Шлак—котельный и доменных печей в виде зерен; негорюч, но тяжел, подвержен некому воздействию влаги. Применение—обычно для изоляции полов нижнего этажа.

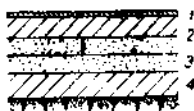
Изоляционные конструкции. После выбора изоляционного материала требуется найти такое сочетание изолирующих слоев соответствующей толщины и строительных материалов сооружения, к-ое в совокупности образует изоляционную конструкцию и должно обеспечить экономичность изоляции, долговечность службы ее, защиту от действия влаги,—диффузии водяных паров,—и грызунов, а также облегчить и удешевить производство работ.

Примеры нек-рых изоляционных конструкций:



Черт. 40.

1. Метлахские плитки с цементной подготовкой пола . . . 20 мм
2. Бетон или железобетон . . . 100—150 »
4. Шлак котельный . . . 300—500 »
- Бетон тощий . 120—150 »



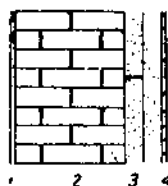
Черт. 41.

1. Цементн. пол . . . 20 мм
2. Бетон или железобетон . . . 100—120 »
3. Пробк. плиты . . . 2×60 »
4. Бетон тощий . 120—150 »



Черт. 42.

1. Железобетонное перекрыт. . . 160 мм
2. Пробк. плиты . . . 2×80 »
3. Цементн. штукатурка . . . 10—15 »



Черт. 43.

1. Цементн. штукатурк. стены . . . 10 мм
2. Кирпичн. кладка . . . 520 »
3. Пробк. плиты (или торфоизотерм) . . . 2×90 »
4. Цементн. штукатурка . . . 10—15 »

Расчеты изоляции заключаются в проверке коэф-та теплопередачи намеченной изоляционной конструкции или в определении требуемой толщины выбранного изоляционного материала.

Коэф-т теплопередачи k , определяющий экономичность изоляции, выражает утечку холода через 1 м² поверхности при разности темп-р снаружи и внутри камер в 1° С. В зависимости от этой разности темп-р принимают k :

Разность темп-р	50—35	35—30	30—25	25—20	20—15
Коэф-т теплопередачи k . .	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5

При намеченных изоляционных конструкциях для стен, полов и перекрытий холодильника проверяют значение k , пользуясь общеизвестной ф-лой Пеклэ:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_0}},$$

где: α и α_0 —коэф-т теплоперехода у поверхности, $\delta_1, \delta_2 \dots \delta_n$ —толщины слоев строительных и изоляционных материалов в м, $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ —коэф-т теплопроводности соответствующих материалов. Для наружной стороны стен и верхнего перекрытия $\alpha = 25$, для промежуточных стен и перекрытий $\alpha = \alpha_0 = 15$ и для нижнего пола, соприкасающегося с почвой, $\alpha = \infty$. Для изотермических вагонов и судов-рефрижераторов следует предварительно определить k для наружной поверхности с учетом скорости воздуха и др. среды—воды.

По определению искомой толщины изоляционного слоя желательно ее увеличить на 10—20 % для стен холодильника, обращенных на юго-запад, а также в сторону господствующих ветров.

При расчетах изоляции желательно сделать несколько вариантов, меняя род материала и толщину его для выявления изоляционной конструкции, наиболее выгодной по первоначальным затратам.

Производство изоляционных работ начинается после того, как сооружение холодильника закончено внешне, стены его достаточно просохли, снята опалубка перекрытий и в нижнем этаже сделано бетонное основание под изоляцию пола от проникновения грунтовых вод.

Для предотвращения большой утечки холода изоляционные слои не должны иметь разрывов, образуемых перекрытиями, внутренними стенами, колоннами нижнего и верхнего этажей.

Укладка пробковых плит, торфоизотерма, камышита и др. производится не менее чем в два слоя, с предварительным обмакиванием их в горячий гудрон для защиты от действия на них влаги. После этого плиты накладываются на подготовительное основание пола или прикрываются к стенам и потолку, для чего д. б. заложены в них деревянные «пробки», к к-рым затем прибавляются деревянные рейки. При железобетоне иногда выпускаются обрезки проволоки диам. 3 мм, связанные с арматурой. К плитам первого слоя прибавляется гвоздями второй слой так, что верхний слой перекрывает швы нижнего.

Для уменьшения влагопроницаемости и диффузии прокладывают часто водо- и воздухонепроницаемую бумагу, отделяющую изоляционные слои, или применяют особые асфальтовые эмульсии и мастики.

Засыпка промежуточных пространств в стенах торфом, опилками, шлаком и др. производится постепенно с соответствующим уплотнением, чтобы избежать впоследствии неравномерного оседания и образования пустот.

Необходимо предупредить попадание воды сверху и предусмотреть возможность добавления изоляционного материала при его усадке.

При изоляции полов и перекрытий сыпучим материалом требуется одинаковая толщина слоя, некое уплотнение и выравнивание под горизонтальную плоскость. Вообще материал для засыпки д. б. однородный и хорошо просушенный.

В виду ухудшения изолирующей способности конструкции из-за проникновения внутрь воздуха и содержащихся в нем водяных паров большое значение приобретает особый слой с внешней и внутренней поверхностей холодильника, — пароизоляторы, — в виде специальной бумаги, штукатурки, особой асфальтировки или обкладка белыми глазурованными плитками.

Калорические расчеты учитывают весь расход холода для данного холодильника, при чем приблизительное соотношение между отдельными статьями расходов в зависимости от основных типов холодильников составляет:

Расход холода	Типы холодильников	
	заготовительные	распределительные
Теплопередача	15%	60%
Охлаждение продуктов	70%	25%
Замораживание "	3%	3%
Вентиляция	12%	12%
Открывание дверей и пр.		
	100%	100%

Расход холода на теплопередачу зависит от поверхности стен, пола и потолка охлаждаемых камер, коэф-та теплопередачи, характеризующего качество изоляции, и от разности темп-р снаружи и внутри камер.

Общий расход холода на теплопередачу cal./сут. выражается:

$$\Sigma Q_1 = \Sigma Fk (t - t_0) \cdot 24,$$

где: F — поверхность стен, пола, потолка каждой камеры в м^2 , k — коэф-т теплопередачи, обычно не выше 0,4, t — темп-ра наружного воздуха или почвы в жаркое время года для данного места или темп-ра воздуха смежных камер, t_0 — темп-ра воздуха камеры в зависимости от рода продукта.

Расход холода на понижение темп-ры продуктов в зависимости от темп-ры, с какой продукты поступают на холодильник и до какой они д. б. доведены.

При охлаждении:

$$\Sigma Q_2 = \Sigma (Gc + G_1 c_1) (t_1 - t_2);$$

При замораживании:

$$\Sigma Q'_2 = \Sigma G [c (t_1 - t') + W \cdot 80 + c' (t' - t_2)] + \Sigma G_1 c_1 (t_1 - t_2),$$

где: G — вес нетто каждого продукта, поступающего в сутки для охлаждения или замораживания, в кг, c — теплоемкость продукта при охлаждении, c' — теплоемкость продукта при темп-рах ниже точки замерзания, t_1 — темп-ра поступающего продукта до термической обработки, t_2 — темп-ра продукта по окончании охлаждения или замораживания, t' — темп-ра замерзания соков продукта, W — процентное содержание влаги в продукте, G_1 — вес тары продукта в зависимости от род. упаковки, c_1 — теплоемкость материала тары.

Табл. 26. Содержание водяных паров для насыщенного воздуха.

Темп-ра °C	Влага г/м³	Темп-ра °C	Влага г/м³	Темп-ра °C	Влага г/м³	Темп-ра °C	Влага г/м³
+30	30,21	+15	12,83	± 0	4,89	-15	1,58
29	28,62	14	12,08	1	4,55	16	1,46
28	27,09	13	11,35	2	4,22	17	1,35
27	25,64	12	10,67	3	3,92	18	1,25
26	24,24	11	10,01	4	3,64	19	1,15
+25	22,93	+10	9,40	-5	3,37	-20	1,05
24	21,68	9	8,82	6	3,13	21	0,95
23	20,48	8	8,28	7	2,90	22	0,86
22	19,33	7	7,76	8	2,69	23	0,78
21	18,25	6	7,28	9	2,49	24	0,71
+20	17,22	+5	6,82	-10	2,31	-25	0,64
19	16,25	4	6,39	11	2,14	26	0,61
18	15,31	3	5,98	12	1,98	27	0,57
17	14,43	2	5,60	13	1,83	28	0,52
16	13,59	1	5,23	14	1,70	29	0,48

Табл. 27. Содержание влаги в продуктах, теплота затвердевания и теплоемкость.

Род продуктов	Уд. в. продукта	Содержа- ние влаги в %	Теплота затверде- вания cal./кг	Теплоемкость	
				выше тем-ры затверде- вания	ниже тем-ры затверде- вания
Мясо тощее	—	70—76	56	0,76	0,41
» жирное	—	50	40	0,60	0,35
Свинина жирная	—	40—47	32	0,52	0,32
Птица и дичь тощая	—	70	56	0,76	0,41
» » » жирная	—	60	48	0,68	0,38
Рыба тощая	—	75—80	60	0,80	0,43
» жирная	—	60	48	0,68	0,38
Икра	—	50—56	34	0,70	0,31
Яйца	1,08	70	56	0,76	0,41
Масло сливочное	0,94—0,95	10—15	12	0,64	0,30
» топленое	—	1	—	0,60	0,25
Сыр тощий	—	50	—	0,60	0,35
» жирный	—	30	—	0,44	0,29
Сметана	—	57—73	—	0,68	0,32
Творог	—	80	—	0,70	0,45
Сливки	0,950—1,027	75	48	0,85	0,50
Молоко	1,028—1,034	87—88	70	0,94	0,60
Сало топленое	—	1	30	0,60	0,40
Масла растительные	—	—	—	0,50	0,35
Шоколад	—	1	30	0,6	0,4
Фрукты	0,88—0,92	75—90	60—72	0,8—0,9	0,4—0,5
Овощи и зелень	0,88—0,94	75—90	60—72	0,8—0,9	0,4—0,5
Пиво	—	91	78	0,95	—
Вина	0,991—1,051	95—99	78	0,99	—

Расход холода на вентиляцию камер—определяется по объему камер, многократности смены воздуха, а также по темп-рам и влажности наружного воздуха и воздуха внутри камер согласно ф-ле:

$$\Sigma Q_3 = \Sigma a V [0,31(t-t_0) + r(gf-g'f)],$$

где: a —многократность смены воздуха в сутки, V —объем вентилируемых камер в м³, t —темп-ра наружного воздуха, t_0 —темп-ра камеры, $= 0,61$ —теплота конденсации водяных паров в виде капель и $r = 0,68$ для темп-р

Табл. 28. Оптимальные температуры в камерах, влажность воздуха, циркуляция и вентиляция.

Назначение камеры или род сохраняемых продуктов	Пределы темп-р °C		Влажность воздуха в %	Циркуляция объемов в час	Вентиляция объемов в сутки
	от	до			
1. Мясо и мясные продукты					
Остывочная при бойне	0	+1	80—90	20—50	4—6
Охлажденное мясо крупного скота	0	+4	80—85	8—10	2—4
Охлажденная баранина	0	+2	75—80	6—8	2—4
» свиная	-2	0	75—80	6—8	2—4
Морозильник для крупного скота	-18	-15	85—90	10—20	1—2
» » баранины	-18	-15	80—85	10—20	1—2
» » свиной	-18	-15	80—85	10—20	1—2
» » быстрого замораживания мяса	-30	-20	80—85	20—30	—
Замороженное мясо крупного скота	-10	-8	85—90	4—6	1—2
Замороженная баранина	-10	-8	85—90	4—6	1—2
» свиная	-10	-8	85—90	4—6	1—2
Оттаивание мяса	+8	+10	90—70	8—10	1—2
Помещение для соления мяса	+6	+10	90—100	2—4	0—1
Солонина при хранении	+1	+4	85—90	2—4	0—1
Бэкон	+2	+4	80—85	3—5	1—2
Шпиг	+2	+4	80—85	3—5	1—2
Сало-сырец	-6	-4	80—85	3—5	0—1
Сало топленое	0	+5	80—85	3—5	0—1
Копчености	+1	+4	70—75	3—5	1—2
Колбасное мясо	-4	0	80—85	4—6	1—2
Фарш для колбас	0	+3	80—85	3—5	1—2
Колбасы вареные	+4	+8	80—85	4—6	1—2
» копченые	+0	+4	65—70	4—6	1—2
Мясные консервы	+1	+4	80—85	—	—
Кровь в противнях	0	+2	90—95	6—8	1—2
Голые краткосрочного хранения	0	+4	90—95	4—6	2—4
2. Битая птица и дичь					
Охлаждение битой птицы	0	+1	80—85	8—15	4—6
Замораживание » »	-20	-16	85—90	6—15	1—2
Хранение » »	-10	-8	85—90	4—6	1—2
Замораживание дичи (перепелов)	-20	-16	85—90	6—15	1—2
Хранение » »	-10	-8	80—85	4—8	1—2
3. Рыба и рыбные товары					
Свежая рыба при охлаждении	-2	0	90—100	1—2	0—1
Красная » » замораживании	-22	-16	90—100	2—5	0—1
» » » хранения	-12	-8	90—95	1—2	0—1
Частиковая рыба при замораживании	-18	-16	90—100	2—5	0—1
Частиковая рыба при хранении	-10	-8	90—95	2—4	0—1
Рыба копченая	0	+2	80—85	2—4	1—2
» сушеная	+2	+4	75—80	2—4	1—2
» малосольная	0	+4	80—90	2—4	0—1
Сельди в бочках	-4	0	80—95	2—4	1—2
Рыбные консервы	0	+2	80—85	2—4	0—1
Икра зернистая	-2	0	85—90	2—4	1—2
» паюсная	-7	-4	85—90	2—4	0—1
Устрицы в скорлупе	-1	+2	100	1—2	0—1
» открытые	-6	-4	100	1—2	0—1
Омары, раки, угри (живые)	+2	+4	100	1—2	0—1

Табл. 28. (продолжение).

Назначение камеры или род сохраняемых продуктов	Пределы тем-р °С		Влажность воздуха в %	Цирку- ляция объемов в час	Венти- ляция объемов в сутки
	от	до			
4. Яйца					
Яйца при просмотре	+4	+8	75—80	2—4	0—1
» » хранения	-1	+1	75—80	6—8	2—4
» » отопления	+6	+8	70—75	6—8	4—6
Яичные желтки при замораживании	-22	-18	80—85	2—4	2—4
» » хранения	-6	-8	80—85	2—4	2—4
Яичный порошок	0	+2	70—75	2—4	2—4
5. Молоко и молочные продукты					
Молочная с баками для молока	+2	+12	90—95	2—4	0—1
Хранение молока в бутылках	+6	+8	—	1—2	0—1
Замораживание молока	-15	-12	90—95	2—4	0—1
Хранение мороженого молока	-5	-2	90—95	2—4	0—1
Молоко сгущенное в банках	0	+2	80—85	2—4	0—1
» сушеное в порошке	0	+2	75—80	3—5	1—2
Созревание сливок	+14	+18	90—95	2—4	0—1
Сметана и творог	0	+2	75—85	2—4	1—2
Сливочное мороженое—хранение	-6	-4	80—90	2—4	0—1
Сыры при созревании	+10	+12	95—100	2—4	1—2
» мягкие	-3	+4	75—85	2—4	1—2
» твердые	0	+5	75—80	2—4	1—2
6. Масло и жиры					
Масло при изготовлении	+10	+15	80—90	2—4	0—1
» » кратком хранении	0	+4	75—85	4—6	1—3
» сладкое	-10	-8	80—90	2—4	1—2
» экспортное	-8	-6	80—90	2—4	1—2
» топленое	+4	+10	80—90	2—4	1—2
Маргарин	-8	+4	75—80	2—4	0—1
Масло растительное	+1	+4	80—85	2—4	0—1
7. Фрукты и ягоды					
Яблоки	-1	+1	85—90	6—8	2—4
Груши	0	+2	85—90	6—8	2—4
Сливы	0	+2	85—90	6—8	2—4
Абрикосы	+1	+3	85—90	6—8	2—4
Персики	+1	+3	85—90	6—8	2—4
Апельсины	+2	+5	80—85	6—8	2—4
Мандарины	+2	+5	80—85	6—8	2—4
Лимоны	+2	+5	80—85	6—8	2—4
Вишня и черешня	+1	+4	80—85	6—8	2—4
Бананы	+4	+8	80—85	6—8	2—4
Ананасы	+4	+8	80—85	6—8	2—4
Виноград в гроздьях	+2	+6	85—90	6—8	2—4
» » пробковой крупе	0	+2	80—85	4—6	1—2
Орехи в скорлупе	-1	+2	80—85	4—6	1—2
Дыни	+3	+8	85—90	4—6	1—2
Арбузы	+4	+8	85—90	4—6	1—2
Тыквы	+4	+8	85—90	4—6	1—2
Крыжовник	0	+4	80—85	6—8	2—4
Смородина	0	+2	80—85	6—8	2—4
Клубника	+1	+4	85—90	6—8	2—4
Земляника	+1	+4	85—90	6—8	2—4

Табл. 28. (продолжение).

Назначение камеры или род сохраняемых продуктов	Пределы темп-р °C		Влажность воздуха в %	Циркуляция объемов в час.	Вентиляция объемов в сутки
	от	до			
Малина	+1	+4	80—85	6—8	2—4
Ягоды мороженые	-10	-4	80—85	4—6	1—2
Варенье из ягод и фруктов	+1	+4	80—85	4—6	1—2
Консервы фруктовые	+4	+8	—	—	—
Глазированные фрукты	+4	+8	75—80	4—6	1—2
Сушеные фрукты	+4	+8	75—80	4—6	1—2
8. Овощи и зелень					
Картофель	+1	+4	80—85	6—8	2—4
Капуста свежая	0	+2	80—85	6—8	2—4
„ цветная	+2	+6	80—85	6—8	2—4
Лук	0	+4	80—85	4—6	1—2
Томаты (помидоры)	+1	+2	80—85	6—8	1—2
Спаржа	+2	+5	90—95	4—6	1—2
Морковь	+2	+5	80—85	4—6	1—2
Огурцы свежие	+5	+10	85—90	6—8	1—2
Консервы из овощей	+5	+8	—	—	—
Зелень	0	+4	85—95	4—6	1—2
9. Пиво					
Пиво при брожении	+3	+5	—	—	—
„ „ хранения	+1	+3	—	—	—
„ „ разливе	+4	+6	—	—	—
„ „ продаже	+6	+8	75—80	—	—
Дрожжи пивные	+1	+2	80—85	4—6	1—2
Хмель	0	+2	80—85	4—6	1—2
Солодовня	+7	+9	85—90	—	—
10. Вино					
Крепкое вино	+7	+9	—	—	—
Рейнские вина белые	+10	+14	—	—	—
Бургундские вина красные	+14	+16	—	—	—
Яблочные вина и сидр	+1	+3	—	—	—
Шампанское	+1	+3	—	—	—
Виноградный сок	+1	+3	—	—	—
11. Разные пищевые продукты					
Шоколад при остывании	+4	+8	80—85	10—20	—
„ „ хранения	+4	+6	80—85	4—6	1—2
Сахар	+2	+5	80—85	4—6	1—2
Мед	+2	+5	80—85	4—6	1—2
Мука	+1	+6	80—85	4—6	—
Тесто при хранении	+2	+5	80—85	4—6	—
Хлеб печеный	+8	+10	80—85	4—6	—
Желатин	+8	+10	80—85	—	—
Лед	-5	-3	—	—	—
Минеральные воды	+4	+8	—	—	—
Продукты при ресторане	+3	+6	80—85	4—6	1—2
Грибы	0	+1	80—85	—	—

Табл. 29. Нормы загрузки скоропортящихся продуктов
(вес брутто на 1 м² грузовой площади).

Скоропортящиеся продукты	Нагрузка кг/м ²	Упаковка и способ загрузки
Мясо при охлаждении		
а) Крупный скот	180—200	Без упаковки, подвесом
б) Свинина	160—180	То же
в) Баранина	140—150	То же в 2 яруса
Мясо при замораживании		
а) Крупный скот	200—250	Без упаковки, подвесом
б) Свинина	180—200	То же
в) Баранина	160—180	То же
Мясо мороженое		
а) Крупный скот, целые туши	550—600	Внавалку
Полутуши поперечн. разрез	470—500	»
» продольн. »	600—650	»
Четвертины	600—650	» ок. 10—15 рядов
б) Свинина	450—500	» » 5—6 »
в) Баранина	400—450	» » 8—10 »
Шлиг	700—800	
Бэкон в чанах	800—1 000	
» в штабелях	450—500	
Солокина	500—600	В бочках на 100 и 250 кг
Консервы мясные	600—700	» ящиках в 5—6 рядов
Кишки соленные	900—1 000	» бочках по 250 кг, в 2 ряда
Птица охлаждаемая	180—200	
» замораживаемая	200—250	Ящики
» мороженая	550—600	»
Дичь	550—600	
Рыба охлаждаемая	100—125	
» замораживаемая	125—150	На стеллажах и подвесом
» мороженая	550—600	Внавалку, в корзинах
» малосольная	—	Бочки
Икра зернистая	600—700	Ящики и бочки
» паюсная	600—700	То же
Яйца	600—650	Ящики со стружками
Масло на маслодельном э-де	350—400	Бочонки в 2 яруса
То же	125—150	Бруски на 6 полках
То же на холодильниках	750—850	Бочонки и ящики (8—10 ряд.)
Маргарин	750—800	То же
Сыры твердые	600—750	Без упаковки на полках
» мягкие	500—600	
Молоко	300—400	В бутылках и бидонах
Фрукты	450—500	Ящики, корзины, решета
Виноград	400—500	То же
Яблоки	500—550	То же
Овощи	600—700	Насыпью
Пиво	500—600	В бочках
»	400—500	В бутылках (корзины)
Вина и воды	500—600	В бочках и бутылках

ниже 0° С., g и g' — содержания влаги г/м³ для насыщенного воздуха при t и t_0 , f и f' — относительная влажность воздуха.

Расход холода на освещение камер, пребывание рабочих, открывание дверей и пр. не поддается точному учету и оценивается увеличением общего расхода холода приблизительно на 10—15%.

Общий суточный расход холода получается суммированием отдельных расходов и выражается:

$$Q = 1,1 \div 1,15 (2Q_1 + \Sigma Q_2 + \Sigma Q_3).$$

По принимаемой продолжительности работы холодильного оборудования, обычно 16—20 час./сут., определяется и мощность его в рабочих *cal.*, т. е. при таких темпах испарения, к-рые должны обеспечить заданные темпы в камерах.

Холодильное и силовое оборудование. Для большей надежности в работе для больших холодильников требуемую мощность холодильного оборудования разбивают на несколько агрегатов, а в камерах применяют то охлаждение, к-рое наиболее отвечает роду продукта и условиям термической обработки его.

В зависимости от типа холодильника и величины его потребная мощность холодильного оборудования составляет: для распределительных и портативных холодильников на 1 т емкости от 300 до 200 *cal./час.*, а для заготовительных—на 1 т/сут. замораживания 8 000—10 000 *cal./час.*

По холодопроизводительности установки определяется и мощность двигателей, принимая на 1 HP для больших машин, свыше 200 000 *cal./час.*—ок. 3 000 *cal./час.*, для средних—ок. 2 600 *cal./час.* и для малых—ок. 2 000 *cal./час.*

Стоимость холодильно-силового оборудования по отношению к стоимости сооружения холодильника составляет в зависимости от величины его ок. 60—100%, а все первоначальные затраты распределяются приблизительно в таком соотношении: сооружение—45—55%, изоляция—10—15%, оборудование—35—50%.

§ 3. Эксплуатация холодильников.

Распределение между собой эксплуатационных расходов зависит от типа холодильника, величины его и др. условий эксплуатации, при чем для предварительных соображений можно принять след. распределение:

Заработная плата с начислениями	21%	Промналоги и сборы	3%
Производственные расходы: энергия, вода и пр.	19%	Проценты по ссудам	7%
Текущий ремонт зданий и оборудования	5%	Общедминистративные расходы	10%
Амортизация сооружения и оборудования	30%	Проч. расходы	5%
		Итого	100%

Экономичность работы холодильника характеризуют техническо-эксплуатационные показатели, к-рые м. б. след.:

Расход холода на 1 ц день для северных распределительных холодильников емкостью 1 000—3 000 т при средней загрузке в 50—70% составляет 60—70 *cal.*, а для южных холодильников—150—200 *cal.*

Расход энергии на 1 ц. день для электрифицированных северных холодильников—ок. 0,4—0,5 *гвч.*, а для южных—1,0—1,2 *гвч.*

Расход энергии на 1 000 *cal.* для холодильных машин ок. 200 000 *cal./час* составляет 6—6,5 *гвч.*, при чем на затраченную 1 HP/час получается 1 300—1 400 *cal.*

Расход смазки на 1 000 *cal.* для электрифицированных холодильников—ок. 0,6—0,65 г.

Расход аммиака при рассольном охлаждении—ок. 0,8 кг, а при непосредственном испарении—до 1,2 кг в год на каждую тысячу *cal.* часовой холодопроизводительности.

Расход рабочей силы на 1000 ц. дней для распределительных холодильников—ок. 1—1,5 чел.-дня и для портовых повышается до 2 чел.-дней.

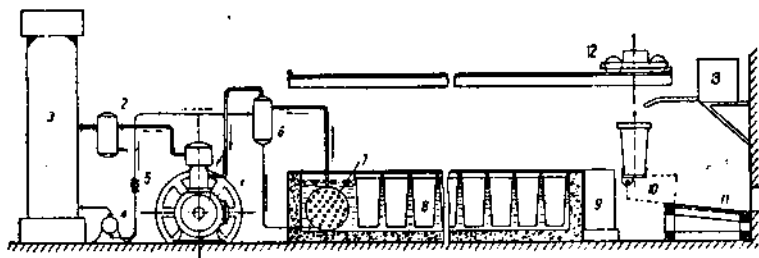
IV. Ледоделательные заводы.

Подразделение искусственного льда. По внешнему виду—мутный, молочного-белого цвета из-за присутствия воздуха и прозрачный, с небольшой только мутной сердцевинкой или совершенно прозрачный.

По форме—лед: а) в блоках—чушках; б) в плитах; в) в виде чешуек (flake ice); г) в виде шаров—после брикетирования ледяного «сала» (pack ice).

Для хладотранспорта применяется мутный лед в блоках весом от 25 кг.

Ледоделательные устройства представляют те же холодильные машины, обычно компрессионной системы с особой конструкцией



Черт. 44. 1—компрессор; 2—маслоотделитель; 3—конденсатор; 4—ресивер; 5—регулирующий вентиль; 6—отделитель жидкости; 7—испаритель ледогенератора; 8—ледовые формы; 9—оттаивательный бак; 10—опрокидыватель; 11—ледоскат; 12—кран; 13—дополнительный прибор.

испарителя-ледогенератора. Для производства льда в блоках этот испаритель делается прямоугольного вида, чтобы удобнее разместить в нем формы, наполняемые водой. При циркуляции между ледяными формами охлажденного рассола происходит понижение темп-ры воды в них и затем замораживание ее.

После превращения воды в лед формы вынимаются из ледогенератора и опускаются в сосуд с теплой водой для оттаивания, после чего блоки льда легко вываливаются из форм. Схема действия ледоделательных устройств дана на черт. 44.

Ледовые формы для нормальных блоков льда, весом в 5, 10, 12,5, 25, 50 и 200 кг, выполняются из мелкозернистой однородной сварочной стали холодной прокатки толщиной 1,2 мм для малых форм и 2 мм для больших. Формы имеют прямоугольное сечение, сверху несколько большее, чем внизу, чтобы облегчить отделение блока после оттаивания. Шов по высоте формы на одном из углов выполняется посредством автогенной сварки или эл.-сварки. Затем производится приклейка дна, укрепления и полосы для подвешивания привариваются точками посредством эл.-сварки.

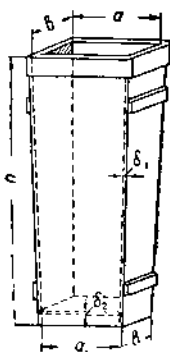
Законченные формы д. б. оцинкованы слоем около 0,1 мм, а углы дна и щели покрыты и заполнены оловом. Поверхность форм изнутри д. б. совершенно гладкая. Формы должны испытываться на герметичность.

Табл. 30. Нормальные размеры ледовых форм.

Вес блока льда	Внутренние размеры		Высота	Толщ. железа	Прибл. вес формы	Тип
	сверху	снизу				
6 кг	175 × 80 мм	160 × 70 мм	615 мм	1,2 мм	4 кг	Европейский
12 »	220 × 90 »	190 × 70 »	1000 »	1,5 »	8 »	
25 »	220 × 180 »	190 × 160 »	1000 »	1,5 »	11 »	
35 »	300 × 170 »	270 × 140 »	1125 »	2,0 »	19 »	
100 lbs (45,4 кг)	8" × 16" (203,2 × 406,4 мм)	7 1/4" × 15 1/4" (184,2 × 387,3 мм)	31" (787,4 мм)	№ 15 1,59 мм	42 lbs (19 кг)	Американский
200 lbs (90,8 кг)	11,5" × 22,5" (292,1 × 571,5 мм)	10,5" × 21,5" (266,7 × 546,1 мм)	31" (787,4 мм)	№ 16 1,59 мм	60 lbs (27,2 кг)	
300 lbs (136,2 кг)	11,5" × 22,5" (292,1 × 571,5 мм)	10,5" × 21,5" (266,7 × 546,1 мм)	44" (1107,6 мм)	№ 16 1,59 мм	70 lbs (31,7 кг)	
400 lbs (181,6 кг)	11,5" × 22,5" (292,1 × 571,5 мм)	10,5" × 21,5" (266,7 × 546,1 мм)	57" (1447,8 мм)	№ 14 1,98 мм	105 lbs (47,5 кг)	

Табл. 31. Проекты стандартов на ледовые формы (черт. 45).

Емкость форм кг	Верхнее сечение		Нижнее сечение		Толщина стенок		Общая высота h	Вес пустой формы кг
	a	b	a ₁	b ₁	δ ₁	δ ₂		
5	175	80	160	70	1,2	1,5	615	3,6
10	190	95	160	70	1,5	2,0	1115	8,1
12,5	190	110	160	80	1,5	2,0	1115	8,6
25	190	190	160	160	1,5	2,0	1115	11,5
50	380	190	340	160	1,5	2,0	1115	17,2
2000	600	300	560	260	2,5	2,5	1675	70,4



Черт. 45.

Ледогенератор для производства льда в блоках имеет бак из листового железа (толщина стенок 6 мм и днища—8 мм) с испарителем интенсивного действия Линде, Йорка и Фрика или трубчато-кожуховые (см. стр. 196), к-рый занимает не более 10% объема бака, между тем как обычные испарительные змеевики отнимают 35% и поэтому уступают по эффективности новым типам испарителей.

Мешалка-пропеллер заставляет охлажденный рассол циркулировать между ледяными формами, к-рые в больших ледогенераторах соединяются в ряды для выемки их посредством подъемного механизма.

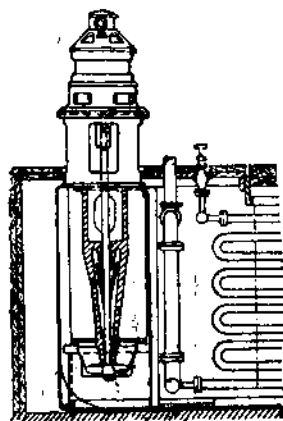
Вместо горизонтальной мешалки с 200—400 об./мин. широкое применение получают мешалки с вертикальной осью, непосредственно соединенные с эл.-мотором (черт. 46).

Для облегчения обслуживания ледогенератора применяется особый толкающий механизм в виде кривошипа и червячной передачи для передвижения рядов форм без вынимания их из рассола. Приготовленный лед вынимается рядами форм только в одном конце ледогенератора и после передвижки

форм на освободившееся место с др. конца вставляются новые формы, наполненные водой.

Табл. 32. Американские вертикальные мешалки для ледогенераторов.

Производит. ледогенерат. м ³ /сут.	Число меша- лок	Диам. крыль- са мм	Подъем мм	Число об./мин.	Мощность мотора НР
1—3	1	178	152	850	2
4—6	1	228	142	850	3
8—12	1	228	228	850	3
15—25	1	305	305	850	5
30—40	2	228	228	850	2 × 3
50—60	2	305	305	850	2 × 5



Черт. 46.

Сверху ледогенератор закрывается составными крышками, уменьшающими его потери холода с поверхности рассола. Боковые стороны и основание д. б. хорошо изолированы ($k \leq 0,5$).

Кроме бака с испарителем того или др. типа, ледовых форм и толкающего механизма ледогенератор большой производительности имеет еще след. части: прибор для наполнения ледовых форм водой, кран для подъема и перемещения форм, оттаивательный сосуд, устройство для опрокидывания форм и ледоскат.

Производство прозрачного льда. Для получения прозрачного льда имеет большое значение качество замораживаемой воды. Поэтому ледоделательные з-ды особенное внимание обращают на предварительную очистку воды. Применявшийся ранее способ отсасывания из сердцевины блока льда той воды, в к-рой обычно скопляются все загрязнения, и замены ее чистой водой, прошедшей специальные фильтры, в настоящее время оставлен. Предварительная очистка воды производится гл. обр. посредством прибавления к воде $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2CO_3 или $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, при чем растворенные в воде органические вещества переходят в нерастворимые соединения и осаждаются на дне.

Для получения прозрачного льда количество растворенных в воде веществ не должно превышать определенных границ, а именно:

- 1) карбонаты кальция и магния до 70 мг/л
- 2) окись железа » 0,2 »
- 3) хлориды кальция и магния » 170 »
- 4) сульфат натрия » 170 »
- 5) хлорид натрия » 200 »

Предварительная обработка замораживаемой воды является специальным и сложным процессом.

Помимо химических примесей на матово-молочный цвет льда влияет растворенный в воде воздух, к-рый в виде мелких пузырьков осаждается на границе воды и уже образовавшегося льда и при продолжении процесса замораживания скопляется в сердцевине ледяного блока. Для удаления воздушных пузырьков первоначально применялся способ перемешивания воды в формах посредством особых стержней-мешалок, к-рые легко при-

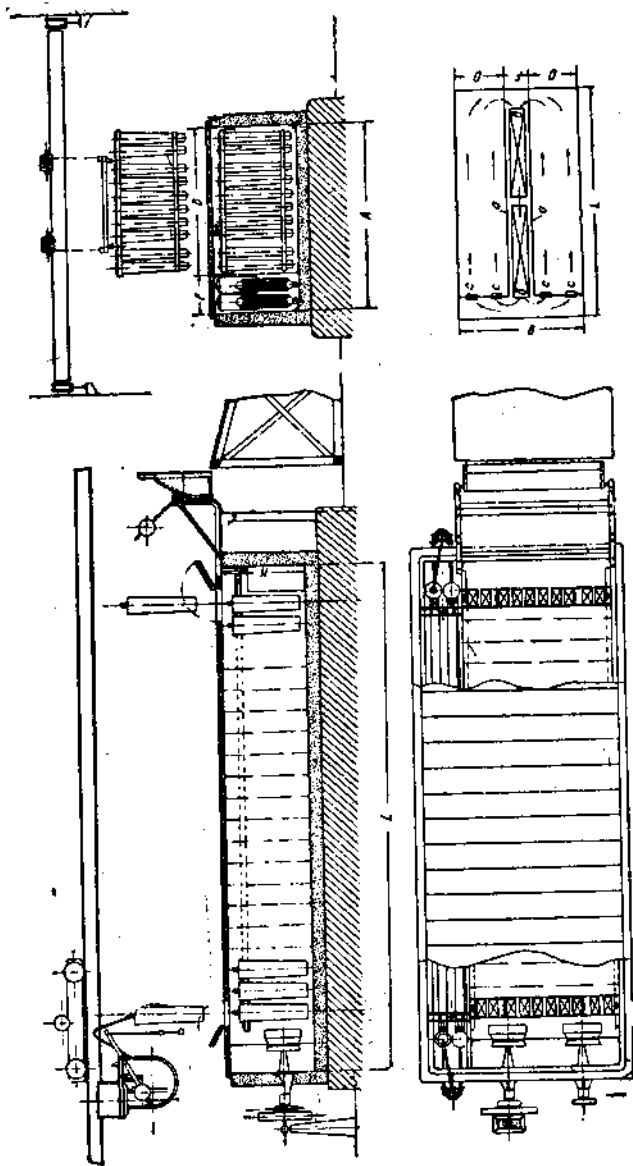
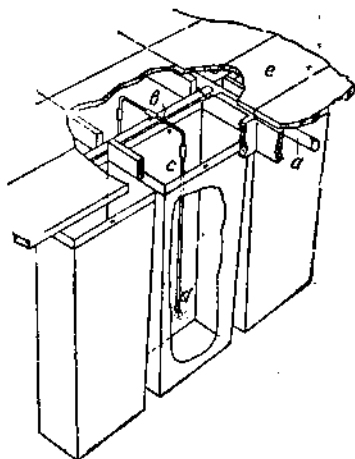


Табл. 38. Нормальные размеры ледогенераторов
(проект стандарта ВНИО, черт. 47).

Производительность льда т/сут.	Производительность в одну загрузку т	Число рам	Число форм в раме	Общее число форм	Испарители Линде			Внутр. размеры бака ледогенератора мм			Отделение для испар.	Отделение для форм	Толкающий механизм
					число систем	поверхность систем м²	общая по-верх. м²	L	B	H			
Блоки льда по 12,5 кг; продолжительность замораживания—8 час.													
2,25	0,75	6	10	60	1	6	6	2 600	1 740	1 350	265	1 460	Червячный
3,0	1,0	8	10	80	1	7,5	7,5	3 100	1 740	1 350	265	1 460	
4,5	1,5	12	10	120	2	6	12	4 000	1 985	1 350	520	1 460	
6,0	2,0	17	10	170	2	7,5	15	5 100	1 985	1 350	520	1 460	
9,0	3,0	15	16	240	2	10	20	4 700	2 890	1 350	520	2 364	
15,0	5,0	25	16	400	2	17,5	35	6 900	2 890	1 350	520	2 364	
22,5	7,5	30	20	600	4	12,5	50	8 100	3 410	1 350	520	2 884	
30,0	10,0	40	20	800	4	15	60	10 300	3 410	1 350	520	2 884	
37,5	12,5	50	20	1 000	4	20	80	12 750	3 410	1 350	520	2 884	
45,0	15,0	2 × 30	2 × 20	1 200	6	15	90	8 100	6 300	1 350	775	2 × 2 884	
60,0	20,0	2 × 40	2 × 20	1 600	6	20	120	10 300	5 555	1 350	775	2 × 2 884	
Блоки льда по 25 кг; продолжительность замораживания—12 час.													
10	5,0	22	10	220	2	10	20	6 300	2 910	1 350	520	2 384	Рыч. Черв.
15	7,5	30	10	300	2	15	30	8 100	2 910	1 350	520	2 384	
20	10	40	10	400	2	20	40	10 300	2 910	1 350	520	2 384	
25	12,5	33	15	495	4	12,5	50	8 700	3 960	1 350	520	3 434	
30	15	40	15	600	4	15	60	10 300	3 960	1 350	520	3 434	
40	20	53	15	795	4	20	80	13 500	3 960	1 350	520	3 434	
60	30	40	2 × 15	1 200	6	20	120	10 300	7 655	1 350	775	3 434	
80	40	53	2 × 15	1 590	6	25	150	13 500	7 655	1 350	775	3 434	
Блоки льда по 50 кг; продолжительность замораживания—16 час.													
22,5	12	15	2 × 10	300	4	12,5	50	7 400	5 300	1 350	520	2 × 2 384	Рычажный
30	20	20	2 × 10	400	4	15	60	9 600	5 300	1 350	520	2 × 2 384	
45	30	30	2 × 10	600	4	25	100	13 900	5 300	1 350	520	2 × 2 384	
60	40	2 × 20	4 × 10	800	6	20	120	9 600	10 500	1 350	775	2 × 4 768	
90	60	2 × 30	4 × 10	1 200	10	17,5	175	13 900	11 000	1 350	1 285	2 × 4 768	
120	80	2 × 40	4 × 10	1 600	10	25	250	18 200	11 000	1 350	1 285	2 × 4 768	
Блоки льда по 200 кг; продолжительность замораживания—40 час.													
30	50	12	21	250	4	17,5	70	15 500	5 200	1 850	520	4 750	Не имеет
60	100	2 × 10	25	500	8	17,5	140	18 000	9 050	1 850	1 030	2 × 4 000	
90	150	2 × 12	32	750	10	20	200	23 000	10 800	1 850	1 285	2 × 4 750	
120	200	2 × 12	42	1 000	10	27,5	275	20 500	10 800	1 850	1 285	2 × 4 750	

мерзали и ломались, оставляя все-таки сердцевину блока мутного цвета. Поэтому перемешивание стержнями совершенно вытеснено способом вдувания в формы с водой предварительно осушенного сжатого воздуха, который приводит воду в движение и выполняет роль мешалок (черт. 48).

Способ вдувания воздуха под низким давлением, около 0,25 atm. выше атмосферного, применяется для небольших установок и требует около 14 л воздуха в мин. на форму в 300 lbs (135 кг) и расхода энергии на 60 м³, достаточных для 70 форм, около 1 HP. Трубочки вставляются посредине формы и не доходят до дна на 1/4 высоты формы. Соединение этих трубочек с главной воздушной нагнетательной трубой про-



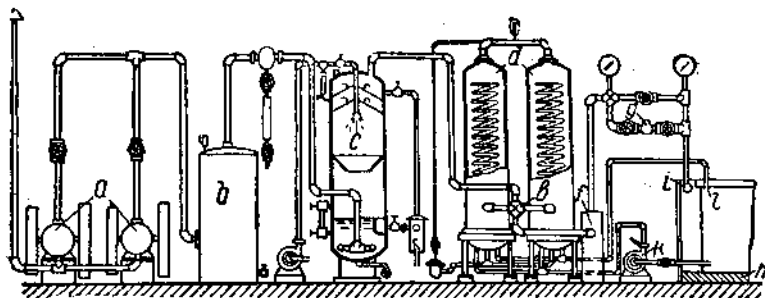
Черт. 48. *a*—воздушная магистраль; *b*—ответвление воздухопровода; *c*—соединение с трубочками; *d*—трубочки диам. $\frac{5}{16}$ "; *e*—деревянные крышки.

изводится вручную при помощи резиновых трубок, что осложняет обслуживание таких ледогенераторов.

Способ вдувания воздуха под высоким давлением, до 2 atm., требует меньшего расхода воздуха, — около 40%, при чем более высокое давление необходимо для одновременного охлаждения и высушивания воздуха. Воздушные трубки идут по углам форм и находятся под воздействием холодного рассола, что при содержании влаги вызовет замораживание ее и закупоривание трубок. Поэтому особое внимание обращают на предварительное охлаждение и осушение вдуваемого воздуха, к-рое осуществляется особой установкой (черт. 49). Темп-ра, до к-рой надо охладить воздух, чтобы осушить его, д. б. тем ниже, чем ниже темп-ра рассола в ледогенераторе и чем ниже давление сжатия. По американской практике установлены след. приблизительные соотношения:

Табл. 34. Соотношения между температурами рассола и воздуха.

Давление сжатия воздуха в atm. по манометру	Темп-ра рассола в ледогенераторе			
	—12°	—11°	—9°	—8°
1,60	—7,0	—6,0	—4,0	—3,0
1,75	—6,0	—5,5	—3,5	—2,0
1,90	—6,0	—4,5	—2,5	—1,0
2,10	—5,0	—3,5	—1,0	0
2,50	—4,0	—2,5	0	—1,0



Черт. 49. *a*—воздушный компрессор; *b*—резервуар для сжатого воздуха; *c*—воздухоочиститель; *d*—воздухоохладитель и осушитель; *f*—отделитель; *i*—воздухопровод; *k*—рассольный насос; *l*—обратная труба рассола.

Производство совершенно прозрачного, т. н. кристаллического, льда из стерилизованной и дистиллированной воды в настоящее время вышло из употребления в виду больших успехов, достигнутых в производстве льда с продуванием сжатого воздуха.

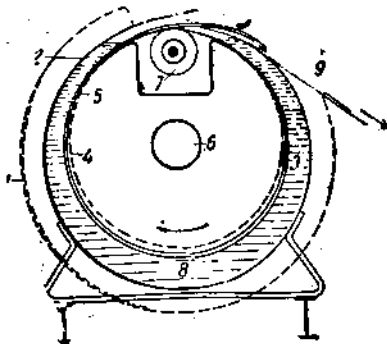
Производство льда в плитах, ранее значительно распространенное в США, Англии и Японии, также более не применяется.

Производство льда чешуйками (черт. 50) не вышло пока на промышленную арену, но представляет большой интерес для хладотранспорта как интенсификацией работы ледогенератора при незначительных размерах его, так и удобствами эксплуатации, когда отпадает надобность в дроблении льда.



Черт. 50.

Устройство такого ледогенератора (черт. 51) заключается в изолированном баке, к-рый наполнен водой, находящейся на постоянном уровне. В воде вращается горизонтальный цилиндр, составленный из тонких полос не ржавеющего особого «монель-металла». Холодный рассол из испарителя подается через полый вал внутри цилиндра и вытекает из него через другой конец. Через этот полый вал происходит также передача движения к роликам, производящим деформацию упругого цилиндра. Следствием этого является своего рода «шелушение» намерзшей ледяной корки, к-рая трескается и отделяется от поверхности цилиндра, всплывая на поверхность воды в виде пластинок-чешуек размером около 30×30 мм и толщиной до 5 мм. Особый трехбенчатый конвейер загребает чешуйки льда и подает их на ледоскат, при чем вода успевает стечь со льда при этом продвижении.



Черт. 51. 1—изоляция; 2—кожух; 3—вращающийся цилиндр; 4—рассольный цилиндр; 5—сопло; 6—полый вал; 7—деформирующий ролик; 8—вода; 9—чешуйки льда.

пом снаружи охлаждающей рубашки (черт. 52). В полости ее имеются ребра, и вся внутренняя оболочка образует складки, увеличивающие поверхность охлаждения. Жидкий аммиак по тупает на испарение снизу этой рубашки и отсасывается компрессором вверх ее. Внутри цилиндра с намораживаемой водой помещена особая мешалка со скребками, к-рые своими резцами, соответствующими складкам внутренней оболочки, сдирают с нее тонкую ледяную корку. Т. о., производство льда

брикетами достигается в горизонтальном цилиндре, снабжен-

совершается без обычного промежуточного посредника—рассола, а путем непосредственного испарения аммиака, при чем лед вместо блоков получается в виде «сала». Вода подается в нижнюю часть крышки цилиндра и вместе с мелкими пластинками и ледяной кашей выдавливается через трубу большого diam. Вода снова направляется в цилиндр-морозильник, а эта ледяная масса остается на сите и прессуется в брикеты diam. около 90 мм.

Для производительности 25 т/сут. diam. цилиндра и длина его составляют только 600 мм при расходе в 12 HP на вращение скребков. Этот способ не испытан достаточно на практике, но для хладотранспорта представляет значительный интерес.

Ледоделательные з-ды. Главные части ледоделательного з-да составляют:

1) машинное отделение,—компрессоры и приводящие их в движение двигатели, конденсаторы, к-рые при оросительном или кожухо-трубчатом типе располагаются снаружи, рядом с машинным отделением, воздухоудовки, циркуляционные водяные насосы и пр.;

2) ледогенераторное помещение,—ледогенераторы, оттаивательные сосуды, опрокидывающее устройство, ледоскаты, приводы для мешалок ледогенератора и мостовые краны;

3) льдохранилище краткосрочного хранения, емкостью в 3—5 раз более суточной производительности ледогенераторов, с транспортерами и др. устройствами для механизации подачи блоков льда;

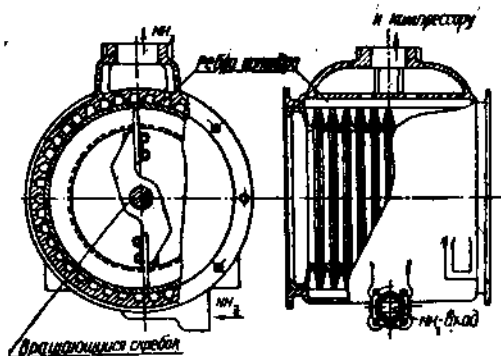
4) льдохранилище длительного хранения,—чтобы в сезоны слабого потребления льда образовать в нем такие запасы, к-рые были бы достаточны в периоды пик. Емкость такого льдохранилища составляет обычно двух—трехмесячную продукцию ледоделательного з-да;

5) вспомогательные помещения—с транспортирующими устройствами и льдодробилками, а также небольшой конторкой для учета расходования льда. Кроме того для машинного отделения в зависимости от величины з-да—небольшая мастерская, комната для механика, трансформаторное помещение и пр.

Для более экономичного производства льда на больших ледоделательных з-дах широко применяется предварительное охлаждение воды, обычно до $+1^{\circ}\text{C}$, и с этой целью устанавливается особая холодильная машина соответствующей мощности или при машинах двухступенчатого сжатия, а также работающих по циклу Ворхиса используется ступень высокого давления в виде промежуточного испарителя.

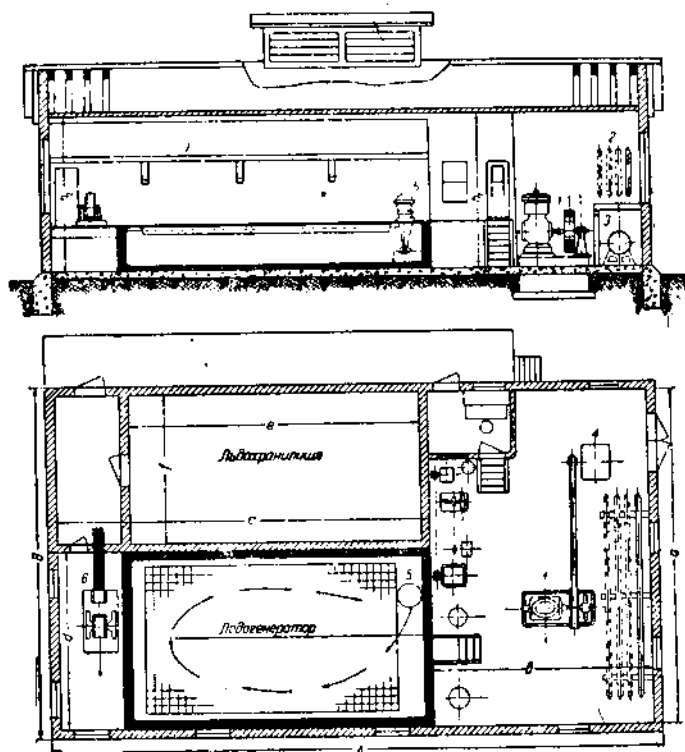
По данным американских заводов Фрик и Йорк в зависимости от суточной производительности ледоделательного з-да необходимые размеры для машинного тделения и ледогенератора с льдохранилищем указаны в табл. 35 и 36.

Для больших ледоделательных з-дов, обслуживающих нужды хладотранспорта, не представляется возможным дать типовую планировку их, но некр-е указания по взаимному расположению отдельных частей з-да



Ч.рт. 52.

можно получить из приводимых примеров планировки американских и советских ледоделательных заводов (черт. 53, 54, 55, 56 и 57).



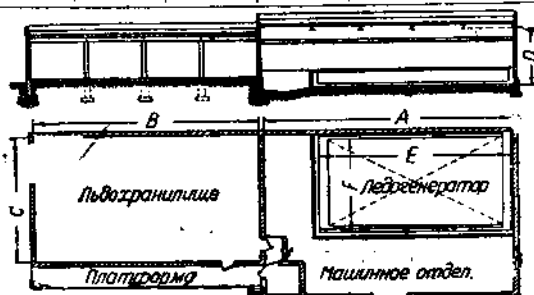
Черт. 53.

Табл. 35. Размеры ледоделательных заводов в м (по данным з-да Фрика, черт. 53).

Производ-ство льда т/сут.	Машинное отд.			Ледогенерат. отд.			Льдохранилище			Здание за-вода	
	a	b	h	c	d	h	e	f	h	A	B
1	5,8	4,3	4,3	5,9	2,6	4,3	3,5	2,8	2,4	10,7	6,2
2	6,7	4,6	4,3	7,2	3,0	4,3	4,7	3,3	2,4	12,2	7,2
3	7,9	4,6	4,3	7,2	3,8	4,3	4,7	3,8	2,4	12,2	8,4
5	8,8	4,9	4,3	8,5	4,5	4,3	6,1	4,0	2,4	13,9	9,3
8	9,4	5,5	4,3	11,0	4,5	4,3	8,5	4,6	2,4	16,9	9,9
10	10,1	5,5	4,6	11,0	5,2	4,6	8,8	4,5	2,7	16,9	10,5
12	10,1	5,5	4,6	12,5	5,2	4,6	10,1	4,5	2,7	18,4	10,5
15	11,0	6,1	4,6	13,1	6,0	4,6	10,7	4,6	2,7	19	11,4
20	11,9	6,1	4,6	15,2	6,3	4,6	12,8	5,2	2,7	21,8	12,3
25	12,8	6,7	4,6	16,8	7,1	4,6	14,3	5,3	2,7	23,9	13,2

Табл. 36. Размеры ледоделательных заводов (по данным з-да Йорк, черт. 54).

Производительность ледо-завода т/сут.	Размеры мм					
	A	B	C	D	E	F
10	8 950	6 100	6 785	4 575	5 795	6 280
15	10 825	9 225	6 785	4 575	7 675	6 280
20	13 365	11 970	7 090	4 575	10 215	6 300
25	13 315	10 750	9 530	4 880	9 555	7 930
30	14 590	12 580	9 530	4 880	10 925	7 930
40	17 890	16 470	9 530	4 880	14 130	7 980
50	21 500	19 290	10 750	4 880	16 670	8 465
60	24 550	23 715	10 750	4 880	19 720	8 465
75	26 330	17 230	17 690	5 540	21 045	9 455
100	30 090	21 195	20 585	5 540	24 805	10 850



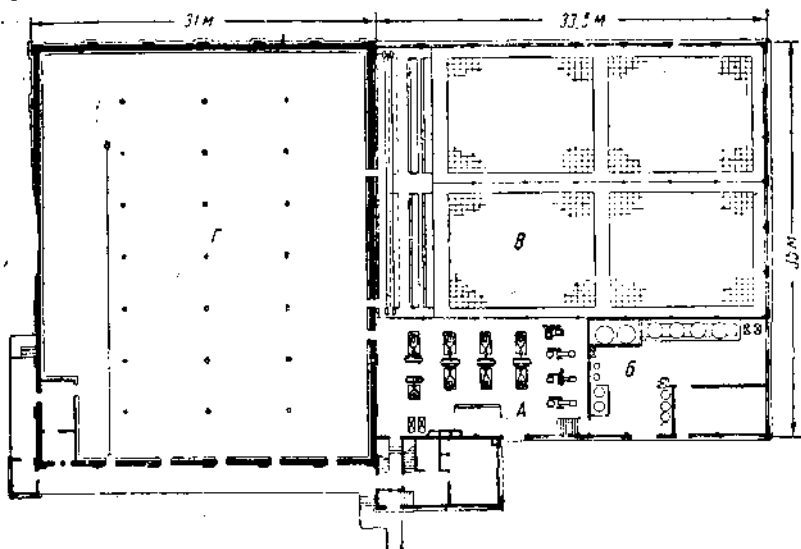
Черт. 54.

Льдодробилки (черт. 58) — составляют необходимую принадлежность ледоделательных з-дов, при чем техническая характеристика их по данным американской фирмы Жиффорд-Вуд след.

Табл. 37. Техническая характеристика американских льдодробилок.

Производительность в т/час.	3	5	8	12	15	25	30	40
Размеры горловины . . . мм	260 × 406	592 × 419	343 × 419	304 × 470	495 × 470	749 × 470	724 × 686	864 × 737
Требуемая площадь . . . »	578 × 787	648 × 806	698 × 806	978 × 978	1080 × 978	1359 × 978	1422 × 1276	1333 × 1276
Высота льдодробилки . . . »	705	857	857	914	914	914	1175	1175
Число зубьев гребенки . . .	4	4	5	2—4	3—6	5—8	5—11	5—11
Число оборотов в мин. . .	75	75	75	90	90	90	100	100
Мощность эл.-мотора . . . HP	1	1	1	2	3	4	5	7
Общий вес . . . кг	227	273	294	420	470	610	1360	1540

Дробящим органом является барабан со стальными зубьями-пальцами, которые при поломке легко могут заменяться новыми.



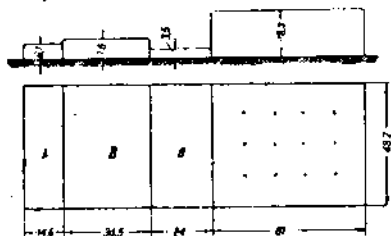
Черт. 55.

Для регулирования величины кусков имеется особая «гребенка», вставляемая в станину льдодробилки.

В нек-рых конструкциях к льдодробилке присоединяется небольшой конвейер для подачи дробленого льда.

Подвижные ледоделательные з-ды, производительностью от 5 до 10 т/сут., представляют один или два вагона, в к-рых размещены след. главные части: двигатель внутреннего сгорания, аммиачный компрессор, противоточный конденсатор, регулирующая и манометровая станция, динамомашинный для освещения и передачи энергии для мешалок, ледогенератор с формами, дополнительным прибором, оттаивательным сосудом, краном, ледоскатом и проч. Такие подвижные ледоделательные з-ды направляются в те пункты, где недостаточно заготовлено льда, и работают они для непосредственного льдоснабжения изотермических вагонов, при чем располагаются они на путях, ближайших к эстакаде. Стоимость эксплуатации таких подвижных ледоделательных з-дов вследствие их относительно малой величины значительно выше стационарных заводов.

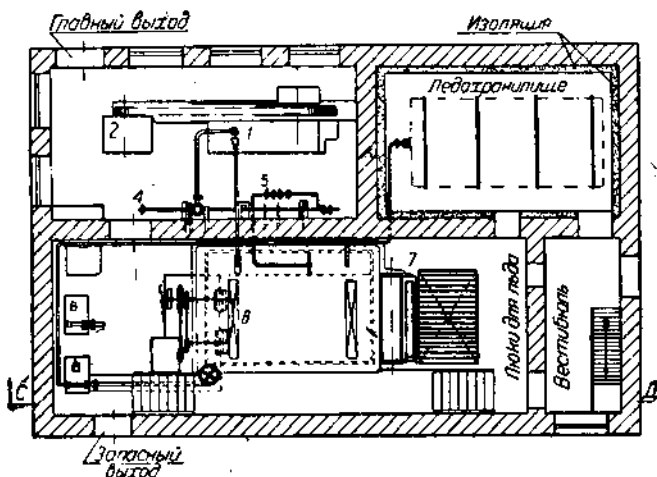
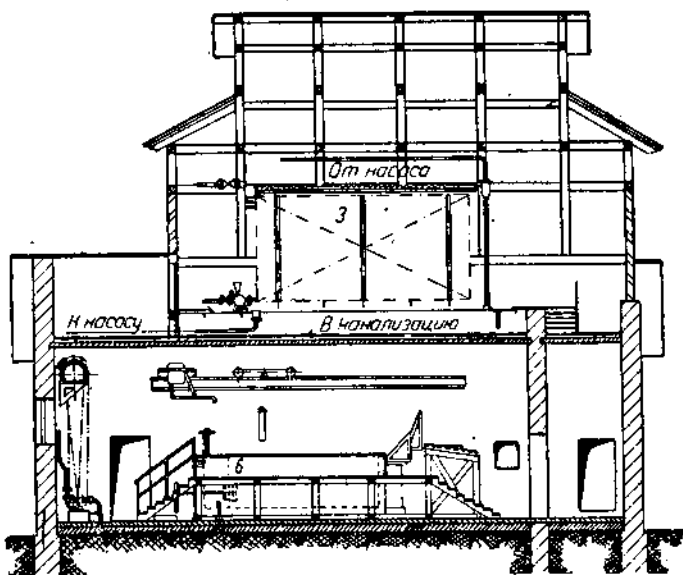
Расчеты ледоделательного з-да. Основной расчет ледоделательного з-да является задание, к-рое должно заключать в себе производительность



Черт. 56. А—машинное отделение; Б—ледогенераторное отделение; В—л. дохранилище (суточное); Г—льдохранилище (сезонное).

-да, —суточное количество изготавливаемого льда в т или кг, выбранный вес блока льда, емкость льдохранилища или для расчета его —распределение продукции 3-да по месяцам, а также темп-ры наружного воздуха, почвы и воды.

Разрез по С-Д



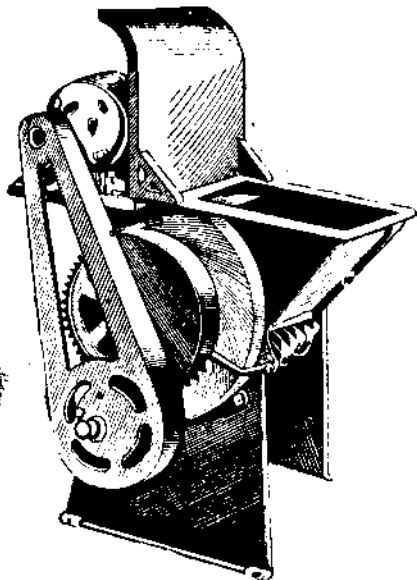
Черт. 57. 1—компрессор; 2—электромотор; 3—конденсатор; 4—перехладитель; 5—регул. станции; 6—ледогенератор; 7—оттаивательный бак и опрокидывающее устройство.

Если в нек-рых случаях ледоделательный з-д будет соединять в себе и небольшой холодильник, следует учесть емкость его и суточное поступление продуктов для термической обработки их—охлаждения и замораживания.

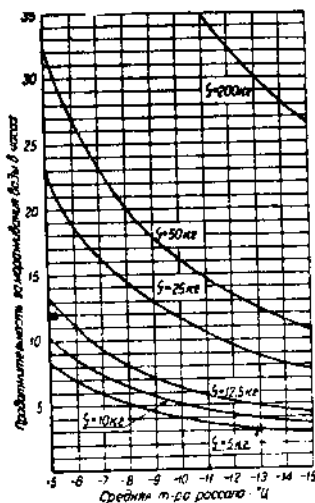
Расчеты ледоделательного з-да начинают с определения числа ледогенераторов и числа ледовых форм в них, при чем обычно для ледоделательных з-дов небольшой и средней производительности,—до 100 т/сут.,—ограничиваются только одним ледогенератором, а свыше—для большей гибкости и надежности в эксплуатации устанавливаются два и более ледогенератора.

Число форм зависит от производительности ледогенератора, выбранного веса блока льда и продолжительности замораживания воды. Расчет числа форм ведется по ф-ле:

$$n = \frac{G}{g} \frac{\tau}{24}$$



Черт. 58.



Черт. 59.

где: n —число ледовых форм в ледогенераторе, G —производительность ледогенератора—кг/сут., g —выбранный вес блока льда в кг, τ —продолжительность замораживания воды в часах.

Продолжительность замораживания воды (черт. 59) зависит от тем-ры р сола, толщины блока льда и соотношения ее с шириной поперечного сечения. Кроме того оказывают влияние и начальная тем-ра воды, наливаемой в формы.

По ф-ле проф. Планка для блоков льда с квадратным сечением и отношением сторон поперечного сечения 1 : 2 имеем:

$$\tau_{1:1} = \frac{3120 \cdot b}{-t} \cdot (b + 0,036);$$

$$\tau_{1:2} = \frac{4540 \cdot b}{-t} \cdot (b + 0,026),$$

где: b —средняя толщина блока льда в м, t —температура рассола в ледогенераторе в °C.

По американской практике независимо от отношения сторон поперечного сечения продолжительность замораживания воды составляет:

$$\tau = \frac{0,00602 \cdot b^2}{t},$$

где: b —толщина блоков льда сверху его в мм, t —температура рассола в ледогенераторе в °C.

Для обычной температуры рассола около -10°C и нормальных размеров ледовых форм получается след. приблизительная продолжительность замораживания воды:

Табл. 38. Продолжительность замораживания воды.

Европейские формы		Американские формы	
вес блока льда кг	продолжительн. замораживания часы	вес блока льда lbs	продолжительн. замораживания часы
6	5 — 6	100	25 — 30
12	8 — 10	200	35 — 40
25	12 — 15	300	45 — 50
35	15 — 18	400	50 — 55

В зависимости от температуры рассола для американских форм в 300 и 400 lbs одинакового поперечного сечения продолжительность замораживания по Планку составляет:

Температура рассола °C	-10°	-9°	-8°	-7°
Продолжительность час.	47	52	59	67

После определения числа ледяных форм находят размеры бака ледогенератора, учитывая ориентировочно по соответствующим нормам размеры испарительных батарей и руководствуясь для первоначальных подсчетов след. величиной холодопроизводительности в зависимости от суточного количества льда:

Количество льда кг/сут.	1 600	3 300	5 100	7 000	8 500	17 500	36 000	52 800	108 000
Холодопроизвод. cal./ч.	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000	100 000	200 000	300 000	500 000

Испарители интенсивного действия Линде, Фрика или Йорк располагаются обычно по длинной стороне ледогенератора или посередине его, а трубчатожужовые испарители—поперек ледогенератора. Ледовые формы охватываются с двух сторон железными полосами и для удобства обслуживания соединяются в ряды, обычно не более 20 шт. Т. е. определяется ширина ледогенератора, а в длину допускают столько рядов, чтобы обеспечить вытянутую форму бака ледогенератора, обычно с отношением сторон 1 : 2, и облегчить вследствие этого усиленную циркуляцию рассола.

Если задание не дает непосредственно емкости ледохранилища при заводе, то предварительно по плану потребления льда в ближайшие годы по

месяцам в ‰ вычисляют требуемое количество его, исходя из работы ледоделательного з-да не менее 10 мес. в году. Затем производят сопоставление требуемого потребления льда и его месячной выработки, при чем остаток льда в зимние месяцы направляется в льдохранилище, в к-ром должен образоваться такой запас, чтобы с месячной выработкой з-да удовлетворить потребность в льде и для осенних месяцев, когда резко повышается размер холодильных перевозок.

Определив максимальную емкость льдохранилища, увязывают планировку его с общей планировкой з-да, обращая особое внимание на облегчение погрузочно-разгрузочных работ со льдом и удобство передачи его на ж.-д. платформу-эстакаду.

При пересчете емкости льдохранилища в m^3 принимают удельный объем m льда с учетом промежутков между блоками льда, а также не заполненное пространство между стенами и потолком, в среднем около $1,3 m^3$, допуская при больших размерах льдохранилища высоту его до 16 м. Когда т. о. определены размеры ледогенератора и льдохранилища, приступают к калорическим расчетам.

Расход холода на производство льда. Помимо основного расхода холода на охлаждение воды и обращение ее в лед необходимо учесть и др. потери холода при производстве льда, к-рые достигают приблизительно 20‰ общего расхода холода. При этих расчетах будем пользоваться след. обозначениями и основными величинами: G —производительность ледогенератора нетто после оттаивания в $кг/сут.$, g —вес блока льда в $кг$ согласно общепринятым стандартам, g_{ϕ} —вес самой ледяной формы, зависящий от веса блока льда, t'_0 —начальная темп-ра воды, наливаемой в формы, в $^{\circ}C.$, t''_0 —начальная темп-ра формы до опускания ее в ледогенератор, равная приблизительно темп-ре налитой в форму воды, t'_x —конечная темп-ра льда перед оттаиванием, t_p —средняя темп-ра рассола в баке ледогенератора, принимаемая обычно в пределах от -8° до $-10^{\circ} C.$, t''_x —конечная темп-ра формы, равная темп-ре рассола, t_a —средняя суточная темп-ра воздуха в помещении ледогенератора или почвы, если под баком ледогенератора не имеется воздушного пространства, 80—«теплота затвердевания воды», равная скрытой теплоте плавления, в $cal./кг$, 0,5—теплоемкость льда в $cal./кг \times ^{\circ}C.$, 0,1—теплоемкость железа в $cal./кг \times ^{\circ}C.$, F —поверхность основания, стенок и крышек бака ледогенератора в m^2 , k —коэф-т теплопередачи изоляции ледогенератора в $cal./m^2 \times час. \times ^{\circ}C.$, f —поверхность ледовой формы в m^2 , δ —толщина растаявшего при оттаивании ледяного слоя, обычно не более 0,002 м, 900—об. вес. льда в $кг/m^3$, $632 = \frac{75 \cdot 3600}{427}$ —коэф-т для перевода НР в $cal./час.$, N_e —эффективная мощность для мешалок ледогенератора, z —продолжительность работы мешалок, около 20—24 час./сутки, F_0 —поверхность пола, стен и перекрытия льдохранилища m^2 , k_0 —коэф-т теплопередачи для пола, стен и перекрытия льдохранилища, t —средняя суточная темп-ра воздуха или почвы снаружи льдохранилища в $^{\circ}C.$, t_x —средняя темп-ра льдохранилища, обычно около $-5^{\circ} C.$

Согласно этим обозначениям имеем:

1. Расход на охлаждение воды, налитой в формы, обращение ее в лед и понижение темп-ры льда почти до темп-ры рассола:

$$Q_1 = G [(t'_0 - 0) + 80 + 0,5 (0 - t'_x)].$$

2. Расход на охлаждение металла ледовых форм:

$$Q_2 = \frac{Q}{g} \cdot g_{\phi} \cdot 0,1 (t''_0 - t''_x).$$

3. Расход на теплопередачу через основание, стенки и крышки ледогенератора:

$$Q_1 = \Sigma F \cdot k \cdot (t_g - t_p) \cdot 24.$$

4. Расход на потери при оттаивании ледовых форм:

$$Q_2 = \frac{Q}{g} \cdot f \cdot \delta \cdot 900 \cdot [(t'_g - 0) + 80 + 0,5 (0 - t'_d)].$$

5. Расход на тепловой эквивалент работы мешалок:

$$Q_3 = 632 N_{ex}.$$

6. Расход на теплопередачу в льдохранилище:

$$Q_6 = \Sigma F_0 k_0 (t - t_d) \cdot 24.$$

7. Расход на открывание крышек ледогенератора и дверей в льдохранилище:

$$Q_7 \cong 0,2 (Q_1 + Q_6).$$

Общий суточный расход холода составит:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7.$$

При продолжительности работы холодильных машин не менее 20 час. в сутки получаем рабочую холодопроизводительность их в *cal./час.* при темп-ре испарения около -15°C ., при чем темп-ра переохлаждения и конденсации определяются темп-рой охлаждающей воды.

После пересчета рабочей холодопроизводительности на нормальную ($t_0 = -10^\circ$; $t_u = +15^\circ$; $t = +25^\circ$) с учетом изменения коэф-тов подачи λ выбираем наиболее подходящие размеры машин согласно технической характеристики з-дов по холодильному машиностроению.

Для приближенных или предварительных подсчетов можно принять след. расход холода в нормальных *cal.* на 1 кг льда в зависимости от суточной производительности ледогенератора:

кг/сут. =	2 000	5 000	10 000	20 000	40 000	50 000	100 000
cal./кг =	145	140	137	135	133	130	120

Эксплуатация ледоделательных з-дов должна вестись т. о., чтобы требуемое для производства льда количество холода было получено от холодильного оборудования технически правильно и экономично. При соблюдении этого будут гарантированы хорошее состояние всего оборудования и долговечность службы его, а вместе с тем надежность работы ледоделательного з-да и сокращение расходов по технической эксплуатации.

Особое внимание д. б. обращено на квалификацию технического персонала, от к-рого во многом зависит качество работы ледоделательного завода.

Современные крупные электрифицированные ледоделательные з-ды, с производительностью свыше 60 т/сут., должны иметь приблизительно след. штаты: механик 1; машинистов 4; пом. машинистов 4; крановщиков 4; рабочих у ледогенератора 4.

Обслуживание холодильных машин ледоделательного з-да сводится к соблюдению правил при пуске в ход и остановке * и в особенности по регулированию хода, чтобы темп-ра испарения была приблизительно на 5° ниже требуемой темп-ры рассола в ледогенераторе. Затем обращается внимание на достаточную смазку компрессоров и на соответствующее качество ее, при чем в современных конструкциях с автоматическими смазывающими приборами под давлением обслуживание значительно облегчается и упрощается.

Работа конденсатора холодильной машины зависит от количества и качества охлаждающей воды, и в зависимости от стоимости ее и стоимости эл.-энергии механику надо найти такое соотношение между расходом воды и давлением в конденсаторе, обуславливающим расход энергии, чтобы общая стоимость воды и энергии была минимальная.

Обслуживание ледогенератора заключается в след.

1. Наблюдение за плотностью рассола, к-рая д. б. для NaCl не ниже 16° Бэ, и усилением концентрации рассола при разжижении его вследствие смывания части рассола при оттаивании. Потери соли составляют приблизительно около 0,03 кг на вынутую из ледогенератора форму с блоком льда в 25 кг. Уровень рассола при погруженных ледовых формах должен соответствовать верху ледяного блока. Рассол не должен содержать кислот.

2. Бережное обращение с формами в процессе работы и в период остановки производства. В первом случае следует избегать резких толчков и ударов, к-рые вызывают течь в формах и изменяют их поверхность, что нарушает нормальное оттаивание. Во втором случае следует принять меры для предохранения форм от ржавчины, для чего их по заполнении водой оставляют в ледогенераторе, наполненном рассолом, или вынимают из ледогенератора и высушивают. Кроме того рекомендуется покрывать снаружи и с внутренней стороны сверху на треть высоты формы особым лаком против ржавчины.

3. Наполнение ледовых форм водой, что при наличии особых наполнительных приборов сокращает этот процесс для ряда форм до 1—2 мин., и затем опускание наполненных водой форм в рассол с помощью крана.

4. Вынимание и оттаивание ледовых форм после замораживания воды. Это требует до 5 мин. времени в зависимости от темп-ры воды в оттаивательном сосуде.

5. Опрокидывание форм с оттаившими блоками льда на ледоскат и дальнейшая уборка льда в льдохранилище или непосредственная выдача потребителю.

Общий цикл операций, начиная от наполнения ряда форм водой, погружения их в рассол, выемки ряда форм с готовым льдом, оттаивания его и опрокидывания форм на ледоскат занимает до 13 мин.

Кроме того к обслуживанию ледогенератора относится наблюдение за смазкой и правильной работой мешалок, толкающего механизма, крана и опрокидывающего устройства.

Обслуживание льдохранилища состоит в наблюдении за правильной работой механизмов для нагрузки и выгрузки льда, а также за его укладкой для максимального использования емкости льдохранилища.

Для учета правильной работы всего ледоделательного з-да и эксплуатационных расходов требуется иметь соответствующей формы журнал работы, по к-рому составляются месячные ведомости и годовой отчет по технической эксплуатации.

В зависимости от стоимости воды и энергии, а также величины ледоделательного з-да себестоимость 1 т льда значительно колеблется и состав-

* Эти правила излагаются в инструкциях завода-поставщика холодильного оборудования.

ляет приблизительно ок. 10—25 руб. Для выявления себестоимости надлежит составить подробную эксплуатационную смету с учетом капитализации, амортизации, заработной платы обслуживающему персоналу, стоимости энергии, воды, смазки, аммиака, соди и проч.

При производстве прозрачного льда расход энергии, по американским данным, для темп-ры воды $+14^{\circ}$ составляет около 50 kW на 1 т льда при вдувании воздуха низкого давления и до 55 kW для высокого давления вдуваемого воздуха.

V. «Сухой лед» — твердая углекислота.

В 1834 г. Тилорье впервые получил твердую углекислоту, к-рая, минуя жидкую фазу, непосредственно переходит в газообразное состояние, т. е. не тает, а испаряется. Эта особенность и обусловила название твердой углекислоты в Америке «сухим льдом» (dry ice).

Производство сухого льда в промышленном масштабе началось только с 1925 г. и в 1931 г. достигло в США свыше 70 000 т. В СССР первый завод сухого льда, производительностью до 5 т/сут., был открыт в 1933 г. в Филах, под Москвой.

Основные физические свойства. Темп-ра затвердевания $-56,6^{\circ}$ С при давлении 5,28 atm. в области «тройной точки», в к-рой находятся в термодинамическом равновесии все три фазы: твердая, жидкая и газообразная. Темп-ра твердой углекислоты при давлении 1 atm. составляет $-78,9^{\circ}$ С. Уд. в. чистых кристаллов $= 1,56 \text{ кг/л}$, а уд. вес обычной рыночной твердой углекислоты колеблется от 1,1 до 1,4 кг/л.

«Теплота сублимации» сухого льда при $-78,9^{\circ}$ составляет 137 cal./кг., а с использованием образующихся паров при нагревании их до 0° С полная холодопроизводительность достигает 152 cal./кг.

Несмотря на разницу темп-р таяния льда из воды и сухого льда, скорость таяния и сублимации одинаковых по величине кусков льда приблизительно одинакова.

Холодопроизводительность сухого льда на единицу веса почти вдвое больше льда из воды и на единицу объема $\frac{152}{80} \cdot \frac{1,4}{0,9} \approx 3$, т. е. приблизительно втрое.

Производство сухого льда. Среди различных способов промышленного производства сухого льда имеет распространение след. Углекислый газ, получаемый обычно при сжигании кокса, подвергается сжатию в трехступенчатом компрессоре (1, 2, 3 черт-жа 60.) и затем сжимается в конденсаторе 4. После дросселирования в вентиле 5 происходит отделение пара в сосуде 6, а жидкая углекислота при давлении 10—20 atm.

Черт. 60. 1 — цилиндр низкого давления; 2 — цилиндр среднего давления; 3 — цилиндр высокого давления; 4 — конденсатор; 5 — регул. вентиль I; 6 — отделил жидкости; 7 — регулирующий вентиль II; 8 — генератор сухого льда; 9 и 10 — вентили; а — сетка, б и с — трубопроводы.

является исходным продуктом для дальнейшей обработки. Сначала при дросселировании через вентиль 7 образуется в генераторе 8 на сетке а слой снега. Выделяющиеся пары отводятся по трубопроводам б и с, через открытый вентиль 9 при атмосферном давлении к ц.н.д. компрессора. После того, как слой снега на сетке достигнет достаточной толщины, закрывают вентиль 9, в результате чего давление в генераторе 8 поднимается и превращает слой рыхлого снега в плотный блок. Для регулирования давления в генераторе служит вентиль 10.

Одновременно из отделителя жидкости б поступает жидкая углекислота и стекает на образовавшийся ранее блок. Нижняя часть полученного блока сухого льда соединяется поперечному посредством трубопровода в со всасывающей стороной ц.н.д. 1. На боковой поверхности блока под влиянием проникающей снаружи теплоты происходит процесс сублимации, вследствие чего между стенками генератора и блоком льда образуется узкая кольцевая щель. Эта щель играет роль дроссельного вентилля.

По способу з-да Зюрт генератор заполняется только жидкой углекислотой, к-рая расширяется до давления в 1 atm. Для этого служат особые пористые диафрагмы, соединенные со всасывающей линией компрессора.

Т. к. между твердеющей жидкостью, находящейся в соприкосновении с твердым слоем льда, и всасывающей линией образуется перепад давления, то жидкость испаряется, при чем пары отводятся через поры твердого слоя к всасывающей стороне. Необходимое для испарения тепло отнимается от самой жидкости, вследствие чего она переходит в твердое состояние. Уплотнение твердого слоя производится давлением находящейся над ним жидкой углекислоты.

Продолжительность образования блока льда весом 20 кг в генераторе составляет ок. 50 мин. На 1 т сухого льда заготавливается кокса 1,1—1,5 т. Продажная стоимость сухого льда в СССР в 1935 г. выражается около 517 руб. за 1 т.

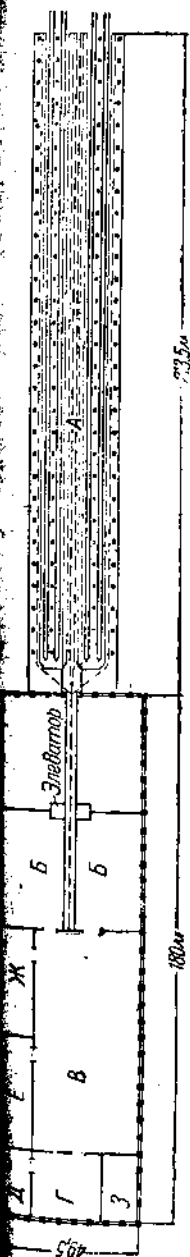
VI. Станции предварительного охлаждения.

Предварительное охлаждение применяется почти исключительно для фруктов при перевозке их на дальние расстояния, при чем основным требованием является быстрое охлаждение.

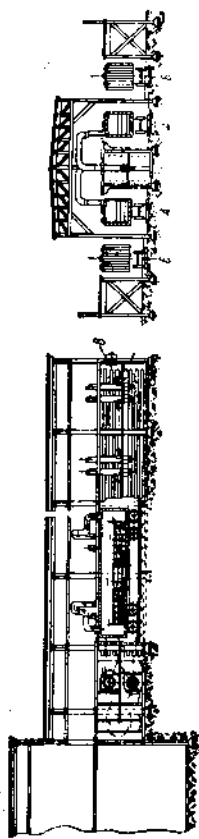
Впервые предварительное охлаждение и этот термин, — precooling process, — ввел в 1904 г. помолот Пауэлл (H. Powell) в США, где вопросы предварительного охлаждения получили наиболее полное решение. Вначале для этих целей были использованы обычные холодильники для фруктов, но вскоре перешли к способу охлаждения непосредственно в самых вагонах. Вследствие этого сокращались расходы на загрузку фруктов в холодильники и пребывание их там, а также избегалась опасность осадения росы на охлажденных фруктах при перегрузке их из холодильника и в вагоны. Такие специальные сооружения для охлаждения фруктов в самых изотермических вагонах объединяются с ледоделательными заводами (для снабжения льдом вагонов-ледников) и получили название «станций предварительного охлаждения», или, сокращенно, СПО. В США для вывоза из Калифорнии фруктов были сооружены в 1910 г. мощные СПО в Сан-Бернардино (система Гая) и в Колтоне, Розвилле и Лос-Вегасе (система Спрэг-Идсона).

Система Гая стремится установить равенство давлений воздуха снаружи и внутри вагона, чтобы избежать в вагоне разрежения, вакуума, вследствие чего теплый наружный воздух попадает внутрь, или повышенного давления, когда холодный воздух из вагона будет непроизводительно теряться наружу. Поэтому особенностью системы Гая является возможность менять нагнетательный рукав у вагона на всасывающий и обратно. При такой переменной циркуляции воздуха из вагона к воздухоохладителю и обратно точка равенства давлений получается в середине охлаждаемого вагона, что предотвращает как прорыв холодного воздуха из вагона наружу, так и проникновение внешнего теплого воздуха внутрь вагона.

СПО в Сан-Бернардино (черт. 61 и 62) обслуживает одновременно 28 четырехосных вагонов, к-рые устанав-



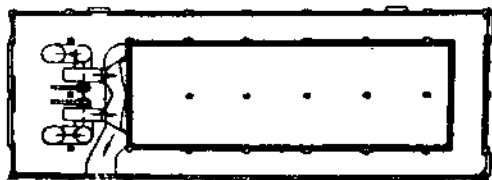
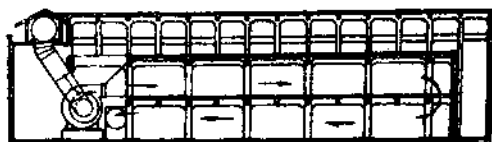
Черт. 61. А — воздухоохладитель; Б — ледохранилище; В — ледогенераторное отделение; Г — машинное отделение; Д — котельная; Е — мастерская; Ж — аппаратное отделение; З — контора.



Черт. 62. А — пути для охлаждения вагонов; Б — пути для набивки вагонов льдом; В — автоматический впускной клапан.

вливаются по 14 с каждой стороны воздухоохладителя. Охлаждение воздуха производится с помощью рассола, к-рый циркулирует по трубам диам. 50 мм и общей длиной 173 км. Охлаждающие трубы расположены в двухэтажной камере воздухоохладителя, имеющего длину 210 м. Диам. рукавов, подводящих воздух в каждый вагон через люки, — 635 мм. Количество продуваемого воздуха на четырехосный вагон колеблется от 10 000 до 14 700 м³/ч.

Охлаждение фруктов в вагоне производится в течение 4 час., чтобы выдержать срок, предписанный правилами ж.-д. перевозок США. Темп-ра нагнетаемого в вагон воздуха в конце охлаждения достигает —13° С. Темп-ра отсасываемого воздуха из вагона вначале



Черт. 63-а.

составляет от +10° до +5°, а в конце от —4 до —8°, при начальной темп-ре фруктов ок. +30° и после охлаждения — ок. +6°. Перемена направления дутья производится периодически каждые 20—30 мин.

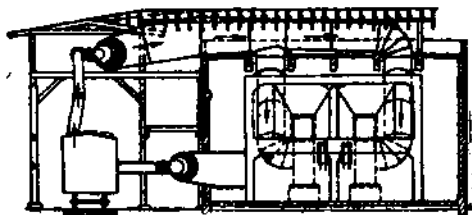
В пути следования темп-ра в вагоне повышается до +9° и лишь под влиянием догрузки льда на пунктах льдоснабжения снова медленно понижается.

По причине обязательного короткого срока охлаждения, ограниченного в США 4 час., результаты работы такой СПО недостаточно удовлетворительны, а понижение темп-ры вдвухаемого воздуха ниже —13° влечет опасность заморозания плодов с поверхности. По этим причинам СПО этой системы в США постепенно перестают работать.

В СССР имеются СПО подобного типа в Самтредии* на

одновременное охлаждение двух 2-осных вагонов или одного 4-осного вагона в период до 7 час. и в Ташкенте на три 2-осных или два 4-осных.

Система Спрег-Идсона отличается осуществлением в охлаждаемом вагоне перемежающегося вакуума. Присоединение к вагону всасывающих воздушных рукавов производится через люки, а нагнетательного — через дверь (черт. 63-а, б). Воздушные рукава сообщаются с атмосферой через особые автоматические клапаны, к-рые открываются через определенные промежутки времени. Высасывающие вентиляторы в течение нескольких мин. удаляют из вагона теплый воздух и «вредные газы», выделяемые фруктами, при чем на это время доступ холодного воздуха прекращен и впускные клапаны при этом закрыты. После такого разрежения, или вакуума, выпускные клапаны закрываются, и холодный воздух через впускные клапаны нагнетается в вагон по соответствующим рукавам. Через 10—15 мин. впускные клапаны закрываются, и снова происходит только отсасывание воздуха, часть к-рого выпускается в атмосферу. Такое удаление воздуха производится лишь в течение первого часа охлаждения, а затем в перемежающиеся периоды отсасывания или вакуума и нагнетания воздух не выпускается наружу, совершая циркуляцию по всасывающему рукаву в воздухоохладитель и по охлаждению обратно в вагон через нагнетательные рукава.



Черт. 63-б.

Продолжительность охлаждения вагона фруктов по этой системе составляет от 2 до 3 час. при темп-ре нагнетаемого воздуха от —4° до —17° С и количестве продуваемого воздуха на 4-осный вагон — ок. 17 000 м³/ч.

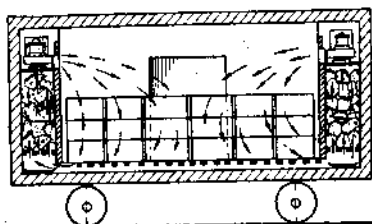
Предварительное охлаждение переносными вентиляторами, применяемое в США и Италии, заключается в след. Вагон загружается продуктами и льдом, устанавливаются переносные вентиляторы, к-рые создают усиленную циркуляцию воздуха и ускоряют процесс охлаждения, при чем за 6 час. удается понизить темп-ру фруктов и овощей с +25° до +8° С. Вентиляторы центробежного типа помещаются над решетчатыми карма-

* Детков В., Испытание станции предварительного охлаждения в Самтредии, М., 1933 г.

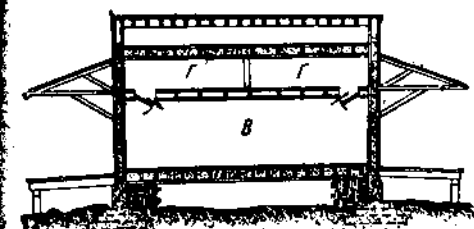
нами со льдом и солью через специальные двери в стенах вагона (черт. 64). Подача воздуха каждым эл.-вентилятором составляет $22 \text{ м}^3/\text{мин.}$ при расходе энергии 1 kWh. Воздух засасывается снизу через всю толщу дробленого льда и соли, охлаждается при этом и нагнетается почти под потолком вагона, охватывая сверху загруженные продукты и отнимая от них тепло.

Первоначальная загрузка льда в вагон составляет ок. $1,7 \text{ т}$ и соли 90 кг. При работе вентиляторов догружается $0,6 \text{ т}$ льда и соли 50 кг. , а после окончания процесса предварительного охлаждения еще ок. $1,1 \text{ т}$ льда.

Передвижные станции предварительного охлаждения на один—два вагона дают возможность перебрасывать их из одного района в другой в зависимости от размеров и сроков сбора фруктов. Такая СПО состоит из четырехосного вагона, оборудованного аммиачной холодильной машиной на $40\,000\text{—}60\,000 \text{ cal./час.}$, нефтяным двигателем в $30\text{—}40 \text{ л. с.}$ и воздухоохладителем непосредственного испарения, Охлаждаемый вагон с фруктами присоединяется к СПО посредством



Черт. 64.



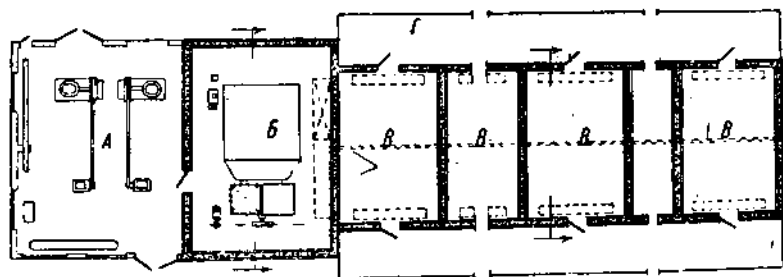
Черт. 65-а.

рукавов диам. 400 мм. Подача воздуха вентилятором составляет $16\,000 \text{ м}^3/\text{ч.}$ Продолжительность предварительного охлаждения до $+6^\circ$ колеблется до 4 до 6 час.

В СССР имеется несколько таких СПО, работающих в Ср. Азии и Закавказьи.

Новые станции предварительного охлаждения представляют ряд отдельных камер емкостью на 1—2 вагона фруктов каждая, при чем камеры загружаются с одной стороны и выгружаются с другой (черт. 65-а, б, в). Для предупреждения осаждения росы на охлажденных фруктах при перегрузке их в изотермические вагоны между дверями камеры и вагона

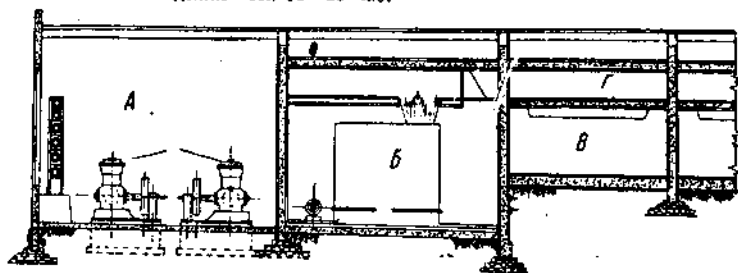
должны устанавливаться особые подвижные соединительные «гармоники» с изоляцией. Охлаждение камер исключительно воздушное от воздухоохладителя непосредственного испарения, оборудованного соплами для разбрызгивания рассола. Такая система мокрого воздухоохладителя обеспечивает хорошее промывание воздуха, удаление пыли



Черт. 65-б. А—машинное отделение; помещение воздухоохладителя; В—камеры предварительного охлаждения; Г—воздушные каналы.

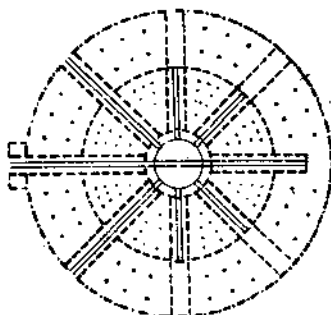
и загрязнений, а также устраняет образование на змеевиках «снеговой шубы». Над камерами предварительного охлаждения проходят воздушные каналы, —нагнетательный и всасывающий, сообщаемые с камерами посредством двух длинных прорезов в потолке, с соответствующими клапанами, к-рыми можно регулировать количество протекающего

воздуха. Эти же клапаны служат для выключения камеры из охлаждения. Кроме того у воздухоохладителя имеются клапаны для изменения направления дутья воздуха. Продолжительность охлаждения—ок. 16—20 час.



Черт. 65-в.

Станция предварительного охлаждения в Вероне (Италия) постройки 1930 г. (черт. 66) имеет форму круга и состоит из трех концентрических частей. В центре здания—круглое помещение диам. 24 м, почти целиком занятое поворотным кругом на 2 вагона. От него отходят радиусами галереи шириной по 5,5 м. Эти галереи охлаждаются и, за исключением одной, служат для разгрузки, погрузки и предварительного охлаждения поступающих вагонов. Между галереями расположены охлаждаемые камеры для фруктов, имеющие форму трапециевидов.

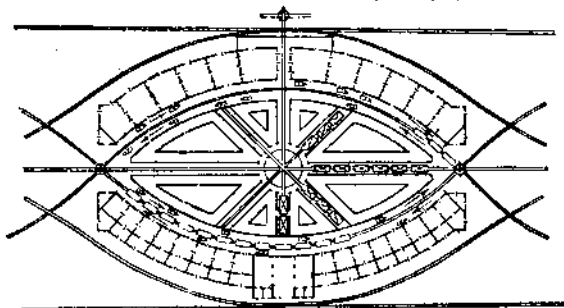


Черт. 66.

Наружное кольцо здания содержит 7 больших помещений, отведенных для холодного хранения фруктов, и одно—машинное отделение. На втором этаже среднего кольца здания находятся ледоделательный з-д (60 т/сут.) и два льдохранилища емкостью по 300 т.

Общая холодопроизводительность СПО составляет 1200 000 ккал/ч. Система охлаждения—воздухоохладители непосредственного испарения из труб диам. 30/38 мм и общей длиной 33 км. Продолжительность охлаждения вагона с предварительно охлажденным грузом—6 час. При расположении в семи галереях одновременно 19 ваг. суточная пропускная способность СПО выражается в 76 ваг.

По новому проекту в Италии принята эллиптическая форма холодильного сооружения с: 1) длинными разгрузочно-нагрузочными галереями; 2) центральным залом для



Черт. 67.

маневрирования вагонов; 3) холодными камерами в виде тр-ков для долгосрочного хранения плодо-овощей; 4) помещениями с наружной стороны для осмотра, сортировки и упаковки плодо-овощей (черт. 67).

VII. Изотермические вагоны.

§ 1. Основные требования.

В изотермических вагонах независимо от колебаний темп-ры наружного воздуха должна поддерживаться постоянная и ровная темп-ра, определяемая родом перевозимых продуктов и составляющая приблизительно от $+5^{\circ}$ до -3° С. Для этого необходимо иметь хорошую изоляцию кузова вагона, охлаждающие приборы достаточной поверхности и отопительные устройства для зимних перевозок нек-рых грузов. Кроме того требуется естественная или побудительная циркуляция воздуха для уравнивания темп-р по всему объему вагона и для ускорения охлаждения перевозимых грузов, если предварительно темп-ра их не была достаточно снижена. Для освежения воздуха и удаления воспринятых им запахов и испарений требуется вентиляция соответствующими вентиляционными приборами.

К основным требованиям относятся также надежность действия изотермического вагона, простота устройства и обслуживания, невысокая стоимость постройки и оборудования при большой экономичности в эксплуатации.

§ 2. Типы изотермических вагонов.

Существующие типы изотермических вагонов не выполняют полностью и в одинаковой степени всех предъявляемых требований, но допускают след. подразделение:

1. Вагоны-ледники с решетчатыми карманами—получили самое широкое применение для перевозки различных скоропортящихся продуктов.

2. Вагоны-ледники с танками—были предназначены гл. обр. для перевозок мороженых продуктов, —мяса, рыбы и др., но в настоящее время вышли из употребления из-за недостаточной холодоотдачи и трудностей получения ровной и низкой темп-ры.

3. Вагоны-ледники с принудительной циркуляцией воздуха или рассола, образующегося от смеси льда с солью, отличаются нек-рой сложностью устройства и оборудования. Кроме того вследствие привода вентилятора и насоса для рассола обычно от оси вагона получаются перерывы в охлаждении, т. к. при остановках вагона вентилятор и насос бездействуют. По этим причинам, несмотря на получение более низких темп-р внутри вагона, этот тип пока более не применяется.

4. Вагоны, охлаждаемые твердой углекислотой (сухой лед) или замороженным рассолом (эвтектики) не вышли пока из стадии опытов.

5. Вагоны с машинным охлаждением дают возможность получать такие же низкие темп-ры, при к-рых скоропортящиеся продукты хранятся на холодильниках, но пока не получили распространения из-за высокой стоимости оборудования и нек-рой сложности обслуживания.

6. Вентиляционные вагоны без охлаждения, но с продуванием воздуха от хода поезда через решетки в торцовых стенках, предназначались почти исключительно для осенних перевозок плодо-овощей. Изменения темп-р наружного воздуха вызывали значительные колебания внутри темп-р вагона, к-рых поэтому не имеет достаточных оснований называть изотермическим. В виду неудовлетворительных результатов работы вентиляционных вагонов они переделываются в вагоны-ледники, но для более стойких плодо-овощей приспособляются обычные грузовые вагоны посредством устройства решеток в торцовых стенках.

§ 3. Вагоны-ледники. Их устройство.

Вагон-ледник помимо ходовой рамы, тележек и пр. * включает в себе след. основные части: 1) кузов с соответствующей изоляцией; 2) охлаждающие приборы; 3) вентиляционные приборы; 4) приспособления для погрузки; 5) отопительные приборы (для нек-рых типов вагонов-ледников при зимних перевозках).

Кузов вагона-ледника должен удовлетворять следующим требованиям: а) устойчивость от раскачивания в продольном и поперечном направлениях; б) надежность скрепления с ходовой рамой во избежание сдвига при толчках; в) возможность смены отдельных частей кузова при поломках или обнаруженном загнивании; г) предупреждение попадания влаги в изоляцию.

Конструкция кузова представляет собой остов из нижних и верхних обвязочных брусьев с вертикальными стойками, укосинами, подпольными брусьями и потолочными дугами. Этот остов имеет наружную и внутреннюю досчатые обшивки, между к-рыми находится соответствующая изоляция. Материал для остова—дуб или лиственница, а для обшивки—сосна или (реже) ель. При надувной системе пола применяется дуб. Все деревянные части кузова перед сборкой пропитываются антисептиками,—креозотом, хлористым цинком и др., а также красятся масляной краской или одной олифой.

Сращивание нижних и верхних обвязочных брусьев производится «зубом» с натяжным клином и скреплением железными планками на болтах. Все соединения деревянных частей кузова щипами устанавливаются на замазке, чтобы заполнить пустоты для устранения попадания влаги. Скрепление остова кузова производится железными угольниками на болтах.

Промежуточные стойки и укосины устанавливаются в чугунные или стальные башмаки, укрепленные к обвязочным брусьям болтами. Скрепление верхних и нижних обвязочных брусьев производится сквозными железными связями, проходящими через пазы в стойках. Укрепление остова к раме вагона производится с помощью болтов, пропущенных через нижний обвязочный брус и обвязочные угольники рамы.

Во избежание излишней утечки холода головки всех болтов утапливаются в дерево, а образующиеся при этом углубления заделываются изоляционным материалом.

Половой настил при сборке в пазух промазывается горячим гудроном и уплотняется до остывания последнего. Поверх пола на горячем гудроне настилаются оцинкованное железо или листовой цинк (толщиной 1,5 мм) с пропайкой швов. В грузовом помещении такое покрытие пола переходит и на стены на высоту до 300 мм, а около охлаждающих приборов—на высоту не менее 500 мм.

Кроме деревянного остова кузова применяется для большей жесткости и железный из уголкового железа с обделкой его деревом.

При сборке кузова необходимы прочное скрепление между собой отдельных частей остова и особая тщательность приладки их, а также внутренней и наружной обшивки стен, пола и потолка во избежание попадания влаги.

Окраска кузова после грунтовки и шпаклевки производится за два раза в белый цвет, а крыши в светло-серый. Внутри кузова стены и потолок окрашиваются в серый цвет.

Изоляция кузова выполняется по готовому остову, при чем к изоляционным материалам помимо основных требований предъявляются еще след.: легкость, чтобы не увеличивать тары вагона, и сопротивляемость тряске, к-рой подвергается кузов, чтобы не произошло сползания материала и нарушения однородности изоляции.

* О них см. том IV «Вагоны»

В качестве изоляционных материалов для вагонов-ледников находят применение войлок, шевелин, пробковые плиты, торфоизотерм, матрацы из морской травы и конского волоса, альфоль и воздух в виде прослоек. Основные свойства этих материалов указаны на стр. 229.

Для предохранения слоев изоляционных материалов от пропитывания влагой, а также против непосредственного проникновения воздуха через неплотности и швы обшивки и изоляции применяются вспомогательные материалы: р у б е р о й д, — тряпичный картон, пропитанный битумами, и д ж и а н т, — прочная бумага, обработанная особым составом, придающим водо- и воздухопроницаемость.

Изоляционные конструкции для кузова вагонов-ледников постройки 1933 г. приведены на черт. 68 и 69 с указанием рода и толщины примененных материалов.

Общая толщина пола составляет 150 мм, стен 146 мм и потолка 135 мм, при чем сверху дается покрытие кровельным железом по слою руберойда в 1 мм.

Коэф-т теплопередачи изоляции кузова колеблется от $k = 0,5$ до $k = 0,7$ и рассчитывается по общей формуле Фекля (см. стр. 233) с учетом большой скорости воздуха снаружи от движения вагона и ветров для коэф-та теплоперехода.

Работы по изоляции вагона-ледника д. б. выполнены особенно тщательно, без всяких щелей между плитами и частями остова и с перекрытием швов плитами следующего слоя. При употреблении шевелина и войлока нельзя допускать рваных полотнищ, неравномерной толщины. Соединение полотнищ между собой должно происходить на особые бруски, устанавливаемых с этой целью. Руберойд и джидант должны склеиваться внахлестку, чтобы образовать сплошное покрытие, без разрывов.



Потолок:	
железо кровельн. 0,5 мм	
руберойд 1	»
доски обшивки 22	»
руберойд 1	»
шевелин (2 слоя) 25	»
фанера 6	»
воздушный про-	
слой 14	»
шевелин (4 слоя) 50	»
руберойд 1	»
доски обшивки 22	»

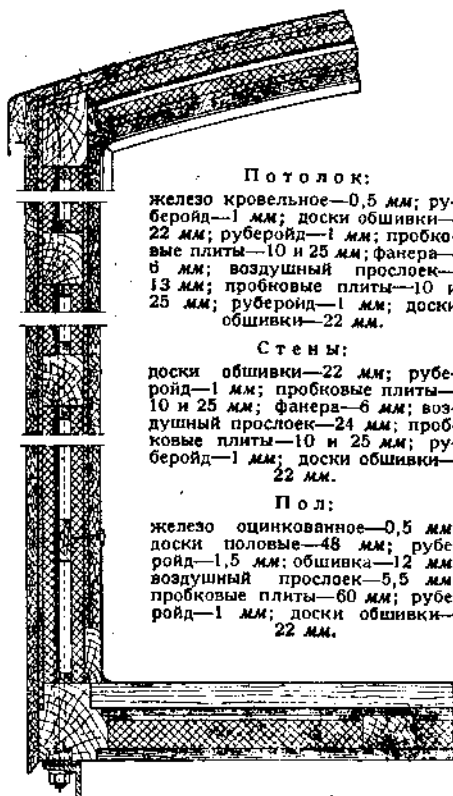
Стены:	
доски обшивки 22	»
руберойд 1	»
шевелин 12,5	»
воздушный про-	
слой 5	»
шевелин 12,5	»
воздушный про-	
слой 5	»
шевелин 12,5	»
воздушный про-	
слой 14	»
фанера 6	»
шевелин 12,5	»
воздушный про-	
слой 5	»
шевелин 12,5	»
руберойд 1	»
доски обшивки 22	»

Пол:	
железо оцинко-	
ванное 1	»
доски половые 48	»
руберойд 1,5	»
обшивка 12	»
воздушный про-	
слой 4	»
торфолеум 60	»
руберойд 1,5	»
обшивка 22	»

Черт. 68.

Срок службы изоляции в зависимости от рода материала и условий работы вагона-ледника составляет от 8 до 12 лет.

Двери—двухстворчатые, устраиваются посредине каждой продольной стены, обычно размером по ширине 1350 мм и по высоте 1840 мм. Обязка дверей—из дуба, а изоляция—такая же, как и стены кузова. Уплотнение дверей в притворах делается или в виде валиков из войлока с покрытием брезентом, или с устройством паза, в к-рый



Потолок:

железо кровельное—0,5 мм; руберойд—1 мм; доски обшивки—22 мм; руберойд—1 мм; пробковые плиты—10 и 25 мм; фанера—6 мм; воздушный прослойка—13 мм; пробковые плиты—10 и 25 мм; руберойд—1 мм; доски обшивки—22 мм.

Стены:

доски обшивки—22 мм; руберойд—1 мм; пробковые плиты—10 и 25 мм; фанера—6 мм; воздушный прослойка—24 мм; пробковые плиты—10 и 25 мм; руберойд—1 мм; доски обшивки—22 мм.

Пол:

железо оцинкованное—0,5 мм; доски поперечные—48 мм; руберойд—1,5 мм; обшивка—12 мм; воздушный прослойка—5,5 мм; пробковые плиты—60 мм; руберойд—1 мм; доски обшивки—22 мм.

Черт. 69. /

крытые металлические баки, т. н. танки. Охлаждение при решетчатых карманах происходит непосредственно холодоотдачей от поверхности льда, к-рая постепенно уменьшается по мере таяния его. В танках, при неизменной поверхности их, холодоотдача совершается от рассола, постепенно заполняющего танки, вследствие теплопроводности металлической стенки, причем темп-ра рассола постепенно повышается.

Охлаждающие приборы отделяются от погрузочного помещения вагона перегородкой-щитом, не доходящей до пола приблизительно на 200 мм и до потолка на 300 мм. Эта перегородка-щит устраивается часто с нек-рой изоляцией и для удобства обслуживания м. б. поднята вверх, имея назна-

вложены пружины и планки, затянутые кожей или брезентом (система Майнерта). Недостаток валиков из войлока—быстрое спрессовывание их, после чего повышается утечка холода, между тем как пружины постоянно держат планки в исправном рабочем состоянии. Двери имеют надежный нажимной прибор, не позволяющий им отходить от дверной колоды. Во избежание затекания дождевой воды в притворы над дверями делается «зонто», а по притворам—металлические штапики (черт. 70).

Люки, для загрузки льда и соли выполняются обычно прямоугольной формы, размерами 450 × 550 мм, с изоляционной подушкой и крышкой, к-рая может становиться для вентиляции в наклонное положение (черт. 71). Для влезания на крышу вагона д. б. железная лестница, а для прохода по крыше вагона—легкие деревянные мостки.

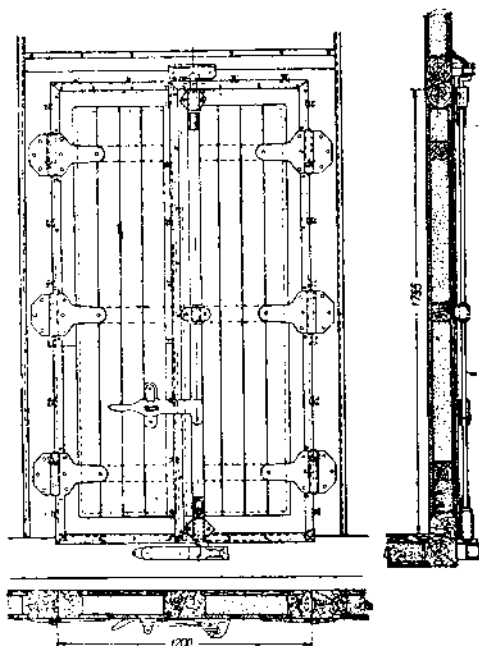
Охлаждающие приборы для загрузки одного льда или с добавлением соли располагаются почти исключительно у торцовых стен вагона-ледника, на расстоянии от них ок. 100 мм, и подразделяются на: 1) постоянные или разборные решетчатые карманы и 2) за-

чение содействовать правильной циркуляции воздуха; при этом образующийся от непосредственного соприкосновения со льдом или поверхностью танков охлажденный воздух, как более тяжелый, опускается книзу и через нижнее отверстие поступает в погрузное помещение, в котором происходит отопление его; вследствие этого нагретый воздух становится легче, поднимается вверх и через верхнее отверстие снова направляется к охлаждающим приборам. Схема циркуляции воздуха и вагоне-леднике показана на черт. 72. Для усиления циркуляции воздуха применяются иногда вертушки Флетнера, приводимые в движение от хода поезда или ветра (черт. 73 и 74).

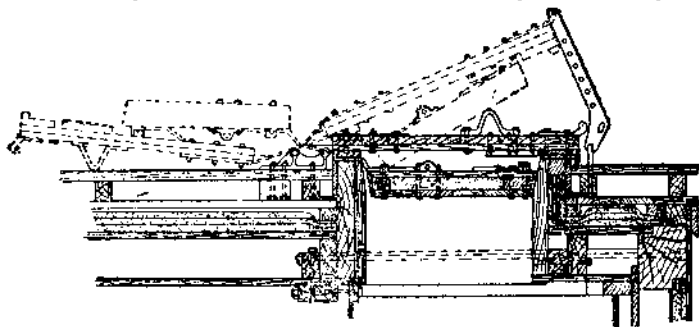
Решетчатые карманы выполняются из железных прутьев, оцинкованных или луженых, диам. 12 мм, из деревянных планок 25 × 50 мм и режее из углового железа.

В США широко применяются карманы из луженой проволоки диам. 5 мм с просветами ок. 40—50 мм.

Для очистки от остатков льда и загрязнений, — соломы, опилок и пр., все решетчатые карманы снабжаются небольшими дверцами для проникно-



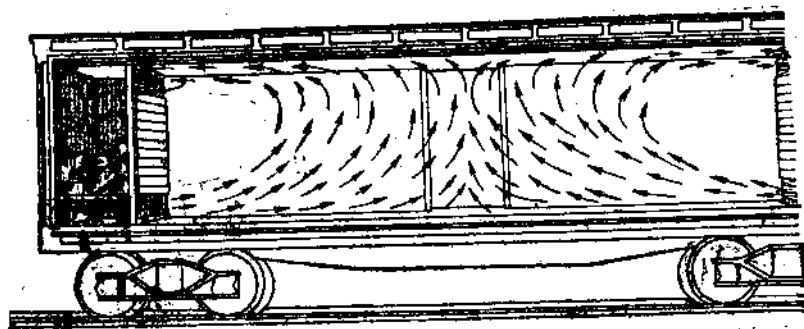
Черт. 70.



Черт. 71.

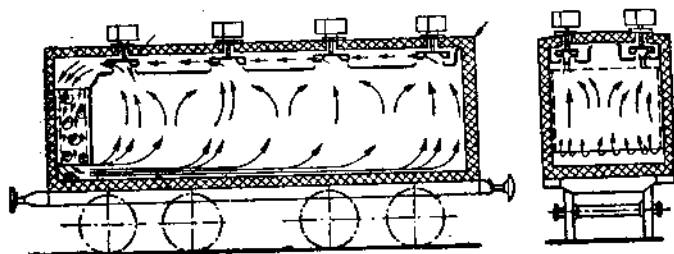
вения из вагона внутрь. Карманы из железных прутьев в целях удобства сборки и разборки их делаютя трех секций, присоединяясь к станине, прикрепленной к полу и торцовой стене вагона, а у потолка — к брускам

фрамуги люка (черт. 75). Размеры по ширине вагона—2 570 мм, по продольной оси—620 мм и в высоту (посредине)—1 905 мм.



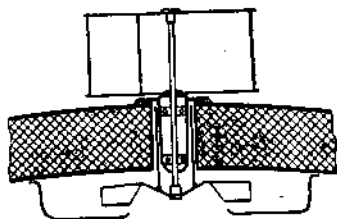
Черт. 72.

Объем кармана около $2,7 \text{ м}^3$. Вес дробленого льда в нем—около 1,4 т. Охлаждающая поверхность кармана: геометрическая—по размерам кар-



Черт. 73.

мана— 11 м^3 , и активная, принимая во внимание поверхность кусков льда, участвующих в холодоотдаче (см. проф. Н. С. Комаров, Определение активной поверхности льда в решетчатых карманах вагонов-ледников—«Холодильное дело» № 10 за 1932 г.),—ок. 22 м^2 .

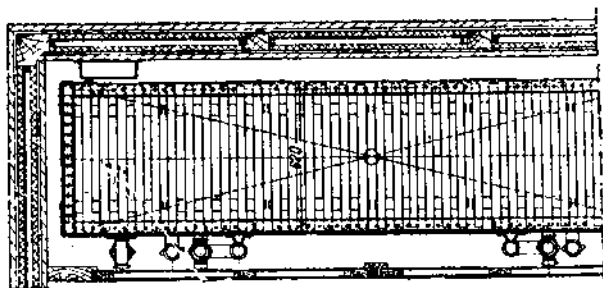
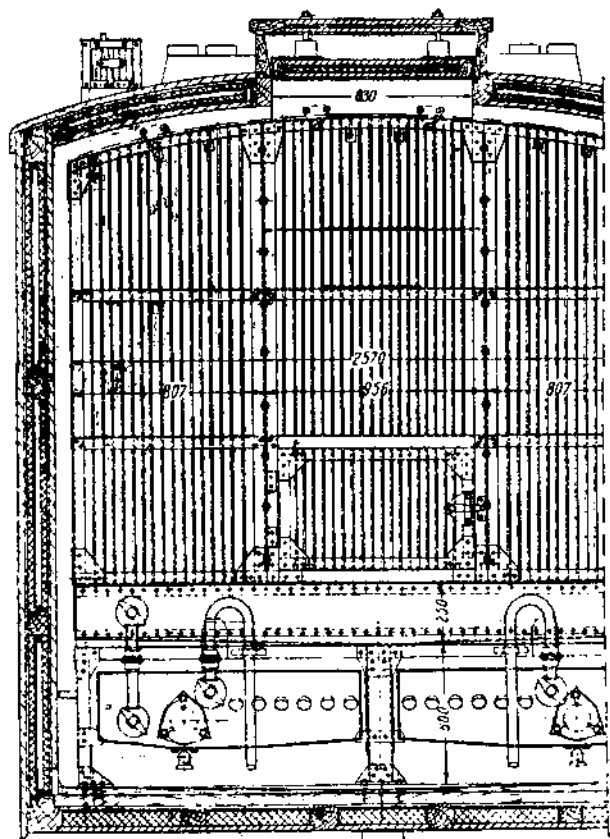


Черт. 74.

Карманы из деревянных планок (черт. 76) делаются почти по ширине вагона или разделяются на две секции для увеличения поверхности холодоотдачи. К основанию из вертикальных стоек и горизонтальных обвязок набиваются вертикальные планки сечением $25 \times 50 \text{ мм}$ с промежутками между ними ок. 40 мм.

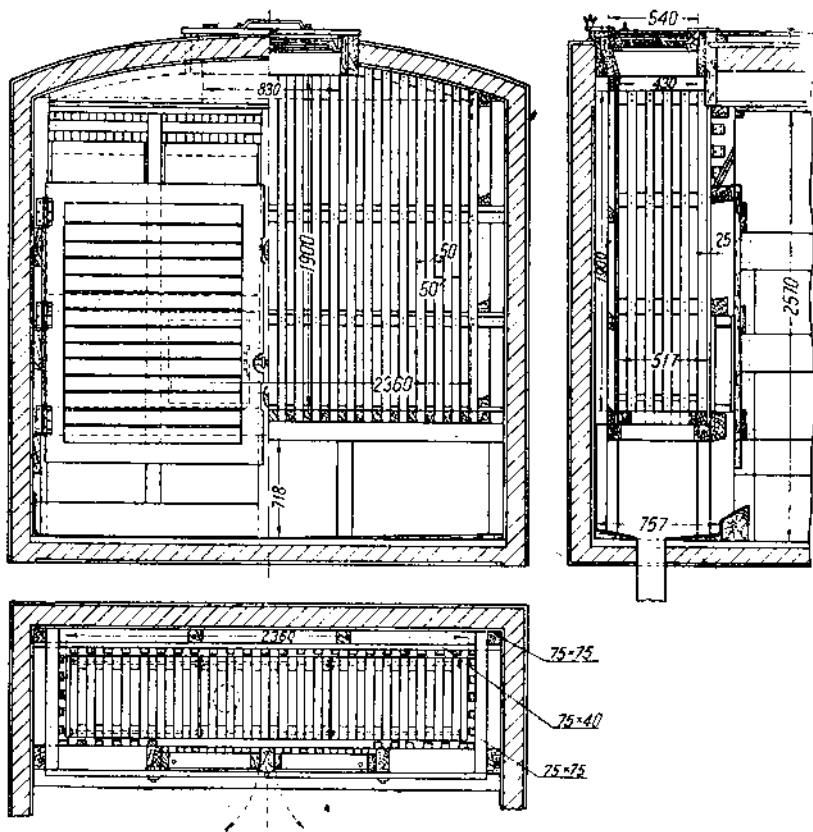
Днище карманов состоит из брусков, скрепленных в секции или уложенных отдельно на горизонтальные лежни, к-рые

присоединяются к стоякам и подпираются дополнительными брусками. В верхней части кармана со стороны, обращенной в погрузочное поме-



шение, имеются козырьки под углом ок. 45° для улавливания соли и мелких кусков льда при загрузке их.

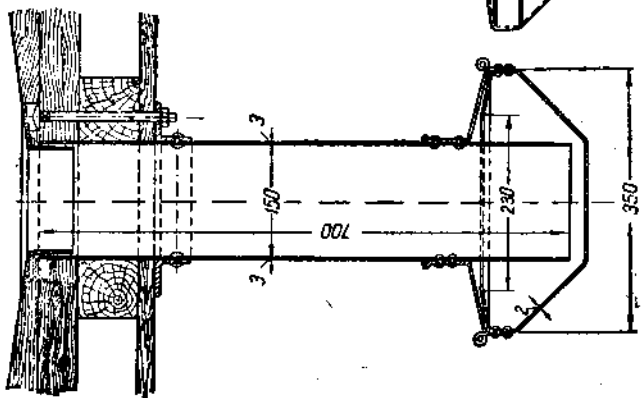
Под решетчатыми карманами на полу устраивается поддон, обшитый цинком или оцинкованным железом, с соответствующими уклонами к спускному отверстию. Для предупреждения попадания внутрь вагона-ледника



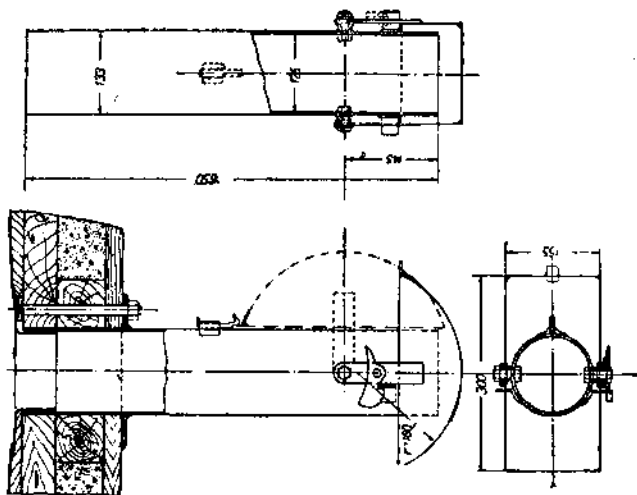
Черт. 76.

теплого наружного воздуха спускная труба снабжается гидравлическим затвором-сифоном (черт. 77 и 78). Конструкция сифона должна отличаться простотой и надежностью действия, допуская легкую очистку от загрязнения.

Танки, —баки из оцинкованного или луженого железа,—располагаются по четыре с каждого конца вагона, чтобы увеличить охлаждающую поверхность, к-рая составляет на вагон ок. 32 м^2 . Обычные размеры танков— $500 \times 500 \text{ мм}$ при высоте 2 м . Танки имеют два продольных сварных шва и закругленные углы при толщине стенок $2\text{--}3 \text{ мм}$ и поддонов ок. 6 мм .



Черт. 77.



Черт. 78.

Танки соединены между собой попарно на болтах в целях объединения их одним люком для загрузки льда и соли.

Между двумя средними танками имеется проход для очистки со стороны торцовой стены вагона. Для очистки от загрязнений в нижней части стенки каждого танка устроен плотно закрывающийся люк, обращенный внутрь вагона. В верхней части передних стенок танков имеются отверстия для вентилирования через люки. На дне танков поставлены решетки из дубовых брусков, чтобы при загрузке льдом не повредить поддонов.

Рассол из танков автоматически сливается через трубу, дуга к-рой поднята приблизительно на $\frac{2}{3}$ высоты танка, в нижний поддон, обшитый оцинкованным железом. Для спуска рассола наружу имеется оцинкованная труба, снабженная гидравлическим затвором-сифоном. Пол под этим поддоном делается с легким уклоном к спускному отверстию, а со стороны грузового помещения устраивается порог высотой в 100—150 мм.

Для возможности очистки сливных труб они делаются разборными и места соединения их легко доступны для разборки (черт. 79).

Для увеличения погрузочной площади вагона и более равномерного охлаждения воздуха применялась установка танков под потолком вагона, но помимо трудностей укрепления их получалось увлажнение перевозимых грузов от капель с поверхности танков вследствие конденсации водяных паров. Поэтому такое расположение танков более не применяется.

Расчеты охлаждающих приборов производятся на основании калорических расчетов, к-рые определяют расход холода на теплопередачу кузова вагона, нек-рое охлаждение перевозимых грузов, не получивших предварительной термической обработки, и на вентиляцию воздуха (см. стр. 234). Суточный расход льда в кг:

$$G = \frac{Q}{q_0},$$

где Q —расход холода в cal./сутки , q_0 —холодильное действие для 1 кг льда в зависимости от количества добавляемой соли, равное 80 cal./кг для одного льда и ок. 70 cal./кг при добавлении 10% соли.

Объем решетчатых карманов и танков должен соответствовать расходу льда на 2—3 суток, чтобы не было значительных колебаний охлаждающей поверхности, т. е. для объемного веса дробленого льда ок. 500 кг/м^3 получаем в м^3 :

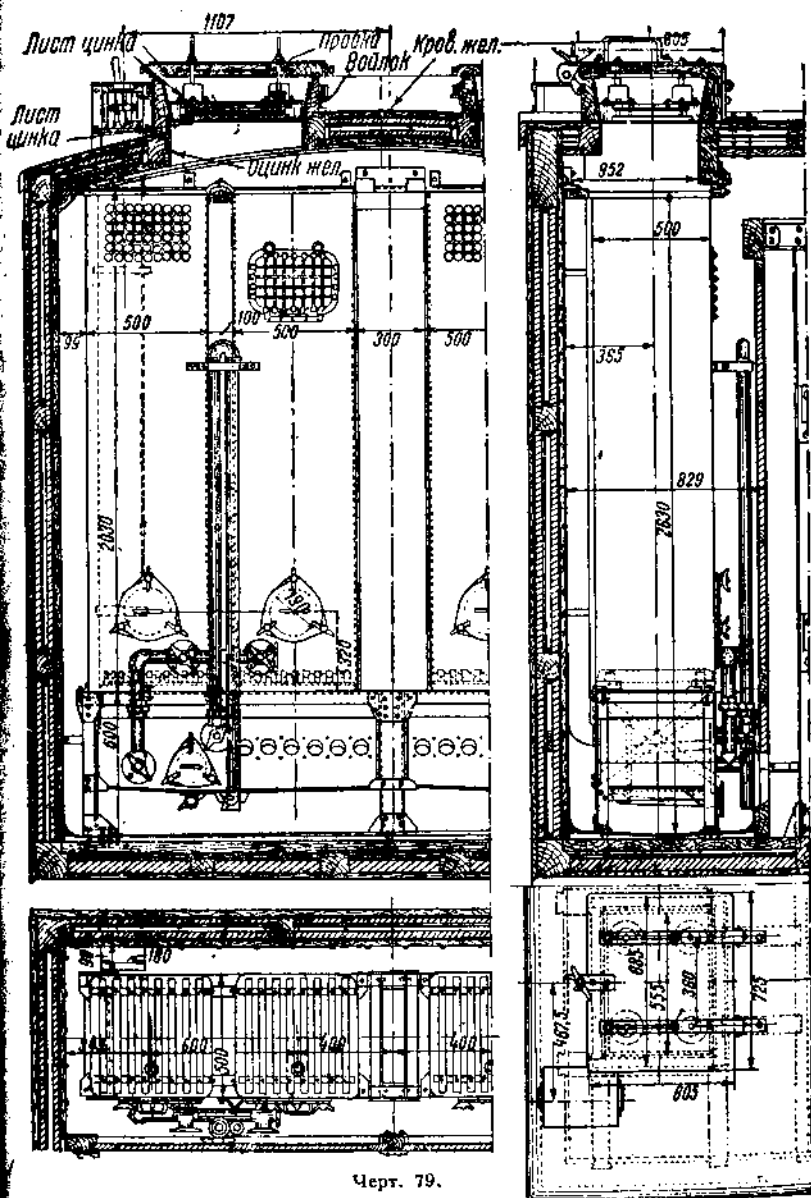
$$V = \frac{2G}{500} \div \frac{3G}{500}.$$

Поверхность охлаждающих приборов в м^2 определяется по общей ф-ле:

$$F = \frac{Q}{24 \cdot k \cdot \Delta t},$$

где: Q —расход холода в cal./сутки , k —коэф-т теплоотдачи для активной поверхности льда—ок. 6 $\text{cal./ч.} \times \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}$ и для танков—до 8 $\text{cal./ч.} \times \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}$, Δt —разность темп-р между охлаждающей смесью или рассолом и циркулирующим воздухом ок. 5°.

Вентиляционные приборы. Освежение воздуха в вагоне для тех скоропортящихся грузов, к-рые требуют вентилирования, возможно на короткое время производить через люки для загрузки льда посредством наклонной установки крышек люков. Однако при таком способе теплый наружный воздух попадает непосредственно в вагон по ходу поезда, внося пыль и загрязнения, вызывая конденсацию водяных паров на охлажденной поверхности продуктов; проходя под потолком вагона и не пронизывая все погрузочное пространство, поступивший воздух удаляется затем через люки на другом конце вагона.



Более современный способ вентилирования вагонов-ледников заключается в предварительном охлаждении и осушении вводимого внутрь воздуха. С этой целью по углам крыши вагона установлены четыре воздухоприемника, снабженные шиберными задвижками для регулирования впуска свежего наружного воздуха. От каждого воздухоприемника внутрь вагона идет подводный канал прямоугольного сечения 90×180 мм из оцинкованного 1-мм железа, соединяющийся внизу с распределительной камерой рассольного бака. Теллый наружный воздух по каналу и через эту камеру нагнетается от хода поезда в ряд труб, диам. 70 мм, рассольного бака, установленного под охлаждающими приборами. Через поверхность труб, находящихся в рассоле, происходит достаточное охлаждение наружного воздуха и конденсация имеющихся в нем водяных паров, после чего воздух попадает в грузовое помещение вагона.

Воздух с воспринятыми от перевозимых продуктов испарениями и запахами удаляется при этом через два потолочных вентилятора с вытяжными кожухами, не допускающими засасывания наружного воздуха и установленными приблизительно в средней части потолка вагона.

Для усиленной вентиляции воздуха желательна такая конструкция воздухоприемника, к-рая позволяет автоматически устанавливаться плоскостью приема воздуха перпендикулярно к направлению движения поезда или ветра.

Отопительные устройства применяются для зимних перевозок некоторых скоропортящихся грузов, к-рые при чрезмерно низких температурах ухудшили бы свои качества,—молоко, яйца, пиво и др.

В вагонах-ледниках для перевозки молока употребительно паровое отопление, при чем пар получается от п/в или от специального включаемого в состав поезда вагона с паровым котлом.

Кроме постоянных печей, устанавливаемых в особых отделениях вагона, применяются и временные печи с выводом трубы через люк для загрузки льда. Недостаток такой системы заключается в неравномерном нагревании, когда возможна все-таки порча продукта как от низких температур по периметру вагона, так и от слишком высоких температур около печи. Поэтому на практике испытываются особые переносные печи бездымного горения, к-рые не требуют сопровождения обслуживающего персонала, достаточно безопасны в пожарном отношении и дают более равномерную температуру по всей площади вагона. Зарядка топлива,—дровесного угля, пропитанного особым составом, повышающим теплопроводную способность (система ДГГ) производится на несколько дней. Установка таких печей—как в погрузочном помещении, на полу или под потолком, так и в решетчатых карманах.

Приспособления для загрузки. Для подвешивания мясных туш имеются в вагоне железные или деревянные балки с крючьями. Кроме неподвижных балок, идущих поперек вагона, применяются и передвижные. Для туш мелкого скота поверх поперечных балок устанавливаются дополнительные. Крючья охватывают балку и должны перемещаться по ней. Концы крючьев д. б. луженые. Грузы в мягкой таре и молочные бидоны ставятся на полки, к-рые устраиваются в два яруса. Для грузов в твердой таре и лавалочных,—мороженое мясо и пр.,—служат напольные решетки высотой до 140 мм, к-рые делаются откидывающимися, и одновременно обеспечивают циркуляцию воздуха под грузом и предохраняют его от подмочки.

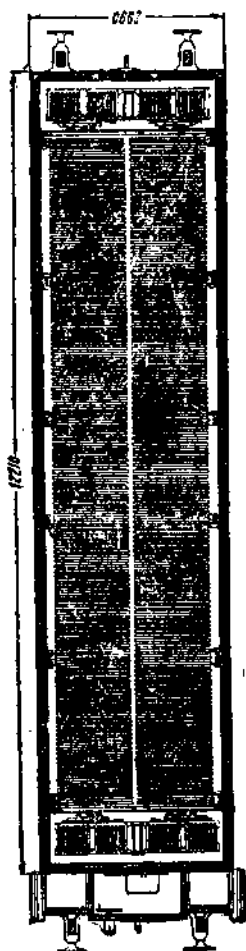
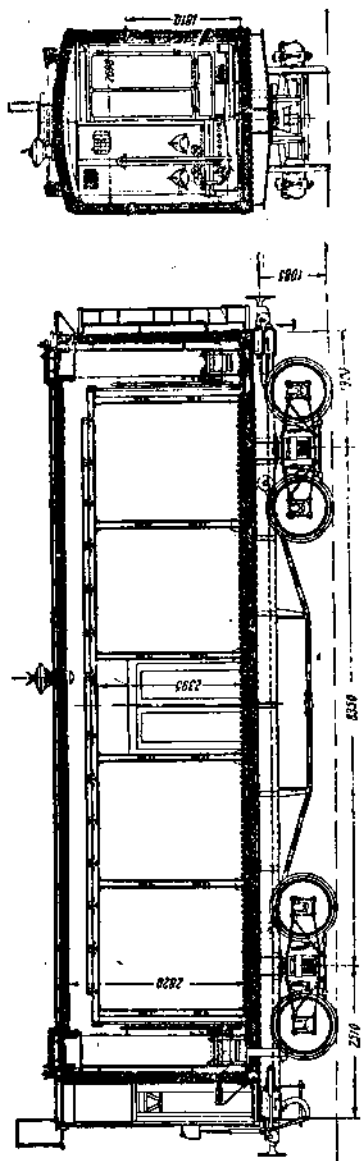
Размеры вагонов-ледников и пр. технические характеристики их приведены в табл. 39 и на черт. 80.

Существующие на ж. д. СССР многочисленные конструкции старых вагонов-ледников объединены в след. основные группы:

Вагоны-ледники I типа—для перевозки всех скоропортящихся грузов—имеют: а) танки или решетчатые карманы из деревянных планок или желез-

Табл. 39. Основные размеры изоотермических вагонов.

Наименование вагонов	Число осей	Тара м	Полезный груз т	Вес льда т	Толщина стен мм	Наружные размеры кузова вагона				Внутрен. размеры кузова вагона					Объем на 1 м груза м³	Отношен. тары к полезн. силе	Отношение веса льда к на-ружн. поверхн.ности кузова	Отношен. полезного груза к площ. пола
						длина мм	ширина мм	высота у стенок мм	высота по середине мм	наруж. поверхн. вагона м²	длина по средней мм	длина погрузочн. помещен. мм	площ. пола погруз.	объем погруз.				
Ледник 1 тип 9,2 м ст. 1	2	14,0	10,0	2,5	145	9 204	2 998	2 908	3 110	126,9	2 620	2 820	7 270	19,70	53,58	5,36	1,12	0,019 0,508
Ледн. 1 тип 6,5 м маслян. ст. 1	2	11,0	10,63	1,87	109	6 574	2 961	2 458	2 573	86,15	2 222	2 337	4 875	13,37	30,47	2,86	0,88	0,022 0,8
Ледн. 1 тип 6,8 м мясной	2	11,5	10,5	2,0	151	6 832	3 078	2 449	2 557	91,06	2 150	2 267	5 048	14,0	30,34	2,89	0,92	0,022 0,75
Ледн. 1 тип ру ж. д.	2	18,0	13,5	3,0	94	10 050	2 931	2 555	2 670	125,35	2 355	2 480	8 618	23,64	55,71	4,12	1,09	0,023 0,57
Ледн. 1 тип ру ж. д.	2	18	13,5	3,0	117	9 941	3 020	2 601	2 716	127,77	2 310	2 425	8 586	23,94	55,60	4,11	1,09	0,024 0,52
Ледн. 1 тип нов. постр. Тамб. за-вода	2	16	14,0	2,5	125	9 260	2 950	2 915	3 115	126,4	2 610	2 810	7 390	19,95	54,07	3,86	0,97	0,020 0,70
Ледн. 1 тип нов. постр. Лав. зав.	4	32	21,5	3,5	145	12 200	2 990	2 915	3 115	162,11	2 620	2 820	10 340	27,92	75,94	3,53	1,30	0,022 0,75
Ледн. 1 тип нов. постр. за-ра «Крас-ный Профинтерн»	4	28,5	24,75	3,75	145	12 210	2 990	2 915	3 115	162,23	2 620	2 820	10 030	27,08	73,16	2,95	1,0	0,023 0,91
Ледн. 1 тип (ст. тип)	2-1	25,3	13,5	2,0	110	11 900	3 220	2 980	3 100	121,84	2 700	2 840	10 100	30,30	83,93	6,21	1,53	0,025 0,41
Ледн. 1 тип (ст. тип. М. Каз. ж. д.)	4	22,0	20	3,0	142	11 254	3 044	2 470	2 590	140,77	2 135	2 255	9 000	24,84	67,27	3,36	0,96	0,021 0,81
Ледн. 11 тип рыб-ный	3	19	14	2,5	139	9 537	3 054	2 550	2 639	127,22	2 261	2 350	8 045	22,33	50,68	3,62	1,16	0,020 0,63
Ледн. 111 тип мо-лочный	2	11,0	10,5	2,0	109	6 574	2 961	2 483	2 598	86,61	2 222	2 337	4 576	12,55	28,60	2,72	0,88	0,023 0,84
Вентиляционный 1V тип	2	10,5	12,5	—	100	8 754	3 200	2 571	2 711	117,98	2 341	2 491	8 554	25,66	60,25	4,82	0,84	— 0,94



ных прутьев; б) напольные решетки; в) доски для полок при перевозке грузов в мягкой таре; г) деревянные или железные балки с крючьями для мясных туш; д) потолочные вентиляторы; е) сифоны.

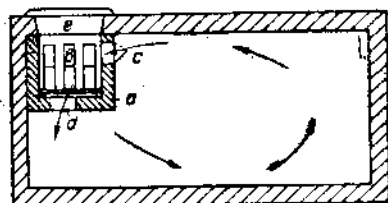
Вагоны-ледники II типа—для перевозки скоропортящихся грузов, не требующих вентилирования в пути. Внутреннее оборудование—как у типа I, но охлаждающие приборы—глухие танки, не допускающие вентилирования через люки.

Вагоны-ледники III типа—для перевозки молока—имеют: а) решетчатые карманы из деревянных планок; б) печи сухого отопления, расположенные по диагонали по одной у обих торцовых стенок, или паровое отопление с трубами вдоль стен; в) полки в один ярус—постоянные, с откидывающейся частью или подъемные.

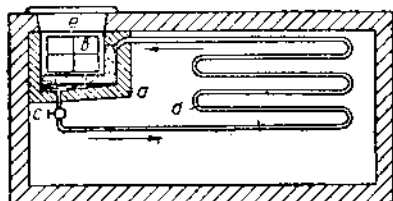
Вентиляционные вагоны для перевозки плодо-овощей не являются вагонами-ледниками, но условно отнесены к IV типу. Внутреннее оборудование их такое: а) вентиляционные отверстия в торцовых стенках (два внизу и два сверху); б) полки в четыре яруса; в) потолочные вытяжные вентиляторы.

§ 4. Вагоны, охлаждаемые сухим льдом.

Применение сухого льда для изотермических вагонов имеет заманчивые перспективы в виду возможности получения низких темп-р, увеличения грузоподъемности вагона, сохранения изоляции от увлажнения и увеличения суточного пробега вагона.



Черт. 81. а—контейнер; б—сухой лед; с—поворотная заслонка; д—отверстие; е—загрузочный люк.



Черт. 82. а—контейнер; б—сухой лед; с—регулируем. вентиль; д—испаритель; е—загрузочный люк.

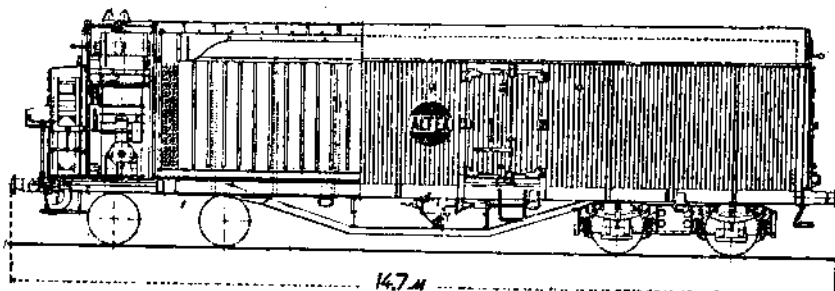
Загрузка сухого льда может производиться в особый «контейнер», помещаемый под потолком вагона (черт. 81) и снабженный заслонками для регулирования циркуляции воздуха. При этом способе вследствие изоляции контейнера не произойдет чрезмерного понижения темп-ры воздуха, но получится низкая относительная влажность и сильная усушка перевозимых продуктов; кроме того концентрация углекислоты в вагоне может повыситься до такой степени, что для фруктов нарушится нормальное дыхание и произойдет порча их. Поэтому намечено применять сухой лед для конденсации паров «летучей» жидкости, к-рая затем при своем испарении в змеевике будет охлаждать воздух вагона (черт. 82).

В виду высокой стоимости сухого льда,—по крайней мере в 10 раз выше стоимости льда из воды, с экономической стороны применение твердой углекислоты встречает большие препятствия, но за границей и в СССР ведутся научно-исследовательские работы по изучению способов применения его для хладотранспорта и по изысканию способов снижения стоимости производства его.

§ 5. Вагоны с машинным охлаждением.

Для машинного охлаждения изотермических вагонов за границей находят некоторое применение холодильные машины компрессионной и адсорбционной систем. Привод компрессора производится или от оси вагона, или от небольшого дизеля, как в последней конструкции вагона Альтека (черт. 83). Для упрощения оборудования и обслуживания конденсатор часто охлажда-

дается не подой, а воздухом, проходящим от хода поезда через змеевики с насаженными на них ребрами, располагаемые обычно на крыше вагона под щитом. Система охлаждения воздуха внутри вагона — непосредственное испарение аммиака в змеевиках, подвешенных к потолку вагона. Компрессор (вертикальный, быстроходный) и двигатель располагаются в одном конце вагона, вне изолированного кузова, с уменьшением полезной погрузочной площади до 15%.



Черт. 83.

В США имеются удачные опыты применения мелких холодильных машин-автоматов, смонтированных под вагоном, с приводом от оси или от двигателя.

Кроме независимого машинного охлаждения каждого вагона отдельно применяется охлаждение нескольких вагонов (до 12) от общего для них машинного отделения, располагаемого в особом вагоне, в котором сосредоточено все холодильно-силовое оборудование и помещение для отдыха обслуживающего персонала.

Система охлаждения вагонов, присоединяемых к располагаемому посреди их машинному отделению, применяется рассольная из-за трудностей избежать утечки аммиака в соединениях между вагонами при непосредственном испарении.

В СССР разрабатывается проект поезда-рефрижератора, охлаждающего 20 изотермических вагонов. Для облегчения веса компрессора и более плавного хода его является заманчивым применение турбокомпрессоров.

Адсорбционные холодильные машины на 4500 cal./час согласно работе 80 таких изотермических вагонов в США доказали возможность получения темп-ры до -7° и точного автоматического регулирования ее. Такие машины в качестве хладагента имеют сернистый ангидрид SO_2 ,

Черт. 84. 1—адсорбер; 2—конденсатор; 3—поплавковый регулятор; 4—испаритель; 5—клапаны; 6—газовые горелки.

и поглотителем каллоидальную кремневую кислоту SiO_2 — силика-гель. Схема действия адсорбционной холодильной машины (черт. 84) следующая. Поглотитель-адсорбер 1 состоит из вертикальных стальных труб, соединенных сверху коллектором и наполненных кремневой кислотой. Когда силика-гель насытится парами от испарителя в количестве до 40% собственного веса, последние вновь выгоняются посредством нагревания газовой горелкой, расположенной под поглотителем, и направляются в конденсатор. Конденсатор 2 состоит из трубчатых змеевиков, помещенных на

крыше вагона и защищенных от непосредственного действия солнечных лучей сплошным щитом, открытым с боков для лучшего проветривания. Конденсация паров SO_2 происходит путем воздушного охлаждения за счет движения воздуха при ходе вагона. Из конденсатора жидкая сернистая кислота проходит в сборник с регулирующим вентилем, соединенным с поплавком 3. Самое охлаждение начнется в испарителе только тогда, когда соберется достаточное количество сернистой кислоты и закончится выгонка паров SO_2 из силика-геля посредством нагревания ее, на что требуется ок. 30 мин.

Испаритель 4 состоит из трубчатых змеевиков и соответствующих коллекторов, подвешенных к потолку вагона. Для предупреждения попадания из испарителя паров SO_2 в конденсатор и для того, чтобы при выгонке их они не попадали в испаритель, на соответствующих трубопроводах имеются обратные клапаны 5. Когда происходит испарение жидкой сернистой кислоты, одновременно начинается и поглощение паров ее силика-гелем, при чем продолжительность процесса испарения и адсорбции составляет ок. $4\frac{1}{2}$ час.

Для непрерывного охлаждения вагона устанавливаются два независимых аппарата, к-рые работают попеременно и располагаются в одном конце вагона, вне изолированного кузова (черт. 85).

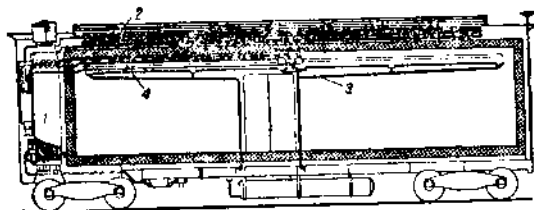
Газовые горелки находятся под поглотителями и питаются газом (пропан) от резервуаров, подвешенных под полом вагона.

Действие всей системы осуществляется посредством периодического зажигания газовых горелок через определенные промежутки времени. Это достигается от особого прибора, приводимого в действие под давлением сжатого газа. Зажигается газ от маленького постоянного пламени. Регулирование темп-ры внутри вагона производится термостатом, чувствительный конец к-рого находится внутри вагона. Когда темп-ра понизится до заданного предела, термостат прекращает доступ газа и останавливает действие системы. При повышении темп-ры вновь открывается доступ газа к горелке и система возобновляет свое действие. Т. о., можно поддерживать в вагоне достаточно низкую темп-ру на постоянном уровне, и охлаждение достигается автоматически, не требуя никакого обслуживания, кроме добавления газа в резервуары, находящиеся под вагоном.

Емкость их достаточна для непрерывного действия в течение семи дней для жаркого времени года.

В настоящее время машинное охлаждение изотермических вагонов не получило широкого распространения, но при дальнейшем усовершенствовании мелких холодильных машин-автоматов, работающих без охлаждающей воды, возможно широкое внедрение их для ж.-д. хладогтранспорта, при чем привод компрессоров намечается от неразрывно соединенных с ними эл.-моторов, питаемых током электрифицированных ж. д. или током, вырабатываемым деком от оси вагона.

Несмотря на некую сложность такого холодно-силового оборудования изотермических вагонов, машинное охлаждение их обладает тем преимуществом, что возможно будет получать низкие темп-ры внутри вагона с автоматической регулировкой темп-ры и влажности воздуха и осуществить быстроту холодных перевозок, т. е. отпадают простои на пунктах льдоснабжения, к-рые неизбежны для вагонов-ледников.



Черт. 85. 1—адсорбер; 2—конденсатор; 3—регуль. вентиль с поплавком; 4—испаритель.

VIII. Ледяное хозяйство.

§ 1. Физические свойства льда.

«Теплота плавления», выражающая холодопроизводительность льда,— 80 cal./кг ; теплоемкость льда— $0,5 \text{ cal./кг } ^\circ\text{C}$; темп-ра плавления—таяния при давлении в 1 atm. — 0°C ; теплопроводность льда— $\lambda = 2 \text{ cal./м } ^\circ\text{C час.}$ Уд. в. льда зависит от условий образования его: темп-ры наружного воздуха, присутствия воздушных пузырьков, снега и пр., составляя от 0,89 до 0,92. Для перехода от веса льда к занимаемому им объему и обратно принимают с достаточной для практики точностью, что 1 т льда без пустот имеет объем в $1,1 \text{ м}^3$, а 1 м^3 льда весит 900 кг . В виду наличия между «кабанами» льда, уложенными в льдохранилище, нек-рых пустот, промежутков, можно принять на 1 м^3 занимаемого льдом объема вес его ок. $700\text{—}900 \text{ кг}$, т. е. 1 т такого льда имеет объем $1,3\text{—}1,25 \text{ м}^3$. Для дробленного льда в зависимости от величины кусков соответственно имеем: вес 1 м^3 льда ок. $460\text{—}550 \text{ кг}$ и объем 1 т — от $2,2$ до $1,8 \text{ м}^3$.

§ 2. Заготовка льда.

Подсчеты количества льда, подлежащего заготовке для пунктов льдоснабжения, производятся на основе составленного плана холодильных перевозок.

Общее количество льда, подлежащего заготовке на данном пункте льдоснабжения, определяется с достаточной для практики точностью по следующей ф-ле:

$$G = \alpha (n_m g_m + n_n g_n + \Sigma g),$$

де: G —общий вес заготавливаемого льда для данного пункта льдоснабжения в т , α —коэф-т, учитывающий все потери льда при хранении его, выемке из льдохранилища и подаче к вагонам-ледникам и др. местам потребления; в зависимости от местонахождения пункта льдоснабжения можно для северной полосы принять $\alpha = 1,1 \div 1,15$, а для южной $\alpha = 1,15 \div 1,25$, т. е. на все потери за весь сезон приходится $10 \div 25\%$; n_m —количество вагонов-ледников, следующих транзитом за год через данный пункт льдоснабжения и требующих добавочной набивки льдом, g_m —количество льда в т для добавочной набивки вагонов-ледников, следующих транзитом; в зависимости от типа вагона-ледника, рода скоропортящегося груза и темп-ры наружного воздуха это количество колеблется от $0,5$ до $1,5 \text{ т}$; n_n —количество вагонов-ледников за год, отправляемых с данного пункта льдоснабжения и требующих первоначальной набивки льдом, g_n —количество льда в т для предварительного охлаждения вагона-ледника, а также после погрузки в него скоропортящихся продуктов; количество льда для первоначальной набивки вагонов-ледников своей погрузки зависит от типа их, рода продукта, темп-ры наружного воздуха и пр., составляя в среднем от $2,5$ до $3,7 \text{ т}$; Σg —суммарное количество льда за сезон в т , к-рое д. б. выдано нетто для станционных буфетов, вагонов-ресторанов и ОРС'ов.

В виду того, что емкость льдохранилищ выражается обычно в м^3 , переходят от определенного подсчета веса льда G в т к объему V в м^3 по ф-ле:

$$V = 1,25 G \div 1,3 G.$$

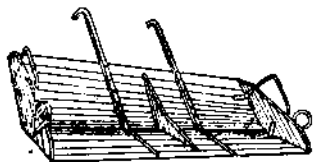
Полученный объем льда, к-рый требуется заготовить для данного пункта льдоснабжения, допускается несколько увеличить,—на $2\text{—}3\%$, чтобы дать объем заготовки льда в круглых числах.

Способы заготовки льда из воды след.: посредством холодильных машин на особых ледоделательных заводах (см. стр. 241),—т. н. искусственный лед, и посредством применения дарового зимнего холода,—натуральный, или естественный, лед.

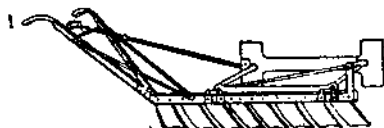
Для заготовок натурального льда возможно применить: а) выколку или вырезку его из водоемов, б) намораживание воды и в) накопление ледяных сосулек.

Заготовка льда из водоемов производится в январе и феврале, когда лед достигает наибольшей толщины. Необходимо обращать внимание на чистоту воды и отсутствие в ней болезнетворных микроорганизмов. Недопустимо брать лед из заболоченных водоемов с тиной и др. загрязнениями, т. к. применение такого льда опасно из санитарно-гигиенических соображений.

Вследствие несовершенства и примитивности обычно применяемого способа заготовки льда из водоемов, — выколкой «кабанов», — льдин неправиль-



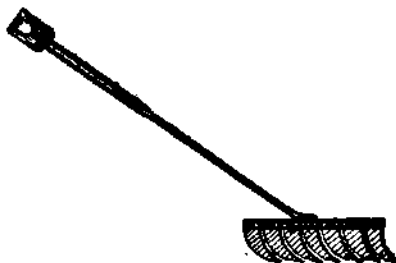
Черт. 86.



Черт. 37.

ной формы, ломани, пешнями с вытаскиванием посредством багров, с большой затратой физической силы рабочих, является желательным усовершенствовать этот способ и прежде всего провести механизацию.

В США поверхность намеченного участка ледяного поля предварительно очищается скребками (черт. 86) от снега и посредством ручного «плуга» с зубьями (черт. 88) делаются основные борозды. Затем ледяное поле делится на прямоугольники *, для чего применяется особый плуг-разметчик (черт. 87) с направляющей рамой, к-рая своими выступами движется в сделанной первой борозде, а самый плуг прорезывает новую на глубину 25 мм. Дальнейшее прорезывание льда производится или конной тягой «плугами» с зубьями различной высоты, или, во избежание загрязнения льда, особыми дисковыми пилами (черт. 89), диам. 810—915 мм, приводимыми в действие бензиновым двигателем в 8 л. с. Достоинство этих пил заключается еще в том, что можно обойтись без предварительной разметки ледяного поля, т. к. имеется соответствующее приспособление для прочерчивания новой борозды одновременно с движением пилы. Т. о., лед получается надрезанным на правильные прямоугольники, к-рые остаются скрепленными в нижней своей части сплошным, не прорезанным, слоем льда толщиной не менее 100 мм для возможности безопасной работы на льду. Для отделения плотов таких подрезанных льдин применяют маховые пилы, к-рыми предварительно пропиливается канал, ведущий к берегу. Маховые пилы работают от бензинового двигателя в 2—3 л. с.



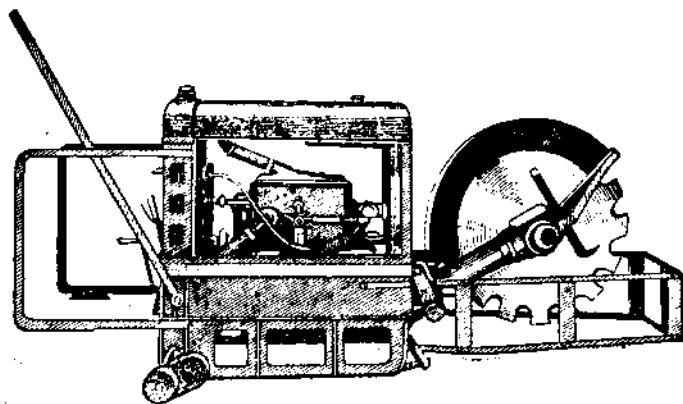
Черт. 88

* Размеры «кабанов» льда в США обычно 22" × 22" или 22" × 32".

со скоростью пропиливания ок. 10 м в мин. Плоты из нарезанных льдин гонятся по открытому каналу, разделяются затем особыми зубчатыми ломами (черт. 90) на полосы и наконец на отдельные кабаны. У берега для подъема кабанов устраивается соответствующий конвейер.

По примеру США для заготовки льда из водоемов в СССР намечено провести механизацию всех процессов, требующих большой затраты физической силы рабочих, при чем при распилке кабанов размеры их д. б. в длину 1,5 м, в ширину 1 м при толщине в 0,4 м и более в зависимости от климатических условий *.

Заготовка льда намораживанием воды является одним из лучших и наиболее экономичных способов, т. к. в ледяном массиве не будет швов, ухудшающих сохранность льда, и требуется только незначительный расход рабсилы. Лед получается достаточно крепкий, но мутный и слоистый.



Черт. 89.



Черт. 90

С осени подготавливается нужных размеров площадка под намораживание, принимая на 1 м² ее около 3—4 м³ льда. При обычной ширине площадки в 10—14 м находится и длина ее, при чем по возможности длинную сторону площадки располагают с севера на юг, чтобы несколько уменьшить действие солнечных лучей.

Планировка потребной площади производится т. о., чтобы получить от продольной средней оси ее уклоны ок. 0,02—0,05 для стока воды при таянии льда. Кроме того для этой же цели вокруг площадки устраиваются обычные кюветы.

На подготовленную площадку насыпается слой шлака средней высотой до 400 мм, поверх которого делается настил из старых шпал. До начала намораживания воды такое шлаковое основание успеет уже достаточно промерзнуть.

Для районов с суровыми зимами вследствие сильного промерзания почвы допустимо ограничиться только планировкой площадки.

С наступлением устойчивой зимы, без оттепелей, выпавший на площадку снег удаляется, а оставшийся незначительный слой его смачивается и промораживается. Для послойного намораживания воды по краям площадки

* Согласно конкурсу на механизацию заготовки льда из водоемов, объявленного НХПС в 1933 г.

устанавливаются борты из двух тесин высотой ок. 400 мм. Во избежание утечки воды все щели между бортами и основанием площадки заделываются мокрым снегом.

Водопровод д. 6. вблизи площадки намораживания, при чем для более равномерного налива воды требуется ответвление на каждые 300—500 м². К выходному отверстию водопровода присоединяется пеньковый рукав, другой конец к-рого кладется на площадку, при чем под него для уменьшения размыва струей воды подкладывается лист железа или фанеры. Конец рукава время от времени перемещается. Если водопровод проходит от площадки на большом расстоянии, — свыше 100 м, то устанавливают на козлах желоба из теса и направляют по ним воду, при чем конец желоба делается с широким раструбом, чтобы предупредить размывание площадки.

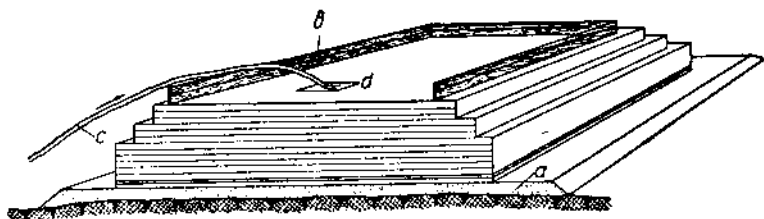
Применяется также предварительное охлаждение воды, налитой в корыта и баки, с последующим опрокидыванием их и достаточно равномерным разливанием по площадке.

Желательно для намораживания воды использовать морозные дни, с темп-рой ниже —10° С и ветром, к-рый ускоряет процесс охлаждения и замораживания воды.

Слой воды следует давать ок. 10 мм, чтобы ускорить намораживание, но при сильных морозах допустимо слой воды увеличивать до 20 мм.

В зависимости от темп-ры воздуха, не учитывая влияния ветра и темп-ры наливаемой воды, продолжительность намораживания слоя воды в 20 мм приблизительно составляет:

Темп-ра воздуха°С	—10°	—15°	—20°	—25°	—30°
Срок замораживания час.	6	4,5	3	2	1



Черт. 91.

При наливке каждого слоя воды необходимо предварительно проверить, промерз ли предыдущий слой на всю толщину, что делается пробивкой ломом нескольких пробных отверстий.

Намораживание необходимо вести днем и ночью и даже в слабые морозы, при темп-ре выше —10° С, применяя для большей эффективности предварительное охлаждение воды в баках, корытах и пр.

Когда заморожен лед на высоту первого борта, устанавливают второй борт с отступом внутрь массива на высоту борта, чтобы получить ступени, отвечающие уклону 1 : 1. Таким же образом поступают и для следующих рядов, отдирая доски ото льда и по возможности используя их для бортов следующего ряда.

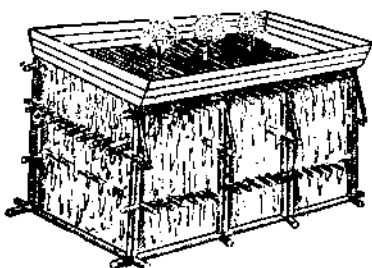
Общий вид массива льда с уступами, получаемого намораживанием воды, показан на черт. 91. Вместо бортов, располагаемых вертикально к площадке

намораживания, целесообразно устанавливать борты наклонно под углом в 45° , чтобы избежать затем обделки уступов.

Высота ледяного массива, получаемого намораживанием воды, находится в зависимости от климатических условий района заготовки льда и отчасти от изменчивого числа морозных дней и средней темп-ры той или иной зимы. Во всяком случае для средней полосы европейской части СССР возможно получить высоту ледяного массива до 3 м, а для Сибири—до 5 м.

Для увеличения количества заготавливаемого льда и ускорения заготовки его возможно, применяя тот же способ, иметь подсобные, дополнительные, площадки, с к-рых замороженный лед передается на основную площадку и смораживается вместе с наливаемой водой.

Если намораживанием воды не удалось из-за мягкой зимы заготовить достаточное количество льда, то сверху ледяного массива укладывают с уступами кабаны льда из ближайшего водоема.



Черт. 92.

Кроме намораживания воды в горизонтальной плоскости применимо устройство вышек или стенок для обливания их сверху водой, при чем вследствие лучших условий теплоотдачи, — повышенных скоростей воздуха и воды, ускорится процесс образования льда, что позволяет относительно быстрее заготовить большее количество льда без длительных и сильных морозов.

Заготовка льда накоплением сосулек (черт. 92) на соответствующих эстакадах-градирнях является единственным возможным способом для районов с мягкими зимами, когда темп-ра не опускается ниже -2°C и держится лишь несколько дней.

Эстакада устраивается из бревенчатых стоек и таких же горизонтальных рам-обвязок, соединенных на шипах и скрепленных железными скобами. Вся эта конструкция образует как бы три яруса, расположенных друг над другом по высоте на расстоянии 2—2,5 м. На рамы кладутся через 0,3 м прочные жерди, при чем жерди одного яруса располагаются перпендикулярно к жердям следующего яруса. К верхнему ярусу эстакады подводится водопровод с ответвлениями $\Phi \frac{3}{4}$ " через 3—4 м, к-рые возвышаются над верхним ярусом на 0,5 м и снабжаются головками с мелкими отверстиями-разбрызгивателями. Для предупреждения излишнего разбрасывания воды верхний ярус обшивается на высоту 0,6 м досками с уклоном внутрь эстакады.

Вода выходит из головок разбрызгивателей вверх мелкими струйками, охлаждается и замерзает, стекая к нижним ярусам и образуя ледяные сосульки, а по мере накопления их—своего рода сталактиты и сталагмиты.

В зависимости от темп-ры воздуха и силы ветра такое накопление ледяных сосулек и смерзание их между собой требуют ок. 3—5 дней, при чем объем льда, получаемый с эстакады-градирни, составляет приблизительно 50% полного объема ее. Лед затем скалывается или спиливается и передается в льдохранилище.

§ 3. Льдохранилища.

Типы льдохранилищ след: а) временное льдохранилище, т. н. открытый бунт, б) постоянное льдохранилище, закрытое.

Временное льдохранилище состоит из площадки с соответствующей планировкой и уклоном для стока талой воды, а также изоляции, к-рая должна непрерывно, без разрывов, охватывать весь массив заготовленного льда, как с основания, так и с боков и сверху его.

При укладке кабанов особое внимание обращается на возможное уменьшение между ними прозоров, для чего они тщательно забиваются мелким льдом (расщепенка) и постепенно заливаются водой для образования при замерзании ее ледяного однородного массива. Дальнейшие ряды кабанов, выше высоты 1—2 м, укладываются с уступами, равными высоте кабанов, и с перевязкой швов как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях.

Вместо заполнения уступов мелким льдом или снегом целесообразно производить соответствующее стесывание кабанов топором, что усиливает сопротивляемость такой поверхности таянию.

Табл. 40. Основные размеры льдохранилищ открытого типа
(по данным НТС'а Холодцентра).

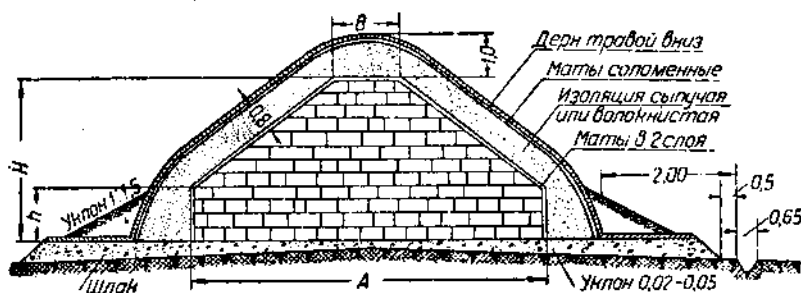
Количество заготавливаемого льда м ³	до 1000	1 000—2 000	3 000—5 000
1. Тип открытого льдохранилища	I (малый)	II (средний)	III (большой)
2. Ширина основания бунта <i>A</i> м	10	12	14
3. » верха » <i>B</i> м	2	2	2,5
4. Высота укладки льда <i>H</i> м	4	5	6
5. » вертикальной стенки <i>h</i> м	1,5	1,5	2
6. Площадь поперечного сечения льда м ²	30	42,5	61
7. Площадь основания для укладки 1 000 м ³ льда (в средней части бунта) м ²	333	282	230
8. Площадь основания под концевыми скошенными частями бунта—оголовками м ²	55	78	112
9. Длина бунта для укладки 1 000 м ³ льда в средней его части м	33,3	23,5	16,4
10. Объем льда в оголовках м ³	67,5	121,0	222,5
11. Загрузка льда на 1 м ² основания в средней по длине части бунта . . . м ³	3,00	3,54	4,35
12. Наружная поверхность укрытия в средней части бунта для 1 000 м ³ льда . м ²	600	494	410
13. Поверхность укрытия оголовка бунта м ²	72,5	95,5	144

Табл. 41. Ориентировочный расход материалов для укрытия льдохранилища открытого типа.

Количество заготавливаемого льда м ³	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
1. Тип льдохранилища	I	II	III	III	III
2. Площадь основания бунта м ²	400	650	810	1 045	1 275
3. Шлак для основания бунта (при средней толщине слоя 0,35 м) м ³	300	450	500	650	800
4. Пластины 1500 мм или старые шпалы при прозорах в 30 мм м	2 000	3 250	4 050	5 225	6 375
5. Маты соломенные или камышковые (по льду—2 слоя и поверх изоляции—1 слой) м ²	1 670	3 000	3 840	5 200	6 300
6. Изоляция сыпучая (опилки, костра и др.) или волокнистая (солома, сфагнум и др.) м ³	665	1 060	1 340	1 750	2 150
7. Дёрн (вместо обмазки глиной) м ³	800	1 250	1 600	2 100	2 500
8. Известь для побелки укрытия кг	750	1 100	1 500	1 800	2 100

Полученные намораживанием или укладкой кабанов бунты льда после соответствующей обтески уступов покрываются сначала соломёнными или камышевыми матами. Поверх них насыпается слой сухих опилок, костры, сыпучих или волокнистых изоляционных материалов толщиной ок. 800 мм, затем кладется второй слой матов, к-рые иногда прижимаются жердями для предупреждения срыва их ветром. По окончании укрытия устраивают опалубку из досок в 20 мм с толстым покрытием и побелкой, чтобы избежать увлажнения всего укрытия льдохранилища за период от окончания заготовки льда до обмазки глиной весной.

Все изолирующие слои укрытия доводятся только до дренирующего материала, а не до самой земли, чтобы избежать увлажнения изоляции талой водой. По окончании укрытия в нижней части вокруг всего льдохранилища делается насыпка земли с уклоном 1:1,5 для предупреждения проникновения теплого наружного воздуха под лед.



Черт. 93.

В поперечном разрезе временное льдохранилище имеет приблизительно вид прямоугольника с помещенной над ним трапецией (черт. 93).

Над бунтом льда желательно устроить шатер из теса или матов на жердях, отстоящий на 1 м от ледяного массива. Необходимо, чтобы опоры шатра не пересекали ледяного массива.

Временные льдохранилища (открытые бунты) обеспечивают при хорошем выполнении укрытия достаточно экономичную работу, с потерей льда на таяние от 8 до 15% для северных районов и 15—25% для южных.

Постоянное льдохранилище закрытого типа принято к осуществлению согласно плану реконструкции ж.-д. хладотранспорта СССР. Однако к 1935 г. еще не имелось такого проекта закрытого постоянного льдохранилища, к-рый полностью решал бы задачу рационального с термической точки зрения хранения заготовленного льда и его выдачи для набивки вагонов-ледников с проведением механизации всех рабочих процессов. В виде опыта проводится строительство двух льдохранилищ постоянного типа.

В США льдохранилища натурального льда представляют хорошо изолированное здание высотой до 12 м. По длине здание разбивается поперечными стенами на ряд отделений шириной приблизительно в 10 м. Остов стен образуется обычно из двойного ряда стоек сечениями 300 × 50 мм, к-рые зашиваются с каждой стороны двумя рядами досок с прокладкой между ними водо- и воздухоупорной бумаги типа руберойда. Пространство между наружной и внутренней обшивками в 600 мм заполняется опилками, угольным порошком и т. д. Пол делается бетонным с рядом желобов для стока

талой воды. Под слоем бетона — насыпка шлака высотой ок. 400 мм. Потолок поверх обшивки из досок изолируется слоем опилок в 300—400 мм.

Эксплуатация льдохранилища. Выборка льда должна производиться по возможности с северной стороны и равномерно по всей ширине бунта до самого настила основания и на нем не должно оставаться не убранных мелких кусков льда. Еще до выемки лед должен тщательно очищаться от соломы и опилок, что производится с помощью вил и лопат. Приставшие ко льду загрязнения удаляются скребками и метлами.

Очищенный лед откалывается кабанами ломом или киркой на деревянную небольшую платформу, на к-рой большие льдины разбиваются на части, удобные для доставки на погрузочные эстакады.

Если лед заготовлен намораживанием воды, то при откалывании его получается много отхода, — мелких кусков. Поэтому желательно проводить выпилку его кабанами правильной формы приблизительно след. размеров: в длину 1 м, в ширину 0,7 м и высотой 0,45 м*.

Солома, опилки и др. материалы, снимаемые со льда, убираются в сторону, просушиваются и затем складываются: солома — в стога, опилки — под навесом. При хорошем просушивании и хранении в помещениях, защищенных от дождя, большая часть укрывочного материала м. б. использована для последующей заготовки льда.

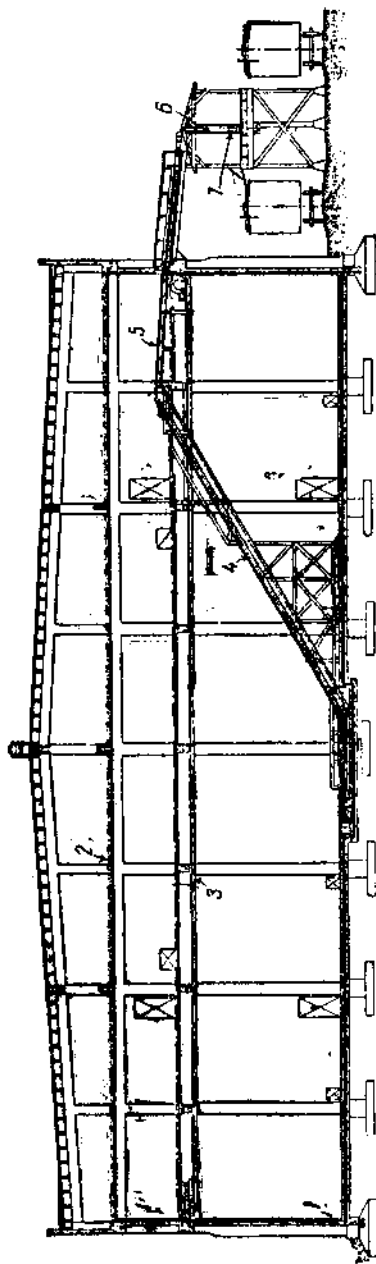
После каждой выемки необходимо тщательно укрывать раскрытый лед, для чего служат съемные соломенные маты. Поверх такого отдельного съемного укрытия выбираемой части ледяного бунта производится добавочное укрытие опилками и соломой. Необходимо следить за целостностью и непрерывностью изоляционного укрытия, а также за беспрепятственным отводом талой воды. Если бунт вследствие неравномерного таяния и оседания укрытия будет иметь нек-рую деформацию и впадины, то, чтобы в них не засталась дождевая вода и не проникла бы через изоляцию ко льду, требуется немедленно заделывать их и выравнивать поверхность боковых скатов льдохранилища.

§ 4. Пункты льдоснабжения.

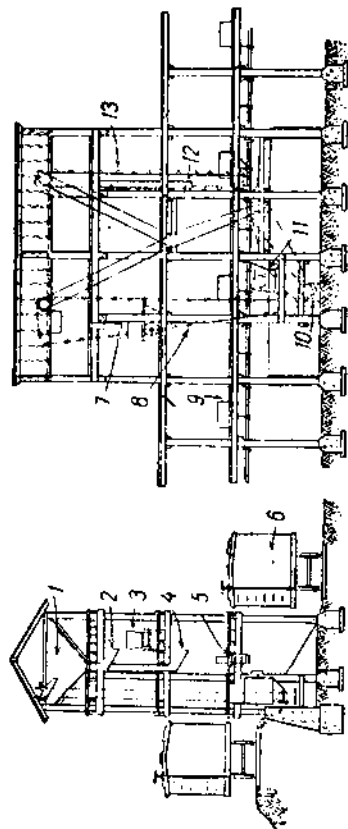
Пункты льдоснабжения объединяют в себе льдохранилища натурального или искусственного льда вместе с ледоделательным зд-дом, а также солехранилища и эстакады-платформы с соответствующим оборудованием их для облегчения и ускорения подачи льда и соли в люки вагонов-ледников. Простейший тип пункта льдоснабжения — с открытым бунтом льда — имеет эстакаду-платформу высотой 4,2—4,6 м, шириной 2—2,4 м и длиной до 200 м в зависимости от числа вагонов-ледников, подлежащих одновременной навивке льдом. Эта эстакада д. б. вблизи льдохранилища, при чем необходимо обеспечить возможность быстрой и удобной подачи льда при помощи простейших подъемных механизмов. Соединение эстакады с прилегающим льдохранилищем достигается посредством двух — четырех наклонных плоскостей с уклоном не круче 1:3, к-рые в целях экономии места располагаются параллельно эстакаде и вдоль оси льдохранилища, а не перпендикулярно к ним.

Пункт льдоснабжения с полной механизацией подачи льда и соли объединяет в одном сооружении льдохранилище, солехранилище и эстакаду, а при искусственном льде также и ледоделательный завод. В таком сооружении д. б. операционная башня, оборудованная норями для подъема дробленого льда и соли (черт. 94 и 95). Расположение льдодробилок (см. стр. 250) м. б. как внизу, так и наверху этой башни. Эстакада на крупных

* Согласно объявленному в 1933 г. конкурсу НКПС на механизацию льдозаготовок и льдоснабжения.

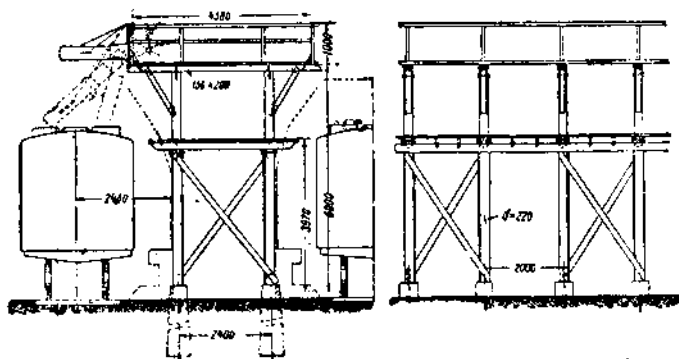


Черт. 94. 1 — пробковые плиты; 2 — засылка пробковой крошкой; 3 — горизонтальный цепной конвейер; 4 — наклонный цепной конвейер; 5 — наклонный спуск льда; 6 — спуск льда; 7 — цепной конвейер.



Черт. 95. 1 — силос; 2 — спуск дробленого льда; 3 — тележка для льда; 4 — спуск для соли; 5 — цепной конвейер для льда; 6 — вагон-ледник; 7 — дробленый лед; 8 — норка для дробления льда; 9 — блок льда; 10 — электро-мотор; 11 — льдодробилка; 12 — соль; 13 — норка для соли.

пунктах льдоснабжения устраивается с платформами в два яруса (черт. 96). Нижняя платформа на высоте крыш вагонов-ледников служит для набивки льдом в блоках без дробления, а верхняя—для дробленого льда. В этом случае применяется передвижная труба-рукав диам. 500 мм с уширенной воронкой вверху (черт. 97). Перемещение вдоль эстакады производится по рельсу, укрепленному по краю ее.



Черт. 96.

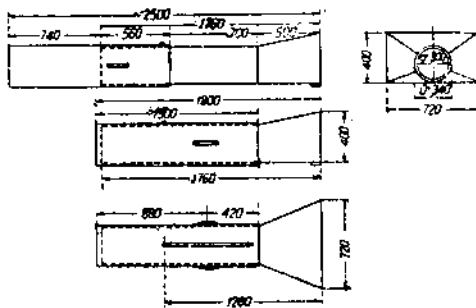
Для развозки по эстакаде дробленого льда употребляются двухколесные тележки емкостью по 250 кг, допускающие легкое опрокидывание.

Конвейеры для перемещения крупных блоков льда по нижней платформе эстакады состоят из пластинчато-роликовых цепей с поперечными брусками, приводных валов со звездочками, зубчатой передачей и шкивом для передачи движения от эл.-мотора. Длинные эстакады (свыше 200 м) обычно снабжаются двумя конвейерами, имеющими привод в середине платформы. Скорость цепи конвейера составляет ок. 0,5—0,75 м/сек., а мощность эл.-мотора—от 5 до 20 л. с., в зависимости от условий работы.

Пункты льдоснабжения должны располагаться справа по направлению основного потока скоропортящихся грузов, чтобы «холодные» поезда не пересекали главных ж.-д. путей: этим обеспечивается безопасность движения, лучше используется пропускная способность станции и снижаются простои и задержки «холодных» поездов при маневровых работах. Расстояние между пунктами льдоснабжения—от 200 до 400 км.

Работа пунктов льдоснабжения заключается в следующем:

1) заготовка в соответствии с планом холодильных перевозок и климатическими условиями данного района натурального или искусственного льда;



Черт. 97.

- 2) наблюдение за сохранностью льда в льдохранилище и выдача из него с соответствующим учетом по обмеру ледяного массива и количеству отпущенного льда для набивки вагонов-ледников;
- 3) набивка льдом или льдом с солью вагонов-ледников, следующих транзитом или предназначенных под погрузку скоропортящихся продуктов;
- 4) наблюдение за исправным техническим состоянием вагонов-ледников, проходящих транзитом или своей погрузкой;
- 5) текущий ремонт льдохранилищ, эстакад, солехранилищ и механических устройств,—льдодробилок, конвейеров и др.;
- 6) наблюдение за пожарной безопасностью пункта;
- 7) соблюдение соответствующих положений и инструкций НКПС.

IX. Условия перевозки скоропортящихся грузов и живности.

§ 1. Планирование перевозок скоропортящихся грузов.

Для своевременной подготовки технических средств (изотермических ваг., льда, соли, оборудования для зимних перевозок, печей, топлива и пр.) хладотранспорт начинается с подготовки к перевозкам с осени года, предшествующего операционному, и заканчивается к 1 апреля операционного года, т. е. одним из ответственных и напряженных периодов перевозок являются весенний рыбный, летний фруктово-овощной и осенний рыбный, мясной и плодо-овощной. По действующему закону наркоматы и кооперативные центры, управляющие скоропортящимися грузами, обязаны представлять в НКПС (управление эксплуатации), а на местах в регулирующие ж.-д. перевозки органы (МСП и РУПРы) ориентировочные годовые планы перевозок скоропортящихся грузов, требующих при их перевозке охлаждения, отопления или специального оборудования вагонов. Планы эти представляются не позднее 1/IX на предстоящий год с указанием рода и количества груза, требующего перевозки с охлаждением или с отоплением, участков отгрузки с выделением особо крупных станций погрузки и дорог назначения. На основании этих планов перевозки скоропортящихся грузов сектор хладотранспорта НКПС составляет план заготовки льда и соли для холодных перевозок и план снабжения дорог материалами (лес, железо, гвозди, асбест и т. п.) для тепловых перевозок.

Квартальные планы перевозок скоропортящихся грузов и живности должны представляться за 45 дней до наступления планируемого квартала, месячные ответственные планы—за 15 дней до начала оперативного месяца. Предоставление вагонов под погрузку скоропортящихся грузов и живности производится по правилам приема груза к перевозке по ж. д. в порядке плана (Устав ж. д., ст. 50, дополнение).

При рассмотрении месячных планов на перевозку скоропортящихся грузов в регулирующих ж.-д. перевозках органах (МСП, холодильных ячеек, РУПР) устанавливаются планы по каждому роду груза количеством и род потребного подвижного состава и дополнительного оборудования по каждому району дороги с выделением крупных станций погрузки. Кроме того отправитель за трое суток до наступления каждой пятнадцатки в соответствии с утвержденным месячным планом подает в управление района, непосредственно или через станцию отправления, заявку на погрузку в течение пятнадцатки с указанием станции отправления и назначения, рода и количества груза, нормы суточной погрузки по каждой станции. Выбор рода подвижного состава, подаваемого под погрузку скоропортящихся грузов, определяется ревизором хладотранспорта управления района или техникум станций льдоснабжения в зависимости от наличия порожних ваг.-ледников, характера груза и сроков возможного нахождения грузов в пути.

Определение потребного парка вагонов-ледников для перевозок скоропортящихся грузов производится по формуле:

$$Q = \frac{P \cdot t \cdot k \cdot k_1}{365 \cdot (100 - L)},$$

где: Q —количество потребного парка ваг.-ледников в физических единицах в четырех-осном выражении, P —общая погрузка скоропортящихся грузов в m , t —средний полный оборот ваг.-ледника в сутках, k —коэф-т охвата перевозок в ваг.-ледниках в $\%$, k_1 —коэф-т неравномерности погрузки, L —количество больных и в резерве ваг.-ледников, выраженное в $\%$.

Определение потребного парка ваг.-ледников по заданному количеству скоропортящихся грузов, подлежащих обязательной перевозке в ваг.-ледниках (с охлаждением) на месяц при вышеуказанных обозначениях:

$$Q = \frac{P \cdot t \cdot k_1}{30 \cdot (100 - L)}.$$

Определение среднего оборота ваг.-ледника:

$$t = \left(\frac{t}{s} + d \right) \cdot q.$$

где: t —оборот вагона в сутках, l —дальность пробега в груженом + порожнем состоянии, x —средне-суточная коммерческая скорость, d —число суток, необходимое на погрузку, выгрузку, очистку и отправление в порожнем состоянии, q —коэфт. неравномерности движения.

Условия взаимного пользования дорогами вагонами товарного парка, в том числе ваг.-ледниками, изложены в правилах Брош. $\frac{3}{425}$, объявленных прик. № 238/Ц от 5/V 1933 г.

§ 2. Схема расположения пунктов льдоснабжения и пунктов обслуживания живности.

Холодные поезда надлежит принимать с перегонов непосредственно на пути, расположенные у пунктов льдоснабжения, а не в приемно-отправочные парки станции. Пункты льдоснабжения не должны располагаться на боковых ветвях, т. к. это создаст излишнюю задержку изотермических ваг. подо льдо- и солеснабжением.

Количество путей у пункта льдоснабжения для приема и снабжения льдом холодных поездов зависит от числа поездов, продолженных на графике движения в период усиленных перевозок, а также от длительности стоянки по техническим причинам. Ориентировочно для линий с густым движением транзитных холодных поездов необходимо иметь у пункта льдоснабжения минимум три пути. Полезная длина этих путей д. б. рассчитана, исходя из веса холодного поезда (к концу второй пятiletки—не менее 1000 т). Длина путей определяется по ф-ле: $8/H_1 + 10/H_2$ или: $14,5/H_3 + 60$, где цифры 8, 10 и 14,5—средняя длина ваг., из к-рых составляются холодные поезда, а H_1 , H_2 и H_3 —число ваг. в поездах. Тупики для стоянки резерва изотермических ваг. рассчитываются, исходя из количества единиц, назначенных в запас на данной станции.

Ширина междупутей (по осям) путей приема холодных поездов равна 5,2 м. У холодильников ширина междупутей равна минимум 4,9 м, при отсутствии колонн между соседними путями. Ширина междупутья, на к-ром установлена эстакада островного типа, д. б. не менее 7,3 м при ширине верхней платформы эстакады в 3,5 м. Соответствующее уширение междупутья необходимо при более широкой площадке эстакады. Длина эстакады д. б. не менее длины холодного поезда, при чем д. б. предусмотрена возможность дальнейшего ее удлинения. Ширина эстакады—3,5 м. Высота двухъярусной эстакады: первый ярус—6 м, второй ярус—над первым—4 м. Устройство двухъярусной эстакады не всегда целесообразно, и ее установка должна сопровождаться технико-экономическим подсчетом.

В случае совмещения пункта льдоснабжения и холодильника необходимо, чтобы холодные транзитные поезда принимались с перегона на пути станции льдоснабжения и не мешали погрузке скоропортящихся грузов из холодильника. Между путями холодильника и путями льдоснабжения необходимо иметь удобные переходы для прицепки загруженных у холодильника ваг. к транзитным холодным поездам. Осмотр и мелкий ремонт ваг. транзитных холодных поездов производится на приемно-отправочных путях, предназначенных для этих поездов. Однако при наивысшей к-ве технического осмотра надо прекращать для предупреждения несчастных случаев, льдом могут произойти при падении кусков льда.

Для перегрузки скоропортящихся грузов из заболевших ваг. в здоровые необходимо у путей пункта льдоснабжения устраивать перегрузочную платформу длиной примерно до 30 м и шириною в 2—3 м, охватив ее двумя короткими путями, длиной в 75 м каждый, и связав их с остальными путями хладопутя.

Молочные камеры на станциях в большинстве случаев располагаются на стороне пассажирского здания, т. к. молоко перевозится обычно с пассажирскими и специальными молочными поездами. Длина молочной камеры для хранения небольшого количества молока (до 15 т в сутки) м. б. равна 20 м, а ширина 6 м.

Для погрузки молочных продуктов из молочной камеры в изотермические вагоны устраивают платформу. В случае проектировки при молочной камере отдельной молочной платформы последняя совмещается с пассажирской основной или промежуточной платформой, в зависимости от конфигурации движения поездов и направления молочных продуктов. На малых станциях, с небольшой погрузкой молока, молочные платформы должны проектироваться длиной на 2—4 ваг.-ледника шириною 2—3 м. Для автогужа д. б. устроены подъезды к молочной камере и молочным платформам.

Крытые платформы для погрузки овощей и фруктов. На промежуточных станциях должны проектироваться специальные крытые платформы длиной на 2—4 ваг. шириною 3—4 м. Для разгрузки овощей и фруктов на конечных станциях надо проектировать широкие, 6—8 м, платформы в уровень пола вагонов, длиной 20—30 м. Платформы должны иметь навес для предохранения продуктов от дождя, солнца и т. д. Если по местным условиям клиенты настаивают на разрешении производить сортировку овощей и фруктов на этих платформах, то размеры погрузочно-разгрузочных платформ соответственно могут быть увеличены. К платформам д. б. устроены удобные подъезды для автогужа.

Пункты обслуживания живности. Загонные дворы, платформы для скота, волопопные пункты устраиваются при самостоятельных путях или парках, на к-рых устанавливаются поезда с живностью. Длина путей и платформ и площади загонных дворов должна опре-

деляться из расчета, что в двухосный вагон помещается 8—10 гол. крупного скота или 40—60 мелкого скота, а на 1 м² загонного двора можно разместить ок. 1 гол. крупного скота или 2—3 гол. мелкого.

Устройства для выгрузки навоза, дезинфекции вагонов и т. д., как правило, д. б. вынесены за пределы сортировочной станции, на специальный дезо-промывочный пункт (дезостанция), связанный соответствующими переходами с приемно-отправочными пунктами.

Проектировать дезо-промывочный пункт надо в соответствии с поточностью и принятым способом очистки и промывки подвижного состава: 1) после приема поезда со скотом в приемно-отправочный парк на специальные пути скот подвергается освидетельствованию врача; 2) затем скот выгружается через платформы на загонные дворы для больного и здорового скота; 3) освободившиеся ваг. передаются на дезо-промывочный пункт, где разгружаются от навоза. Зараженный навоз сжигается в специальных ямах длиной 8—15 м каждая, а не зараженный выгружается на специальные платформы и убирается на поля; 4) после разгрузки от навоза ваг. промываются и дезинфицируются. Промывка ваг. производится тремя способами: маневровым п/в, при помощи крана или в специальном депо. В зависимости от применяемого способа проектируются и устраиваются путевое хозяйство и устройства дезо-промывочных.

§ 3. Условия перевозки скоропортящихся грузов.

Перевозки скоропортящихся грузов по ж. д. СССР регулируются Уставом ж. д., в частности особыми правилами перевозки скоропортящихся грузов, составляющими дополнение № 23 к ст. 95 Устава ж. д. и определяющими в общей части условия приема. В виду особого характера скоропортящихся грузов и порядка их обслуживания в пути следования в развитие подставных правил приложения 23 ст. 95 устава изданы специальные технические инструкции по отдельным основным видам скоропортящихся грузов.

Скоропортящиеся грузы помимо общей подготовки к перевозке требуют еще специальной термической обработки, заключающейся в отнятии у продукта естественной теплоты и доведения темп-ры его до нек-рой оптимальной. Если этого не делать, то груз в течение нескольких первых дней перевозки имеет повышенную темп-ру; последняя способствует и ускоряет процессы перезревания и разложения груза. Для плодо-овощей предварительное охлаждение производится в холодных складах или при помощи особых станций предварительного охлаждения (см. стр. 239).

1. Перевозка мяса и мясoproдуктов по ж. д.

Согласно инструкции от 11/VII 1931 г., утвержденной зам. наркомпути и зам. наркомснаба СССР, перевозка мяса и мясoproдуктов, за исключением мясных консервов (тушеное мясо), должна производиться по ж. д. в течение круглого года в ваг.-ледниках. Отступление от указанного порядка допускается только по специальным особым указаниям НКПС.

1) Охлажденное мясо, предъявляемое к перевозке по ж. д., подлежит приему к погрузке при соблюдении след. условий его состояния: а) темп-ра в толще мышц на глубине 5—7 см.—от 0° до +4°; б) совершенно сухая поверхность и безукоризненная корочка подсыхания; в) нормальное обескровление, розовый или светло-красный цвет мышц; г) хорошая зачистка туши без прибитостей и загрязнений.

2) Мороженое мясо, подвергнувшееся действию искусственного или естественного замораживания до степени совершенной твердости, должно при поступлении издавать ясный звук, поверхность в разрезе иметь гладкую, темп-ру в толще мышц не выше —6° С; в отношении боенской обработки должно соответствовать тем же требованиям, как и охлажденное мясо.

3) Мясо, поступающее с боен, не имеющих морозилок (салганный убой), с темп-рой выше +4° С, т. е. остывшее мясо, допускается к перевозке в местном сообщении (в пределах одной дороги) с разрешения управления дороги, в прямом сообщении—с разрешения НКПС.

4) Изотермические ваг., подаваемые под перевозку охлажденного мяса, д. б. исключительно I типа, оборудованные крючьями для подвески туш и допускающие вентилирование грузового помещения в процессе самой перевозки.

5) Для мороженого мяса и др. видов мясoproдуктов, не требующих вентилирования в пути следования, предоставляются изотермические ваг. I и II типов.

6) Охлажденное и остывшее мясо грузится в ваг. исключительно подвесом на крючья; отдельные туши или их части по возможности не должны соприкасаться со стенками, полом ваг. и между собой.

7) Мороженое мясо грузится исключительно внавалку штабелем с возможной плотным прилеганием отдельных мест друг к другу до полной вместимости грузового помещения вагона.

2. Перевозка рыбы и рыбoproдуктов.

Согласно инструкции, объявленной при приказе № 238/Ц от 5/V 1933 г. Брош. 0/98 под порядковым № 446, перевозка рыбы и рыбoproдуктов совершается в течение круглого года в изотермических вагонах, за исключением: 1) креп (осоленых товаров в бочках, 2) сушеных и вяленых, как в таре, так и внавалку, 3) технических жиров в бочках.

Рыбные грузы подразделяются на три категории: 1) парная (свежая) рыба, 2) мороженая рыба и 3) консервированные рыбные товары.

Подлежат приему к перевозке по ж. д. рыбные грузы при условии: 1) если парная рыба имеет естественный вид живой рыбы, плотное упругое мясо, прозрачные и выпуклые глаза, ярко-красные жабры; 2) мороженая рыба должна иметь темп-ру в толще мяса на глубине 3—5 см. не выше -6°C . Признаком полного замораживания служит полное одеревенение, а признаком свежести — светлая или только слегка тусклая чешуя, выпуклые или только слегка запавшие глаза, ярко-красные жабры и полное отсутствие каких бы то ни было гнилостных или посторонних запахов (рыба, замороженная в рассоле по способу Оттезена, м. б. и мягкой консистенции). Парная и мороженая рыба принимается к погрузке только упакованной в бочки, ящики, колымаги и корзины. При перевозке парной рыбы с перекладкой льдом последнего д. б. уложено по весу не менее 30% веса самой рыбы. Ваг.-ледники под перевозку парной рыбы, переложеной льдом, должны предоставляться с металлическим покрытием полов; 3) мороженая рыба рассыпью без тары допускается в холодный период года, с 1/XII по 1/III.

3. Перевозка живой рыбы.

Перевозка живой рыбы и мальков производится в специальных живорыбных ваг. и специальных бочках. В виду ограниченности парка живорыбных ваг. указанные перевозки производятся по предварительному согласованию отправителя с заявкой на подвижной состав представляются в централизованном порядке непосредственно в НКПС или управлению дороги. Перевозка живой рыбы в бочках совершается в обыкновенных крытых ваг. Смена воды и добавление льда в количестве до 0,5 т в живорыбный ваг. производится не чаще двух раз в сутки. Уход за рыбой, — кормление, аэрация, — погрузка, выгрузка производится средствами грузоладельца, а в пути следования — проводниками-специалистами, назначаемыми грузоотправителем.

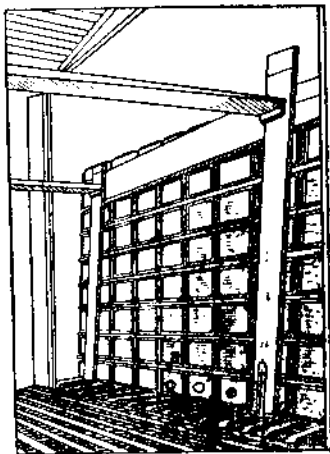
4. Перевозка плодо-овощей.

Перевозка плодо-овощей (инструкция объявлена при прик. НКПС от 5/V 1933 г. за № 238/II и внесена в Брош. 0/198 под порядковым № 445). 1) Поватонные отправки ранних плодо-овощей, сроком по 15/VIII, производятся исключительно в ваг.-ледниках с охлаждением. После 15/VIII в зависимости от регулировочных указаний НКПС допускается перевозка более стойких сортов плодо-овощей в обыкновенных крытых ваг. Погрузка плодо-овощей, затаренных в жесткую тару (ящики и паки), производится по калифорнийской или шахматной системам, с оставлением воздушных каналов между отдельными местами (черт. 98).

2) Погрузка стойких плодо-овощей допускается навалом (без тары), при чем в целях предупреждения раздавливания и смятия нижних слоев плодо-овощей разрешается след. высота (в м) погрузки отдельных видов плодо-овощей (табл. 42).

3) Оборудование вагонов при навалных (без тары) перевозках в летнее время. Для обеспечения вентиляции при перевозках плодо-овощей в обыкновенных крытых и изотермических ваг. надлежит площадь ваг. разделить на четыре отсека путем установки решетчатых щитов высотой до 1 м. У оснований щиты отстоят от стен примерно на 12,5 см; верхний край щита наклоняется к стенке ваг., посреди ваг. по всей его длине устраивается вентиляционный канал, образуемый взаимно наклонно устанавливаемыми щитами. Ширина канала у основания — 250 мм и по высоте — 500 мм. Междверное пространство заделывается досками или горбылями в переплет по диагонали.

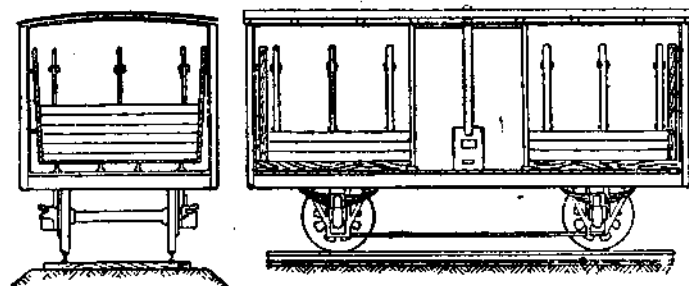
4) Оборудование вагонов для зимних перевозок (черт. 99). При темп-рах ниже -5°C . для товарных ваг. и ниже -15°C . для изотермических утепленные ваг. соломой или сеном недостаточны. Для предохранения плодо-овощей от замерзания ваг. обогреваются печами, а стены и пол ваг. изолируются типовым оборудованием, — деревянными щитами, к-рые ж. д. предоставляет отправителем согласно их плановым заявкам. Номенклатура и расчет требуемых на оборудование материалов определяются по табл. 43.



Черт. 98.

Табл. 42. Высота погрузки отдельных видов плодо-овощей (в м.).

Наименование рода плодоовощей	Высота погрузки в м			
	при перевозке в об. крыт. ваг.		при перевозке в ваг.-ледн.	
	без оборуд.	с оборудованием	без оборуд.	с оборудованием
Капуста свежая всех сортов	0,8	1,00	1,00	1,25
Картофель ранний с окрепшей кожницей	0,8	1,00	1,00	1,25
Картофель поздний	1,2	1,25	1,25	1,6
Огурцы свежие, грунтовые	0,6	0,75	0,75	1,00
Лук репчатый	1,00	1,2	1,2	1,4
Корнеплоды обрезные	0,8	1,00	1,00	1,20
Яблоки яровые, осенних и зимних сортов	0,8	1,00	1,00	1,20
Арбузы	1,2	—	1,6	—



Черт. 99.

Табл. 43. Данные для расчета потребных материалов на оборудование вагонов под перевозку плодо-овощей.

Наименование материалов	Единица измерения	Количество
Зимнее оборудование.		
Железо кровельное 4-кг 3 л.	кг	12
„ листовое 8-кг 2 л.	кг	16
Пиломатериалы	м ³	1,8
Асбест листовой 3-мм	лист	2
Гвозди 75-, 100-, 125-мм	кг	5
Летнее оборудование.		
Пиломатериалы	м ³	0,7
Гвозди разные	кг	0,8
Щиты, решетки.		
Пиломатериалы	м ³	0,66
Гвозди 76-мм	кг	1

б) Выбор подвижного состава и технические нормы загрузки плодо-овощей. При определении рода ваг., необходимых для погрузки плодо-овощей, надлежит руководствоваться табл. 46 предельных сроков нахождения в пути плодо-овощей.

При расчете длительности перевозки надлежит считать: а) срок доставки плодо-овощей, представляемых маршрутами по магистральным линиям, — 350 км в сутки; б) для отдельных групп и единичных ваг. — на магистральных 650 км в сутки, а на боковых линиях — 200 км в сутки; в) к указанным срокам нахождения в пути плодо-овощей прибавляются сутки на товаро-станционные и маневровые работы по погрузке и выгрузке.

Технические нормы погрузки плодо-овощей в вагоны устанавливаются в зависимости от рода тары с учетом свойств отдельных видов продукции, времени ее созревания и отдельных видов подвижного состава (табл. 47).

б) Обслуживание плодо-овощных грузов в пути. Лыдоснабжение изотермических ваг. производится с учетом оптимальных темп-р для отдельных видов плодо-овощей (табл. 44).

Табл. 44. Оптимальные температуры по Цельсию.

Вид плодо-овощей	Тем-ра °C	Вид плодо-овощей	Тем-ра °C
1. Клубника	+2°	6. Картофель	+4°
2. Баклажаны и кабачки	+2°	7. Виноград	+2°
3. Помидоры: бурые	+6°	8. Огурцы	+2°
розовые	+5°	9. Груши и яблоки	+2°
красные	+4°	10. Зелень (лук, салат, шпинат, щавель)	+2°
4. Капуста ранняя	+2°	11. Дыни	+2°
5. Косточковые: абрикосы, черешня, слива, персики, вишня	+1°		

Табл. 45. Добавление соли при первоначальной набивке вагона-ледника (в %).

Род груза	Груз, предварительно до погрузки не охлажденный						Груз, предварительно охлажденный					
	наружная темп-ра											
	ниже + 25° С в тени			выше + 25° С в тени			ниже + 25° С в тени			выше + 25° С в тени		
	4- и 2-осн. с ре- шет. карманами	2-осн. с танко- выми карманами	4-осн. с танко- выми карманами	4- и 2-осн. с ре- шет. карманами	2-осн. с танко- выми карманами	4-осн. с танко- выми карманами	4- и 2-осн. с ре- шет. карманами	2-осн. с танко- выми карманами	4-осн. с танко- выми карманами	4- и 2-осн. с ре- шет. карманами	2-осн. с танко- выми карманами	4-осн. с танко- выми карманами
1. Ягоды свежие: клубника, земляника, черешня и т. п.	8	10	15	10	12	18	4	6	9	5	8	12
2. Виноград, груши, яблоки (летних сортов), абрикосы	10	12	18	12	15	20	5	6	10	5	8	12
3. Дыни зрелые	10	12	18	12	15	20	5	6	10	5	8	12
4. Помидоры красные	6	8	12	6	8	12	2	3	5	3	4	6
» розовые	4	5	6	2	3	5	Не применяется					
» бурые	—	—	—	—	—	—	Не применяется					
5. Огурцы	4	5	6	6	8	12	2	3	5	3	4	6
6. Зелень всякая, картофель ранний	4	5	6	6	8	12	Не применяется					
7. Капуста (ранняя и летняя)	4	5	6	6	8	12	Не применяется					
8. Баклажаны и кабачки	4	5	6	6	8	12	2	3	5	3	4	6

Табл. 46. Сроки нахождения плод

Наименование овощей	Вид тары и погрузки								Вид тары и погрузки			
	ледники				обыкновенные крытые и временные вентил.				ледники			
	жесткая	мягкая	на полках	бестарная навалом	жесткая	мягкая	на полках	бестарная навалом	жесткая	мягкая	на полках	бестарная
июнь—июль												
Овощи, бахчевые культуры.												
Картоф. молод. (лет. копки)	10	8	10	—	5	4	5	—	12	8	10	—
» поздн. (осен. копки)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Капуста свежая ранняя	12	8	10	8	5	—	5	—	—	—	—	—
» средняя	—	—	—	—	—	—	—	—	12	8	10	—
» цветная	6	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—
» поздняя	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—
Огурцы свежие	8	6	6	—	3	—	—	—	10	8	6	—
Помидоры красные	6	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
» розовые	8	—	—	—	3	—	—	—	8	—	—	—
» бурые	10	—	—	—	8	—	—	—	10	—	—	—
» бело-зеленые	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—
Ранняя зелень (лук зеленый, шпинат, салат, укроп, редис)	3	—	—	—	1	—	—	—	3	—	—	—
Морковь столовая	8	6	—	—	3	3	—	—	8	—	—	—
Лук репчатый, чеснок	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—
Тыква, арбузы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Дыни	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	12	—
Свекла без ботвы	—	—	—	—	5	4	5	4	—	—	—	—
» с ботвой	8	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Баклажаны и перец	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—
Кабачки	10	—	—	—	3	—	—	—	10	—	—	—
Ягоды и плоды.												
Малина	2	—	2	—	—	—	—	—	2	—	2	—
Клубника, земляника, черника (в решет. или корз., задел. лаки или клежки)	7	—	7	—	1	—	1	—	7	—	7	—
Смородина, крыж., вишня	8	—	8	—	1	—	1	—	8	—	8	—
Персики, сливы, абрикосы, кизил, черешня	10	—	10	—	2	—	2	—	10	—	10	—
Клюква	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	12	—
Брусника	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	12	—
Яблоки летние (район Крым, ЦЧО, Мособл.)	15	—	15	—	7	—	7	—	15	—	15	—
Яблоки свеж. пр. район	12	—	12	—	6	—	6	—	12	—	12	—
» осенних сортов всех район.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Яблоки зимние	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	15	—
Груши летние	10	—	—	—	3	—	—	—	10	—	—	—
» осенние	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—
» зимние	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Виноград	10	—	10	—	2	—	—	—	12	—	12	—

поющей в пути их исследования.

погрузки				Вид тары и погрузки								Вид тары и погрузки							
обыкновенные крытые и временные вентил.				ледники				обыкновенные крытые и временные вентил.				ледники				обыкновенные крытые и временные вентил.			
мягкая	на полках	бестарная навалом		жесткая	мягкая	на полках	бестарная навалом	жесткая	мягкая	на полках	бестарная навалом	жесткая	мягкая	на полках	бестарная навалом	жесткая	мягкая	на полках	бестарная навалом
				сентябрь								октябрь—ноябрь							
8	6	6	—	—	15	—	15	12	12	—	12	—	30	—	—	30	—	20	—
8	7	7	—	—	—	—	—	8	7	7	6	—	—	—	—	Н.-вол. дубовк. 15	—	12	—
—	—	—	—	6	—	—	—	10	10	10	10	—	—	—	—	15	—	15	—
5	4	4	3	14	12	10	10	5	4	4	3	—	15	10	—	10	—	13	—
3	—	—	—	6	—	—	—	2	—	—	—	6	—	—	—	4	—	—	—
4	—	—	—	8	—	—	—	4	—	—	—	8	—	—	—	6	—	—	—
7	—	—	—	10	—	—	—	5	—	—	—	10	—	—	—	10	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	6	6	5	4	—	—	—	2	6	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—
—	7	—	—	8	6	—	—	—	12	—	—	10	—	—	—	18	—	20	—
4	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	15	—	—	20	—	—	18	—
8	5	4	3	—	12	—	—	8	6	6	4	12	—	12	—	8	7	7	15
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	12	—	—	—	6	—	—	—	12	—	—	—	—	6	—	—
—	—	—	—	10	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	2	—	10	—	10	—	3	—	3	—	10	—	10	—	—	3	—	—
—	—	8	—	12	—	12	—	8	—	8	—	15	—	—	—	10	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	6	—	15	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	8	—	—	—	—	—	8	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	10	20	—	—	—	15	—	—	10
5	—	—	—	15	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	14	—	14	—	3	—	—	—	15	—	—	—	15	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	5	—	—	—

Количество засыпаемой соли зависит от общего веса льда, вмещаемого в карман по трафарету, исходя из расчета, что 10% добавляемой соли дает снижение темп-ры внутри ваг. от 0,4 до 1° С. Добавление соли при первоначальной набивке и на последующих пунктах производится в размерах, указанных в табл. 45 и 48.

Табл. 48. Размеры добавления соли ко льду на пунктах индивидуального обслуживания плод овощей (указанные пункты устанавливаются управлением дороги).

Род груза	% добавления соли к общему весу льда в карманах						
	1-й пункт	2-й пункт	3-й пункт	4-й пункт	5-й пункт	6-й пункт	7-й пункт
1. Ягоды свежие: клубника, земляника, черешня и т. п.	6—8	3—5	1—2	1—2	1/2—1	1/2—1	1/2—1
2. Виноград, абрикосы, груши, яблоки (летн. сорта)	6—8	3—5	1—2	1—2	1/2—1	1/2—1	1/2—1
3. Дыни зрелые	6—8	3—5	1—2	1—2	1/2—1	1/2—1	1/2—1
4. Помидоры красные	6—8	3—5	1—2	1—2	1/2—1	1/2—1	1/2—1
» розовые	4—6	2—3	1/2—1	1/2—1	1/2—1	1/2—1	1/2—1
» бурые	—	—	Не производится				
5. Огурцы	4—5	2—3	1/2—1	1/2—1	1/2—1	1/2—1	1/2—1
6. Зелень всякая и картофель ранний	4—6	4—6	3—5	1—2	1/2—1	1/2—1	1/2—1
7. Капуста всякая (ранняя и летняя)	4—6	4—6	3—5	1—2	1/2—1	1/2—1	1/2—1

Указанные в табл. 45 нормы добавки соли применяются в летние месяцы (май—август). С наступлением похолодания % добавления соли уменьшается с учетом темп-ры наружной и требуемой для данного груза оптимальной. С наступлением похолодания льдо- и солеснабжение прекращается, а лед выбрасывается из карманов.

7) Перевозка плодово-овощей товаро-багажом. Перевозка плодово-овощей в багажных ваг. товаро-багажом допускается без перегрузки в пути следования на расстояние не свыше указанного в табл. 49.

Для перевозки мелких отправок плодово-овощей устанавливается обращение курсовых лежников как с пассажирскими, так и с холодными поездами, с к-рыми и должны совершаться все перевозки мелких партий плодово-овощей.

П р и м е ч а н и е. При наличии курсовых ваг.-лежников, следующих с холодными и пассажирскими поездами, перевозка плодово-овощей в багажных ваг. в этих направлениях воспрещается.

Табл. 49. Расстояния, на к-рые допускается перевозка плодово-овощей без перегрузки.

Расстояние	Род груза
До 600 км До 1 000 км До 1 500—2 000 км До 2 000—3 000 км	в) Плоды и ягоды. Клубника, черная и красная смородина, крыжовник, вишня, черешня, персики, черника. Слива, кизил, виноград ранний. Абрикосы незрелые, брусника, виноград поздний, груши летние, осенние, яблоки летние. Яблоки осенние, клюква.
	б) Овощи. Свекла, морковь с ботвой, петрушка с зеленью, лук зеленый, помидоры красные, щавель. Капуста кочанная, цветная ранняя и средняя. Картофель, цветная капуста средней зрелости.

§ 4. Перевозка масла животного и маргарина.

1) Перевозка масла животного и маргарина производится в течение круглого года в изотермических ваг. В зимнее время, с I/XII по I/III, при недостатке изотермических ваг. перевозка указанных грузов совершается в обыкновенных крытых ваг.

2) Темп-ра масла, предъявляемого к перевозке, д. б. не выше -6° С отгружаемого с холодильника, $+6^{\circ}$ — из маслохранилища и с пунктов отгрузки, не имеющих никаких холодильных складов, — не выше $+10^{\circ}$ С.

3) Погрузка масла и маргарина производится до полной вместимости грузового помещения, при чем для лучшего использования грузового помещения ваг. допускается укладка верхнего слоя бочек лежа.

4) Оптимальные темп-ры при перевозке поддерживаются от 0° до $+3^{\circ}$ С.

§ 5. Перевозка молока и молочных продуктов.

Перевозка молока и молочных продуктов регулируется, в развитие приложения 23 ст. 95 Устава ж. д., особыми договорами управлений дорог с молочными организациями. Типовой договор, заключенный НКПС с Союзмолоком, предусматривает след. условия материальной ответственности сторон за сохранность перевозимого по ж. д. молока.

1. Обязательства управления дорог.

1) Перевозку молока в течение круглого года совершать в изотермических ваг., обеспечивая темп-ру внутри вагона не выше $+8^{\circ}$ С, зимою не ниже -2° С.

2) Обеспечить надлежащее хранение молока на станциях постоянной погрузки и выгрузки путем устройства специальных молочных платформ, камер или навесов.

3) Сроки доставки выполнять в точно установленные сроки расписанием специальных молочных поездов или пассажирскими.

4) Своевременно возвращать порожнюю молочную тару.

2. Обязательства молокоотправителей.

1) Предъявлять молоко с темп-рой не выше $+8^{\circ}$ С в теплый период года и не ниже -2° С в холодный период года.

2) Подвозить молоко к станциям не ранее, как за 2 часа, и не позднее, как за 10 мин. до прибытия молочного поезда или курсовых вагонов по расписанию.

3) Подвезенное молоко д. б. в исправных запломбированных флягах с приложением сертификата, в к-ром указывается количество мест, вес брутто, нетто, жирность и темп-ра молока.

Для осуществления контроля и непосредственного инструктажа молочных перевозок управление дороги устанавливает особый штат инструкторов с отнесением расхода по их содержанию за счет молокозаготовителя.

§ 6. Перегрузка.

Перегрузка скоропортящихся грузов производится в исключительных случаях, когда дальнейшее следование вагона угрожает безопасности движения. При обнаружении в пути неясности пломб или их обрыва оформление коммерческой неисправности производится только по наружному осмотру и пересчету мест груза.

§ 7. Хранение, выдача и прием на ст. назначения.

Срок бесплатного хранения скоропортящихся грузов на ст. назначения определяется ст. 84 Устава ж. д. Сроки приема и вывоза со станции скоропортящихся грузов определяются ст. ст. 85 и 86.

§ 8. Зимние перевозки скоропортящихся грузов.

Типы отопительных приборов. На дорогах СССР для отопления ваг. при перевозке скоропортящихся грузов, преимущественно при перевозках фруктов, корнеплодов, растительных консервов, применяются печи различных типов.

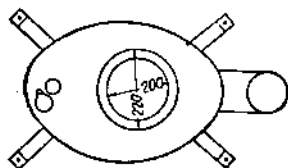
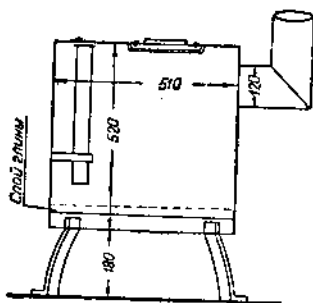
Русская печь (временка) изготавливается из листового железа, имеет одну топочную дверцу для загрузки топлива (дров); второе отверстие, для поступления воздуха (поддувало), обычно отсутствует; третье отверстие, служащее для отвода продуктов горения (дыма), оканчивается отводной трубой. Недостатки печи: 1) горение поддается регулированию чрезвычайно слабо, в результате получается или слишком сильное горение, или потухание; требуется непрерывное обслуживание; опасность в пожарном отношении, т. к. возможно выпадение горящего угля на пол вагона.

Канадская печь (черт. 100), перенесенная из Америки на ж. д. СССР, имеет значительные преимущества по сравнению с временкой: 1) безопасность в пожарном отношении; 2) возможность и простота регулировки процесса горения; 3) продолжительность горения в течение нескольких часов, не требующая наблюдения за печью и пополнения ее топливом.

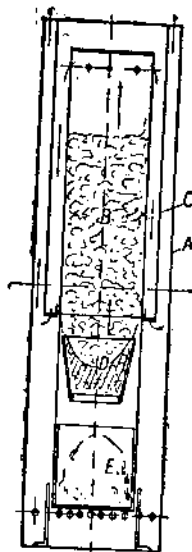
Существенным отличием канадской печи от русской является устройство загрузочного отверстия сверху; здесь же помещается и регулятор горения: железная трубка, могущая сверху открываться и закрываться путем поворачивания небольшой крышки. Канадская печь изготавливается из листового 7-килограммного (парсового) железа.

Недостатки: 1) слабый доступ поступающего воздуха к нижним и боковым частям топлива; 2) топливо кладется непосредственно на дно печи, что вызывает замедленность горения; 3) неудобство удаления золы.

Переносные автоматические действующие печи «Т. И.», отапливаемые древесным углем. Печь состоит из трех частей (черт. 101): 1) особого кожуха *A*, открытого сверху, в к-рый устанавливаются две другие части печи; 2) самой печи, — шахты *B*, имеющей несколько суженную форму в нижней своей части *D*, где помещаются колосники; в печи под колосниковой коробкой помещается зольник *E*, свободно вынимающийся, 3) специального колпака *C*, к-рым печь *B* накрывается сверху для направления образующихся при горении газов вниз.



Черт. 100.



Черт. 101.

Загрузка топлива и разжигание печи: 1) производится сверху путем открывания дверок колпака *C* и самой печи *B*; 2) предварительно загружается топливник (колосниковая коробка *D*) углем, заранее раскаленным на жаровне или горне; сверху раскаленного угля досыпается холодный уголь; 3) в таком состоянии печь переносится в вагон (загрузка топливом допускается также в вагоне); в вагоне печь устанавливается на полу в междверном пространстве с предварительной подкладкой на пол вагона железного листа и асбеста. Печь тщательно укрепляется к полу вагона.

Процесс горения в печи: 1) холодный воздух поступает через отверстия кожуха (в нижней его части), при чем часть воздуха поступает через отверстия шахты *B* под колосники, проходя в самую печь для горения, другая же часть поступающего через наружные отверстия кожуха воздуха перемешивается с газами, выходящими из печи, тем самым снижая темп-ру кожуха, и при выходе из печи дает непосредственно полезное тепло; 2) газы из печи *B*, выходя через отверстия в самой печи (в верхней ее части), поворачивают вниз, в пространство между печью *B* и колпаком *C*, и при выходе оттуда поднимаются вверх, перемешиваясь, как указано выше, с воздухом, поступающим через наружные отверстия кожуха.

Регулировка горения в печах «Т. И.» производится путем перекрывания (открывания) отверстий для выхода газов в самой печи *B*, что дает возможность ослабить (усилить) горение печи. Максимум горения получается при полном открытии всех отверстий. Эффективность печи «Т. И.»: отходящие газы непосредственно используются на отопление. Коэф-т использования превышает 0,9, в то время как коэф-т использования у печей русской и канадской, у к-рых отходящие газы безвозвратно пропадают при выходе из трубы, несравненно ниже и не превышает 0,15.

Табл. 50. Расчетные нормы веса скоропортящихся грузов при перевозке их в изотермических вагонах.

Наименование груза	Группы вагонов			Наименование груза	Группы вагонов		
	1-я	2-я	3-я		1-я	2-я	3-я
	изотерм. вагон 2- и 3-осный длиной до 9 м	изотерм. ваг. 2- и 3-осный длиной свыше 9 м	изотермический вагон 4-осный всякой длины		изотерм. вагон 2- и 3-осный длиной до 9 м	изотерм. ваг. 2- и 3-осный длиной свыше 9 м	изотермический вагон 4-осный всякой длины
Овощи, фрукты и ягоды.				Молоко и сливки	8,0	10,0	17,0
а) В жесткой таре	7,0	9,0	13,0	Сметана	10,0	10,0	17,0
б) В мягкой таре	5,0	7,0	10,0	Сыр всякий и брынза	10,0	10,0	20,0
в) Навалом: арбузы, брюква, лук	9,0	10,0	18,0	Масло животное всякое	10,0	10,0	25,0
Картофель навалом	10,0	10,0	18,0	Яйца и желтки яичные	9,0	10,0	18,0
Птица домашняя битая	10,0	10,0	20,0	Рыба парная всякая	7,0	9,0	15,0
Дичь битая, в перо	10,0	10,0	18,0	Рыба мороженная во всякой упаковке	8,0	10,0	18,0
Мясо воловье, коровье, оленье, конское, свиное и пр. крупных животных в мороженом виде навалом	8,0	10,0	17,0	Жир рыбий всякий	10,0	10,0	20,0
Мясо тех же животных парное и охлажденное	5,0	7,0	10,0	Сельдь и рыба соленая всякая	10,0	10,0	25,0
Мясо баранье, заячье, кроличье, поросячье и пр. мелких животных мороженое (навалом)	7,0	8,0	12,0	Рыба копченая (куренная), сушеная и вяленая	10,0	10,0	20,0
Мясо тех же животных парное и охлажденное (с подвесом)	4,0	7,0	8,0	Икра всякая	10,0	10,0	20,0
Колбасные изделия, бэкон и пр. копчености	7,0	9,0	15,0	Масло и сало искусственные всякие, в том числе и маргарин	10,0	10,0	25,0
Сало свиное соленое, шпик, жиры и сало пр. животных	10,0	10,0	20,0	Пиво во всякой посуде	11,0	10,0	25,0
				Вина виноградные	10,0	10,0	20,0
				Воды минеральные, натуральные и искусственные	12,5	10,0	25,0
				Консервы всякие в герметической укупорке	10,0	10,0	20,0

При перевозке в изотермических ваг. 2-й группы без охлаждения скоропортящихся грузов, имеющих расчетную норму в 10 т, расчетные нормы увеличиваются на 2 т.
 При перевозках картофеля навалом в ваг. 3-й группы без охлаждения плата взывается за расчетную норму 22 т.

§ 9. Льдо- и солеснабжение изотермических вагонов со скоропортящимся грузом.

(Инструкция объявлена распоряжением НКПС № 51/ЦД от 9/IV 1933 г., Брош. О/196 под порядковым № 409).

1. Солеснабжение изотермических ваг. производится независимо от отметок отправителей в накладных на станциях первоначального льдоснабжения и во всех транзитных

пунктах в зависимости от рода груза и типа ваг., от общего веса льда, вмещающегося в карманах по трафарету (табл. 51).

Табл. 51. Нормы солеснабжения в % от емкости ледяных карманов вагонов-ледников.

Род груза	Вагоны 2-осные				Вагоны 4-осные			
	решетчат.		танковые		решетчат.		танковые	
	первонач.	в пути	первонач.	в пути	первонач.	в пути	первонач.	в пути
Мясо, битая птица и дичь, охлажденные и остывшие	10	5	12	6	12	6	15	7
Мороженое мясо и голые	12	8	15	10	15	10	20	12
Копчености и колбасные изделия	6	3	7	4	7	4	10	5
Рыба охлажденная, парная, слабого засола	10	5	12	6	12	6	15	7
Рыба мороженая	12	8	15	10	15	10	20	12
Икра ценная (паюсная), балык и т. п.	10	5	12	6	12	5	15	7
Масло сливочное, топленое	10	5	12	6	12	6	15	7
Маргарин	10	5	12	6	12	6	15	7
Молоко	10	—	12	6	12	6	15	7
Молочные скопы	6	3	8	4	7	4	10	5
Флодоовесчи								

См. табл. 45 и 48.

Табл. 52. Продолжительность вентилирования ледников через люки в зависимости от наружных температур.

Скорпортящиеся грузы, требующие обязательного вентилирования при перевозках	Температура в тени					Примечание
	—1° и ниже	от 0° до +5°	от +6° до +10°	от +11° до +25°	+26° и выше	
Мясо и битая птица, перевозимые в охлажденном состоянии	час.	час.	час.	час.	час.	В сырую погоду с повышенной влажностью, особенно в переходные периоды года, — осенью и весной, вентилирование ледников через люки производится продолжительностью не более 1/2—1 часа.
Рыба, перевозимая в свежем-парном и охлажденном состоянии без перекладки льда	2—8	2—6	2—4	1—3	1/2—1	
Мясные и рыбные продукты, перевозимые в соленом, вяленом и копченном состоянии	2—4	2—6	2—4	1—2	1/2—1	
Колбасные изделия	2—4	2—4	2—4	1—2	1/2—1	
Сало и масло животное	1—2	2—4	2—4	1—2	1/2—1	
Сыр всякий и сырки	2—4	2—4	2—4	1—2	1/2—1	
Яйца	2—4	2—4	2—4	1—2	1/2—1	
Фрукты и овощи свежие при перевозке их без охлаждения	2—4	2—4	2—4	1—2	1/2—1	
Дрожжи	2—4	2—4	2—4	1—2	1/2—1	
	Не вент.	2—4	1—2	1—2	1/2—1	

II. Вентилирование ваг., груженых скоропортящимися грузами.

Перечень скоропортящихся грузов, не подлежащих вентилюрованию при перевозках:

1) Мясо, битая птица и рыба, перевозимые в мороженом состоянии. 2) Рыба свежая, парная и охлажденная, перевозимая с перекладкой льдом. 3) Плоды и овощи свежие, перевозимые в изотермических вагонах с охлаждением. 4) Продукты убоя скота, так-то: почки, печень, сердце, легкие, мозги, языки, требуха, губы, уши, голяде, опускаемые к перевозкам исключительно в мороженом состоянии, и кровь. 5) Фруктовые и минеральные воды, пиво, квасы и виноградные вина. 6) Молоко и кисломолочные продукты. 7) Всякого рода консервы.

Перечень скоропортящихся грузов, требующих обязательного вентиляции при перевозках:

1. Мясо и битая птица, перевозимые в охлажденном или остывшем состоянии. 2. Рыба, перевозимая в свежем-парном и охлажденном состоянии без перекладки льдом. 3. Мясные и рыбные продукты, перевозимые в соленном, вяленом и копченом состоянии. 4. Колбасные изделия. 5. Сало и масло животное. 6. Сыр всякий и сырки. 7. Яйца. 8. Плоды и овощи свежие при перевозке их без охлаждения. 9. Дрожжи.

III. Вентилирование изотермических ваг., груженых скоропортящимися грузами, продолжительности зависит от наружных темп-р воздуха во время производства самого вентиляции и производится в течение времени, указанного в табл. 52.

§ 10. Скорости следования холодных поездов.

Одной из основных задач транспорта является обеспечение выполнения среднего пробега холодных поездов в среднем по сети ок. 400 км с дифференцированными скоростями по отдельным направлениям (табл. 53).

Табл. 53. Следование холодных поездов по графику на период с 15 мая 1933 г.

Участки дорог следования холодных поездов	Расстояние км	Время находк. в пути в час.	Средняя коммерче- ская скорость (км)	
			в пределах одной дор.	на всем пути следов. груза
Ташкент—Казалинск	868	51	408	
Казалинск—Батраки	1 523	87	420	
Батраки—Москва	932	51	437	
Ташкент—Москва	3 323	208	—	384
Ташкент—Ленинград	3998	240	—	398
Ташкент—Казалинск	868	51	408	
Казалинск—Кинель	1 362	77	423	
Кинель—Уфа	482	26	440	
Уфа—Челябинск	481	28	410	
Челябинск—Свердловск	248	12	494	
Ташкент—Свердловск (через Орен- бург)	3 441	184	—	448
Ташкент—Арысь	155	9	412	
Арысь—Семипалатинск	1 860	114	391	
Семипалатинск—Новосибирск	633	37	430	
Новосибирск—Тюмень	1 198	59	487	
Тюмень—Свердловск	325	16	420	
Ташкент—Свердловск (через Турк- сиб)	4 192	234	—	430
Севастополь—Курск	1 004	52	463	
Курск—Москва	523	22	571	
Севастополь—Москва	1 527	74	—	494
Севастополь—Ленинград	2 202	113	—	460

Табл. 53 (продолжение).

Участки дорог следования холодных поездов	Расстояние км	Время нахожд. в пути в час.	Средняя коммерче- ская скорость км	
			в пределах одной дор.	на всем пути следов. груза
Одесса—Дарница	666	81	518	
Дарница—Москва	857	46	444	
Одесса—Москва (через Киев) . . .	1 523	78	—	467
Одесса—Калинковичи	808	40	473	
Калинковичи—Могилев	228	15	378	
Могилев—Дно	477	27	450	
Дно—Ленинград	245	18	450	
Одесса—Ленинград (через Калинко- вичи—Могилев)	1 758	111	—	382
Самтредиа—Дербент	1 010	53	450	
Дербент—Ростов	1 033	56	451	
Ростов—Козлов	793	40	475	
Козлов—Москва	382	24	384	
Самтредиа—Москва	3 218	177	—	432
Самтредиа—Дербент	1 010	53	450	
Дербент—Ростов	1 033	56	451	
Ростов—Козлов	793	40	475	
Козлов—Москва	382	24	384	
Москва—Ленинград	650	29	547	
Самтредиа—Ленинград	3 893	221	—	420
Херсон—Кременчуг	398	20	490	
Кременчуг—Бахмач	291	17	408	
Бахмач—Жлобин	282	14	490	
Жлобин—Могилев	127	6	490	
Могилев—Дно	477	32	360	
Дно—Ленинград	245	12	490	
Херсон—Ленинград	1 820	102	—	427
Херсон—Кременчуг	398	20	490	
Кременчуг—Бахмач	291	17	408	
Бахмач—Москва	673	35	450	
Херсон—Москва	1 362	75	—	434
Астрахань—Козлов	1 112	68	398	
Козлов—Москва	400	25	417	

Табл. 53 (продолжение).

Участки дорог следования холодных поездов	Расстояние км	Время нахожд. в пути в час.	Средняя коммерче- ская скорость (км)	
			в пределах одной дор.	на всем пути следов. груза
Астрахань—Москва	1512	98	—	372
Астрахань—Ленинград	2187	138	—	384
Владивосток—Сковородино	1985	137	360	
Сковородино—Иннокентьевская	2162	109	464	
Иннокен.—Новосибирск	1841	86	514	
Новосибирск—Тюмень	1198	59	487	
Тюмень—Вятка	1183	58	492	
Вятка—Тихвин	1033	52	480	
Тихвин—Ленинград	205	11	446	
Владивосток—Ленинград	9607	507	—	454

§ 11. Дополнительные сборы за услуги, оказываемые ж. д. при перевозке скоропортящихся грузов.

1) Назначение этих сборов—покрывать расходы по издержкам дорог по льдоснабжению, ремонту и амортизации изотермического подвижного состава в части специальных устройств, отличающих его от нормальных вагонов.

2) При перевозке без охлаждения и отопления во всех случаях взыскивается сбор специальность и надзор по гр. 2.

3) При перевозке с охлаждением сверх сбора по гр. 2 расчетной таблицы взыскивается сбор по гр. 4 этой табл.

Табл. 54. Сборы, взимаемые по хладотранспорту

(§ 6 правил № 4, части I Свода грузовых тарифов ж.-д. транспорта, Тарифное руководство № 30).

Расстояние км	Сборы: 1) за специальность, надзор и 2) отопление		Сбор за охлаждение в коп.	
	с вагона	с 1 т для курсовых и сборных ваг.	с вагона	с 1 т для курсовых и сборных ваг.
1	2	3	4	5
101—200	7,00	1,70	36,00	6,00
401—600	18,00	4,50	46,00	11,50
1000—1200	35,00	8,00	70,00	17,20
1701—2000	56,00	14,10	112,00	28,20
2601—2901	81,00	20,30	162,00	40,60
3501—3800	106,00	26,60	212,00	53,20
5001—5300	148,00	37,10	236,00	74,20
6201—6500	182,00	45,50	364,00	91,00
7401—7700	216,00	53,90	432,00	107,80
8601—8900	249,00	62,30	498,00	124,60
9801—10100	283,00	70,70	566,00	141,40
11601—12000	336,00	84,00	672,00	168,00

4) При перевозке с отоплением сбор по гр. 2 расчетной табл. взывается в удвоенном размере.

5) Установленные размеры сборов взываются при перевозке скоропортящихся грузов в изотермических ваг. I и II группы двух- и трехосных.

6) При перевозке в изотермических ваг. четырехосных (III группа) сборы эти взываются в полуторном размере.

7) При перевозке с охлаждением в зимнее время, с I/XI по I/IV, указанный в 4 гр. сбор взывается в половинном размере.

Нормы убыли в весе при перевозке скоропортящихся грузов по ж. д. (ст. 108 Устава ж. д.) даны в табл. 55.

Табл. 55. Нормы убыли скоропортящихся грузов при перевозках их по ж.-д. путям сообщения.

Наименование груза	Норма убыли в %	Наименование груза	Норма убыли в %
1. Овощи свежие	2,0	15. Кишки сухие	0,30
2. Капуста свежая	4,0	16. Кишки сырые	3,0
3. Лук и чеснок свежие	4,0	17. Казени	0,30
4. Овощи сушеные и вяленые	0,40	18. Масло животное	0,30
5. Овощи соленые, моченые, квашеные, маринованные (в бочках или кадках)	3,0	19. Молоко в бидонах	0,0
6. Фрукты и ягоды свежие	1,0	20. Сметана и простокваша	1,0
7. Фрукты и ягоды сушеные	0,30	21. Сыр	0,50
8. Яблоки внавалу	1,0	22. Творог	1,0
9. Повидло и пюре в бочках	0,50	23. Рыба свежая	1,0
10. Орехи и ядра фруктовые и косточки	0,25	24. Рыба сухая	0,25
11. Мясо и птица парные	1,0	25. Рыба мороженная	0,50
12. Мясо и птица мороженные	0,4	26. Рыба соленая	2,0
13. Прочие грузы группы 9	1,0	27. Икра	0,50
14. Сало, кроме сыра	0,40	28. Яйца птичьи	0,50
		29. Кожи сырые, мокросоленные	2,0
		30. Кожи сухие	1,0

§ 12. Перевозка животных и птиц по ж. д.

Перевозка животных и птиц по ж. д. регулируется Уставом ж. д., в частности же особыми «Правилами перевозки по ж. д. домашних животных и птиц», составляющими отдельное дополнение № 3 к ст. 95 Устава ж. д., определяющими условия приема, погрузки, обслуживания в пути следования, переадресовки и выгрузки живности. В основном эти правила предусматривают:

Погрузка и выгрузка животных и птиц производится средствами грузовладельца, с предварительным в обоих случаях осмотром транспортных ваг.-санитарным. На обязанности ж. д. лежат: а) подача вполне исправных и чистых ваг. с оборудованием для крупного рогатого скота, б) скотских решеток колец 8—10 шт. на вагон в зависимости от числа голов скота, размещающегося в ваг.

Норма погрузки. Крупный рогатый скот грузится в ваг. в количестве до 8—20 гол. на ваг. в зависимости от размера ваг. и в соответствии с размерами скота.

Телят грузят в ваг. не более 30 шт.; баранов и коз—в зависимости от их веса: при одноярусной перевозке—до 45—60 шт., а при двухъярусной—до 80—100 шт.; свиней—до 20—40 шт. при одноярусной перевозке и до 35—75 штук при двухъярусной перевозке. Лошадей грузят в ваг. не более 7 гол.

Обслуживание скота в пути. Для кормления животных и птиц в пути в ваг. с животными и птицами помещается не более трехсуточной дачи корма из расчета на одну голову в сутки; а) для крупного рогатого скота—12 кг сена, травы и соломы и 4 кг зернового корма; б) для лошадей—8 кг сена, травы и соломы и 6 кг зернового корма; в) для баранов, коз и телят—2 кг сена, травы и соломы и 1 кг зернового фуража; г) для свиней—4 кг муки, отрубей или зернового корма.

Количество корма для птиц и мелких животных не должно превышать на каждые 16 кг груза 1 кг для птицы и 4 кг для мелких животных в сутки. Пополнение запасов кормов в пути следования производится из фуражных приельсовых баз.

Поение скота производится не реже одного раза в сутки на установленных станциях; то же и в отношении очистки ваг. от навоза.

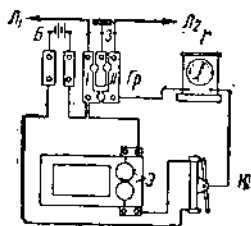
ПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ НА Ж.-Д. ТРАНСПОРТЕ.

Телеграфия.

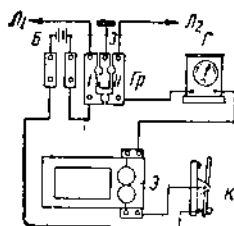
I. Телеграфирование по системе Морзе.

А. Схемы включения аппаратов Морзе.

1. Промежуточный на постоянном токе. Схема включения представлена на черт. 1, где L_1 и L_2 —линейные провода непосредственно от вводного щитка или от средних зажимов катушек Пикара или Кайло (в случае одновременного телеграфирования и телефонирования); З—заземляющий изолированный провод (гупер) сечением $1 \div 2 \text{ мм}^2$ к станционному заземлению сопротивлением не более 10Ω ; Б—батарея; подается непосредственно (на малых станциях) или через специальный батарейный щит изолированным



Черт. 1.



Черт. 2.

проводом (гупер), сечением, рассчитанным на падение напряжения (при работе) не более 2% и во всяком случае сечением не менее 1 мм^2 ; напряжение батареи берется по расчету, указанному на стр. 335; К—телеграфный ключ; Г—гальваноскоп эл.-магнитный (действие тока на магнитную стрелку); сопротивление обмоток двух вертикальных катушек $= 40 \Omega$. Нуль посредине шкалы. Чувствительность $1 \cdot 10^{-8} \text{ А}$. Коррекция стрелки производится поворачиванием головки винта, расположенного на верхней крышке гальваноскопа. Арретирование стрелки при переноске прибора осуществляется с помощью винта, находящегося на задней стенке прибора. Вместо гальваноскопа в последних конструкциях аппаратов Морзе применяются миллиамперметры постоянного тока с чувствительностью $1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ и нулем посредине. Сопротивление системы миллиамперметра с шунтом $= 4 \Omega$; Гр—пластинчатый громоотвод с пробивным напряжением в 1200 В (при расстоянии между остриями нижних пластин и крышки, равном толщине листа бумаги). Э—электромагнит аппарата Морзе с общим сопротивлением обмоток, равным 600Ω .

2. Оконечный на постоянном токе. Схема включения та же, что на черт. 1, но без провода L_1 и со вставлением штепселя в гнезде 7 для заземления одного из полюсов батареи.

3. Промежуточный на рабочем токе. Схема включения представлена на черт. 2. Обозначения к схеме—те же, что и к схеме черт. 1.

4. Оконечный на рабочем токе. Схема включений та же, что на черт. 2, но без провода Π_1 и со вставлением штепселя в гнездо 1.

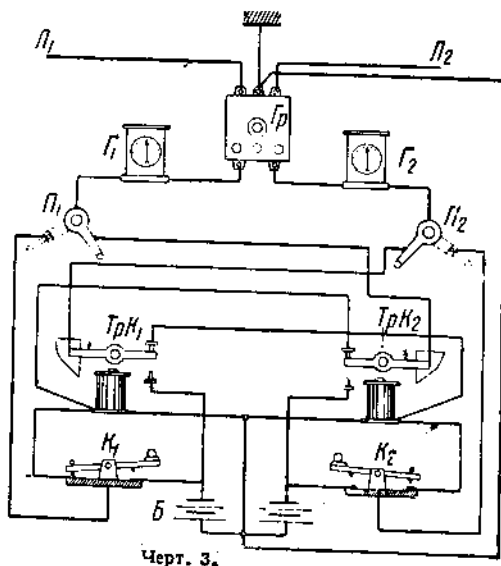
Б. Область применения аппаратов Морзе.

Телеграфные аппараты Морзе применяются на поездных, циркулярных и прямых проводах транспортной телеграфной связи, при чем преимуществом пользуется схема на постоянном токе.

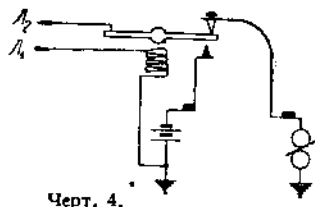
Схема на рабочем токе применяется только на прямых проводах.

В. Трансляционные станции Морзе.

1. Трансляционная станция на рабочем токе. На черт. 3 дана схема транслирования телеграфных посылок при помощи телеграфных аппаратов с трансля-



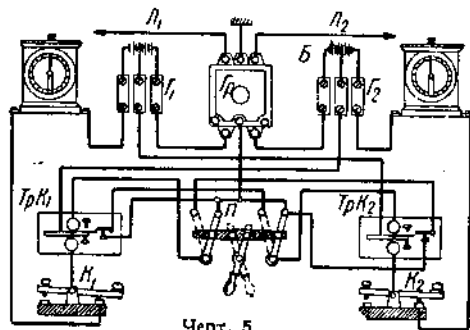
Черт. 3.



Черт. 4.

ционными колонками ($ТрК_1$ и $ТрК_2$). Принцип действия каждого аппарата показан на черт. 4. На черт. 3: Π_1 и Π_2 —переключатели для перевода станций на передачу или транслирование (сплошными линиями показано положение для трансляции).

Трансляционная станция на постоянном токе. На черт. 5 дана схема трансляции на постоянном токе системы Трегера с применением трансляционных колонок ($ТрК_1$ и $ТрК_2$).



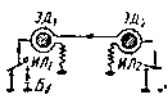
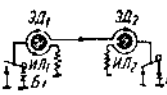
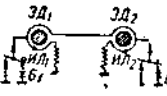
Черт. 5.

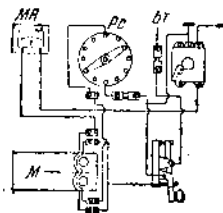
2. Аппарат Морзе-дуплекс по дифференциальной схеме. Дуплексное (встречное) телеграфирование дает возможность одновременно передавать сигналы с обоих концов цепи. Имеется несколько методов осуществления телеграфной работы дуплексом; основные из них: дифференциальный

и метод моста. Наиболее широкое применение из всех получил дифференциальный метод. Принцип работы дуплексом по дифференциальной схеме виден из черт. 6 и прилагаемой к нему таблицы. На черт.: ЭД₁ и ЭД₂—эл.-магниты с дифференциальной обмоткой (обмотка состоит из двух

намотанных в противоположные стороны половинок); ИЛ₁ и ИЛ₂ — искусственные линии (ИЛ представляет параллельно включенное омическое сопротивление и емкость; величины емкости и сопротивления подбираются на равенство токов через половинки обмотки ЭД

Табл. 1. Схема работы дуплекса (черт. 6).

Схемы (черт. 6)	Ключи		Якоря эл.-магнитов	
	Ст. I	Ст. II	Ст. I	Ст. II
 Черт. 6.	Норм.	Нажат	Притянут током от Б ₂	Не притянут
 Черт. 6.	Нажат	Норм.	Не притянут	Притянут током от Б ₁
 Черт. 6.	Нажат	Нажат	Притянут током от Б ₁	Притянут током от Б ₂



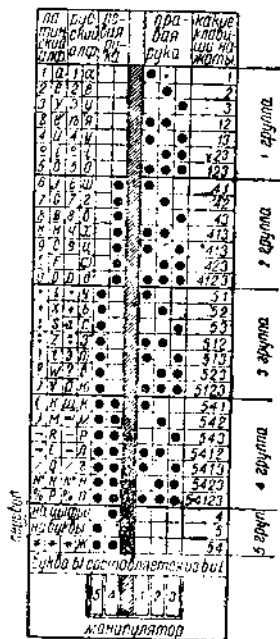
Черт. 7.

так, чтобы последний не отзывался на посылки тока со своей станции). На черт. 7. дана схема аппарата Морзе-дуплекс.

II. Многократное телеграфирование по системе Бодо.

Эта система применяется на проводах ж.-д. тр-та для связи НКПС с управлениями дорог, последних с эксплуатационными отделениями и крупными узловыми станциями, имея преимущественное распространение перед др. буквопечатающими аппаратами. Отличительные качества аппаратов Бодо след.: 1) многократность, т. е. одновременность работы нескольких аппаратов по одному проводу с последовательным занятием его для посылки сигналов; 2) гибкость системы в случаях одностороннего скопления корреспонденции (устанавливается на передачу большее количество кратов); 3) возможность включать в один провод три станции для одновременной работы в обоих направлениях, для чего на промежуточных станциях устанавливаются ретрансмиттерные станции Бодо, к-рые позволяют также производить циркулярную передачу; 4) применение реле в качестве приемника входящих линейных токов, что дает минимальное искажение и устойчивость действия; 5) отдельные части аппарата Бодо легкозаменяемы, что уменьшает время простоев; 6) отсутствие необходимости переключки принятых телеграмм; 7) обучение работе на аппарате Бодо легче и скорее, чем на аппаратах Морзе и Уитстона.

Аппараты Бодо работают двумя полюсами по пятизначному коду.



Черт. 8.

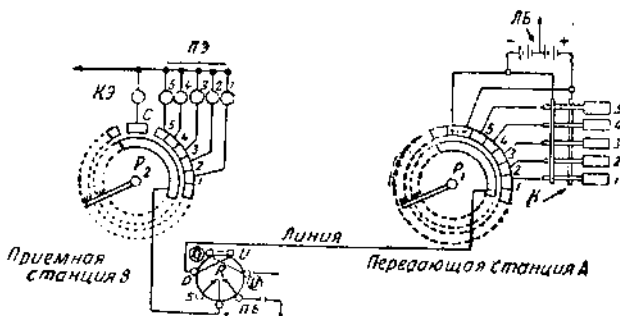
шей) на две группы: левая группа, клавиши IV и V, для работы левой рукой, правая группа, клавиши I, II и III, для работы правой рукой.

На черт. 8 представлена азбука Бодо, в к-рой черные кружки в горизонтальных рядах обозначают нажатые клавиши, посылающие в линию положительные токи, а пустые квадратики — не нажатые клавиши, посылающие в провод отрицательные токи.

Аппарат Бодо состоит из трех основных частей: 1) клавиатуры, 2) печатающего аппарата и 3) контактного распределителя.

На черт. 9 представлена принципиальная схема телеграфирования одного крата по системе Бодо, где: ЛБ — линейные батареи, плюсовая и минусовая, с заземленными противоположными полюсами; К — клавиатура с пятью клавишами, связанными с контактами второго кольца распределителя P_1 , по к-рым скользят вращающиеся контактные щетки; последние соединяют второе кольцо с пятым, в к-рое включается линейный провод. На соседней станции линейные токи через пятое и второе кольца распределителя (на схеме не показаны) попадают в обмотки линейного реле и в землю. Якорь реле при прохождении рабочих линейных токов замыкает печатающую (местную) батарею ПБ, токи к-рой через четвертое кольцо и контакты первого кольца распределителя P_2 поступают в печатающие эл.-магниты ПЭ приемника или коррекционный эл.-магнит КЭ распределителя.

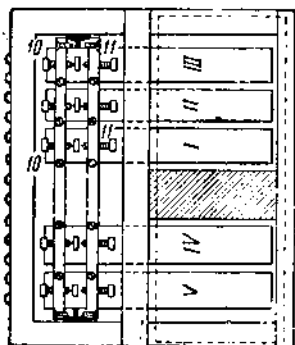
На черт. 10 представлен внешний вид клавиатуры, к-рая имеет пять клавиш V, IV, I, II, III, разделенных перегородкой (ложной клавишей) на две группы: левая группа, клавиши IV и V, для работы левой рукой, правая группа, клавиши I, II и III, для работы правой рукой.



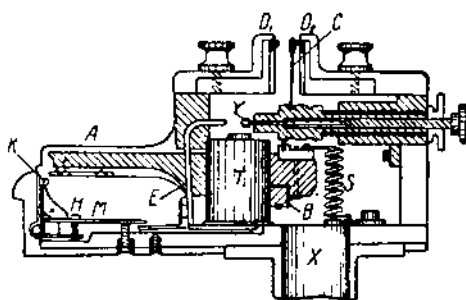
Черт. 9.

На черт. 11 представлен разрез клавиатуры, где А — клавиша, опирающаяся буквой В на ось. На правом конце клавиши установлена контактная пружина С, имеющая на конце платинизированный контакт. D — плю-

совая, а D_2 —минусовая ламели с контактами: S —спиральная контактная пружина клавиши; K —захватывающая собачка; M —отбрасываю а плоская пружина, регулируемая винтом H ; T —тактовый эл.-магнит; E — корь;



Черт. 10.



Черт. 11.

Y —тактовая гильза со стальным штифтом. Через отверстие X пропускается гибкий кабель от распределителя, имеющий расцветку изоляции жил для удобства включения.

Табл. 2. Расцветка 10-жильного кабеля клавиатуры.

№№ жил	Куда включается	Какой цвет
1	Первая клавиша	Фиолетовый
2	Вторая »	Синий
3	Третья »	Зеленый
4	Четвертая »	Желтый
5	Пятая »	Красный
6	Земля	Белый
7	Тактовый эл.-магнит . . .	Коричневый
8	Обмотка реле	Фиолетовый с белым
9	Линейная батарея минус .	Синий с белым
10	» » плюс	Зеленый с белым

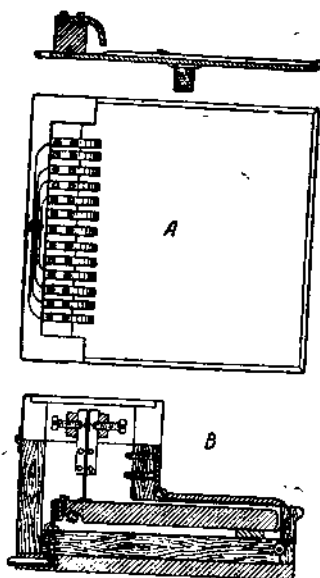
Сопротивление обмоток тактового эл.-магнита — 50 Ω .

С правой стороны клавиатуры имеется рычаг, связанный с пластинкой клавиатурного коммутатора, к-рым клавиатура ставится на передачу,—рычаг от себя,—и на прием,—рычаг на себя. При постановке на прием выключается тактовый эл.-магнит и минусовая ламель клавиатуры переключается на обмотку реле.

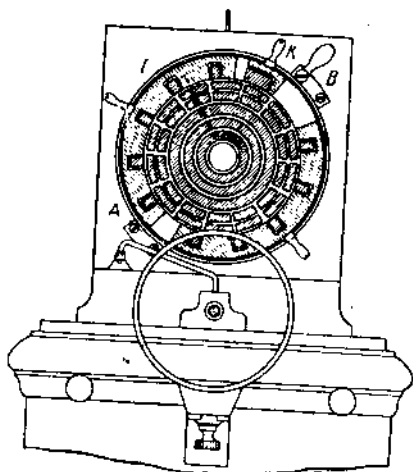
В случае, если клавиатуры не ставятся на передачу, их снимают с аппаратов, а в распределительной коробке контакты II кольца соединяются между собою и включаются на обмотку реле.

В целях быстрейшей замены клавиатуры при повреждении таковые делаются съемными (схематически представлены на черт. 12, где A —подставка и B —съемная клавиатура).

Распределители аппаратов Бодо бывают двухкратные, четырехкратные и шестикратные, а по схеме—однодисковые и двухдисковые. На черт. 13



Черт. 12.



Черт. 13.

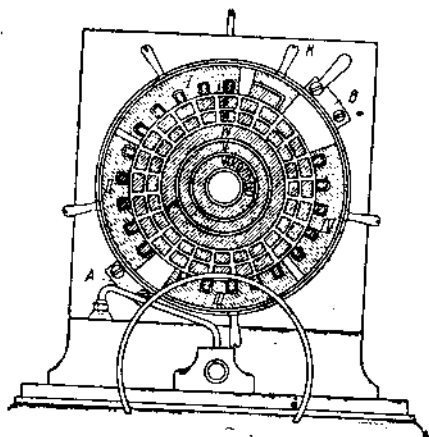
представлен распределитель двухкратный, а на черт. 14—четырёхкратный однодисковой схемы.

Контактный диск распределителя однодисковой схемы имеет три сплошных и три контактных концентрических кольца, соединяемых вращающимися и три контактных концентрических кольца, соединяемых вращающимися контактными щетками попарно. Контакты I кольца, куда включены эл.-магниты печатающего аппарата (считая от края к центру), соединяются с IV кольцом, в к-рое включен якорь печатающего реле.

Контакты II кольца, куда включены клавишные плоские контактные пружины, соединяются с кольцом V.

Контакты III кольца, в к-рые включаются тактовые и тормозные эл.-магниты, соединяются с кольцом VI, в к-рое включается местная тактовая батарея.

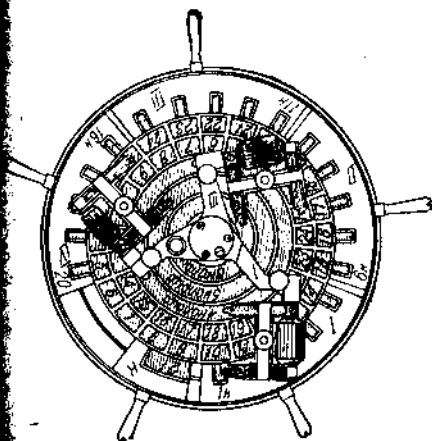
Кольцо II двухкратного аппарата Бодо имеет 14 контактов, из них первые десять включены в клавиатуры, остальные четыре — на запаздывание и корректирование. Четырёхкратное Бодо имеет 24 контакта, из них 20 для клавиатур, а 4 на запаздывание и коррекцию.



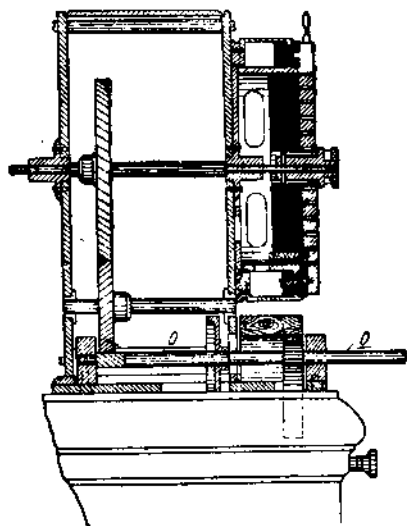
Черт. 14.

Скользящие контактные щетки попарно укреплены на щеткодержателе (черт. 15), приводятся во вращение движущим механизмом. Последние бывают гиревые, кодоль-моторные и фониические (колесо Лякура).

Вращение щеткодержателей на всех аппаратах Бодо, включенных в один провод, д. б. синхронно и совпадать

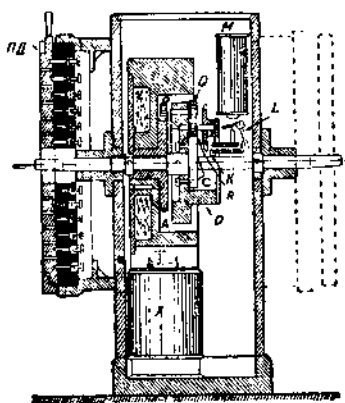


Черт. 15.

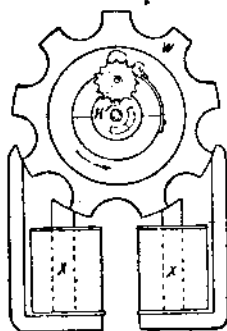


Черт. 16.

по своему местонахождению в каждый момент. Это достигается применением механических и эл.-контактных коррекционных устройств.

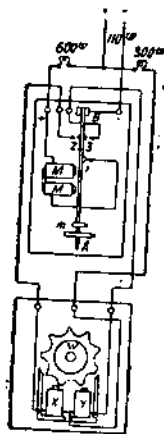


Черт. 17.

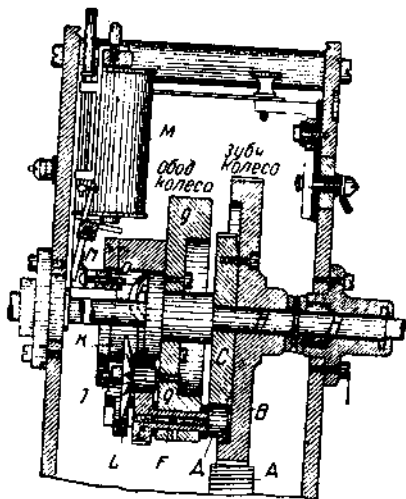


На черт. 16 представлен разрез однодискового распределителя, главная ось к-рого приводится во вращение при помощи гиревого движущего механизма с механическим регулятором, насаживаемым на правый конец оси О (корректирующего приспособления на черт. не указано).

На черт. 17 представлен разрез двухдискового (второй диск—пунктиром) распределителя, главная ось к-рого приводится во вращение при помощи фониического мотора. Фониическое колесо W на случай внезапной остановки



Черт. 18.



Черт. 19.

для смягчения удара делается полым с проволочными перегородками и заполняется ртутью. XX —эл.-магниты фониического колеса, M, L, K, R, Q —коррекционное приспособление.

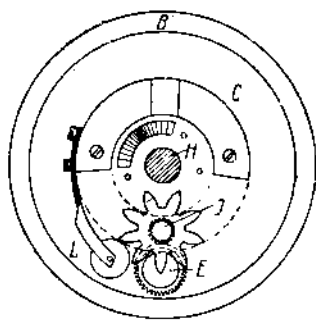
На черт. 18—схема соединений двигателя с фониическим колесом, где AB —маятник, плотно укрепленный в точке B , MM —эл.-магнит маятника, W —фониическое колесо; X и Y —эл.-магниты фониического колеса. Число оборотов фониического колеса в 1 ск. определяется по ф-ле:

$$n = \frac{2N}{T},$$

где N —число полных колебаний маятника в ск., T —число зубцов на фониическом колесе (обычно 9).

Коррекционное приспособление. Для того чтобы при работе двух станций щетки на распределителях занимали одинаковое положение на контактах одного и др. аппарата Бодо, применяются особое коррекционное приспособление и схема корректирования.

На черт. 19 и 20 представлено коррекционное устройство. Щеткодержатель кор-ректируемой станции, имеющий скорость вращения на 1 оборот в мин. больше щеткодержателя корректирующей станции, тормозится при падении коррекционных токов в коррекционный эл.-магнит. Здесь: A —промежуточное зубчатое колесо между распределителем и движущим ме-



Черт. 20.

ханизмом, *B* и *C*—зубчатые колеса, связанные наглухо между собою, *D* и *E*—шестерни, сидящие на одной оси *F*, свободно вращающиеся в теле обода *G*, наглухо скрепленного с осью *H*, *I*—шестерня со звездочкой *K*, *L*—ролик, свободно вращающийся на конце пружины, *M*—коррекционный эл.-магнит, *N*—нижнее колено якоря эл.-магнита, *P*—коррекционный штифт, головка к-рого захватывается плоской пружиной, укрепленной на колесе, *R*—возвращающая призма.

Коррекционные звездочки применяются на 9, 12 и 15 зубьев, в зависимости от типа установки. На двухкратных аппаратах Бодо устанавливаются 9-зубные, на четырехкратные при одном корректировании—12-зубные и при двух (когда имеется 4 станции Бодо, включенные последовательно в один провод) корректируемых станциях на первой ставится 15-зубная, на второй—12-зубная звездочка, при тройном корректировании—на первой 15-зубная, на второй—12-зубная, на третьей—9-зубная.

Угол сдвига щеткодержателей равен интервалу двух зубцов звездочки, умноженному на отношение зубьев шестеренок. Это отношение при $D = 12$ зубьям, $E = 24$ зубьям, $I = 12$ зубьям и колеса $C = 96$ зубьям будет:

$$\frac{12 \cdot 12}{24 \cdot 96} = \frac{1}{16};$$

При 9-зубной звездочке угловое торможение будет:

$$\frac{1}{9} \cdot \frac{1}{16} = \frac{1}{144} \text{ окружности, или } 2,5^\circ;$$

при 12-зубной звездочке:

$$\frac{1}{12} \cdot \frac{1}{16} = \frac{1}{192} \text{ окружности, или } 1,88^\circ;$$

при 15-зубной звездочке:

$$\frac{1}{15} \cdot \frac{1}{16} = \frac{1}{240} \text{ окружности, или } 1,5^\circ.$$

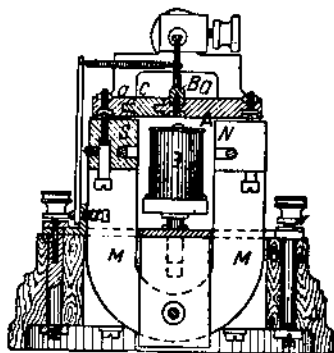
При отпущенном якоре эл.-магнита *M* ось *F* (черт. 19) действует как неподвижный палец системы колес *B*, *C*, *D*. При вращении этой системы от колеса *A* ось *F* повлечет за собой вращение обода *g*, а с ним и оси *H* со щетками. При срабатывании коррекционного эл.-магнита *M* коленом *N* выдвигается коррекционный штифт *P*, к-рый поворачивает звездочку *K* и дает возможность повернуться шестерням *E* и *I* и прекратить, т. о., на момент вращение обода *g*, а следовательно, и оси со щетками. Коррекционное приспособление имеется при каждом распределителе, но в работу включается только на станции «корректируемой», в то время как на др. станции, «корректирующей», вместо коррекционного эл.-магнита к соответствующему контакту распределителя подводится полюс батареи *.

Реле Бодо. На черт. 21 и 22 представлено телеграфное линейное реле Бодо, принимающее импульсы тока с линии и замыкающее сообразно им цепь местной батареи через печатающие эл.-магниты приемника (см. черт. 9). На черт. 21 и 22: *M*—два подковообразных магнита; *Э*—эл.-магниты реле, имеющие возможность опускаться или подниматься; *A*—якорь эл.-магнита, укрепленный на железном стержне с медной вставкой *c*; *B*—медная колонка с платиновым язычком-цилиндром наверху; *C*—контактные винты с платинизированными концами.

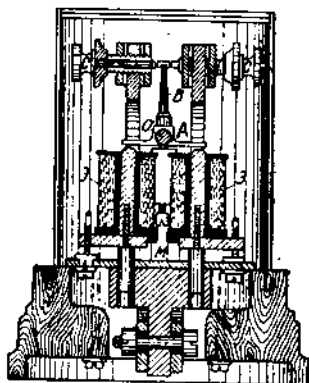
Междуконтактное расстояние делается в 0,2—0,4 мм. Между притянутой пластиной якоря и находящимся под ней сердечником эл.-магнита

* Коррекционный эл. магнит включается в специальный коррекционный контакт.

делается свободный промежуток, равный двойной толщине листа писчей бумаги. Обмотки эл.-магнита сделаны так, что при прохождении по ним тока их сердечники (из мягкого железа) намагничиваются разноименно *.



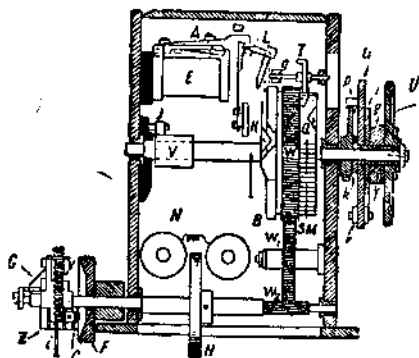
Черт. 21.



Черт. 22.

Приемник Бодо. Печатающий аппарат Бодо состоит из след. частей: 1) комбинатора; 2) дешифратора; 3) печатающего приспособления.

На черт. 23 представлен разрез приемника без печатающего приспособления; *G*—модератор, т. е. регулятор скорости вращения главной оси:



Черт. 23.

F—конус трения; **С**—пенковая подушка; **N**—тормозной эл.-магнит; **Е**—приемный эл.-магнит; **A**—латунный придаток якоря приемного эл.-магнита; **L**—избирательный рычаг; **T**—разведчик; **B**—стальной обод с челноком **K**; **Q**—возвращающая призма; **S**—стальной диск «покоя» с нарезанными по ободу выемками, соответствующими плюсовым импульсам кодовых посылок тока; **M**—стальной рабочий диск с нарезанными по ободу выемками, соответствующими минусовым (рабочим) импульсам кодовых посылок тока.

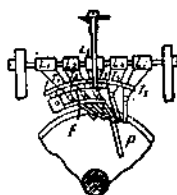
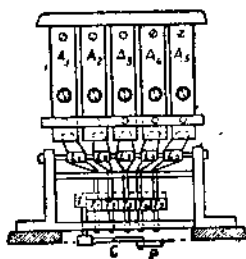
На черт. 24 представлены план и вид спереди расположения при-
датков якорей печатающих эл-
магнитов ($A_1, A_2 \dots A_6$), избира-
тельных рычагов L , разведчиков

 $T_1, T_2, \dots, T_5$ и ложного разведчика t .

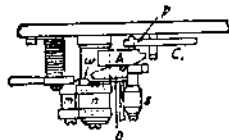
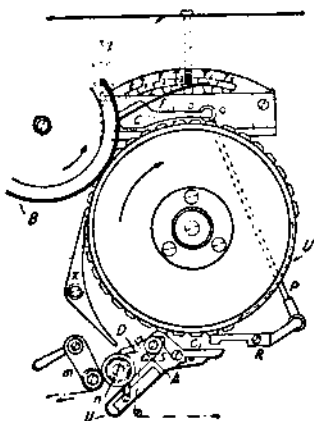
На черт. 25 и 26 представлено печатающее приспособление печатающего аппарата Бодо, где: *В*—красящее колесо; *У*—типовое колесо; *С*—плечо ложного разведчика, связанное шарнирно со штангой *Р*; *Р*—педальный рычаг;

* Печатающий аппарат Бодо включается гибким 7-жильным кабелем через контактную колодку.

C_1 —задерживающая щеколда; A —печатающий рычаг с печатающим зубом S , храповой собачкой D и с рифленным лентопротяжным роликом n ; d —нижняя храповая собачка, укрепленная на корпусе приемника; U —V-образная пружина; X —возвращающий рычаг; r —стальной ролик печатающего колеса.

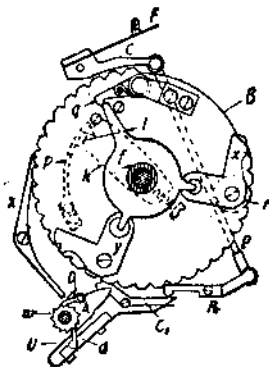


Черт. 24.



Черт. 25.

Печатание буквы (или цифры) происходит вслед за тем, как ножки разведчиков, попавшие в выемки рабочего диска и диска покоя, выталкиваются обратно зубцами тех же дисков. При этом плечи всех разведчиков (в том числе и ложного) передвигаются влево, а штанга P — вверх.

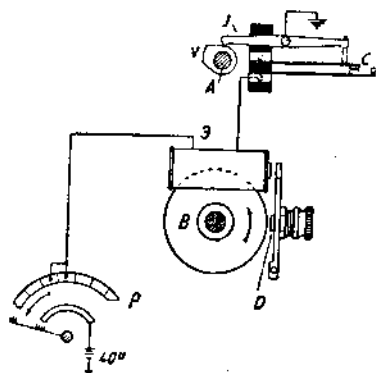


Черт. 26.

Для перевода типового колеса с цифр на буквы посылаются комбинация импульсов, которые заставляют печатающий зуб S нажать на выступ рычага U , укрепленного на печатающем колесе. Вследствие этого нажатия трехплечий «переводной рычаг» I поворачивается влево на $41\frac{1}{2}^\circ$, а вместе с ним поворачивается и типовое колесо, связанное с ним наглухо. Для перевода с букв на цифры посылаются такая комбинация импульсов, которая заставляет печатающий зуб S нажать на выступ рычага X и повернуть рычаг I , а с ним и типовое колесо вправо на $41\frac{1}{2}^\circ$.

На черт. 27 представлена схема тормозного приспособления печатающего аппарата. Здесь: A —главная ось приемника; B —маховое колесо; C —контакты в цепи тормозного эл.-магнита $\mathcal{E}$; D —пробковая подушка; P —такты кольца (III и IV) распределителя.

Обыкновенно скорость вращения главной оси печатающего аппарата устанавливается на 2 или 3 оборота в мин. больше, чем скорость оси распределителя, но при каждом обороте тормозной эл.-магнит своим действием как бы выравнивает ход печатающего аппарата по отношению к ходу распределителя для правильного отпечатания знаков.

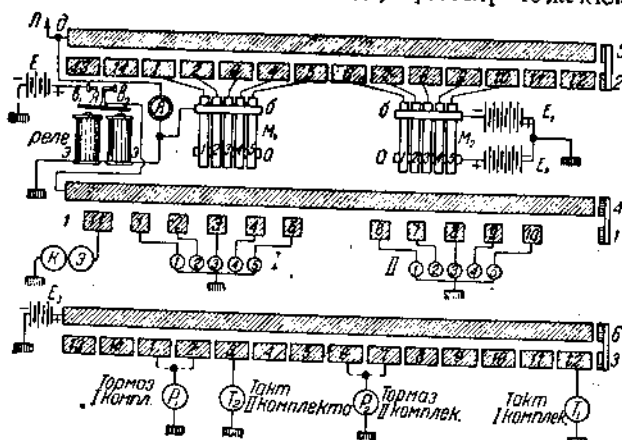


Черт. 27.

Схемы токопрохождения в аппаратах Бодо. На черт. 28 представлена упрощенная схема токопрохождения в двухкратных аппаратах Бодо оконечного типа. Здесь кольца распределителя показаны в развернутом виде и расположены попарно, сообразуясь с удобством чтения схемы.

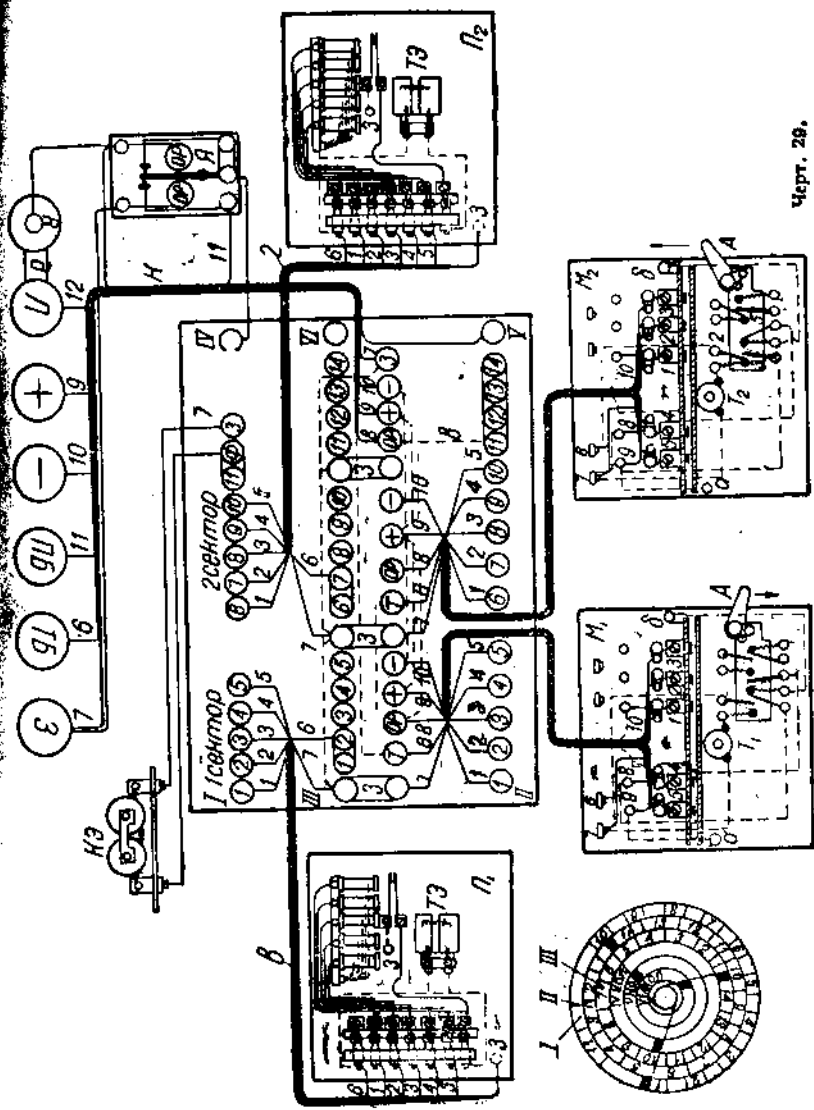
На черт. 29 представлена схема практического включения двухкратного аппарата Бодо, распределитель к-рого был показан на черт. 13. Здесь цифры в кружках обозначают зажимные винты для проводников кабелей, подходящих от контактов распределителя снизу распределительного ящика. На черт. 29 эти кабели не показаны, пронумерованными соответственно зажимам распределительного ящика.

На черт. 30 представлена схема практического включения четырехкратной оконечной станции Бодо с одним диском. Здесь $\Pi_1 \dots \Pi_4$ — много жильные кабели, идущие к печатающим аппаратам Бодо, $M_1 \dots M_4$ — то же к клавиатуре.

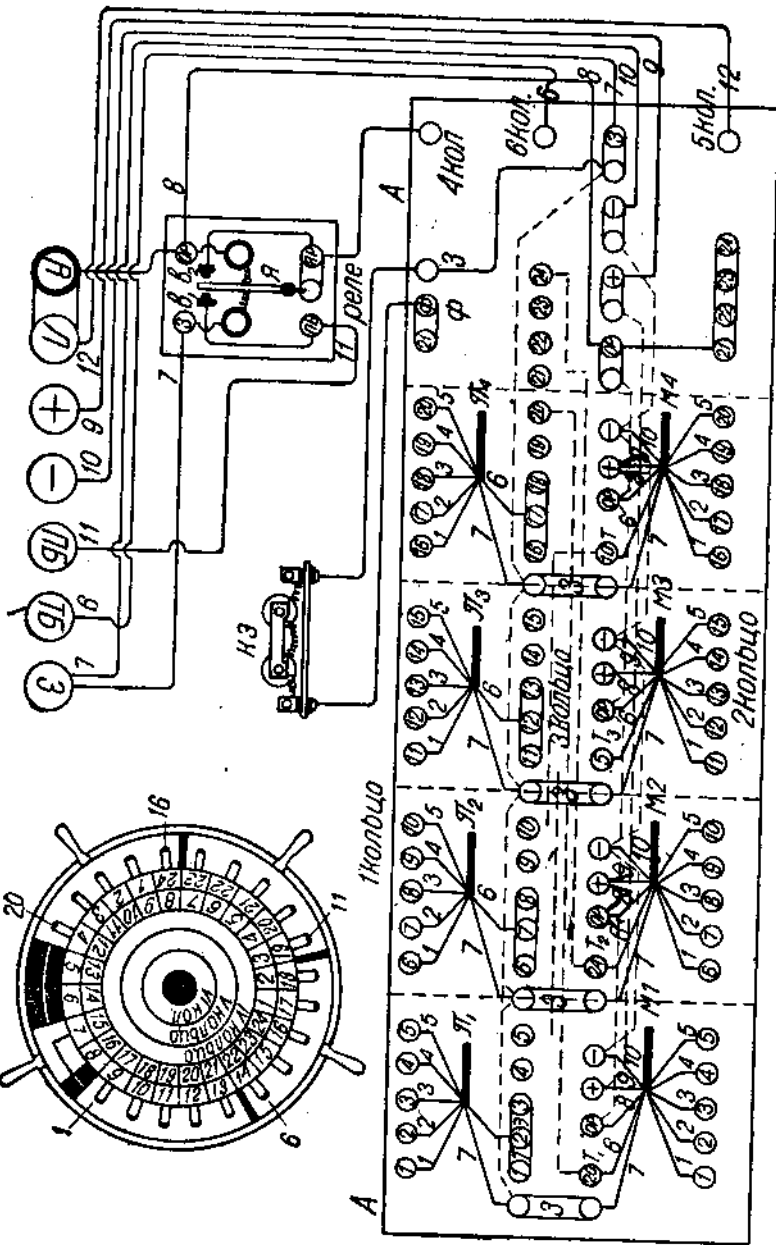
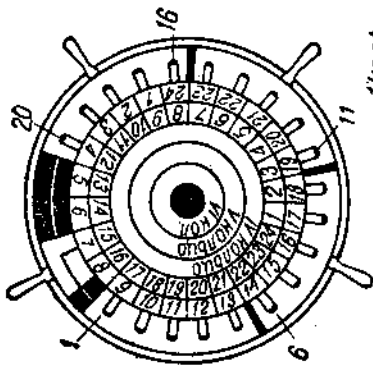


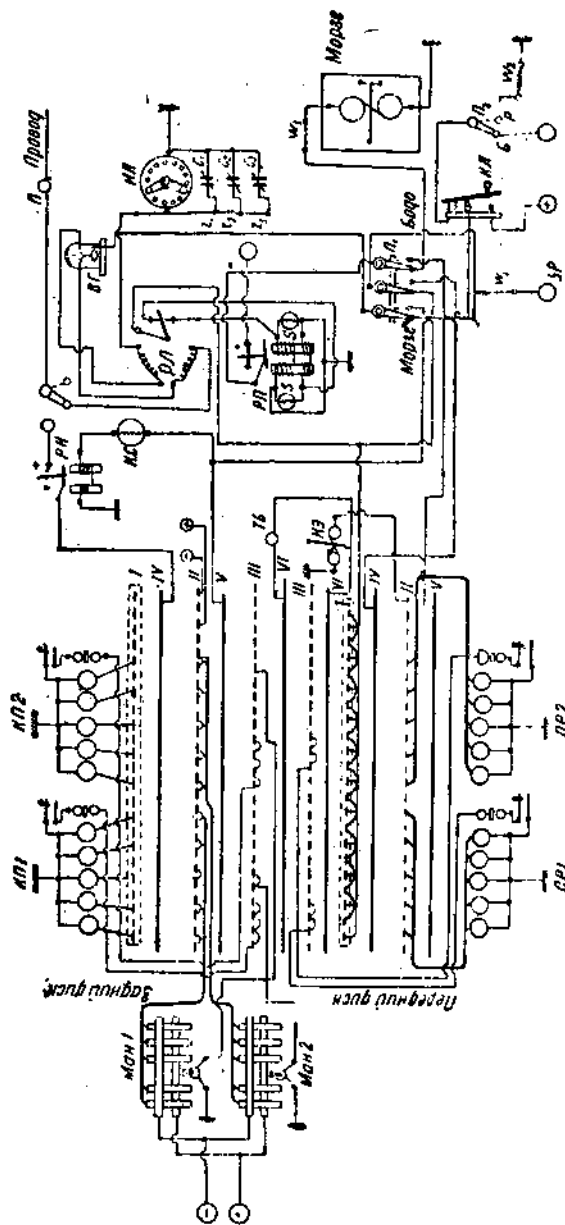
Черт. 28.

Двухкратный дифференциальный Бодо-дуплекс с двумя дисками. В СССР принят дифференциальный Бодо-дуплекс двухдисковой системы с выпрямлением искаженных посылок тока посредством печатающего реле. Принципиальная схема такого выпрямления (черт. 31) содержит: ЛР — линейное реле; ПР — печатающее реле, включенное дифференциально. Оно повторяет

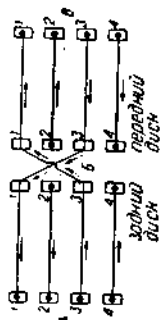


Черт. 29.

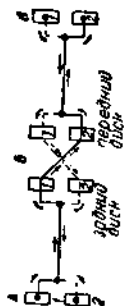




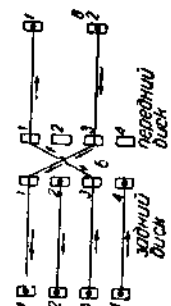
Черт. 32.



Черт. 34.



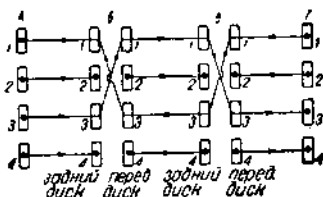
Черт. 33.



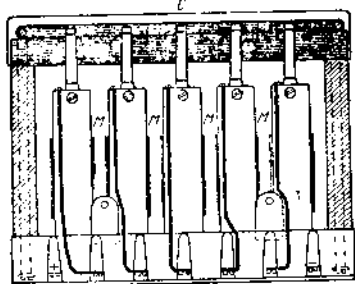
Черт. 35.

Ретрансмиттер. Применение ретрансмиттерных реле на телеграфных цепях с аппаратами Бодо позволяет: 1) увеличить дальность телеграфирования, не снижая скорости его; 2) производить одновременную работу нескольких станций на одном проводе; 3) производить работу на трех станциях с разнотипными аппаратами Бодо (напр., четырехкратного с двухкратным).

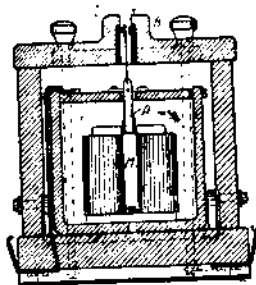
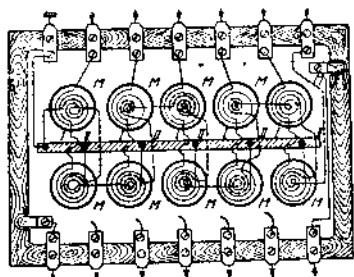
На черт. 33 представлена принципиальная схема работы двух станций через ретрансмиссию, установленную на промежуточной станции; на черт. 34—принципиальная схема работы трех станций с однотипными аппаратами на одном проводе; на черт. 35—принципиальная схема работы трех станций с разнотипными аппаратами; на черт. 36—принципиальная схема работы четырех станций с аппаратами четырехкратного типа, и на черт. 37—39 три проекции ретрансмиттера системы Гейслера.



Черт. 36.



Здесь: M —эл.-магниты с двойными обмотками. Первые обмотки (по 40 Ω) каждой пары эл.-магнитов работают независимо от обмоток других эл.-магнитов. Вторые обмотки всех эл.-магнитов соединены между собой последовательно. Их общее сопротивление такоже = 40 Ω . A —якоря эл.-магнитов; B —передняя контак-

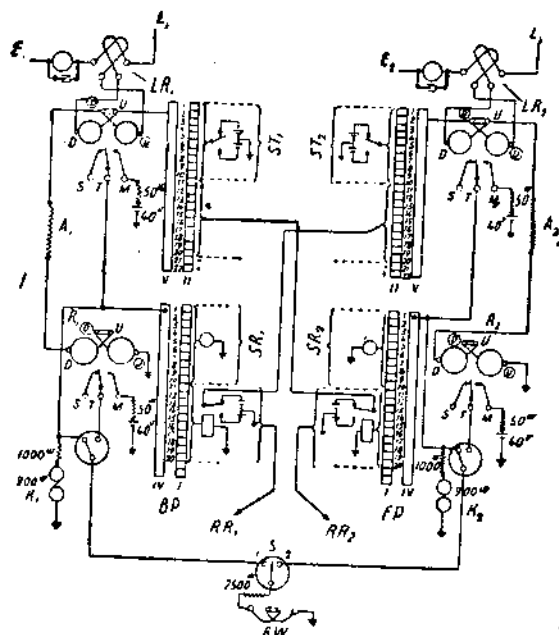


Черт. 37—39.

ная ламель, присоединенная к плюсу батареи; C —задняя контактная ламель, соединенная с минусом батареи. Через первые обмотки проходит рабочий ток местной батареи, поступающий через контакты линейного реле в соответствии с принятыми этим последним импульсами с линии. Через вторые обмотки проходит «отбойный ток» от местной батареи, возвращающий контактные пружины якорей в положение покоя.

На черт. 40 представлена упрощенная схема соединений на промежуточной станции Бодо. Здесь: L_1 —провод к станции A ; L_2 —то же к ст. B ; E_1 —

заземление искусственной линии первого провода (к ст. А), E_2 — то же второе провода; LR_1 — линейное реле, принимающее сигналы со ст. А, LR_2 — то же со ст. В; A_1 и A_2 — сопротивления в контрольных цепях; R_1 и R_2 — контрольные реле; K_1 и K_2 — клофферы для контроля как входящих, так и исходящих импульсов; ST_1 — два сектора оконечной передачи от клавиатуры на стан-



Черт. 40.

цию А; ST_2 — то же на станцию В; SR_1 — два сектора приема со ст. А; SR_2 — то же со ст. В; BP — задний диск; FP — передний диск; RR_1 — два сектора транзитной передачи (через ретрансмиттер ое реле) на станцию В; RR_2 — то же на станцию А; RW — приемник Уитстона для наблюдения за проходящими сигналами.

Щетки на переднем диске FP должны отстоять по фазе на 180° по отношению к соответствующим щеткам на заднем диске BP . Прием и передача на секторах, заканчивающихся на промежуточной станции, происходит как в обыкновенных Бодо-дулекс. Промежуточная станция корректирует обе оконечные

станции. Линейное запаздывание на промежуточной станции компенсируется путем соответственной установки положения кольца I , которое в целом способно вращаться в любом направлении.

III. Быстродействующие телеграфные системы Уитстона и Сименса.

§ 1. Аппарат Уитстона.

Аппарат Уитстона применяется на ж.-д. транспорте для связи на большие расстояния, — порядка от 2 000 до 9 000 км, при чем примерно через 500—600 км на проводе устанавливаются промежуточные аппараты — трансляции. Передача знаков производится автоматическим передатчиком — «трансммитером», посылающим в линию токи согласно отверстиям в промасленной ленте, пробитым предварительно телеграфистом на перфораторе (черт. 41).

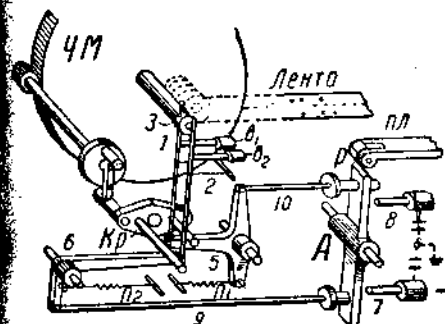
Трансммитер (схема на черт. 42) имеет часовой механизм, протягивающий ленту над иглами 1 и 2 токовращателя, и сообщает одновременно колебательное движение коромыслу Kp , а при его посредстве поочередно иглам 1 и 2; если игла 1, поднимаясь, встречает отверстие в ленте

(заднее), то рычаг 5 тягою 10 переводит контактный рычаг А (соединенный с проводом) к винту 8 и на линию посылает плюс; при встрече переднего отверстия в ленте иглою 2 рычаг А переводится к винту 7 и на линию посылается минус; если какая-либо из игло-встречает сплошную ленту, рычаг А не меняет своего положения, и на линию поступает ток предыдущей посылки; если обе иголки при последовательном качании встречают сплошную ленту, то рычаг А остается у винта 7, и на линию идет отрицательный ток. Т. о., в линию посылаются теки соответственно отверстиям в перфорированной ленте.

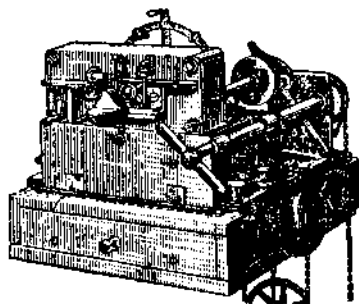
Присемник аппарата Уитстона — «ресивер» — состоит из часового механизма для движения ленты и вращения пишущего колеса и поляризованного

Аппарат Уитстона

Черт. 41.

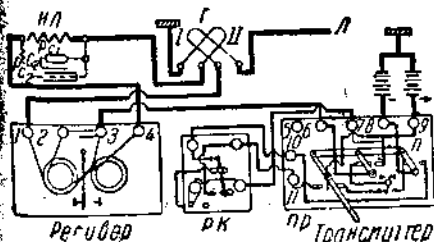


Черт. 42.

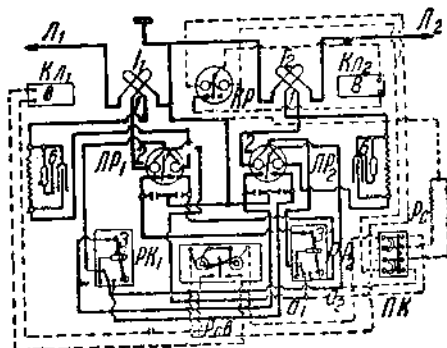


Черт. 43.

эл.-магнита (черт. 43), на оси якоря к-рого укреплено пишущее колесо. Положительный ток переводит якорь с пишущим колесом к ленте, отрицательный ток отводит якорь от ленты, и т. о. на последней получаются передаваемые знаки по азбуке Морзе. Аппарат Уитстона обычно работает дуплексом по дифференциальной схеме (черт. 44), где: РК — ключ для служебных переговоров,



Черт. 44.

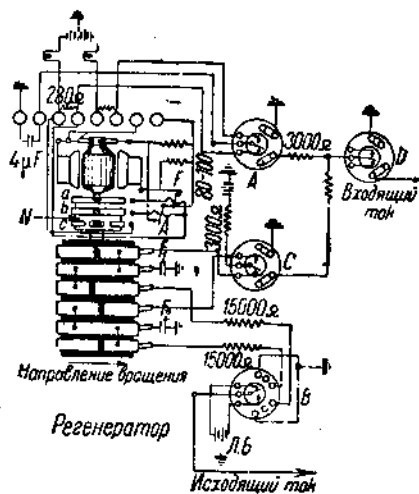


Черт. 45.

Γ — дифференциальный гальваноскоп, ИЛ — искусственная (балансная) линия, состоящая из омических сопротивлений и емкостей.

Исходящий ток от зажима 6 трансмиттера у зажима 3 разветвляется по-ровну в обмотки 3—1 и 2—4 ресивера и, т. о., не оказывает действия на элемент последнего. Входящий ток, пройдя через обмотку 1—3 ресивера, уходит в землю через батарею или через обмотку 2—4, ИЛ и Γ при переходном положении рычага токовращателя. При служебных переговорах останавливают трансмиттер и переключают рычаг П.

На черт. 45 приведена схема трансляции Уитстона-дуплекс, где кроме принятых ранее обозначений: $ЛР_1$ и $ЛР_2$ — линейные (поляризованные) реле с двумя обмотками. Эти реле, принимая сигналы с линии $Л_1$ (или $Л_2$), посылают токи того же направления и продолжительность в линию $Л_2$ (или $Л_1$) от своего якоря, соединенного с соответствующим полюсом батареи через рабочие контакты.



Черт. 46.

§ 2. Регенеративные трансляции Уитстона (типа Большого северного телеграфного об-ва).

Регенеративные трансляции исправляют искаженные сигналы, вследствие чего увеличивается устойчивость и повышается скорость работы.

Принципиальная схема регенеративной трансляции представлена в упрощенном виде на черт. 46. Входящие с линии сигналы искаженной формы (с укороченными отдельными посылками) поступают в приемное реле Гюльстада D (к-рое со своей стороны не дает пропасть слабым посылкам), от якоря к-рого через сопротивление в 3000 Ом посылается ток местной батареей в

обмотку промежуточного реле С; на якорь реле С дан плюс местной батареи в 80 В через сопротивление в 3000 Ом.

Поступившая плюсовая псылка переместит якорь реле С к контакту +, и если эта посылка получена в течение той части оборота валика регенератора с кольцами, когда 1 щетка касается части 1 медного кольца*, соединенной со 2 сплошным кольцом, то конденсатор F_1 заряжается от батареи через зажимы реле С. В следующий полуоборот валика 1 щетка касается изолированной части 1 кольца; хотя бы посылка плюса еще длилась, заряд конденсатора прекращается и начинается его разряд через 3 кольцо, соединенное с 2 кольцом, и через сопротивление в 15000 Ом на одну обмотку передающего реле В с усиленным магнитным полем. Реле В переведет якорь к плюсовому контакту и пошлет на линию плюс, при чем продолжительность посылки будет строго определенная и будет равна времени прохождения 3 щетки по не изолированной части 3 кольца.

* На черт. 46 номера колец и соприкасающихся с ними щеток следует считать сверху вниз.

Во время разряда конденсатора F_1 , как видно из схемы, происходит заряд конденсатора F_2 от минусовой посылки, к-рая переместит якорь реле C к зажиму минус. Затем конденсатор F_2 разряжается через сопротивление в $15\,000\ \Omega$ и через вторую обмотку реле B , к-рое переведет якорь к минусовому контакту и пошлет на линию минус.

Продолжительность минусовой посылки также строго определена и равна времени прохождения 6 щетки над не изолированной частью 6 кольца. Продолжительность посылки минуса равна продолжительности посылки плюса. Итак, мы видим, что передаваемые трансляцией сигналы имеют строго определенную длину, не зависящую от длины поступивших сигналов.

Т. к. время, необходимое для заряда конденсатора, весьма незначительно (оно равно приблизительно 2 миллисекундам), то, как бы посылка ни была укорочена, все же ее продолжительности будет достаточно для полного заряда конденсатора.

Синхронизм осуществляется посредством коррекции вращения мотора генератора рабочими посылками. Порядок прохождения коррекции след.: при поступлении рабочей посылки ток от язычка приемного реле Гульстада D через сопротивление в $3\,000\ \Omega$ поступает в реле A (реле для синхронизации) и перебрасывает язычок этого реле к плюсовому контакту, вследствие чего зарядный ток от батареи пройдет через сопротивление в $250\ \Omega$, включенное между зажимами C и C регенератора, через плюсовой контакт и язычок реле A , через конденсатор в $4\ \mu F$, и в землю.

Если регенератор спешит или отстает, параллельно сопротивлению в $250\ \Omega$ включается через кольца a , b и c одно из простых, неполяризованных, реле A или F . Какое из этих двух реле, A или F , приводится в действие, зависит от положения синхронизирующего барабана N в тот момент, когда эл.-ток проходит поляризованное реле A .

Барабан N имеет три кольца a , b и c , при чем кольца a и b —сплошные, а кольцо c состоит из трех сегментов—одного маленького и двух больших. Два больших сегмента соединены соответственно с кольцами a и b , а маленький сегмент изолирован. Если барабан в момент поступления сигнала находится в таком положении, когда щетка C соединена с маленьким сегментом кольца c , то ни одно из неполяризованных реле не приводится в действие (положение синхронизма). Если же в момент прохождения эл.-тока щетка C соединена с одним из больших сегментов кольца, то одно из реле приводится в действие, т. к. обмотка его с сопротивлением $R = 106\ \Omega$ включается параллельно сопротивлению в $250\ \Omega$. Якорь реле отходит от спокойного контактного винта и благодаря этому в цепь якоря мотора регенератора или в цепь магнитов вводится дополнительное сопротивление, что вызывает или замедление, или ускорение хода мотора. В цепь якоря включается сопротивление в $110\ \Omega$, в цепь магнитов—в $250\ \Omega$.

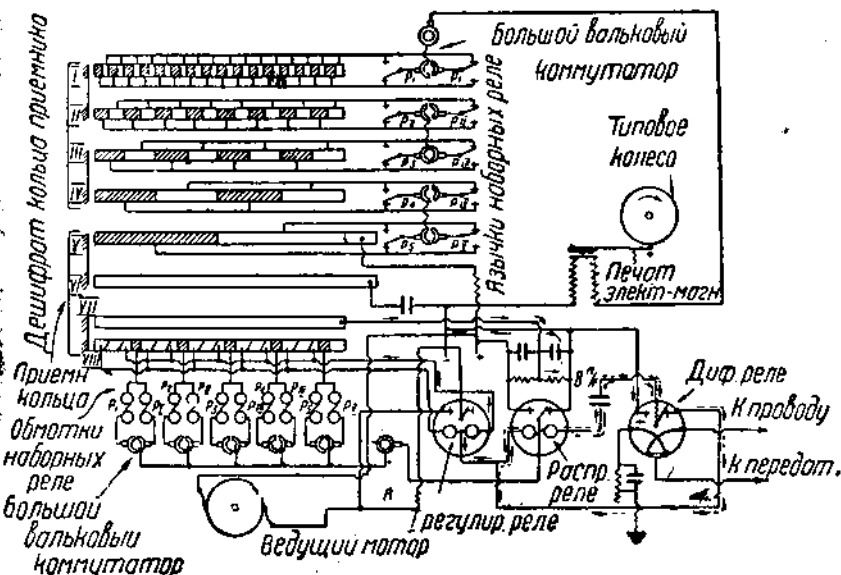
§ 3. Автоматическая система Сименса.

Однократная система высокой производительности—Сименса применяет пятизначный код (код Бодо). Телеграммы для передачи заготавливаются на эл.-магнитном клавиатурном перфораторе.

Устройство и принцип действия перфоратора легко уяснить из черт. 47. При нажатии клавиши клавишный рычаг соединяется с одной или несколькими контактными линейками (в зависимости от комбинации, присвоенной знаку нажатой клавиши). Одновременно нажимается общая линейка, к-рой перебрасывается пружина 3 с первого на второй контакт. Конденсатор K разряжается через реле P . Реле притягивает свой якорь, и последний соединяет минус батареи (— B) с контактными линейками (через

цепь батареи через обмотку сцепного эл.-магнита, последний, притягивая свой якорь, разъединяет механизм, движущий лентопротяжные колеса. Одновременно цепь замыкается через 1000-омное реле, разрывающее провода, идущие к сегментам распределителя.

Принципиальная схема приемника аппарата Сименса приведена на черт. 49. Посылки тока с линии заставляют работать «дифференциальное реле». При этом конденсатор $8 \mu F$ заряжается или разряжается через обмотки «распределительного реле». Последнее работает, и от местной батареи через обмотки одной из двух групп (по 5 шт.) наборных реле приходит ток того или другого направления. При этом якоря наборных реле прижимаются к тому или другому контакту, соединенному с положительными или отри-



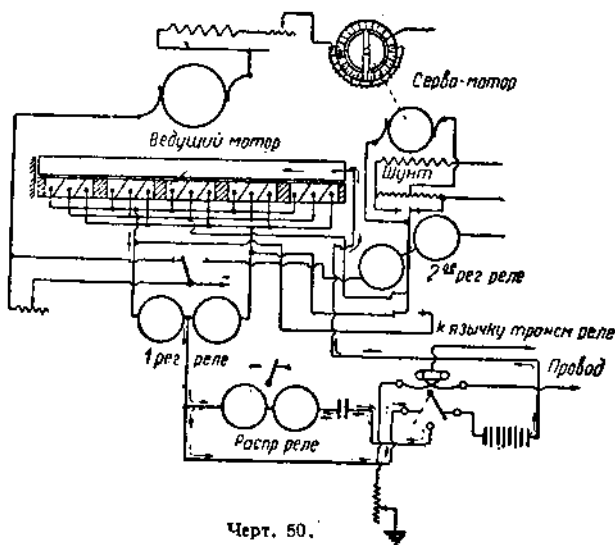
Черт. 49

цательными контактами «дешифрат. кольца». Т. о., для каждой комбинации посылок с линии будет набрано определенное положение якорей наборных реле ($P_1, P_2, \dots, P_8$ или $P_i, P_{ii}, \dots, P_v$). Благодаря этому только в определенный промежуток времени щетки шести «дешифр. колец» (разделенных на 32, 16, 8, 4, 2 и 1 изолированный контакт) дадут путь для разряда конденсатора в $10 \mu F$. В цепи этого конденсатора находятся обмотки печатающего эл.-магнита, якорь к-рого и ударит по ленте, проходящей под типовым колесом.

Чтобы дать возможность одновременно набирать код и дешифрировать его, применяется большой вальковый коммутатор, включающий попеременно две группы наборных реле в положение набора.

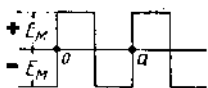
1-е регулирующее реле, обмотки к-рого включены в коррекционные контакты VIII (приемного) кольца, 2-е регулирующее реле и сервомотор позволяют синхронизировать вращение щеткодержателей передатчика и приемника.

Схема корректирования скорости ведущего мотора при синхронизации представлена на черт. 50.



IV. Скорость телеграфирования по воздушным линиям.

На линиях со скородействующими аппаратами (Уитстона, Бодо, Сименса и др.) применяется способ телеграфирования двойным током, при чем имеют место последовательные послыски плюса и минуса равной длины, как это изображено на черт. 51. На этом черт. последовательная посылка занимает интервал времени от точки o до a , называемый периодом и обозначаемый буквой T . Частота посылки точек в 1 ск. $f = \frac{1}{T}$.



Зигзагообразная кривая, изображенная на черт. 51, будучи разложена в ряд Фурье, выражается ф-лой:

$$E = \frac{4E_m}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \dots \right),$$

где: $\omega = 2\pi f$, E_m —напряжение плюсовой и минусовой батарей. Для практических расчетов скорости и дальности телеграфирования в качестве действующего напряжения принимают:

$$E = \frac{4E_m}{\pi} \cdot \sin \omega t = 1,27E_m \cdot \sin \omega t = 1,27E_m e^{j\omega t}.$$

Амплитуда силы тока на приемном конце телеграфной цепи рассчитывается по ф-ле:

$$I_k = \frac{1,27 E_m e^{j\omega t}}{(Z_k + Z_r) \cdot \operatorname{ch} pl + \left(Z_0 + \frac{Z_k Z_r}{Z_0} \right) \cdot \operatorname{sh} pl},$$

где: Z_0 —вектор волнового сопротивления (характеристики) телеграфной линии, Z_s —вектор кажущегося сопротивления аппарата на передающем конце, Z_r —вектор кажущегося сопротивления аппарата на приемном конце, P —вектор постоянной распространения переменного тока по линии, l —длина линии в км, E_m —напряжение каждой батареи (плюсовой и минусовой) на передающем конце, при чем:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}};$$

$$P = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = \beta + j\alpha$$

где: R —омическое сопротивление телеграфного провода на 1 км в Ω , L —коэф-т самоиндукции провода на 1 км в Н, G —проводимость изоляции на 1 км в Ω , C —емкость провода по отношению к земле на 1 км в Ф, β —километрическое затухание, α —угловой измеритель.

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2} [V(R^2 + L^2\omega^2)(G^2 + C^2\omega^2) - (LC\omega^2 - RG)^2]};$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2} [V(R^2 + L^2\omega^2)(G^2 + C^2\omega^2) + (LC\omega^2 - RG)^2]}.$$

Для одиночных проводов из немагнитного металла (медь, бронза, алюминий) L на 1 км выражается ф-лой:

$$L = 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\ln \frac{4 \cdot 10^8}{d} - 0,75) \text{ Н/км},$$

где d —диам. провода в мм.

Для железных одиночных проводов L вычисляется по ф-ле Релся:

$$L = 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\ln \frac{4 \cdot 10^8}{d} + \pi k - 0,75) \text{ Н/км},$$

где d —диам. провода в мм, k —коэф-т намагничения для железа, определяемый из ф-лы:

$$\mu = 1 + 4\pi k.$$

Величина k для сил токов, проходящих по телеграфному проводу, берется в пределах 30—40. При практических расчетах для железных проводов всех диаметров принимают:

$$L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Н/км}.$$

Емкость провода по отношению к земле определяется по ф-ле:

$$C = \frac{0,02414}{\lg \left(\frac{4h}{d} \right)} \text{ мФ/км},$$

где: h —высота подвеса провода над землей в см, d —диам. провода в см. В среднем для воздушных проводов всех диаметров можно принять:

$$C = 0,0065 \text{ мФ/км}.$$

При вычислении I_1 надо взять только мнимую часть комплексного выражения, т. е., получив в результате вычисления значение:

$$I_1 = \frac{1,27 E_m}{k_b} \cdot e^{j(\omega t \pm \varphi)},$$

мы должны написать:

$$I_1 = \frac{1,27 E_m}{k_b} \cdot \sin(\omega t \pm \varphi),$$

где: $\frac{1,27 E_m}{k_b}$ — амплитуда тока на приемном конце.

Т. к. мгновенное значение I_1 получит максимальную (амплитудную) величину в момент $\sin(\omega t_1 \pm \varphi) = 1$, т. е. когда $\omega t_1 \pm \varphi = 90^\circ$, то время $t_1 = \frac{90 \pm \varphi}{\omega}$ представляет собою время запаздывания тока в проводе с приемником, считая от его нулевого до максимального значения.

Прибавляя к t_1 , согласно данным опыта, время ок. $2 \cdot 10^{-2}$ ск. на переброску язычка реле и установление печатающей цепи, получим полное время запаздывания приема в одну сторону.

Если обозначить через t_2 допустимую величину запаздывания, то при оставлении заданной скорости телеграфирования ω необходимо уменьшить положенную в основу расчета дальность телеграфирования l в отношении $\frac{t_1 + 2 \cdot 10^{-2}}{t_2}$, или, наоборот, оставляя прежнюю дальность телеграфирования, уменьшить и скорость его ω . Наконец можно оставить прежними и скорость ω и дальность l телеграфирования за счет увеличения напряжения батареи E_m в нек-рое число раз:

$$n = \frac{1}{\sin \omega (t_1 - t_2)}.$$

При этом величина E_m не должна превосходить 240 В. Величина I_1 для воздушных проводов принимается равной 25 мА.

При дуплексном телеграфировании можно не считаться с запаздыванием телеграфных импульсов тока, но во избежание влияния изменения погоды на равновесие дуплекса дальность телеграфирования по железным проводам без трансляций ограничивают расстоянием в 600—700 км.

Табл. 3. Производительность телеграфных аппаратов, применяемых на ж.-д. транспорте.

Система	Приблизительно количество слов в час
Морзе-симплекс	500
Морзе-дуплекс	1 000
Уит.-тон-симплекс	2 000
Уит.-тон-дуплекс	4 000
Бодо двухкратное	2 700
Бодо четырехкратное	5 400
Сименс-дуплекс	6 000

При телеграфировании на весьма большие расстояния (2 000—3 000 км) приблизительно через расстояния 600—700 км устанавливают телеграфные трансляции. При этом необходимо считать, что каждая обыкновенная трансляция укорачивает длину элементарной посылки на $2 \cdot 10^{-3}$ ск. С укорочением элементарных посылок можно не считаться только при применении регенеративных трансляций (см. стр. 328).

Если скорость телеграфирования такова, что проходящий по линии ток имеет время достигнуть более или менее установившейся величины, как это бывает, напр., при ручном телеграфировании сигналами Морзе на воздушных телеграфных линиях, то сила установившегося тока на приемном конце определяется ф-лой:

величины, как это бывает, напр., при ручном телеграфировании сигналами Морзе на воздушных телеграфных линиях, то сила установившегося тока на приемном конце определяется ф-лой:

$$I_1 = \frac{E_m}{(r + s) \cdot \operatorname{ch} l \sqrt{RG} + \left(\sqrt{\frac{R}{G}} + rs \sqrt{\frac{G}{R}} \right) \cdot \operatorname{sh} l \sqrt{RG}},$$

где: E_m —напряжение линейной батареи на передающем конце в В, r —сопротивление приемника (ваттное), s —сопротивление передатчика (ваттное), R —сопротивление провода на 1 км в Ω , G —проводимость изоляции в мО.

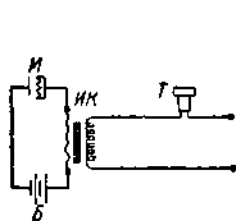
Производительность телеграфных аппаратов различных систем приведена в табл. 3.

Телефония.

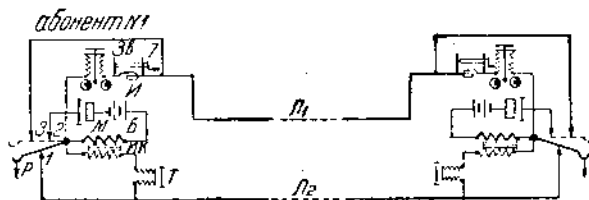
1. Телефонные аппараты и коммутаторы системы МБ.

Основными принципиальными схемами монтажа телефонных аппаратов с питанием от местной батареи являются: шведская, американская и немецкая.

Принцип питания телефонных аппаратов от местной батареи показан на черт. 52.



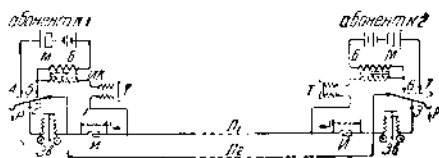
Черт. 52.



Черт. 53.

а) Шведская схема (черт. 53). Схема характеризуется шунтированием одной группы приборов при включении другой: во время послышки вызова шунтирована разговорная часть; при ведении разговора шунтирована вызывная часть. Вызов посылается при опущенном рычаге P .

б) Американская схема (черт. 54). Схема характеризуется отключением одной группы приборов при включении другой: во время послышки вызова отключена разговорная часть, при ведении разговора отключена вызывная часть. Вызов посылается при опущенном рычаге P .



Черт. 54.

в) Немецкая схема (черт. 55). Схема характеризуется применением индуктора I с дополнительным контактом 4, шунтирующим при послышке вызова разговорную часть и звонок своего аппарата. Посылка вызова возможна как при поднятом, так и при опущенном рычаге.

г) Стенной аппарат местной батареи. На черт. 56 изображена монтажная схема стенного телефонного аппарата, элементы к-рого соединены по шведской схеме.

е) Настольный аппарат местной батареи. На черт. 57 изображена монтажная схема настольного телефонного аппарата, части к-рого соединены по шведской схеме.

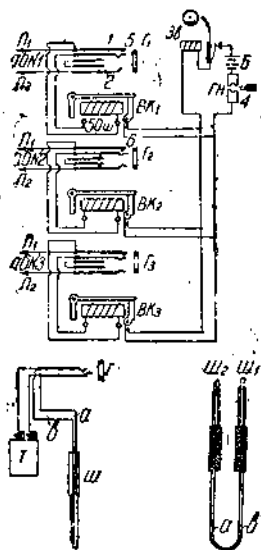
е) Унифицированный аппарат МБ. На черт. 58 представлена монтажная схема такого аппарата, выпускаемого заводами ВЭСО.

ж) Переносные телефоны. Поездные бригады снабжаются аппаратами сист. МБ по схеме, представленной на черт. 59. Вес этого аппарата—9 кг. Включается в линию с помощью специальных щетов с контактами.

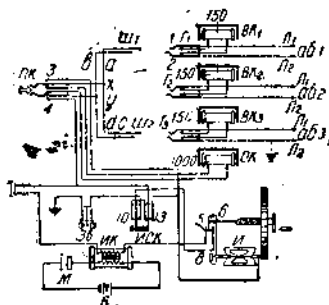
Эл.-механики связи для исыртания линии снабжаются переносными аппаратами сист. МБ по схеме, представленной на черт. 60.

з) Номерник. Для обслуживания небольших (не более 30 абонентов) районов центральные телефонные станции оборудуются номерником. Пользование им возможно только в соединении с телефонным аппаратом Т. На черт. 61 помещена принципиальная схема номерника на 12 двухпроводных линий.

Когда абонент 1 посылает станции вызов, срабатывает вызывной клапан BK_1 , открывающий при этом свой номер, через контакт 6 падающей дверцей клапана замыкается цепь звонка. Получив вызов, телефонистка подключается с аппаратом Т к линии вставлением штепселя $Ш_1$ в гнездо Γ_1 и $Ш_2$ —в гнездо Г. Опросив абонента, теле-



Черт. 61.



Черт. 62.

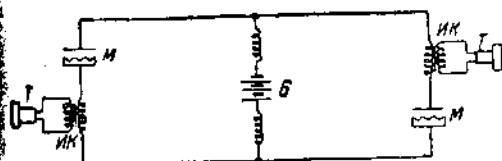
фонистка говорит: «звоните», и вставляет штепсель $Ш_2$ в гнездо вызываемого абонента. В линии при этом остается включенным вызывной кла-

Назначение кнопок: $КН_1$ —для включения машинного индуктора, $КН_2$ и $КН_3$ —для осуществления вызова абонентов при положении ключа $К$ на «опрос», $КН_4$ и $КН_5$ —для осуществления переговоров телефонистки с одним из абонентов при положении ключа $К$ на «опрос», $КН_6$ —для проверки абонентской линии на сообщение с землей, для чего ключ $К$ ставится на «вызов» и в линию посылается ток от индуктора.

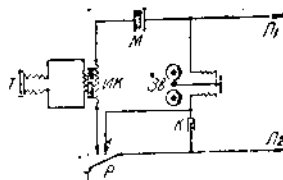
II. Телефонные аппараты и коммутаторы системы ЦБ.

§ 1. Телефонные аппараты системы ЦБ.

Принцип питания ЦБ показан на черт. 64. На черт. 65 изображена принципиальная схема телефонного аппарата ЦБ. На черт. 66 изображена монтажная схема телефонного аппарата ЦБ, собранного по схеме черт. 65.



Черт. 64.

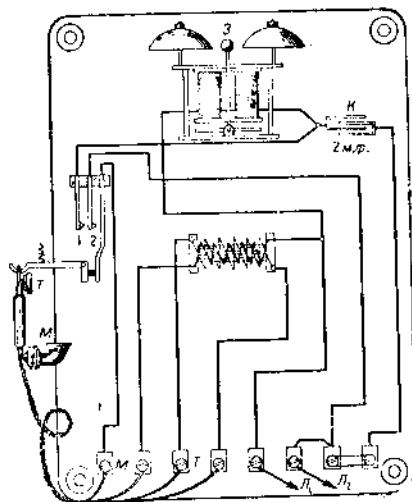


Черт. 65.

§ 2. Телефонный коммутатор системы ЦБ $\times 2$ с двухпроводными шнурами, с отбойными и вызывными бленкерами.

Эти коммутаторы применяются для телефонных станций емкостью от 80 до 200 номеров. Принципиальная схема такого коммутатора представлена на черт. 67. Гнезда многократного и местного полях здесь соединены последовательно. Питание абонентов при разговоре происходит через шнуровую пару. Схема электрически несимметрична по отношению к земле.

При снятии абонентом микрофонной трубки срабатывают вызывной бленкер $В.Бл.$ (500 Ω) и общий вызывной бленкер— $Общ. В.Бл.$ (500 Ω). Если нажата кнопка 3, то звонит звонок $Зв. Б.$ (500 Ω). При вставленном опросном штепселе $ОШ$ разрываются цепи $В.Бл.$, $Общ. В.Бл.$ и $Зв. Б.$ и замыкается цепь питания микрофона абонента от центральной батареи $\mathcal{B}$ через реактивную катушку $РК$ (200 Ω) и отбойное реле $О.Рл.О.$ При переводе переговорно-вызывного ключа $П-ВК$ на себя (на опрос) замыкается переговорная цепь телефонистки $М$ и $Т$. Для посылки вызова в гнездо требуемого абонента вставляется вызывной штепс-



Черт. 66.

сель ВШ той же шнуровой пары, от к-рой был взят шнур ОШ, и переводится от себя (на вызов), ключ П-ВК. При этом: 1) включается в шнур индуктор И (или машинный индуктор МИ, или токовращатель ТКВ); 2) замыкаются цепи бленкеров: контроля исправности линии Бл. К. Л. и контроля исправности индуктора Бл. К. И.; 3) замыкается шнуровой контакт ШК (29/30). Пока вызываемый абонент не ответил, замкнута цепь отбойного бленкера вызова О. Бл. В., который дает сигнал отбоя. После ответа абонента цепь О. Бл. В. размыкается и сигнал отбоя исчезает. Когда абоненты повесят (или положат) микрофонные трубки на рычаги, конденсаторы их аппаратов преграждают путь постоянного тока, протекавшего во время их разговора через обмотки отбойного реле опроса О. Рл. О. и отбойного реле вызова О. Рл. В. При этом сработают: О. Бл. В., О. Бл. О. и Общ. О. Бл. Если нажата звонковая кнопка З, то будет звонить звонок ЗБ. При вызове по соединительной линии (Гн. С. Л.) от коммутатора сист. МБ индукторный ток последнего проходит через линейную обмотку В. Бл. в 1000 Ω , последний срабатывает и замыкает цепь задерживающей обмотки в 100 Ω и цепь Общ. В. Бл. При вставлении ОШ в коммутаторе ЦБ $\times 2$ выключается линейная обмотка В. Бл., размыкается цепь задерживающей обмотки (100 Ω), и бленкер В. Бл. и Общ. В. Бл. придут в положение покоя.

На ст. М. Б. при вставленном штепселе в линию включается параллельно реактивная катушка Р. К., почему при вставленном ОШ на ст. ЦБ $\times 2$ ток пройдет через О. Рл. О., и О. Бл. О. не действует.

Отбой в коммутаторе ЦБ получается при вынимании штепселя из гнезда соединительной линии на ст. МБ, вследствие чего ток через О. Рл. О. прекращает протекать и О. Бл. О. срабатывает.

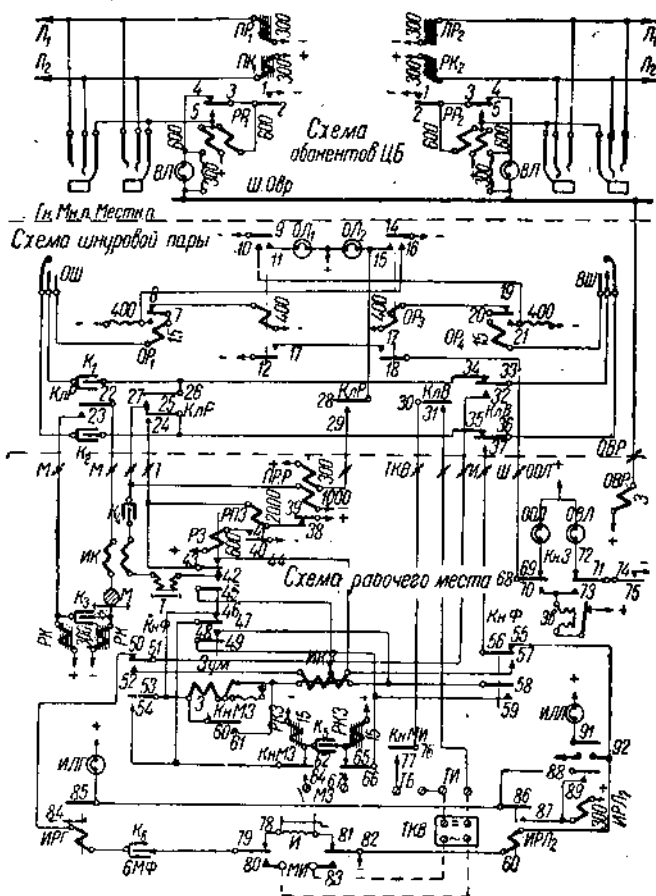
При вызове по дальней линии (Гн. Д. Л.) притягивается якорь линейного медленнодействующего реле Л. М. Рл. и замыкаются: 1) цепь задерживающей обмотки Л. М. Рл. (650 Ω); 2) контакт $\frac{1}{2}$ -шунтирующий линейную обмотку Л. М. Рл. для предотвращения дребезжания его якоря; 3) цепь вызывного бленкера В. Бл. Якорь В. Бл. притягивается и замыкает цепь Общ. В. Бл. При вставлении штепселя ОШ разрывается цепь В. Бл., но срабатывает разрывное реле Р. Рл. (300 Ω), заставляя сработать О. Рл. О. и, следовательно, не работать О. Бл. О.

Отбой со стороны дальней линии дается вращением ручки индуктора. Добавочный переговорно-вызывной штепсель Д. П.-ВШ. дает возможность телефонистке ответить или вызвать какого-либо абонента при всех занятых шнуровых парах. При этом надо пользоваться добавочным переговорно-вызывным ключом Д. П.-ВК. Контакты $\frac{100}{100}$ замыкаются при вставленных в гнезда штепселях и дают возможность делать пробу «занято».

§ 3. Телефонный коммутатор системы ЦБ $\times 3 \times 2$ с трехпроводными шнурами с двумя реле на каждом шнуре, со сквозным отбоем по соединительным линиям.

Эта система является основной для транспортных телефонных станций ручного обслуживания емкостью более 200 номеров. Емкость местного поля одного коммутатора равна 70 абонентским номерам. Из этого числа 2—3 номера — по системе МБ для удаленных абонентов и других цепей, оборудованных индукторной системой. В местном же поле каждого коммутатора монтируются 5—10 входящих или двухсторонних соединительных линий различных систем (ЦБ $\times 3 \times 2$; ЦБ $\times 2$; МБ $\times 2$ и городские) и 7—10 справочных линий, по к-рым абонент во время разговора с другим абонентом может вызвать третьего и навести у него необходимую справку.

Местное поле монтируется в верхней части коммутатора рамками по 10 номеров, многократное поле—в нижней части рамками по 20 номеров. Предельная емкость многократного поля каждого коммутатора—600 номеров (при сокращении числа соединительных линий). Между местным и многократным полем абонентов помещается многократное поле исходящих и двухсторонних соединительных линий, к-рые монтируются рамками по 10 гнезд



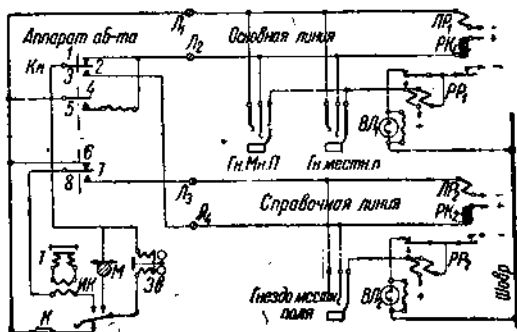
Черт. 68.

и 10 бленкеров занятости. В этом же поле монтируется рамка с гнездами и бленкерами занятости «заказных линий» для передачи абонентов на междугородный коммутатор.

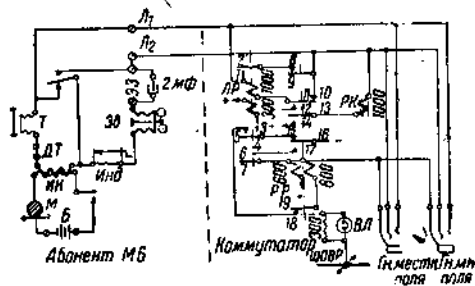
На верхнем карнизе коммутатора размещаются 5 кнопок (черт. 68): 3—звонковая для включения звонка вместо общей вызывной и отбойной ламп, Т—для соединения с контрольным столом старшей телефонистки; МЗ—для включения машинного зуммера вместо монтированного в коммутаторе;

МИ—для включения машинного индуктора вместо ручного при коммутаторе; **Ф**—для послышки фонического вызова абоненту, забывшему повесить гарбуку.

Основная схема коммутатора представлена на черт. 68. Здесь: **ЛР**—линейное реле (300 Ω), **РК**—реактивная катушка (300 Ω), **РР**—разделительное реле с двумя дифференциальными обмотками по 600 Ω , срабатывает при вставлении **ОШ** в гнездо местного поля, **ВЛ**—вызывная лампа с параллельным омическими сопротивлением в 300 Ω , намотанным бифилярно на сердечнике реле **РР**; **ОР₁** и **ОР₂**—отбойные реле с обмотками по 15 Ω и с омическими катушками по 400 Ω ; они срабатывают от тока в 40 мА при работе по соединительным линиям. При работе по местным линиям через их обмотку проходит ток $= 24$ мА; **ОР₃** и **ОР₄**—отбойные реле с обмотками по 400 Ω ; они срабатывают при работе по абонентским линиям; **К₁** и **К₂**—шнуровые конденсаторы по 2 μ F, **ОШ**—опросный трехпроводный штепсель, **ВШ**—вызывной трехпроводный штепсель, **КЛР**—контакты переговорно-вызывного ключа с 22-го по 29-й включительно, замыкающиеся в рабочем положении при переводе ключа на опрос (к себе), **КЛВ**—то же с 30-го по 37-й включительно при переводе ключа на вызов (от себя), **М**, **Т**—микрофон и телефон гарнитуры телефонистки, **К₃** и **К₄**—конденсаторы, **ИК**—индукционная катушка, **И**—ручной индуктор, **МИ**—машинный индуктор или вторичная обмотка токовращателя, **ИРГ**—индукторное реле контроля исправности генератора (независимо от состояния линии), **ИРЛ**—индукторное реле контроля линии на обрыв (60 Ω), **ИЛГ**—лампа контроля исправности генератора (независимо от состояния линии), **ИЛЛ**—лампа контроля исправности линии (на обрыв), **РПЗ**—реле пробы «занято», **РРР**—пробное разделительное реле с двумя обмотками, из коих 300-омная предназначена для выключения **РПЗ**



Черт. 69.



Черт. 69-а.

в момент вставления штепселя **ВШ**; 1000-омная нужна для случая открытия ключа на опрос в момент разговора абонентов, **РЗ**—реле зуммера, **ИКЗ**—индукционная катушка зуммера, **РКЗ** и **К₅**—фильтр для предотвращения пути через батарею высшим гармоникам, образующимся при работе зуммера, состоящий из двух реактивных катушек и конденсатора в 4 μ F, **ОВР**—общее вызывное реле (3 Ω), **ОВЛ**—общая вызывная лампа

ООЛ—общая отбойная лампа, **Зв**—звонок, заменяющий **ОВЛ** и **ООЛ**. **ЛР**, **РК** и **РР**—монтируются на стивах линейных реле, отдельных для каждого коммутатора, **ОР₁**, **ОР₂**, **ОР₃** и **ОР₄** монтируются на стивах шнуровых реле, на 2—3 рабочих места каждый. Все остальные приборы смонтированы в самом коммутаторе.

Для питания станции устанавливается аккумуляторная батарея напряжением в 24 В.

Схема включения аппарата абонента с возможностью наведения справок представлена на черт. 69.

Схема включения абонента МБ представлена на черт. 69-а. Здесь в клеммы добавочного звонка аппарата абонента включен конденсатор емкостью в 2 μ F. **ЛР**—линейное реле с линейной обмоткой в 1000 Ω и задерживающей в 300 Ω , **РК**—реактивная катушка сопротивлением в 1000 Ω , **РР**—разделительное реле, как и в обычной схеме абонента ЦБ.

Соединительные линии. Для связи абонентов различных телефонных станций устраиваются между этими станциями соединительные линии. По принципу работы и устройству схемы соединительные линии подразделяются на односторонние и двухсторонние. Односторонние линии включаются: на исходящем конце—в многократное поле, где имеются гнезда, повторяющиеся в каждой секции, с сигнализацией «занято», на входящем конце—в местное поле, где оборудуются гнездом с вызывным сигналом. Двухсторонние линии, работающие со стороны каждой станции то как исходящие, то как входящие, на обоих концах включаются и в местное и в многократное поле.

В зависимости от системы присоединяемой станции, монтируемые в коммутаторах системы ЦБ $\times 3 \times 2$ комплекты соединительных линий несколько отличаются друг от друга по схеме, но все они в основном состоят из одинаковых реле и работают по одинаковому принципу.

Для получения правильной сигнализации на соединительных линиях необходимо монтировать комплекты по такой схеме, чтобы они удовлетворяли условиям сигнализации, представленным в табл. 5 и 6. Кроме комплекта, устанавливаемого на станции ЦБ $\times 3 \times 2$, в большинстве случаев приходится приспособлять и противоположный конец соединительной линии на другой станции путем изменения включения приборов нормальной абонентской линии (если там нет специальных гнезд для соединительных линий и последние включаются в обычные абонентские гнезда), а также путем добавления различных дополнительных приборов: реле, конденсаторов, катушек и т. п. Эти добавочные приборы для установки на противоположной станции называются «встречными комплектами». Устройство соединительных линий станций ЦБ $\times 3 \times 2$ предусматривает посылку вызова на другую станцию постоянным током при вставлении штепселя. Исключение представляют входящие линии от городских телефонных станций, по которым город посылает на ст. ЦБ $\times 3 \times 2$ индукторный вызов.

Сигнализация о занятости соединительных линий на ст. ЦБ $\times 3 \times 2$ осуществляется бленкерами «занято», включенными многократно над каждым гнездом соединительной линии.

Комплекты соединительных линий в основном состоят из следующих реле, могущих отличаться в различных схемах количеством и схемой соединения контактов:

Реле 1-е (черт. 70—а) имеет две обмотки в 100 и 2 000 Ω , служит для транслирования сигналов на соединительную линию от вставления штепселя на станции ЦБ $\times 3 \times 2$.

Реле 2-е (черт. 70—б) с обмоткой в 600 Ω служит или для выключения вызывного сигнала при вставлении штепселя или для блокировки сигнала «занято» до полного разъединения.

Реле 3-е (черт. 70—в) с обмоткой в 600 Ω является линейным реле, включаемым в один из проводов соединительной линии; служит для управления сигнализацией от другой станции.

Реле 4-е (черт. 70—г) с пяти-омной обмоткой с 200-омным сопротивлением служит для

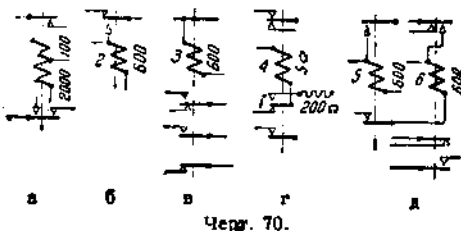


Табл. 5. Сигнализация по двухсторонней линии.

Положение схемы	Станция А			Станция Б		
	сигнал «занято»	сигнал вызова	сигнал отбоя	сигнал «занято»	сигнал вызова	сигнал отбоя
Вызов со стороны ст. А.						
Ст. А вызывает станц. Б . . .	занято	нет	горит	занято	горит	нет
Ответ станции Б	»	»	гаснет	»	гаснет	»
Опрос со ст. Б, вызов требуемого абонента и разговор	»	»	нет	»	нет	»
Отбой	»	»	горит	»	»	горит
а) Ст. А вынула штепсель, а ст. Б еще не вынула	»	»	погас	»	»	»
б) Ст. Б вынула штепсель, ст. А еще не вынула	»	»	горит	»	»	погас
Обе ст. вынули штепсели	свобод.	»	нет	свобод.	»	нет
Вызов со стороны ст. Б.						
Ст. Б вызывает ст. А	занято	горит	нет	занято	нет	горит
Ответ станции А	»	гаснет	»	»	»	гаснет
Опрос со ст. А, вызов требуемого абонента и разговор	»	нет	»	»	»	нет

Отбой и разъединение—так же, как и при вызове со стороны ст. А.

Табл. 6. Сигнализация по односторонней линии.

Положение схемы	Ст. А, исход. конец		Ст. Б, вход. конец	
	сигнал «занято»	сигнал отбоя	сигнал вызова	сигнал отбоя
Вызов ст. Б со ст. А	занято	горит	горит	—
Ответ станции Б	»	гаснет	гаснет	нет
Опрос со ст. Б, вызов требуемого абонента и разговор	»	нет	нет	»
Отбой по окончании разговора	»	горит	»	горит
а) Ст. А штепсель вынула, а ст. Б еще не вынула	»	погас	»	»
б) Ст. Б вынула штепсель, а ст. А еще не вынула	»	горит	»	погас
Обе станции вынули штепсели	свободно	нет	»	нет

передачи сквозного отбоя на другую станцию и для подачи второго сигнала отбоя в шнур станции ЦБ $\times 3 \times 2$ при отбое от абонента.

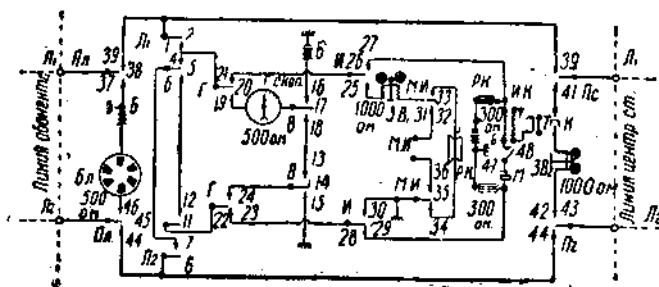
Реле 5-е и 6-е (черт. 70—д) с обмотками по 600 Ω производят переключение отбойных цепей для отличия положения повешенной трубки у абонента до ответа от такого же положения по окончании разговора.

Все эти реле, за исключением 5-омного (4-го), в нормальных условиях работы соединительной линии работают во всех случаях, когда по схеме через их обмотку проходит ток, реле же 4-е в зависимости от положения схемы бывает под разной силой тока и в одних случаях должно срабатывать, в других не срабатывать, а в третьих—отпускать притянутый якорь.

Все соединительные линии станции ЦБ $\times 3 \times 2$ с другими станциями работают по двум проводам через землю, которая в данном случае служит третьим проводом.

Из основных случаев работы шнуровых реле ОР и реле 4-го крайними условиями регулировки этих реле являются:

Для шнур вых 15-омных реле: а) наибольший ток, от к-рого реле не должно сработать, получается в цепи разделительного реле абонента при



Черт. 71.

отбое; сила тока = 26 мА; б) рабочий ток получается через гнездо соединительной линии при шунтировании обмотки в 2 000 Ω 1-го реле обмоткой в 5 Ω 4-го реле; сила тока = 42 мА; в) наибольший ток, при к-ром реле должно отпускать якорь, получается во время отбоя от абонента, когда 400-омное сопротивление шунтировано накоротко, а реле 4-е отключилось от цепи реле 1-го; сила тока = 12 мА.

Для 4-го реле: а) реле не должно работать в момент параллельного соединения обмотки реле ОР, и омического сопротивления в 400 Ω ; сила тока = 81 мА; б) реле должно срабатывать через добавочное сопротивление в 150 Ω ; сила тока = 142 мА; в) реле должно удерживать притянутый якорь через добавочное сопротивление 200 Ω ; сила тока = 107 мА; г) реле должно отпускать якорь при включении его в цепь 400-омного сопротивления на реле ОР; сила тока = 50 мА. Указанные силы тока подсчитаны, исходя из самых невыгодных напряжений станционной батареи, а именно: при максимальном напряжении в 26 В и при минимальном напряжении в 22 В.

Испытательный прибор. Для испытания линии абонента на центральной телефонной станции д. б. специальный прибор с двойным двухконтактным штепселем, к-рый при испытании вставляют в гнездо испытательной рамки на щите переключений. Схема прибора представлена на черт. 71.

Порядок пользования прибором изложен в табл. 7.

Табл. 7. Пользование испытательным прибором. ^{§1}

Действие	П о л о ж е н и е						Стрелка гальваноскопа и звонок	
	рукоятки переключе- чателя II	кнопки L_1	кнопки L_2	кнопки Γ (гальвано- скопа)	кнопки B (вызыв- ной)	кнопка И и М. И. ^{§2} (индуктор- ной)	при исправ- ном состоянии	при не- исправном состоянии
Проверка на присутствие разго- вора (подслушивание с испыта- тельным прибором) ^{§1}	Среднее	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Отпущена	—	—
	Повернута влево	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Отпущена	—	—
	Повернута вправо	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Отпущена	—	—
	Повернута влево	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Нажата	—	—
	Повернута вправо	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Отпущена	—	—
Испытание на сообще- ние с зем- лей ^{§4}	Повернута влево	Нажата	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Стр. на нуле	Стр. отклоняется
	Повернута влево	Отпущена	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Стр. на нуле	Стр. отклоняется
	Повернута вправо	Нажата	Отпущена	Нажата	Нажата	Отпущена	Стр. на нуле	Стр. отклоняется
	Повернута влево	Отпущена	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Стр. на нуле	Стр. отклоняется
	Повернута вправо	Нажата	Нажата	Отпущена	Отпущена	Нажата	Зв. звонит	Звон, не зво- нит или сла- бо звонит
Испытание на обрыв	Повернута вправо	Нажата	Нажата	Нажата	Нажата	Отпущена	Стр. отклоняется	Стр. на нуле
	Повернута влево	Нажата	Нажата	Нажата	Нажата	Отпущена	Стр. на нуле	Стр. отклоняется
Испытание на короткое замыкание	Повернута вправо	Нажата	Нажата	Нажата	Нажата	Отпущена	Стр. на нуле	Стр. отклоняется
	Повернута влево	Нажата	Нажата	Нажата	Нажата	Отпущена	Стр. на нуле	Стр. отклоняется

^{§1} При испытании в сторону станции ЦБ $\times 2$ в гнездо местного поля испытуемой линии вставляют деревянный штепсель, нарушающий контакты в гнезде; на ст. ЦБ $\times 3 \times 2$ действия иные.

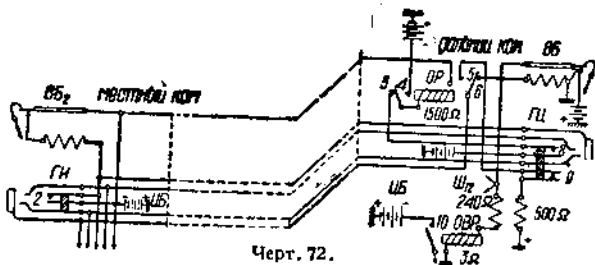
^{§2} Кнопка М И нажимается в случае посылки тока машинным индуктором.

^{§3} Нажать клавиши микрофонной трубки.

^{§4} По отклонениям стрелки можно судить примерно о месте заземления.

III. Междугородный коммутатор системы ЦБ $\times 3 \times 2$.

В тех пунктах, где при развитой сети местных абонентов имеется несколько дальних (междугородных) линий, для более правильного обслуживания их устанавливается междугородный коммутатор.



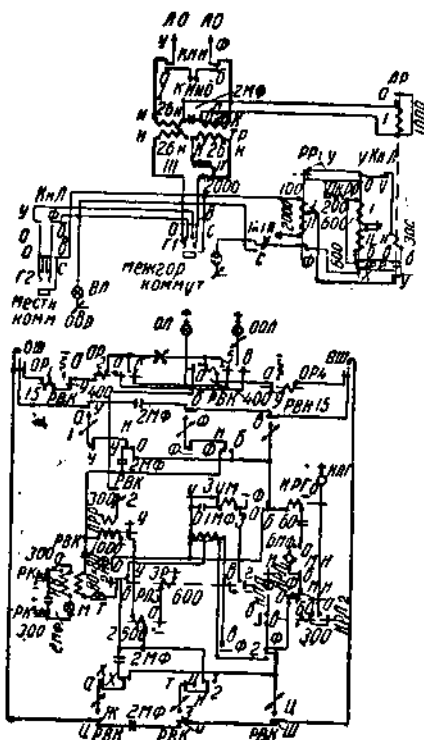
Черт. 72.

Коммутатор системы ЦБ $\times 3 \times 2$ рассчитан на два рабочих места (три панели), на к-рых вверху расположено многократное поле, вмещающее гнезда всех местных абонентов данной телефонной станции. Для передачи абонента с местного коммутатора на дальний оба эти коммутатора соединены «заказными» линиями (по 5—10 на станцию) с вызывными бленкерами в междугородных коммутаторах и с бленкерами занятости в местных коммутаторах (черт. 72).

Схема оборудования дальней (междугородной) линии на междугородном коммутаторе представлена на черт. 73, где: L_a и L_b — провода междугородной линии, И — кнопка (черная) для послышки вызова, Л — кнопка (красная) для гашения ложного отбоя при повторных вызовах, Тр — линейный тр-тор, ЛР — линейное медленнодействующее реле с двумя обмотками: 1000-омной линейной и 300-омной задерживающей, РР₁ и РР₂ — разделительные реле.

IV. Промежуточные телефонные трансляции.

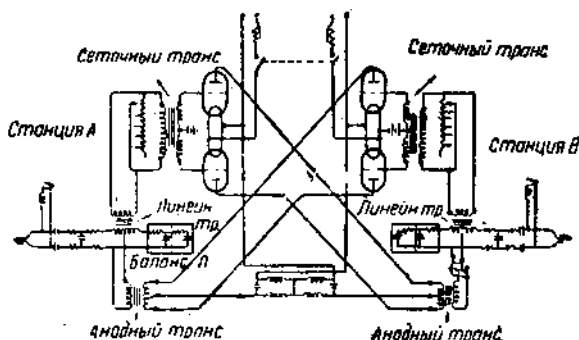
Прохождение разговора через трансляцию (черт. 74). Разговорный ток с линии сост. А поступает на первичную обмотку линейного дифференциального тр-ра и замыкается через балансную линию,



Черт. 73.

частично ответвляясь на вторичную обмотку анодного тр-ра. Ток, индуцированный во вторичной обмотке линейного тр-ра, проходит через первичную обмотку сеточного тр-ра и со вторичной обмотки последнего поступает на сетки ламп, соединенных для работы по схеме «пуш-пулл» (преимущества данной схемы: повышенная мощность, а следовательно, и возможность регулирования усиления в больших пределах и уменьшение искажения вследствие подмагничивания железа анодного тр-ра постоянной слагающей анодного тока). Колебания анодного тока, соответствующие колебаниям разговорного тока, поданного на сетки ламп со вторичной обмотки анодного тр-ра, поступают на дифференциальную систему стороны ст. В трансляции, откуда часть тока ответвляется в линию, а др. часть в балансную линию. Необходимым условием для нормальной работы трансляции является равенство этих токов.

Протекая по двум обмоткам дифференциального тр-ра в противоположных направлениях, эти токи будут индуцировать во вторичной его обмотке равные, но противоположно направленные токи и на сетки ламп



Черт. 74.

стороны ст. В не будут действовать токи, усиленные лампами стороны ст. А. В таком случае не имеет места обратная связь и трансляция не зуммирует. Это достигается подбором сопротивления балансной линии. Т. к. сопротивления двух первичных обмоток дифференциального тр-ра равны, то сопротивление балансной линии подбирается равным входному сопротивлению приключаемой линии. Процесс подбора сопротивления балансной линии называется настройкой трансляции.

Полная схема трансляции представлена на черт. 75.

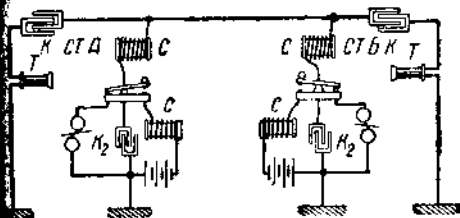
Работа элементов вызывной части. Линейное реле (медленнодействующее) срабатывает от вызывного переменного тока. При срабатывании реле замыкает цепь местной батареи (батареи накала) через обмотку рабочего реле. Для разговорных токов оно представляет значительное сопротивление.

Заградительные конденсаторы преграждают путь вызывному току в усилительную часть трансляции ($C = 2 \times 2 \text{ } \mu\text{F}$).

Рабочее реле срабатывает при замыкании контактов линейного реле, подключает к линии др. стороны машинный индуктор или токовращатель, замыкая при этом цепь батареи накала через первичную обмотку токовращателя. Одновременно для ограждения усилительной части трансляции от импульсов вызывного тока отключает линию от трансляции: при этом шунтированием накоротко первичной обмотки сеточного тр-ра предупре-

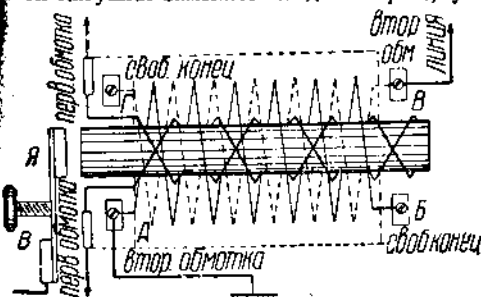
берга с применением фонопов. Принципиальная схема такой системы представлена на черт. 76, где T —фонопор (телефонный аппарат с фоническим вызовом), K —конденсаторы, C —катушки самоиндукции.

Схема фонопора представлена на черт. 77, где Φ —фоновызыватель (роулер)—телефон специальной конструкции с рупором для приема фонического вызова, M —микрофон, T_1 и T_2 —нормальные телефонные трубки, H —фонопориче-

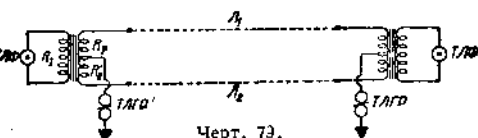


Черт. 76.

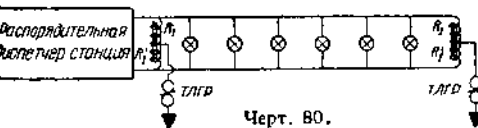
ская катушка, схема которой представлена на черт. 78. Междувитковая емкость этой катушки заменяет конденсатор K , указанный на черт. 76.



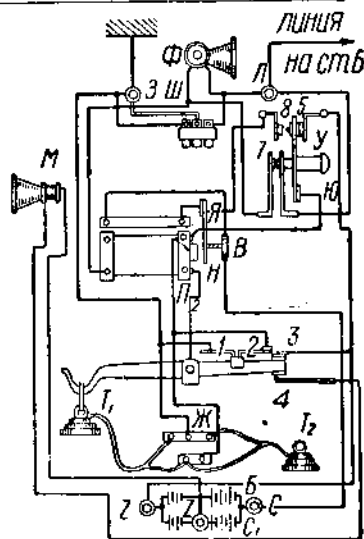
Черт. 78.



Черт. 79.



Черт. 80.



Черт. 77.

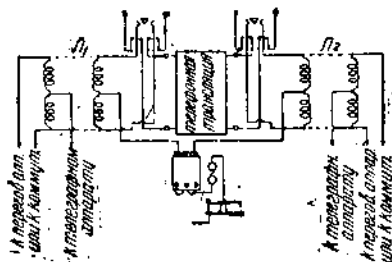
Одновременное телеграфирование по двухпроводным телефонным цепям получило такое широкое применение в транспортной связи, что «чистые» телеграфные провода имеются только на дальних телеграфных цепях с быстродействующими аппаратами (Бодо, Уитстона, Сименса).

Одновременное телеграфирование по обычным дальним телефонным цепям осуществляется по сист. Пикара (черт. 79). На цепях с параллельным включением телефонов, напр., диспетчерской и станционной телефонной связи, одновременное телеграфирование осуществляется по системе Кайло (черт. 80). Применяемые при системе Пикара пятиклеммные трансформаторы, изготовляемые заводами ТЗСТ, имеют след. сопротивления обмоток по току: $R_1 = 200 \Omega$, $R_{II} = R_1 = 150 \Omega$.

Трехклеммные катушки Кайло тех же заводов имеют полное сопротивление постоянному току:

$$R_1 + R'_1 = 1200 \text{ } \Omega.$$

Обход трансляций осуществляется с помощью катушек Кайло (дифференциальных дросселей) по схеме, указанной на черт. 81. Если в трансляционном пункте телеграфного аппарата нет, то средние точки катушек Кайло соединяются между собой накоротко.



Черт. 81.

цепи волн разговорного тока, получаемого с помощью микрофона. Все расчеты затухания ведутся для волны переменного тока с числом периодов, равным средней частоте звуковых колебаний разговора, т. е. $f = 800$ Hz. Степень полного затухания принято выражать натуральным логарифмом отношения амплитуды тока на передающем конце телефонной цепи к амплитуде тока на приемном конце этой цепи, т. е.:

$$b = \ln \frac{I_a}{I_b}.$$

Полное затухание при $f = 800$ Hz не должно превосходить 3,3 непера. Обычная междугородная телефонная цепь состоит из след. составных частей (черт. 81): 1) Т—телефонный аппарат абонента, 2) ЦТС—центральная телефонная станция с междугородным коммутатором; 3) кабель между Т и ЦТС; 4) Л.Тр.—линейный тр-тор в междугородном коммутаторе. Междугородный коммутатор центральной телефонной станции ж.-д. узла А соединяется с междугородным коммутатором телефонной станции ж.-д. узла В «дальней» телефонной линией, к-рая начинается от вторичных клемм тр-ра Л.Тр.₁ и кончается вторичными клеммами тр-ра Л.Тр.₂.



Черт. 82.

Величина $b = 3,3$ непера распределяется след. обр.: затухание в дальней телефонной линии и обоих тр-рах не должно превышать 1,5 непера. При этом затухание в каждом тр-ре не должно превышать 0,05 непера. Затухание, вносимое аппаратурой, применяемой для уплотненного использования проводов, не должно превышать 0,21 непера на обоих концах дальней телефонной цепи. Из них 0,15 непера принимаются для установок многократного телефонирования высокой частотой и 0,06 непера для установок подтонального телеграфирования. Затухание в коммутаторах ЦТС на каждом конце—0,25 непера. Т. о., затухание в местной абонентской цепи допускается в 0,645 непера, т. е. почти 5 км кабеля $\varnothing 0,5$ мм.

Коэф-т километрического затухания β определяется ф-лой:

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2} [V(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2) + RG - \omega^2 LC]},$$

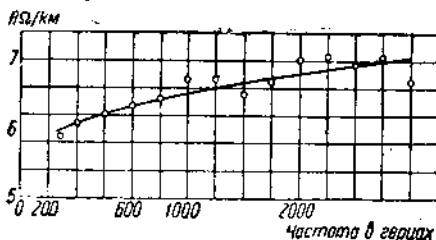
где: 1) R —омическое сопротивление переменному току 1 км линии (т. е. прямого и обратного провода). Для медных, бронзовых и алюминиевых проводов это сопротивление одинаково с сопротивлением постоянному току и определяется ф-лой:

$$R = 2000 \cdot \frac{\rho}{q} \text{ } \Omega/\text{км},$$

при чем $q = 0,784d^2 \text{ мм}^2$.

Табл. 8. Удельное сопротивление ρ при 20° С и его увеличение $\Delta\rho$ при возрастании темп-ры на 1° С.

	Железо	Медь	Бронза	Алюминий
ρ	0,1250	0,0175	0,0200	0,0400
$\Delta\rho$	0,0045	0,0037	0,0038	0,0039



Черт. 83.

Сопротивление железных проводов переменному току вследствие влияния скин-эффекта увеличивается с увеличением частоты тока и определяется с помощью табл. 9.

Сопротивление биметаллических проводов зависит от содержания меди в оболочке и от величины ρ сердечника; подсчитывается весьма сложно с помощью функций Бесселя и Ганкеля, поэтому необходимо при расчетах основываться на заводских данных.

Для примера на черт. 83 приведена кривая сопротивления 1 км биметаллической линии (прямого и обратного проводов) в зависимости от частоты переменного тока, полученная при измерении первой партии 4-мм провода, изготовленного заводом «Серп и Молот». Сопротивление постоянному току прямого и обратного провода— $R = 6,2 \text{ } \Omega/\text{км}$;

2) L —самоиндукция 1 км линии, измеряемая в генри; для меди, бронзы и алюминия при частотах до $f = 10\,000$:

$$L = [9,21 \cdot \lg(\frac{a}{r} + 1)] \cdot 10^{-4} \text{ Н/км},$$

где: r —радиус провода в см, a —расстояние между проводами в см. Для железа величина L определяется с помощью табл. 10.

Для биметаллических проводов диам. 4 мм с расстоянием между проводами—60 см величина L представлена на черт. 84.

Табл. 9. Данные для определения сопротивления железных проводов при переменном токе.

ar	R'/R	ar	R'/R
0,25	1,0000	2,00	1,6778
0,50	1,0001	2,50	2,0430
0,75	1,0258	3,00	2,3937
1,00	1,0805	4,00	3,0956
1,25	1,1745	5,00	3,7940
1,50	1,3180	10,00	7,3250
1,75	1,4920		

Здесь: R' —омическое сопротивление переменному току, R —омическое сопротивление постоянному току;

$$ar = r \sqrt{\pi \sigma \omega},$$

где r —радиус провода в см, σ —уд. проводимость провода в эл.-магнитных единицах, μ —магнитная проницаемость, $\omega = 2\pi f$ —круговая частота; для железа $\sigma = 7,58 \cdot 10^{-9}$, $\mu = 120 \div 150$.

Табл. 10. Данные для определения величины самондукции.

ar	$\omega L/R$	ar	$\omega L/R$
0,25	0,0313	2,00	1,373
0,50	0,1247	2,5	1,737
0,75	0,2777	3	2,093
1,00	0,4806	4	2,814
1,25	0,7136	5	3,487
1,50	0,9508	10	7,082
1,75	1,1720		

Здесь: R —сопротивление провода постоянному току, ar —то же, что в табл. 7.

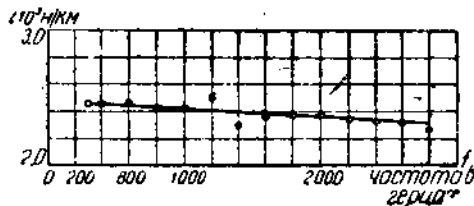
3) C —емкость на 1 км линии прямого и обратного провода по отношению друг к другу—определяется ф-лой:

$$C = \frac{10^{-8}}{82,9 \cdot \lg \frac{2a}{d}} F/\text{км},$$

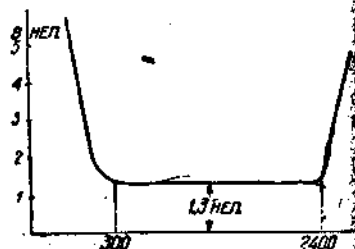
где a —расстояние между проводами в см, d —диам. проводов в см.

4) G —проводимость изоляции между прямым и обратным проводами на 1 км линии в сименсах—при расчетах принимается равной $1 \cdot 10^{-6}$ сименс.

Если полное затухание в телефонной цепи между оконечными пунктами превышает 3,5 непер, то в промежуточных пунктах устанавливаются описанные выше телефонные трансляции для усиления затухающей на отдельных участках цепи мощности телефонных токов.



Черт. 84.



Черт. 85

Для обеспечения устойчивой работы промежуточного усилителя необходима правильная установка регуляторов усиления. При установке регуляторов усиления необходимо руководствоваться: 1) остаточным затуханием линии; 2) уровнем передачи; 3) суммарным усилением обоих усилительных элементов промежуточного усилителя.

Под остаточным затуханием линии понимается разность между суммой всех затуханий, действующих в цепи, и суммой усиления включенных в цепь усилителей. Для получения наименее искаженной передачи речи необходимо, чтобы частотная характеристика остаточного затухания в пределах спектра разговорных частот, подлежащего обязательной передаче по линии (от 300 до 2400 Нз), представляла прямую линию, параллельную оси абсцисс (черт. 85). Абсолютная величина остаточного затухания, определяющая громкость передачи, не д. б. больше $b_r = 1,3$ непер; часто принимают $b_r = 1$ неперу.

Для достижения заданной величины остаточного затухания при определении требуемой от усилителей степени усиления можно пользоваться след. ф-лами. Положим, что имеется пять усилительных участков между двумя оконечными станциями. Затухания на усилительных участках пусть будут равны b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 , а искомые усиления усилителей s_1, s_2, s_3, s_4 ; b_r —остаточное затухание. Тогда усиление первого усилителя определяется выражением:

$$s_1 = b_1 + \frac{b_2}{2} - \frac{b_r}{2}.$$

Усиление средних усилителей:

$$s_2 = \frac{b_3 + b_2}{2}; \quad (2)$$

$$s_3 = \frac{b_4 + b_1}{2}. \quad (3)$$

Усиление второго крайнего усилителя:

$$s_4 = \frac{b_4}{2} + b_5 - \frac{b_7}{2}. \quad (4)$$

Аналогично может быть составлена ф-ла и при ином числе усилителей. При условии определения величин усиления по указанным ф-лам остаточное затухание линии будет иметь заданную величину.

Уровнем передачи мощности называется половина натурального логарифма из отношения мощности, действующей в рассматриваемой точке линии P , к мощности, принятой за нормальную P_0 , т. е. уровень передачи равен:

$$p = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_0}. \quad (5)$$

В качестве нормальной мощности Международным консультативным комитетом по дальней телефонии принята мощность в 1 мW. Если мощность в рассматриваемой точке линии будет больше, чем 1 мW, то уровень будет положительным, а если меньше, то отрицательным. Если мощность в какой-либо точке равна 1 мW, то говорят, что этой точке соответствует нулевой уровень.

Как известно, мощность P_e в какой-нибудь точке линии, замкнутой на свое волновое сопротивление, или бесконечно-длинной линии в зависимости от мощности, приложенной к началу линии P_a , определяется выражением:

$$P_e = P_a \cdot e^{-2\beta l}, \quad (6)$$

где β — коэф-т затухания и l — расстояние рассматриваемой точки от начала линии.

Введем в это выражение уровень передачи, пользуясь ф-лой (5). Для начала линии:

$$p_a = \frac{1}{2} \ln \frac{P_a}{P_0}, \text{ или: } \frac{P_a}{P_0} = e^{2p_a}.$$

Для рассматриваемой точки:

$$p_e = \frac{1}{2} \ln \frac{P_e}{P_0}, \text{ или: } \frac{P_e}{P_0} = e^{2p_e}.$$

Разделим теперь обе части уравнения (6) на P_0 :

$$\frac{P_e}{P_0} = \frac{P_a}{P_0} \cdot e^{-2\beta l}.$$

Подставляя значения $\frac{P_e}{P_0}$ и $\frac{P_a}{P_0}$, найденные раньше, находим:

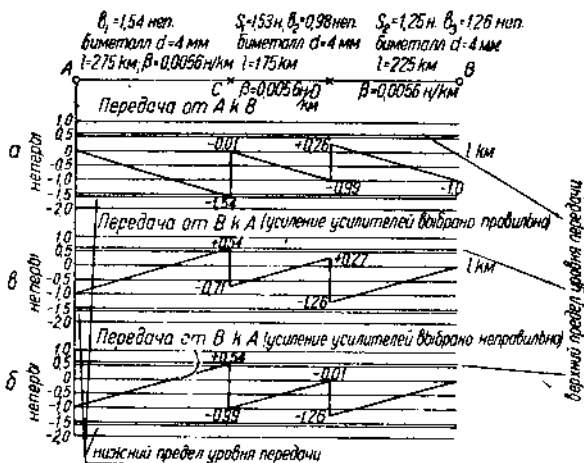
$$e^{2p_e} = e^{2p_a} \cdot e^{-2\beta l}$$

или окончательно:

$$P_e = P_a - \beta l. \quad (7)$$

Из ф-лы (7) видно, что уровень мощности является прямолинейной ф-ией расстояния. Разность уровней двух точек линии равна затуханию на участке линии, разделяющем их.

Наименьшее значение уровня передачи согласно международным нормам не д. б. меньше $P_{\min} = -1,6$ непера, а наивысшее значение не д. б. больше $P_{\max} = +0,5$ непера. Величина $P_{\min}$ обусловлена влиянием соседних линий. Если уровень передачи в какой-либо точке цепи будет меньше $P_{\min}$, то



Черт. 86.

слышимость разговора, передаваемого от цепи, и помех со стороны соседних линий будет одинакова, т. к. уровень помех доходит до $P = -1,7$ непера.

Для того, чтобы помехи не нарушали разговора, уровень передачи разговора должен лежать выше уровня помех.

Величина $P_{\max}$ определяется влиянием на соседние цепи, к-рое будет тем больше, чем больше уровень передачи.

Аналогично м. б. найдены выражения для уровней передачи напряжения и тока, при чем нормальными величинами напряжения и тока приняты: $V_0 = 0,775 \text{ В}$ и $I_0 = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ (эффективные значения). В случае линии, замкнутой на волновое сопротивление, уровни напряжения и тока являются так же, как и уровень мощности, прямолинейными ф-циями расстояния. Равным образом разность уровней напряжения, или тока двух точек линии, равна затуханию участка линии, заключающемуся между этими точками.

При проектировании дальних телефонных сообщений, оборудованных промежуточными усилителями, строится т. н. диаграмма уровня передачи, представляющая графически ожидаемый уровень передачи в каждой точке цепи. На черт. 86 представлена диаграмма уровня передачи, относящаяся к биметаллической цепи с проводами диам. 4 мм и длиной 675 км. В цепь включены два промежуточных усилителя. Усиление усилителей рас-

считано по ф-лам (1)–(4), при чем остаточное затухание цепи было задано $\delta_r = 1$ неперу. На чертеже помимо диаграммы уровня передачи нанесены прямые, представляющие верхний и нижний пределы уровня передачи. Если каждому из усилителей рассматриваемой цепи в каждом направлении дать одно и то же усиление, рассчитанное по формулам (1)–(4), то в усилителе С сумма усилений обоих усилительных элементов будет равна 3,06 непера, а в усилителе D—2,5 непера (при частоте $f=800$ Hz). Усилитель С в том случае, если оба усилителя настроены с одинаковой степенью точности, будет работать менее устойчиво, чем усилитель D. Это объясняется тем, что ток обратной связи, проходящий через усилительные элементы последовательно, усилится в большей степени в усилителе С. Чтобы все усилители работали одинаково устойчиво, необходимо, чтобы сумма усилений усилительных элементов прямого и обратного направлений во всех усилителях была одна и та же. На том же черт. 83 показано, какое усиление должны развивать усилительные элементы обратного направления, чтобы было удовлетворено условие работы усилителей с одинаковой степенью устойчивости. Т. о., усилитель прямого направления (передача от А к В) в пункте С должен давать усиление в 1,53 непера, а обратного направления—1,25 непера; в пункте D—соответственно 1,25 и 1,53 непера. Эти цифры определяют положение регуляторов усиления усилителей. Если, напр., зависимость между усилением и положением регуляторов усиления м. б. представлена след. цифрами (при $f = 800$ Hz):

Положение регулятора усиления.	1	2	3	4	5	6
Усиление в неперах.	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7

то в усилительном пункте С регулятор усиления, относящийся к направлению АВ, должен стоять в положении 4, а второй регулятор усиления—в положении 2. Регуляторы усиления в пункте D устанавливаются, исходя из тех же соображений.

Если неизвестно, какое усиление дают усилительные элементы при разных положениях регуляторов усиления, то необходимо перед пуском в действие усилителя произвести измерения усиления. Эти измерения усиления должны производиться также периодически, дабы всегда иметь уверенность в том, что усилитель дает требуемое от него усиление.

VII. Специальная транспортная связь с избирательным вызовом.

§ 1. Диспетчерская телефонная селекторная связь.

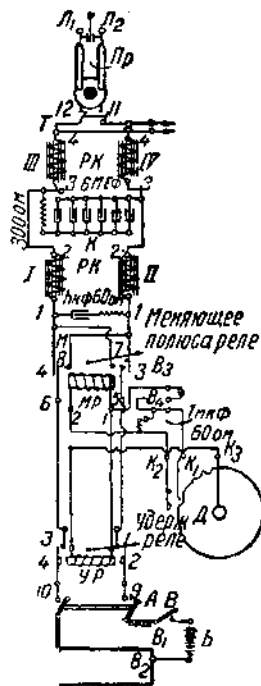
Применяется для регулирования движения поездов и руководства вагонным хозяйством. Сущность данной системы состоит в след. Все станции какого-либо участка в 100—200 км снабжаются специальными приборами для получения вызова—селекторами и аппаратами для разговора и включаются в одну телефонную линию. На распорядительной станции, находящейся в конце участка, имеются приборы для посылки вызова и для разговора (черт. 87). Находящийся на распорядительной станции диспетчер может вызвать для разговора по желанию любую из станций обслуживаемого им участка, при чем на других станциях вызова при этом не получается. Если какой-либо из станций требуется переговорить с диспетчером, то для этого необходимо на этой станции снять с рычага телефонную трубку и произнести слово: «диспетчер»,—и этот вызов будет услышан диспетчером, т. к. разговорный аппарат диспетчера постоянно включен в линию.

§ 2. Вызывные приборы и расчет вызывных батарей.

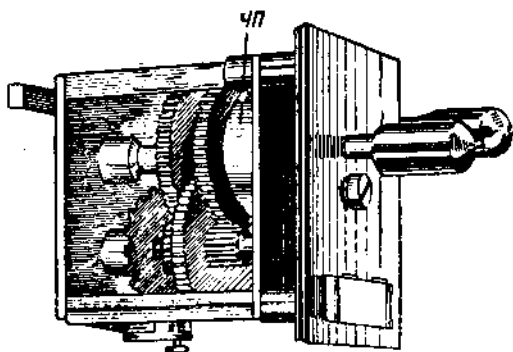
Общая схема вызывных приборов приведена на черт. 87. Порядок посылки и получения вызова по этой схеме след. Для вызова какой-либо станции своего участка диспетчер поворачивает по часовой стрелке на четверть оборота рукоятку повертывающего по часовой стрелке на соответствующую станцию; по отпуски рукоятки под действием часовой пружины ЧП кодированный диск D этого ключа (черт. 87) начнет вращаться против часовой стрелки и сделает полный оборот. В начале вращения

кодированного диска ключа пружина K_1 выйдет из выемки этого диска и образует с ним контакт, вследствие чего подействует реле $УР$, называемое удерживающим, которое замкнет контакты 1—2 и 3—4 и включит вызывную батарею B через предохранитель и через максимальный выключатель AB .

Пружина K_1 должна иметь контакт с кодовым диском в течение всего времени вращения, а для того, чтобы в случае возможного разрыва контакта при прохождении пружины K_1 над зубцами кодового диска реле $УР$ не отпустило свой якорь и не выключило бы вызывной батареи B , оно снабжается на конце медной шайбой, что замедляет



Черт. 87.



Черт. 88.

отпускание якоря реле и удерживает от размыкания контакты 1—2 и 3—4; поэтому это реле и имеет название удерживающего.

При замыкании контактов 1—2 и 3—4 на линию через контакты реле $МР$ и через фильтр $РК$ — $РК$ посылается первый импульс. При дальнейшем вращении кодового диска D при восходе пружины K_1 на вершину зубца 1 замыкается контакт между пружинами K_1 и K_2 , отчего подействует меняющее полярность реле $МР$ и полярность посылок на линию изменится (если вначале в провод $Л_2$ подавался $+BB$, то теперь будет подаваться минус); при попадании конца пружины K_1 в выемку между зубцами кодового диска ток в цепи реле $МР$ разрывается, реле отпускает свой якорь и полярность посылок на линию снова изменится.

Т. о., соответственно зубцам и выемкам кодового диска на линию будут посылаться импульсы тока двух направлений. В принятой в СССР системе

вызова на линию посылаются 17 рабочих импульсов, разделенных на три серии, и один отбойный, возвращающий, импульс; напр., может быть послано сначала четыре импульса, затем пять и наконец 8 импульсов (4—5—8); всех возможных комбинаций при числе импульсов 17 и при разделении их на три серии будет 78, следовательно, можно будет включить параллельно в одну и ту же линию 78 аппаратов. Разделение всех импульсов на три серии производится посредством сегментов, перекрывающих часть зубцов и выемок кодового диска.

Импульсы вызывного тока воспринимаются всеми селекторами (т. к. селекторы включены в линию параллельно), но вызов получается лишь на той станции, где селектор имеет ту же настройку, что и вызывной ключ, приведенный во вращение на распорядительной станции.

Селектор представляет собою чувствительное поляризованное реле, к-рое при прохождении тока притягивает свой якорь к одному из полюсных наконечников в зависимости от полярности тока. С якорем селектора связана система рычагов, передающих движение якоря кодовому колесу селектора, к-рое перемещается против часовой стрелки шагообразно по мере воздействия импульсов тока на реле.

«Настройка» селектора заключается в том, что на кодовом колесе его устанавливаются в определенном порядке штифты, к-рыми колесо сцепляется с тормозной пружиной по окончании послыски импульсов каждой серии.

По окончании звонка на вызываемой станции посылаются отбойный импульс с распорядительной станции, и кодовые колеса селекторов, задержавшиеся на штифтах, возвращаются в исходное положение. По окончании вращения кодового колеса пружина K_1 входит в выемку диска и размыкает цепь удерживающего реле $УР$, к-рое отпускает якорь и отключает батарею B от линии.

Во время работы звонка на распорядительной станции в телефоне или репродукторе диспетчера слышен треск, т. к. на зажимы линии через сопротивление порядка 50 000 Ω при этом подается переменное напряжение. Вместо сопротивления в 50 000 Ω можно применять конденсатор емкостью от 0,01 до 0,1 μF .

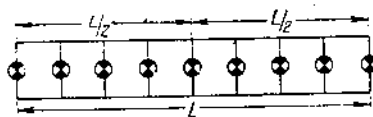
Процесс послыски вызывных токов нужно рассматривать как обычный процесс передачи переменного тока, при чем частота в данном случае при времени вращения ключа 7,5 ск. будет равна 3,6 Hz.

Сопротивление конденсатора в 2 μF для этой частоты будет примерно равно индуктивному сопротивлению селектора, самоиндукции к-рого порядка 900—1000 H, и, следовательно, для данной частоты мы имеем резонанс напряжений, поэтому потребное напряжение для работы селектора будет наименьшим.

Селектор начинает работать при напряжении в 45 V от тока в 1,5 mA. При двукратном запасе будем иметь напряжение для работы селектора 90 V и ток при этом — 3 mA.

При расчете напряжения вызывной батареи без наложения телеграфной работы, имея какой-либо участок длиной L с сопротивлением R и числом селекторов n , можно считать все селекторы (с дополнительными сопротивлениями) сосредоточенными в середине участка; тогда найдем падение напряжения до этой точки:

$$\Delta V = 0,003 \cdot n \cdot \frac{R}{2}$$

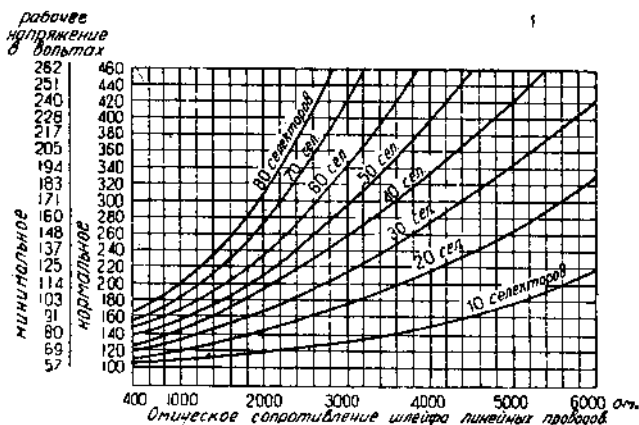


Черт. 89.

Прикладывая рабочее напряжение в 90 V, получим полное напряжение вызывной батареи:

$$E = 0,003 \cdot n \cdot \frac{R}{2} + 90$$

Для подсчета напряжения вызывных батарей можно пользоваться расчетными кривыми фирмы Вестерн, представленными на черт. 90.

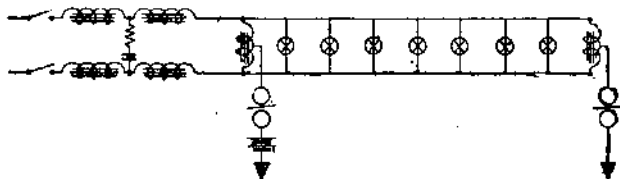


Черт. 90.

Расчет дополнительных сопротивлений в цепях без наложения телеграфной работы и без ответвлений ведется по след. ф-лам:

$$R_n = R_{n-1} + n \cdot r_n$$

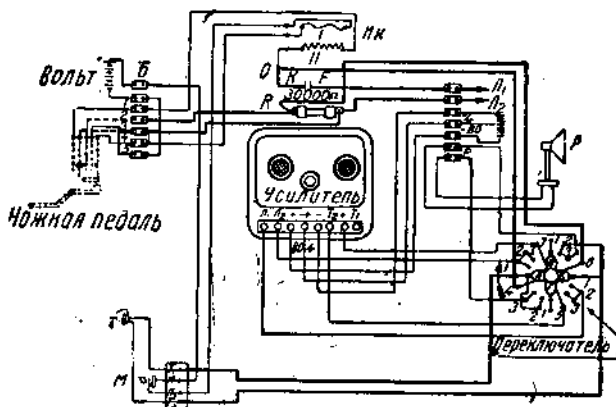
где: R_n — дополнительное сопротивление у n -ого селектора, считая от конца цепи, R_{n-1} — то же у предыдущего селектора, r_n — сопротивление проводов перегона, лежащего за n -ым селектором, n — число перегонов до n -ого селектора, считая от конца цепи.



Черт. 91.

У селектора в ответвлении от магистрали $R'_n = R'_{n-1} - r'_n n'$, где: n' — число перегонов от R'_{n-1} до конца ответвления, r'_n — сопротивление проводов на перегоне между R'_n и R'_{n-1} . Счет селекторов ведется: от конца цепи до ответвления, затем до конца ответвления и наконец от начала ответвления до распорядительной станции.

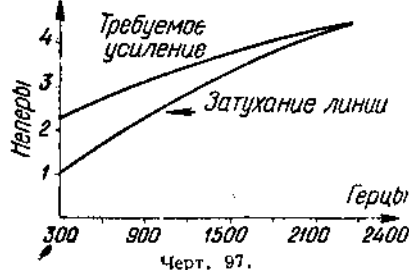
Наложение телеграфной работы производится посредством катушек



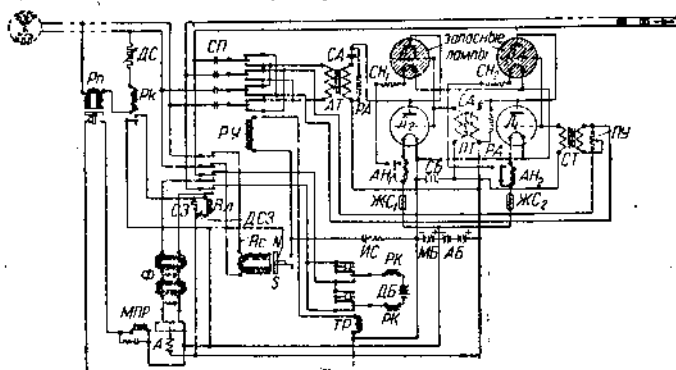
Черт. 96.

§ 4. Диспетчерские трансляции.

В виду выявившейся потребности в удлинении диспетчерских участков (при дорожной диспетчерской связи и при связи вагонного диспетчера) потребовалось транслирование как разговорных, так и вызывных токов. Предложенная А. Ф. Булатом схема такой трансляции представлена на черт. 98. По данной схеме трансляция в разговорном отношении работает как симплексная, не требуя искусственных линий. Нормально трансляция усиливает ток в сторону диспетчера, но при нажатии диспетчером педали одновременно в линию посылается постоянный ток, действующий на управляющее реле РУ, которое переключает входные клеммы двухлампового усилителя на выходные, и трансляция при этом усиливает разговор



Черт. 97.



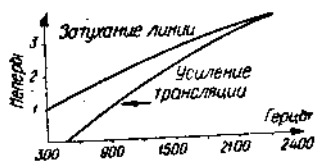
Черт. 98.

в направлении от диспетчера. Транслирование вызывных токов происходит посредством реле P_n , замыкающего и размыкающего цепь быстродействующего реле MIP , к-рое посылает от своей вызывной батареи импульсы обоих знаков соответственно импульсам, действующим на реле P_n . Перед началом посылки импульсов реле P_k замыкает цепь реле R_k , к-рое включает батарею в линию.

Диспетчерские трансляции должны устанавливаться на расстоянии 175—200 км одна от другой при железных проводах диам. 5 мм.

Кривая усиления трансляций разговорных токов в диапазоне частот 300—2400 Hz должна находиться в определенном соответствии с кривой затухания линии (черт. 99).

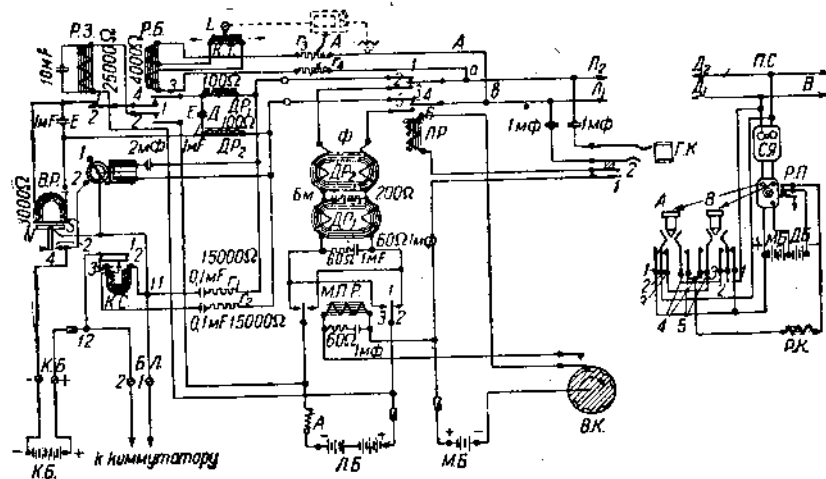
При наличии, напр., одной трансляции посредине участка в 350 км длиной усиление трансляции должно идти на низких частотах ниже кривой затухания участка в 175 км длиной; тогда затухание низких частот за трансляцией будет ближе подходить к затуханию высоких частот и искажение уменьшится.



Черт. 99.

§ 5. Постапционная селекторная телефонная связь.

Эта связь предназначается для сношения агентов всех отделов и служб дороги между собой. Она представляет линию в 100—200 км длиной, в



Черт. 100.

к-рую включено 10—20 селекторных аппаратов. Линия эта по своим концам включена в коммутаторы местных телефонных станций, так что абоненты данной линии могут не только вести переговоры друг с другом, но и вызывать и быть вызванными абонентами местных телефонных станций, для чего телефонистки последних снабжаются комбинированными ключами.

Схема устройств постанционной связи, предложенная А. Ф. Булатом, представлена на черт. 100. По этой схеме абонент вызывает распорядительную станцию нажатием кнопки А при снятой м.-тф. трубке, благодаря чему в линию посылается ток от местной вызывной батареи МБДБ, приводящей в действие якорь поляризованного реле ВР; это реле замкнет цепь вызывного сигнала на коммутаторе и цепь прерывателя КС, при работе которого возникают экстратоки, к-рые слышны в телефоне вызывающего абонента, свидетельствуя о получении вызова.

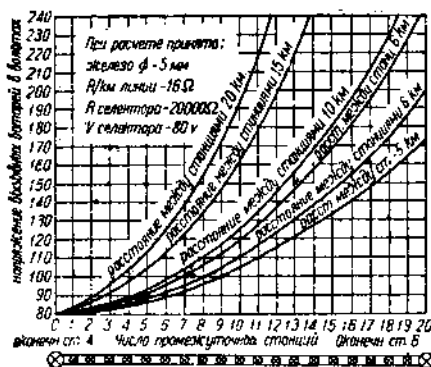


Черт. 100-а.

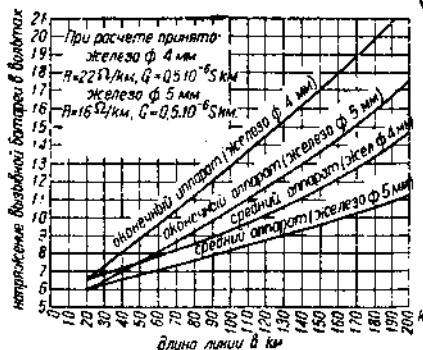
После опроса абонента телефонистка посылает вызов комбинированным ключом, при чем порядок прохождения вызова аналогичен порядку в системе диспетчерской связи.

Назначение реле РБ и РЗ: 1) разрывать путь входящего селекторного вызывного тока в реле ВР и 2) разрывать путь исходящего селекторного тока в реле ВР.

Дополнительные сопротивления при селекторах или совсем не ставятся, или ставятся так: максимальное сопротивление—в середине участка, уменьшающееся к концам, т. к. вызовы посылаются с двух концов участка.



Черт. 101.



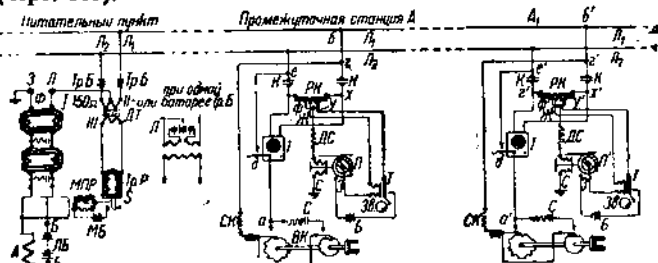
Черт. 102.

Для определения величин напряжения вызывных батарей на оконечной и промежуточной станции можно пользоваться кривыми, приведенными на черт. 101 и 102.

§ 6. Линейно-путевая взаимно избирательная телефонная связь.

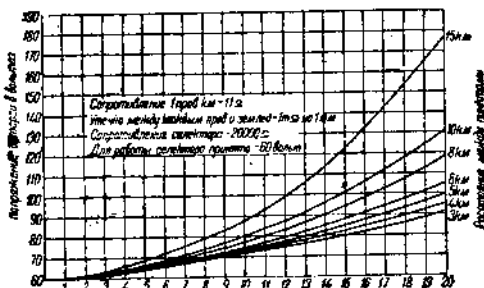
Линейно-путевая связь служит для сношения между собою агентов службы пути и дежурных по станции. Аппаратура использована такая же, как и в диспетчерской связи, но в данной системе каждый пункт может вызвать любой из включенных в данную цепь аппаратов. Здесь также предусмотрены возможность циркулярного разговора и контроль вызова. В применяемой на ж.-д. транспорте системе линейно-путевой взаимно избирательной связи, предложенной А. Ф. Булатом, посылка вызова с «пита-

тельного пункта» происходит по искусственной цепи из двух проводов с землей (черт. 103).

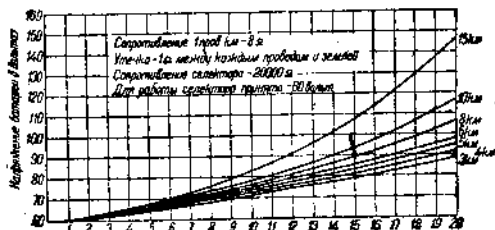


Черт. 103.

Порядок прохождения вызова следующий. Абонент промежуточной станции А для вызова другой станции устанавливает на вызывном ключе соответствующую настройку и поворачивает рукоятку ключа. При вращении кодового диска ключа происходят замыкание и размыкание контактов ключа соответственно настройке. В линейной обмотке тр-ра при этом протекают токи, индуктирующие во вторичной обмотке эдс, и в цепи транслирующего поляризованного реле *ТрР* также появляются импульсы тока, заставляя реле замыкать и размыкать контакт цепи быстродействующего реле *МПР*. Быстродействующее реле переключает свои контакты и производит этим посылку в линию импульсов тока соответственно настройке ключа. Эти вызывные селекторные токи проходят по двум проводам линии параллельно и через конденсаторы *К* и реактивную катушку *РК* идут в селектор, а из него в землю к другому полюсу батареи.



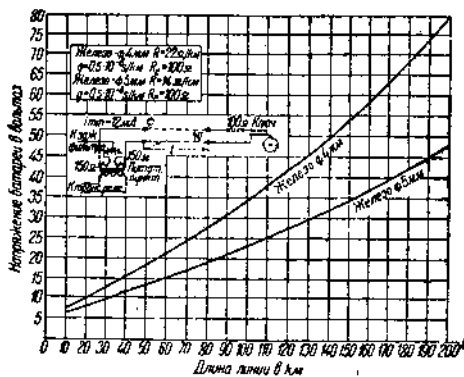
Черт. 104.



Черт. 105.

В виду посылки вызова по двум проводам параллельно сопротивление проводов линии очень мало (в 4 раза меньше, чем при обычной

Для контроля вызова на реактивной катушке имеется обмотка с небольшим числом витков, через к-рую замыкается цепь звонка, так что при работе звонка в линию будут поступать токи звонковой частоты, свидетельствуя о работе звонка.



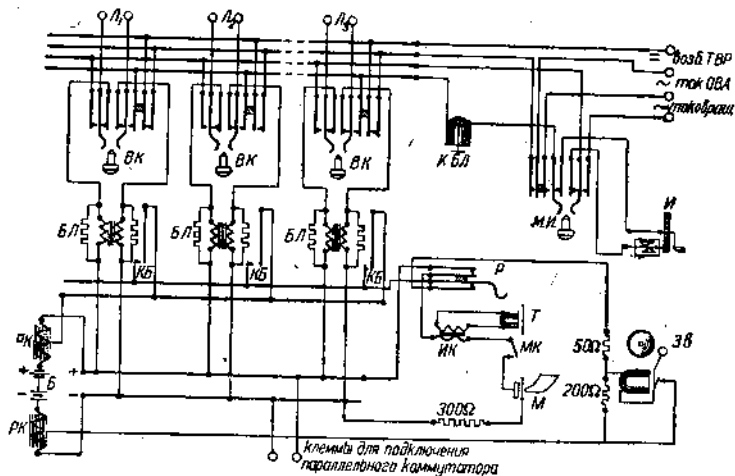
Черт. 106.

Зная сопротивление цепи и принимая рабочую силу тока в 12 мА, получим различные напряжения в зависимости от длины участка.

Для подбора напряжения Тр.Б можно также пользоваться диаграммой черт. 106.

§ 7. Связь станционного диспетчера.

У диспетчера находится кнопочный коммутатор системы ЦБ, в к-рый включены все руководимые им пункты. Схема такого коммутатора, пред-



Черт. 107.

диспетчерской связи), и дополнительных сопротивлений можно не ставить.

Напряжение батареи ЛБ подсчитывается по Ф-ле (без учета утечки и при наличии дополнительных сопротивлений):

$$E = 0,003 n \cdot \frac{R}{2} + 90,$$

где: n — число селекторов, R — сопротивление проводов.

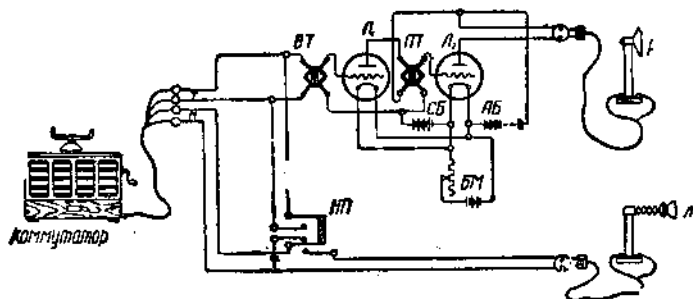
Можно также пользоваться диаграммами для определения напряжения вызывной батареи (черт. 104 и 105).

Напряжение батареи для работы транслирующего реле подсчитывается по закону Ома.

Вложенного А. Ф. Булатом, представлена черт. 107. Вызов от абонента в этой схеме получается на бленкере БЛ, к-рый замыкает цепь звонка через

контакт КБ. При работе звонка абонент слышит контроль его работы, т. е. питательная цепь звонка замыкается также через реактивные катушки (через часть). Посылка вызова абоненту производится нажатием кнопки ВК: при этом в линию посылается ток или от машинного индуктора, или от токовращателя, или от ручного индуктора. При разговоре двух или более абонентов питание их микрофонов проходит через общие реактивные катушки РК. Вызывные бленкера шунтированы омическими сопротивлениями для уменьшения затухания разговорных токов.

Питание микрофона диспетчера происходит через те же реактивные катушки РК и через дополнительное сопротивление в 300—500 Ω .



ерт.

Для облегчения условий работы диспетчера вместо телефона он снабжается усилителем с громкоговорителем; схема включения громкоговорителя—черт. 108.

VIII. Конструкции воздушных линий и вводов.

§ 1. Конструкции воздушных линий связи старого типа.

Конструкции воздушных линий связи старого типа характеризуются деревянными столбами с рельсовыми основаниями, в к-рые в шахматном порядке ввернуты железные крючья. На крючья с помощью просмоленной пакли (каболки) насажены фарфоровые изоляторы для подвески стальных (железных) или медных проводов.

В нек-рых исключительных случаях (при подходе к крупным узловым ж.-д. пунктам) вместо крючьев применяются железные или дубовые траверсы с железными штырями.

Размеры столбов, применявшихся до 1932 г., для таких конструкций указаны в табл. 11.

Глубина зарытия столбов наиболее употребительных из этих размеров указана в табл. 12.

Срок службы не пропитанных антисептиками столбов: дубовых—от 8 до 15 лет, сосновых—от 6 до 10 лет; срок службы столбов в рельсовых основаниях—в $1\frac{1}{2}$ —2 раза больше указанных сроков.

Число столбов на 1 км зависит от: 1) числа проводов, 2) диам. проволоки, 3) топографических и климатических условий местности. При

Табл. 11. Конструкции столбов воздушных линий связи старого типа.

Местонахождение линии	Ч и с л о п р о в о д о в											
	1—4			5—8			9—12			13—18		
	Высота столба в м			Н			Н			Н		
	при устан.- ке столба в грунте	при устан.- ке в рельсов. основании	Диам. столба в верх- нем отрубе см	при устан.- ке в грунте	при устан.- ке в рельсов. основании	Диам. столба в верх- нем отрубе см	при устан.- ке в грунте	при устан.- ке в рельсов. основании	Диам. столба в верх- нем отрубе см	при устан.- ке в грунте	при устан.- ке в рельсов. основании	Диам. столба в верх- нем отрубе см
Вдоль железных и грунтовых дорог:												
а) в случае применения траверс	7,5	6	14*	7,5	6,0	16	7,5	6,0	16	8,5	6,5	18
б) в случае применения крючьев	7,5	6	14	7,5	6,0	16	8,5	6,5	16	10,5	10,5	20
В городах вдоль улиц и при пере- ходах через грунтовые дороги:												
а) в случае траверс	7,5	6	14	7,5	6,0	16	8,5	6,5	16	10,5	8,5	20
б) в случае крючьев	8,5	6,5	16	10,5	8,5	18	10,5	8,5	20	10,5	—	22
В городах при переходе через ули- цы:												
а) в случае траверс	8,5	6,5	16	8,5	6,5	18	10,5	8,5	18	10,5	8,5	20
б) в случае крючьев	10,5	8,5	18	10,5	8,5	20	13,0	10,5	22	13,0	10,5	22
При переходе через жел. дороги:												
а) в случае траверс	10,5	8,5	18	13,0	10,5	20	13,0	10,5	22	13,0	10,5	22
б) в случае крючьев	13,0	10,5	22	13,0	10,5	24	15,0	12	24	—	—	24

* Данные, приведенные в числителе, относятся к дубовым и лиственным столбам, в знаменателе — к сосновым и столбам из дерева других пород.

средних климатических условиях и железных проводах диам. 5 мм число столбов, а следовательно, и длина пролета до 1/VII 1932 г. определялась по табл. 13.

Табл. 12. Глубина зарытия столбов.

Длина столбов м	Глубина зарытия м		
	в обыкновен. грунте	в твердом грунте	в скальном грунте
7,5	1,5	1,25	1,0
8,5	1,7	1,4	1,2
10,5	2,0	1,75	1,5
13,0	2,15	1,9	1,6
15,0	2,25	2,0	1,75

Табл. 13. Зависимость числа столбов от числа проводов и от длины пролетов.

Число проводов	Длина пролета м	Среднее число столбов км
1—2	80	12,5
3—8	60	16,5
9—20	50	20,0
свыше 20	40	25,0

Линейные провода. В качестве линейных проводов для телеграфной и телефонной транспортной связи применяется гл. обр. железная проволока диам. 5, 4 и 3 мм. По своему химическому составу материал этой проволоки приближается к стали; поэтому по ОСТ 2426, введенному с 1/XII 1930 г., эта проволока называется стальной. Поверхность проволоки покрывается слоем цинка или олифы. Основные эл. и механические данные проволоки приведены в табл. 14.

Табл. 14. Основные электрические и механические данные железной проволоки.

Диаметр проволоки в мм	Эл. сопротивл. 1 км проволоки при 20°С Ω	Временное сопротивл. растажен. кг	Вес 1 км проволоки кг	Вес куска проволоки (1 круг) не менее кг
5	7,04	860	155—165	37
4	11,05	550	100—105	28,5
3	19,55	310	56—60	19

Проволока диам. 5 мм применяется на главных линиях, диам. 4 мм—на второстепенных линиях и 3 мм—на линиях местной телефонной связи.

До введения стандарта на проволоку на магистральных линиях ж.-д. связи в местах, подверженных гололеду, иногда применялась проволока диам. 6 мм с временным сопротивлением на разрыв 1245 кг. Эл. сопротивление этой проволоки = 4,89 Ω /км при 20° С. Вес 1 км такой проволоки—240 кг.

Для дальних телефонных цепей в качестве линейных проводов применяется также биметаллическая проволока диам. 4 мм и медная твердотяннутая диам. 4, 3,5 и 3 мм.

Для линейных проводов местных телефонных цепей кроме железной проволоки диам. 3 мм применяется бронзовая проволока диам. 1 мм и предполагается к применению биметаллическая проволока такого же диам. Эл. сопротивление 1 км бронзовой проволоки диам. 1 мм равно 51,62 Ω при 20° С. Временное сопротивление на разрыв д. б. не менее 55 кг. Вес 1 км проволоки—9 кг. Вес одного куска (круга)—5,6 кг.

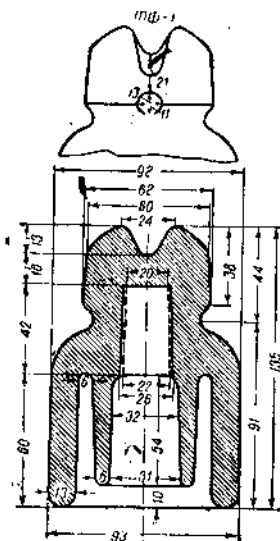
Согласно временным ТУ, разработанным НКС в мае 1930 г., эл. сопротивление 1 км биметаллической проволоки диам. 1 мм д. б. не более 44 Ω (при 15° С), временное сопротивление на разрыв д. б. не менее 58,8 кг.

Для прикрепления стальных (железных) проводов к изоляторам при старых конструкциях воздушных линий связи применяется стальная

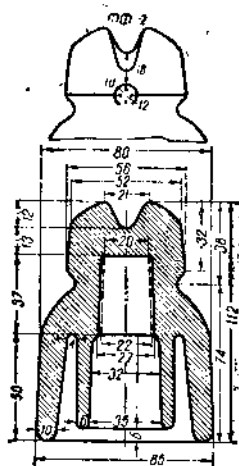
Табл. 15. Основные механические и электрические данные медной и биметаллической проволоки.

Материал проволоки	Диам. пров. мм	Эл. сопротив. пост. току 1 км пров. при 20° С	Временное сопротив. разрыву в кг	Вес 1 км пров. ложи кг	Вес куска проволоки (1 мот) кг
Биметалл.	4	2,61	765	104	29
Твердотянутая медь	4	1,42	540	113	50
	3,5	1,85	414	86,5	48
	3	2,52	330	64	35

(железная) оцинкованная проволока диам. 2, 2,5 и 3 мм в зависимости от диам. линейного провода. Медные, биметаллические и бронзовые провода прикрепляются к изоляторам медной же проволокой диам. 2,5 и 1 мм. Соединение между собой отдельных кусков стальной (железной) проволоки про-



Черт. 109.



Черт. 110.

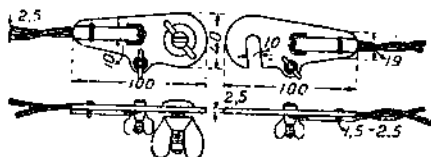
изводится или с помощью эл.-сварки, или британскими спайками. В последнем случае применяется стальная (железная) спаечная проволока диам. 1,4 и 1 мм, покрытая слоем цинка или олова. Соединение кусков медной и биметаллической проволоки производится с помощью трубок Арльда или британскими спайками. В последнем случае применяется медная проволока диам. 1 мм.

Изоляторы. Изоляторы для воздушных линий связи старой конструкции применяются трех типов:

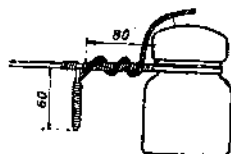
ТФ-1, «большой» (черт. 109), — при 6- и 5-мм железных и 4-мм биметал-

ков, скрученных из двух или трех кусков перевязочной проволоки. Заделка жгутиков в сжимах показана на черт. 116, а присоединение их к проводу — на черт. 117. Места соединений жгутиков со сжимом и проводом пропаиваются третником.

Для влезания на контрольные столбы в них укрепляются ступеньки, располагаемые в шахматном порядке на расстоянии 0,3 м одна от другой,



Черт. 116.



Черт. 117.

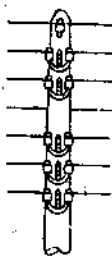
при чем нижняя ступенька должна находиться от земли на высоте 1,5 м. Ступеньки изготавливаются из старых нормальных крючьев или из четырехгранного брускового железа 19×19 мм.

Табл. 18. Основные данные крючьев.

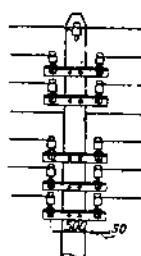
Сечение крюка	19×19 мм	15×15 мм	$\phi = 12,5$ мм
Вес 1 крюка	1075 г	555 г	229 г
Вес груза на вертикальном конце, не вызывающий деформации	278 кг	195 кг	131 кг
Вес груза, деформирующего крюк	426 кг	295 кг	197 кг

1

Вводы проводов линий старого типа в помещения станций. На оконечных станциях провода вводятся в здание с оконечных «станционных» столбов, а на промежуточных для ввода проводов в здание на линии устанавливаются т. н. разрезные столбы, к-рые бывают след. трех типов: 1) с ревизионными кронштейнами, как на контрольных столбах, с расположением кронштейнов на одной стороне столба (черт. 118); 2) с траверсами на два штыря из углового железа 50×50×8 мм (черт. 119) или из дерева 12×12 см; 3) с двойными траверсами на четыре штыря из углового железа 50×50×8 мм (черт. 120) или из дерева 12×12 см.



Черт. 118.



Черт. 119.

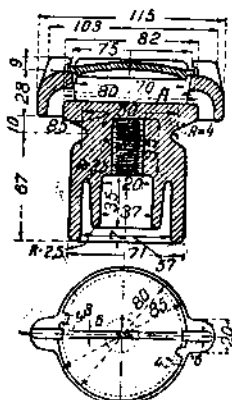


Черт. 120.

Разрезные столбы не д. б.

угловыми. Столбы первых двух типов устраиваются для воздушных вводов не более семи проводов и могут также применяться и для кабельных вводов. Столбы третьего типа устраиваются исключительно для кабельных вводов. При воздушных вводах на кронштейнах или траверсах разрезных столбов устанавливаются фарфоровые изоляторы ти-

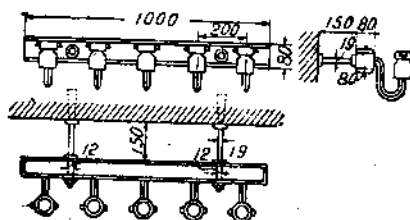
на ТФ-1, а при кабельных вводах специальные вводные изоляторы системы Гильбиха (черт. 121) *.



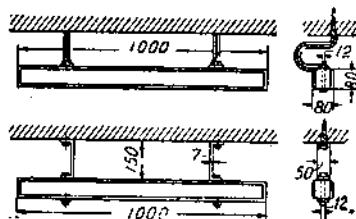
Черт. 121.

Проходящие провода подвешиваются на разрезных столбах на нормальных крюках и изоляторах. Вводимые телеграфные провода получают на разрезных столбах нормальную оконечную заделку, а телефонные—промежточную. Над каждым кронштейном и на каждой траверсе на разрезном столбе надписывается номер соответствующего провода. Вводы до 15 проводов устраиваются обычно воздушными проводами на настенных кронштейнах, но могут устраиваться также кабельными, если позволяют экономические соображения или если это вызывается местными условиями. Вводы с числом проводов более 15 устраиваются исключительно кабельные. На вводных кронштейнах устанавливаются вводные изоляторы системы Гильбиха. Вводные отверстия в стенах располагаются выше изоляторов вводных кронштейнов.

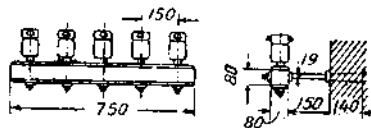
Вводные кронштейны устраиваются вертикальные и горизонтальные трех размеров: на 5, 10 и 15 проводов. Кронштейны изготовляются или железные с деревянными брусками (черт. 122—128), или целиком железные (черт. 129—131). Бруски изготовляются из дуба или другой твердой породы. Кронштейны покрываются масляной краской под



Черт. 122.



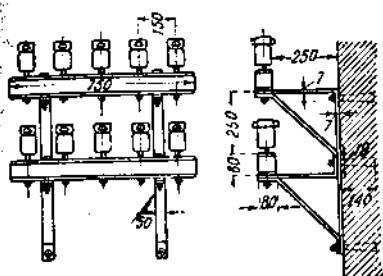
Черт. 123.



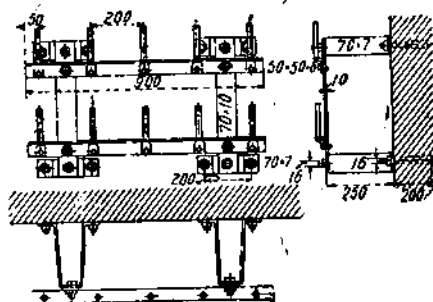
Черт. 124.

цвет здания; железные части м. б. покрыты асфальтовым лаком. В кирпичных или каменных стенах кронштейны укрепляются посредством заершенных болтов, заделываемых на цементе, гипсе или сере, а в деревянных—посредством глухарей. Кронштейны, состоящие из одного деревянного бруска, могут укрепляться в стенах посредством нормальных телеграфных крюков, к-рые в каменных стенах заделываются, как болты. Между оконечным или разрезным столбом и вводным кронштейном телеграфные провода подвешиваются из железной проволоки диам. в 2,5—3 мм. Соединение проводов на разрезном столбе—как показано на черт. 132. На вводных кронштейнах провода

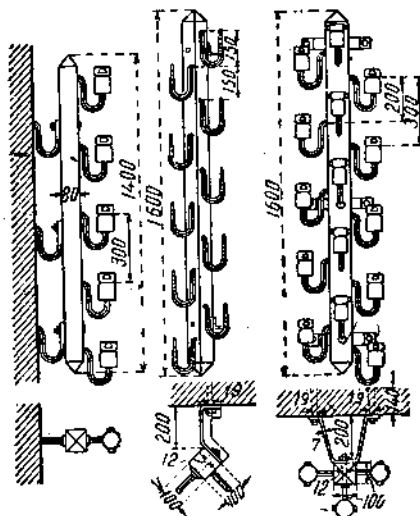
* Эти изоляторы вследствие несовершенства их конструкции в последнее время выходят из употребления.



Черт. 125.



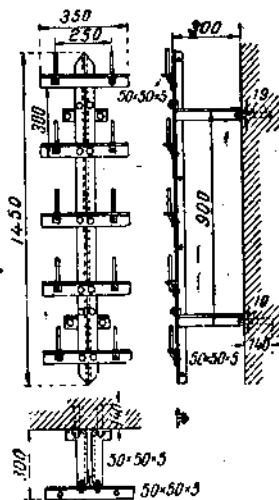
Черт. 130.



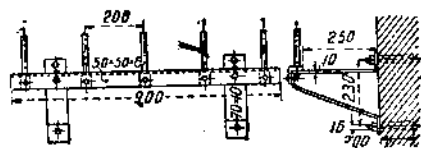
Черт. 126.

Черт. 127.

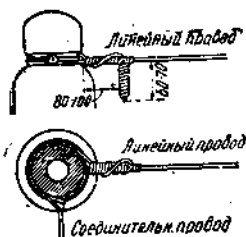
Черт. 128.



Черт. 131.



Черт. 129.

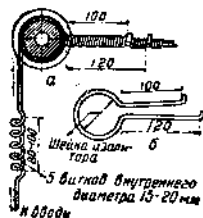


Черт. 132.

заделываются, как показано на черт. 133. На изоляторах станционного столба телефонный провод закрепляют, не разрезая его.

После закрепления на изоляторе станционного столба линейный провод вблизи столба свертывают спиралью длиной 8—10 см, состоящей из пяти витков внутреннего диам. 15—20 мм, и затем заделывают провод на изоляторе вводного кронштейна оконечной вязкой (черт. 134).

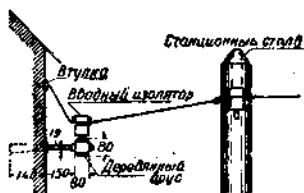
Во вводные отверстия в стенах как с наружной, так и с внутренней стороны вставляются фарфоровые втулки. Втулки устанавливаются или непосредственно в отверстиях в стенах, или на вводных досках или планках, укрепляемых на стенах и покрываемых снаружи здания масляною краскою, по возможности под цвет здания, а внутри отделяемых в соответствии с аппаратным устройством.



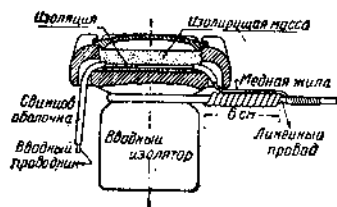
Черт. 133.

Внутри помещений провода должны вводиться свинцованным одножильным кабелем с сечением жилы ок. 1,5 мм², свитым из семи отдельных тонких проволок, покрытых слоем вулканизированной резины. Диам. такого кабеля со свинцовой оболочкой составляет ок. 6,5 мм. Временные вводы, а также вводы одиночных проводов допускается устраивать вводным проводником такой же конструкции, как и кабели, но с оплеткой вместо свинцовой оболочки.

Конец вводного кабеля или проводника освобождается от свинцовой оболочки и изоляции на длине на 10 см и пропускается через воронку и головку изолятора Гильбиха (черт. 135); после этого он подводится к наружному проводу, плотно закручивается около последнего и место соединения тщательно пропаивается. В чашку изолятора Гильбиха наливается расплавленная масса, состоящая из 3 ч. канифоли и 1 ч. воска. Второй конец вводного кабеля внутри помещения присоединяется к вводному сжиму или громоотводу.



Черт. 134.



Черт. 135.

Кабельные вводы устраиваются посредством воздушных или подземных кабелей. С воздушными проводами кабели соединяются посредством кабельных ящиков. Внутри здания кабели вводятся в отверстия в стенах или крышах.

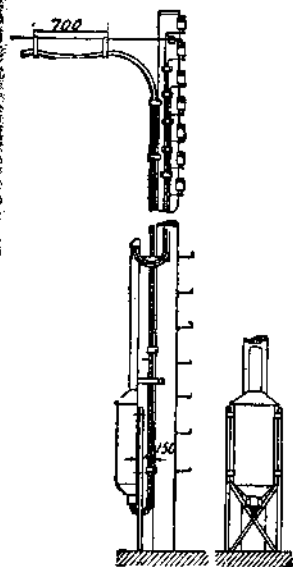
В тех случаях, когда подземные кабели поднимаются по наружной стене, они прикрепляются к ней железными скобами и защищаются деревянным или железным покрытием. Воздушные кабели закрепляются около входных отверстий так, чтобы натяжение части их, расположенной снаружи, не отражалось на вводе.

Внутри здания кабели доводятся до распределительного устройства и соединяются с последним посредством концевой заделки. При вводах ка-

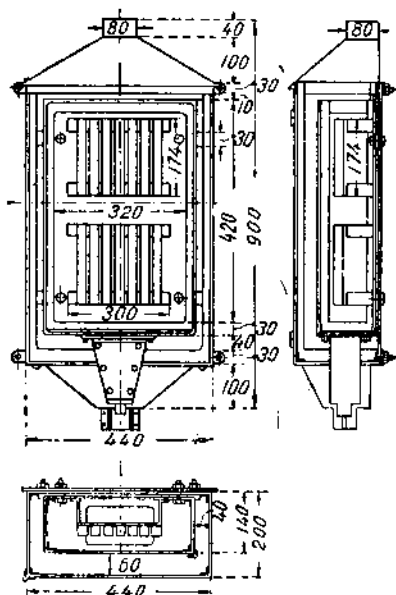
лей д. б. обращено внимание, чтобы радиусы изгибов были больше диаметра кабеля по крайней мере в 15 раз. На случай переделки концов или исправления повреждений в кабелях должен иметься свободный запас длиной в 1,5—2 м. Для вводов применяются специальные вводные кабели становленных типов. При определении числа кабельных парных жил д. б. предусмотрен запас свободных жил не менее 30% на случай замены спорченных, а также на случай развития линий связи.

Соединение воздушных проводов с кабелями устроивается, как показано на черт. 136.

У основания оконечного или разрезного столба, на высоте не менее 50 см, на особой стойке из рельса или углового железа устанавливается кабельный ящик.



Черт. 136.



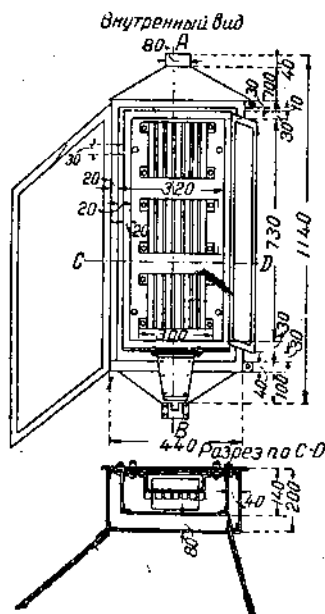
Черт. 137.

Для ввода проводов в кабельный ящик употребляются вводные кабели, применяемые при воздушных вводах. Соединение их с голыми проводами на столбах делается так же, как на вводных кронштейнах. По выходе из воронок изоляторов они собираются в один или два пучка и параллельными рядами спускаются по столбу до желоба кабельного ящика.

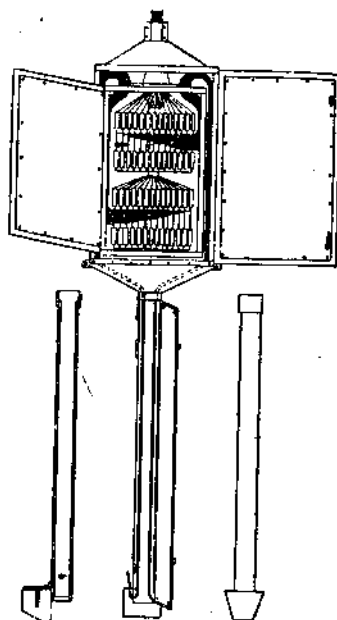
К столбу провода прикрепляются скобками из проволоки, листового железа или меди.

Кабельные ящики конструируются по типам, показанным на черт. 137—139, и изготавливаются из углового, полосового и листового железа. Ввод проводников в кабельный ящик и прокладка их внутри его показаны на черт. 140.

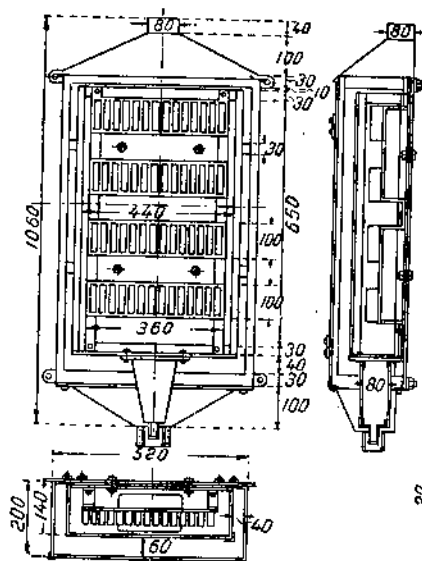
Для защиты вводных кабелей от грозовых разрядов и сильных токов на задней стенке внутреннего шкафа кабельного ящика на железных подстав-



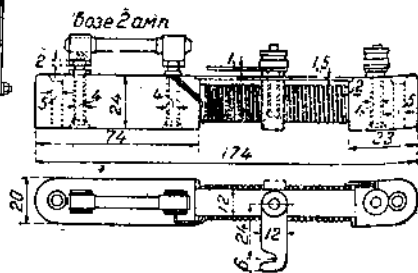
Черт. 138.



Черт. 140.



Черт. 139.



Черт. 141.

Табл. 19. Основные размеры

Табл. 19. Основные размеры

Расчетное число проводов			Тип линии О (негололедный район)							Расчетное число проводов			Тип линии Н			
			колич. столбов на 1 км	общ. высота столба в м	диам. столба в вершине у поверхности земли	глубина заделки в м	Напряжение у поверхности грунта в кг/см ² от давл. ветра в 80 кг/см ²						колич. столбов на 1 км	общ. высота столба в м	диам. столба в вершине у поверхности земли	
							нового столба	при под- гивании по радиусу								
								1 см	1,5 см							2 см
4 мм	5 мм	всего	колич. столбов на 1 км	общ. высота столба в м	диам. столба в вершине у поверхности земли	глубина заделки в м	нового столба	1 см	1,5 см	2 см	4 мм	5 мм	всего	колич. столбов на 1 км	общ. высота столба в м	диам. столба в вершине у поверхности земли

Магистральные линии вдоль

2	2	4	16	5,5	$\frac{12}{15,44}$	1,2	83	125	158	200	2	2	4	20	5,5	$\frac{13}{16,44}$
2	4	6	16	6,5	$\frac{13}{17,24}$	1,2	107	154	189	235	2	4	6	20	6	$\frac{15}{18,84}$
3	9	12	20	6	$\frac{15}{18,76}$	1,3	110	154	170	227	3	9	12	24	6	$\frac{18}{21,76}$
6	18	24	20	6	$\frac{20}{23,6}$	1,5	104	127	157	180	6	18	24	24	6	$\frac{23}{26,6}$
10	30	40	24	7	$\frac{22}{26,64}$	1,7	112	142	162	185	10	30	40	32	7	$\frac{25}{29,24}$

Магистральные линии вдоль

2	2	4	16	6	$\frac{12}{15,84}$	1,2	96	145	184	233	2	2	4	20	6	$\frac{13}{16,84}$
2	4	6	16	6,5	$\frac{13}{17,24}$	1,2	107	154	189	235	2	4	6	20	6,5	$\frac{15}{19,24}$
3	9	12	20	6,5	$\frac{15}{19,16}$	1,3	118	164	196	240	3	9	12	24	6,5	$\frac{18}{22,16}$
6	18	24	20	6,5	$\frac{20}{24}$	1,5	108	140	161	186	6	18	24	24	6,5	$\frac{23}{27}$
10	30	40	24	7,5	$\frac{22}{26,64}$	1,7	121	153	172	197	10	30	40	32	7,5	$\frac{25}{29,64}$

Низовая связь

3 мм	4 мм										3 мм	4 мм				
2	2	4	12	6,5	$\frac{12}{16,24}$	1,5	104	154	191	242	2	2	4	16	6	$\frac{13}{16,84}$
2	4	6	12	7,0	$\frac{13}{17,64}$	1,2	115	164	200	248	2	4	6	16	7	$\frac{15}{19,64}$
4	8	12	16	6,0	$\frac{14}{17,84}$	1,2	132	173	229	280	4	8	12	20	6	$\frac{18}{21,84}$
8	16	24	20	6,0	$\frac{17}{20,68}$	1,4	123	166	196	234	8	16	24	20	6	$\frac{23}{26,68}$
16	24	40	20	7,5	$\frac{21}{25,72}$	1,6	124	158	180	205	16	24	40	24	7	$\frac{25}{29,32}$

Примечания. I. Расчет столбов для 4 и 6 проводов произведен, четырехштырных тр аверсах и для 24 и 40 проводов—на восьмиштырных тр

расчетные данные столбов

слабогололедный район)							Тип линии У (сильногололедный район)						
глубина заковки в м	напряж. у поверхн. грунта в кг/см ² при толщ. стенки льда в 1 см и давление ветра в 36 кг/см ²			Расчетное число проводов			колич. столбов на 1 км	общ. высота столба в м	диам. столба в вершине у поверхности земли	глубина заковки в м	напряж. у поверхн. грунта в кг/см ² при толщ. стенки льда в 2 см и давление ветра в 36 кг/см ²		
	нового столба	при подгнивании по радиусу									нового столба	при подгнивании по радиусу	
		1 см	1,5 см	2 см	4 мм	5 мм						всего	1 см

железных дорог (габарит—2,5 м)

1,2	108	160	198	250	2	2	4	32	5	13 16,04 15	1,2	115	172	215	270
1,2	115	158	194	235	2	4	6	32	6	18,84 18	1,2	130	180	217	264
1,3	122	162	190	224	3	9	12	40	5,5	21,36 23	1,3	121	162	190	226
1,5	124	157	174	203	6	18	24	40	6	26,6	1,5	135	170	192	220
1,7	129	166	179	202	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

трактов (габарит—3 м)

1,2	122	170	209	260	2	2	4	32	5,5	13 16,44 15	1,2	123	181	224	280
1,2	122	170	202	245	2	4	6	32	6,5	19,24 18	1,2	137	190	227	275
1,3	130	172	200	235	3	9	12	40	6	21,76 23	1,3	135	175	205	241
1,5	135	170	191	217	6	18	24	40	6	26,6	1,5	135	170	192	220
1,7	142	175	195	219	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(габарит—3 м)

					3 мм	4 мм									
1,2	143	208	257	323	2	2	4	24	6	13 16,84 15	1,2	164	245	302	378
1,2	157	217	260	313	2	4	6	24	6,5	19,24 18	1,2	174	241	290	250
1,2	152	202	235	278	4	8	12	32	6	21,84 23	1,2	166	222	259	306
1,4	158	198	224	254	8	16	24	32	6	26,68	1,4	172	217	247	280
1,6	169	214	235	264	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

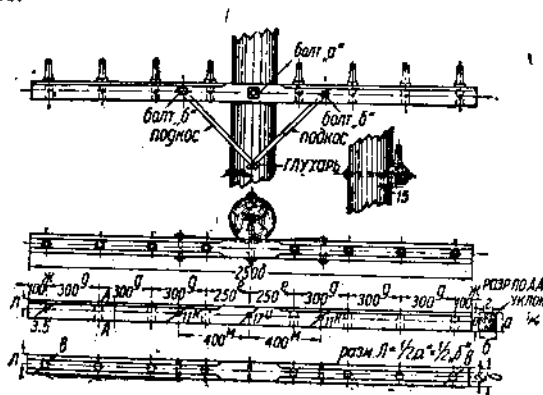
сходя из предположения размещения последних на крюках; для 12 проводов—на
расах. 2. Сбег столбов принят в 0,8 см на 1 пог. м длины.

Табл. 20.

Типы линий	Количество анкерных Н-образных и А-образных опор	Количество усиленных А-образных опор
Тип У—с числом проводов < 8.	1 на 1 км	~ 150/о
Тип У—с числом проводов > 8.	2 » 1 »	~ 200/о
Тип Н—с числом проводов < 8.	1 » 2 »	~ 100/о
Тип Н—с числом проводов > 8.	1 » 1 »	~ 150/о

Примечание. Вместо усиленных столбов (А-образных) можно устраивать подпоры или оттяжки.

На черт. 144 представлена восьмиштырная специальная телефонная траверса. В табл. 21 и табл. 22 указаны переменные размеры восьмиштырных траверс. В табл. 23 указана спецификация деревянных восьмиштырных траверс.



Черт. 143.

Табл. 21.

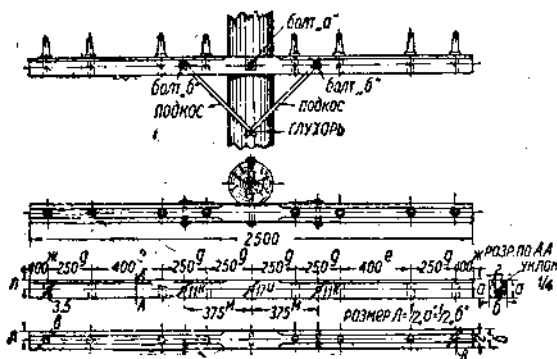
№№ траверс	Тип линии	Диаметр провода	Таблица переменных размеров 8-штырных промежуточных траверс			
			а	б	в	г
1	У	5	120	120	37	45
2	У	4	110	110	37/31	45/40
3	У	3	100	100	31/25	40/32
4	Н	5	110	110	37	45
5	Н	4	100	100	37/31	45/40
6	Н	3	90	90	31/25	40/32
7	О	5	100	100	37	45
8	О	4	90	90	37/31	45/40
9	О	3	80	80	31/25	40/32

Табл. 22.

Допуски в мм		
обозн. разм.	более	менее
а	5,0	2,0
б	5,0	2,0
в	0,5	—
г	1,0	1,0
д	5,0	5,0
е	5,0	5,0
ж	5,0	2,0
и	0,5	—
к	0,5	—
л	1,0	1,0

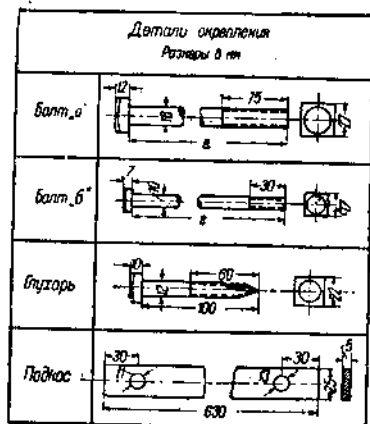
Табл. 23. Спецификация деревянных восьмиштырных промежуточных траверс.

№ по пор.	Наименование частей	Материал	Обработка	Кол-ч.
1	Траверса нормальная или специальная телефонная	Дуб, сосна	Пропитка креозотов. маслом с мазутом	1
2	Штыри	Дуб, кизил, сосна, береза	Проварка в парафине	8
3	Болт а ϕ 16 мм для скрепления траверсы со столбом (разм. согласно табл.)	Железо		1
4	Болт б ϕ 10 мм (ОСТ 134) для скрепления подкосов с траверсой	Железо		2
5	Глухарь разм. 12 $\times$ 100 мм (ОСТ 192) для скрепления подкосов со столбом	Железо		1
6	Подкос 25 $\times$ 5 мм	Полосовое железо		2
7	Шайба к болту а для дерева 50 $\times$ 50 $\times$ 6 мм	Железо		2
8	Шайба к болту б для дерева 40 $\times$ 40 $\times$ 5 мм	Железо		2
9	Гвозди проволочные (ОСТ 530) 4 $\times$ 70 мм для укрепления штырей	Железо		8

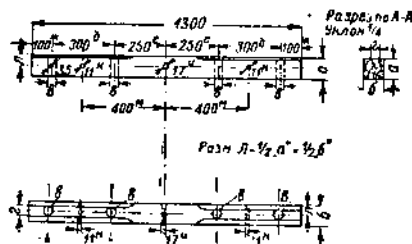


На черт. 145 представлены основные детали крепления к восьмиштырным траверсам.

На черт. 146 представлена нормальная четырехштырная сосновая траверса, применяемая на магистральных линиях, и в табл. 24—переменные размеры этого типа траверс на линиях различного типа. Укрепление такой траверсы на столбе показано на черт. 147. Детали крепления для нее представлены на черт. 145. Переменные размеры деталей крепления даны в табл. 25. Спецификация такой траверсы дана в табл. 26.



Черт. 145.



Черт. 146.

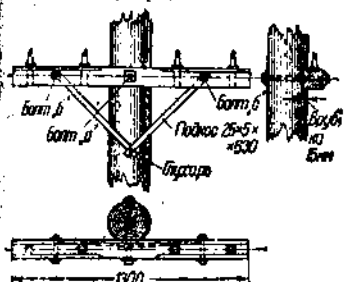
Табл. 24. Таблица переменных размеров нормальных четырехштырных траверс при болтах.

№№ траверс	Тип линии	Диаметр провода	Размеры в мм				Допуски		
			а	б	в	г	обозн. разм.	разм. в мм	
								более	менее
1	У	5	110	110	37	45	а	5,0	2,0
2	УУ	4	100	100	37/31	45/40	б	5,0	2,0
3	УУ	3	90	90	31/25	40/32	в	0,5	—
4	Н	5	100	100	37	45	г	1,0	1,0
5	Н	4	90	90	37/31	45/40	д	5,0	5,0
6	Н	3	80	80	31/25	40/32	е	5,0	5,0
7	О	5	90	90	37	45	жс	5,0	2,0
8	О	4	80	80	37/31	45/40	и	0,5	—
9	О	3	70	70	31/25	40/32	к	0,5	—
							м	1,0	1,0

Табл. 25. Таблица переменных размеров деталей крепления в мм.

№№ траверс		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры	Болт а	В соответствии с Φ столба и толщ. траверс								
	Болт б	140	130	120	130	120	110	120	110	100

В местах, не подверженных гололеду, применяется траверса упрощенного типа, представленная на черт. 147. Переменные размеры такой траверсы даны в табл. 27. Укрепление на столбе показано на черт. 149. Спецификация траверсы упрощенного типа дана в табл. 28.



Черт. 147.



Черт. 148.

Табл. 28. Спецификация деревянных четырехштырных траверс нормального типа.

№ по пор.	Название частей	Материал	Обработка	Кол-во
1	Траверса	Дуб, сосна	Пропитка креозотов. маслом с мазутом	1
2	Штыри	Дуб, кизил, сосна, береза	Проварка в парафине	4
3	Болт $\phi 16$ мм для скрепления траверсы со столбом	Железо		1
4	Болт $\phi 10$ мм (ОСТ 134) для скрепления подкосов с траверсой	Железо		2
5	Глухарь размером 12×100 мм (ОСТ 192) для скрепления подкосов со столбом	Железо		1
6	Подкос 25×5 мм	Полосовое железо		2
7	Шайба к болту а для дерева $50 \times 50 \times 6$ мм	Железо		2
8	Шайба к болту б для дерева $40 \times 40 \times 5$ мм	Железо		2
9	Гвозди проволочные (ОСТ 530) 4×70 мм для укрепления штырей	Железо		4

Табл. 27. Таблица переменных размеров четырехштырных траверс при хомутах.

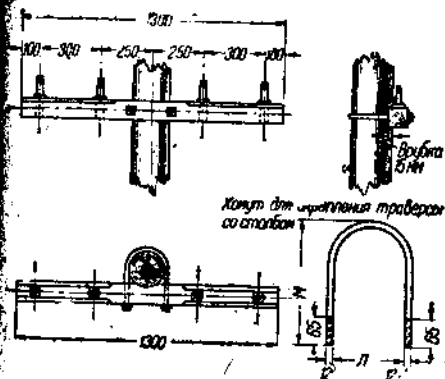
№№ траверс	Тип линии	Диаметр провода	Размеры в мм				Допуски		
			а	б	в	г	с обоз. разм.	размеры в мм	
								более	менее
—	0	5	Не применяются				а	5,0	2,0
2*	0	4	80	80	37/31	45/40	б	5,0	2,0
3*	0	3	70	70	31/25	40/32	в	0,5	—
							г	1,0	1,0
							д	5,0	5,0
							е	5,0	5,0
							жз	5,0	2,0

Табл. 28. Спецификация деревянной четырехштырной траверсы упрощенного типа.

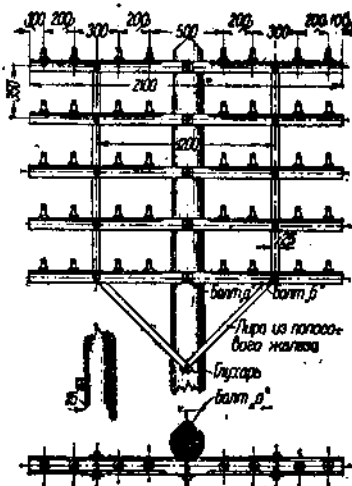
№№ по пор.	Наименование частей	Материал	Обработка	Кол-ч.
1	Траверсы	Дуб, сосна	Пропитка креозотов. маслом с мазутом	1
2	Штыри	Дуб, кизил	Проварка в парафине	4
3	Хомут с гайками и шайбами	Круглое железо Ø 12 мм		1
4	Гвозди проволочные (ОСТ 530) 4 X 70 мм для укрепления штырей	Железо		4

Табл. 29. Таблица переменных размеров восьмиштырных траверс для местных сетей.

№ траверс	Тип линии	Диаметр провода	Размеры в мм		Допуски			Допуски		
			а	б	обозн. разм.	размеры в мм		обозн. разм.	размеры в мм	
						более	менее		более	менее
1	У	1,5	90	90	а	5,0	2,0	ж	5,0	2,0
2	Н	1,5	80	80	б	5,0	2,0	з	5,0	5,0
3	О	1,5	70	70	в	0,5	—	и	0,5	—
					г	1,0	1,0	к	0,5	—
					д	5,0	5,0	л	1,0	1,0
					е	5,0	5,0			



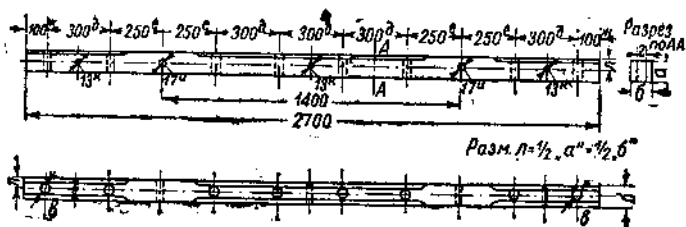
Upr. 149.



Черт. 151.



Черт. 150.



Черт. 152.

Для местных телефонных сетей применяется специальный тип траверс, представленный на черт. 149; укрепление их на столбе указано на черт. 150; переменные размеры, допуски и спецификация этих траверс даны в табл. 26 и 27.

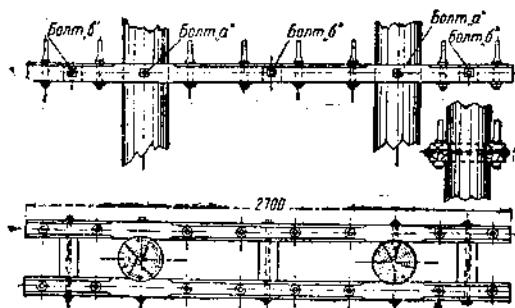
Табл. 30. Спецификация пяти деревянных восьмиштырных траверс для местных телефонных сетей.

№ по пор.	Название частей	Материал	Обработка	Колич.
1	Траверса	Дуб, сосна	Пропитка креозотовым маслом с мазутом	5
2	Штырь	Дуб, кизил	Проварка в парафине	40
3	Лира из полос. железа разм. 25×5 мм (ОСТ 12)	Железо		1
4	Болт а Φ 12 мм (ОСТ 134)	Железо		5
5	Глухарь разм. 12×100 мм (ОСТ 192)	Железо		1
6	Болт б Φ 8 мм (ОСТ 134)	Железо		10
7	Шайба для дерева к болту а, $40 \times 40 \times 5$ мм	Железо		10
8	Шайба для дерева к болту б, $30 \times 30 \times 4$ мм	Железо		10
9	Гвозди разм. 3×70 мм (ОСТ 530)	Железо		40

Табл. 31. Переменные размеры восьмиштырных нормальных анкерных траверс.

№ траверс	Тип линии	Диаметр провода	Размеры				Допуски в мм		
			а	б	в	г	обозн. разм.	более	менее
1	У	5	120	120	Размер в берется в соответствии с типом и размером штырей	Размер в берется на 2—3 мм больше толщины штыря в месте зацепки	а	5,0	2,0
2	У	4	110	110			б	5,0	2,0
3	У	3	100	100			в	0,5	—
4	У	3	110	110			г	1,0	1,0
5	Н	4	100	100			д	5,0	3,0
6	Н	3	90	90			е	5,0	3,0
7	О	5	100	100			ж	5,0	2,0
8	О	4	90	90			и	0,5	—
9	О	3	80	80			к	0,5	—

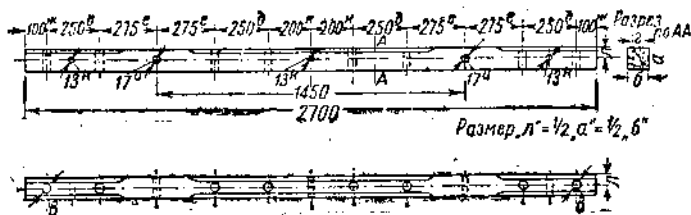
Для анкерных опор применяются специальные траверсы, представленные на черт. 152, 154 и 156. Укрепление их на опорах показано на черт. 153,



Черт. 153.

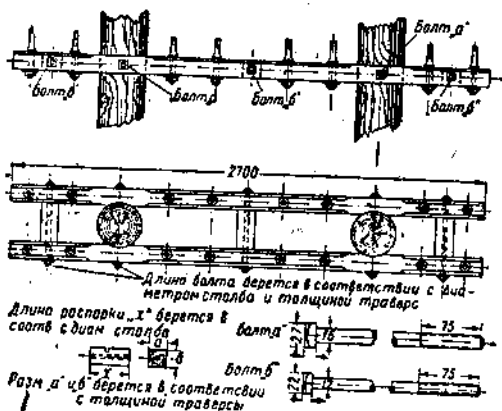
Табл. 32. Переменные размеры восьмистирных телефонных анкерных траверс.

№№ траверс	Тип линии	Диаметр провода	Размеры				Допуски в мм		
			а	б	в	г	обозн. разм.	более	менее
1	У	5	120	120	Размер а берется в соответствии с типом и размером штырей	Размер г берется на 2—3 мм больше толщины штыря в месте заплечиков	а	5,0	2,0
2	У	4	110	110			б	5,0	2,0
3	У	3	100	100			в	0,5	—
4	Н	5	110	110			г	1,0	1,0
5	Н	4	100	100			д	5,0	5,0
6	Н	3	90	90			е	5,0	5,0
7	О	5	100	100			ж	5,0	2,0
8	О	4	90	90			и	0,5	—
9	О	3	80	80			к	0,5	—

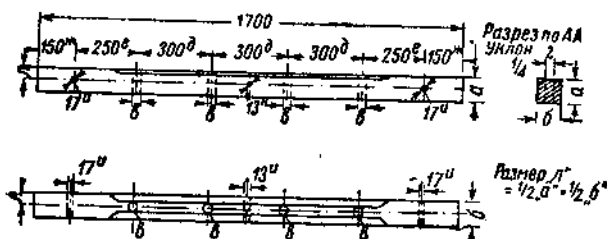


Черт. 154.

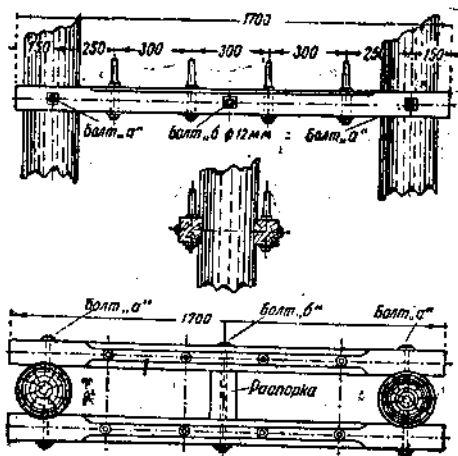
155 и 157, переменные размеры, допуски и спецификация к ним даны в табл. 31—35. Для 5- и 4-мм проводов на линиях типа У рекомендуется применять железные штыри, а для всех остальных случаев—деревянные нормального типа.



Черт. 155.



Черт. 156.



Черт. 157.

Типы деревянных штырей, применяемых в новых конструкциях воздушных линий связи, представлены на черт. 158. Материалом для деревянных штырей должно служить дерево твердых пород, как-то: дуб, кизил, самшит, граб, белая акация, мелкослойная сосна или наконеч берефа. После обработки на токарных станках штыри д. б. проварены в парафине или пропитаны смесью креозота с мазутом.

Типы деревянных консолей, применяемых вместо железных крючьев на малопроводных линиях, представлены на черт. 159 и 160. Материалом для них должны служить дуб, мелкослойная сосна или береза. После

Табл. 33. Спецификация деревянной восьмштырной анкерной траверсы.

№ по пор.	Наименование частей	Материал	Обработка	Кол-ч.
1	Траверсы	Дуб, сосна	Пропитка креозотовым маслом с мазутом	2
2	Распорки деревянные	Дуб, сосна	Пропитка креозотовым маслом с мазутом	2
3	Штыри	Железо		16
4	Болт а diam. 16 мм для скрепления траверс со столбом	Железо		2
5	Шайба к болту а Φ 16 мм для дерева, $50 \times 50 \times 6$ мм	Железо		4
6	Болт б Φ 12 мм для скрепления распорок с траверсами	Железо		3
7	Шайба к болту б Φ 12 мм для дерева, $45 \times 45 \times 5$ мм	Железо		6

Табл. 34. Размеры четырехштырных анкерных траверс.

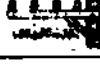
№ траверс	Тип линии	Диаметр провода	Размеры			
			a	b	c	d
1	У	5	110	110	Размер e берется в соответствии с типом и размером штырей	Размер z берется на 2—3 мм больше толщины штыря в месте заплечиков
2	У	4	100	100		
3	У	3	90	90		
4	У	5	100	100		
5	Н	4	90	90		
6	Н	3	80	80		
7	Н	5	90	90		
8	О	4	80	80		
9	О	3	70	70		

Допуски		
обозн. разм.	более	менее
a	5,0	2,0
b	5,0	2,0
c	0,5	—
d	1,0	1,0
e	5,0	5,0
ж	5,0	2,0
и	0,5	—
к	0,5	—

Табл. 36. Электрические свойства железных основных цепей при $f = 796$ пер./сек.

Тип линии	Диаметр провода 4 мм										Диаметр провода 4,5 мм										Диаметр провода 5 мм									
	R Ω/км	L г/км	C ф/км×10 ⁸	G з/км×10 ⁸	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км	R Ω/км	L г/км	C ф/км×10 ⁸	G з/км×10 ⁸	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км	R Ω/км	L г/км	C ф/км×10 ⁸	G з/км×10 ⁸	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км
	42,4	0,00905	0,0064	1,0	0,0170	0,0412	$1390 \times e^{-j20^\circ 40'}$	121 000	151,8	88,4	37,0	0,00824	0,0065	1,0	0,0158	0,0394	$1310 \times e^{-j20^\circ 3'}$	126 800	159	95,0	33,0	0,00758	0,0066	1,0	0,0149	0,0379	$1232 \times e^{-j19^\circ 39'}$	131 800	165	101
	42,4	0,00912	0,0061	1,0	0,0166	0,0404	$1426 \times e^{-j20^\circ 30'}$	123 700	155	90,5	37,0	0,00831	0,0063	1,0	0,0155	0,0390	$1330 \times e^{-j19^\circ 56'}$	128 000	160,6	96,7	33,0	0,00765	0,0064	1,0	0,0145	0,0375	$1253 \times e^{-j19^\circ 36'}$	133 000	160,5	103
	42,4	0,00932	0,0056	1,0	0,0159	0,0389	$1498 \times e^{-j20^\circ 6'}$	128 300	161	95,0	37,0	0,00852	0,0057	1,0	0,0147	0,0373	$1407 \times e^{-j19^\circ 29'}$	134 000	168,0	102,0	33,0	0,00786	0,0058	1,0	0,0137	0,0357	$1340 \times e^{-j19^\circ}$	140 000	175,5	109
	42,4	0,00940	0,0054	1,0	0,0155	0,0384	$1528 \times e^{-j19^\circ 58'}$	130 000	163	96,5	37,0	0,00859	0,0055	1,0	0,0144	0,0368	$1437 \times e^{-j19^\circ 21'}$	136 000	170,6	104,0	33,0	0,00793	0,0056	1,0	0,0135	0,0354	$1358 \times e^{-j18^\circ 51'}$	141 000	177,0	111

Табл. 37. Электрические свойства железных искусственных цепей при $f = 796$ пер./сек.

Тип линии	Диаметр провода 4 мм										Диаметр провода 4,5 мм										Диаметр провода 5 мм									
	R Ω/км	L г/км	C ф/км×10 ⁸	G з/км×10 ⁸	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км	R Ω/км	L г/км	C ф/км×10 ⁸	G з/км×10 ⁸	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км	R Ω/км	L г/км	C ф/км×10 ⁸	G з/км×10 ⁸	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км
	21,2	0,0049	0,0092	2,0	0,0142	0,0368	$840 \times e^{-j19^\circ 11'}$	135 800	170	105	18,5	0,00449	0,0093	2,0	0,0132	0,0344	$790 \times e^{-j18^\circ 31'}$	145 000	182	114	16,5	0,00415	0,0095	2,0	0,0124	0,0332	$746 \times e^{-j18^\circ 3'}$	150 000	188,0	121,0
	21,2	0,00481	0,0098	2,0	0,0148	0,0369	$810 \times e^{-j19^\circ 31'}$	135 300	169,9	101	18,5	0,00441	0,0100	2,0	0,0137	0,0354	$758 \times e^{-j18^\circ 31'}$	141 000	177	109	16,5	0,00407	0,0101	2,0	0,0129	0,0341	$720 \times e^{-j18^\circ 17'}$	146 300	183,7	116,0
	21,2	0,00477	0,0101	2,0	0,0150	0,0371	$791 \times e^{-j19^\circ 41'}$	134 600	169	100	18,5	0,00437	0,0103	2,0	0,0139	0,0358	$745 \times e^{-j19^\circ 1'}$	139 000	174,4	108	16,5	0,00403	0,0105	2,0	0,0131	0,0347	$703 \times e^{-j18^\circ 34'}$	144 000	180,7	114,0
	21,2	0,00495	0,0088	2,0	0,0139	0,0352	$862 \times e^{-j18^\circ 59'}$	142 000	178,1	108	18,5	0,00455	0,0090	2,0	0,0126	0,0340	$807 \times e^{-j18^\circ 17'}$	147 000	184,3	119	16,5	0,00421	0,0091	2,0	0,0121	0,0327	$765 \times e^{-j17^\circ 46'}$	152 800	191,8	124,0
	21,2	0,00470	0,0108	2,0	0,0156	0,0384	$765 \times e^{-j19^\circ 58'}$	130 000	163,0	96	18,5	0,00430	0,0110	2,0	0,0144	0,0387	$718 \times e^{-j19^\circ 18'}$	129 000	161,8	104	16,5	0,00395	0,0112	2,0	0,0136	0,0354	$678 \times e^{-j18^\circ 54'}$	141 000	177,0	110,0

Буквенные обозначения: R —омическое сопротивление переменному току в Ω/км, L —коэф-т самоиндукции в г/км, C —емкость в ф/км, G —проводимость изоляции в з/км, β —коэф-т затухания в неп./км, α —коэф-т скорости в Р/км, Z —волновое сопротивление, v —скорость распространения в км/сек., λ —длина волны в км, l —дальность передачи при $b = 1,5$ непера.

Табл. 38. Электрические свойства медных основных цепей при $f = 796$ пер./сек.

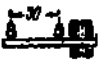
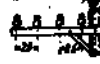
Тип линии	Диаметр провода 3 мм										Диаметр провода 3,5 мм										Диаметр провода 4 мм									
	R $\Omega/\text{км}$	L $\text{мГн}/\text{км}$	C $\text{ф}/\text{км} \times 10^8$	G $\text{с}/\text{км} \times 10^8$	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км	R $\Omega/\text{км}$	L $\text{мГн}/\text{км}$	C $\text{ф}/\text{км} \times 10^8$	G $\text{с}/\text{км} \times 10^8$	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км	R $\Omega/\text{км}$	L $\text{мГн}/\text{км}$	C $\text{ф}/\text{км} \times 10^8$	G $\text{с}/\text{км} \times 10^8$	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км
	5,0	0,00214	0,0080	1,0	0,00439	0,01832	$628 \times e^{-j11^\circ 33'}$	272 600	342	342	3,67	0,00208	0,0062	1,0	0,00341	0,01814	$596 \times e^{-j9^\circ 48'}$	275 400	345	440	2,81	0,00203	0,0064	1,0	0,00275	0,01813	$574 \times e^{-j6^\circ 50'}$	275 600	345,8	546
	5,0	0,00222	0,0058	1,0	0,00426	0,01830	$649 \times e^{-j11^\circ 7'}$	273 000	342,3	352	3,67	0,00216	0,0060	1,0	0,00330	0,01818	$616 \times e^{-j8^\circ 26'}$	274 500	344,6	451	2,81	0,00210	0,0061	1,0	0,00268	0,01797	$597 \times e^{-j6^\circ 33'}$	278 000	349	560
	5,0	0,00242	0,0053	1,0	0,00397	0,0182	$702 \times e^{-j10^\circ 8'}$	274 200	344,2	380	3,67	0,00236	0,0054	1,0	0,00308	0,01801	$676 \times e^{-j7^\circ 34'}$	277 300	348	487	2,81	0,00230	0,0056	1,0	0,00250	0,01802	$650 \times e^{-j5^\circ 50'}$	277 200	348	600
	5,0	0,00249	0,0051	1,0	0,00386	0,01818	$725 \times e^{-j9^\circ 48'}$	274 500	344,6	389	3,67	0,00243	0,0053	1,0	0,00302	0,01812	$692 \times e^{-j7^\circ 19'}$	275 800	346	497	2,81	0,00238	0,0054	1,0	0,00244	0,01805	$676 \times e^{-j5^\circ 35'}$	276 700	347	615

Табл. 39. Электрические свойства медных искусственных цепей при $f = 796$ пер./сек.

Тип линии	Диаметр провода 3 мм										Диаметр провода 3,5 мм										Диаметр провода 4 мм									
	R $\Omega/\text{км}$	L $\text{мГн}/\text{км}$	C $\text{ф}/\text{км} \times 10^8$	G $\text{с}/\text{км} \times 10^8$	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км	R $\Omega/\text{км}$	L $\text{мГн}/\text{км}$	C $\text{ф}/\text{км} \times 10^8$	G $\text{с}/\text{км} \times 10^8$	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км	R $\Omega/\text{км}$	L $\text{мГн}/\text{км}$	C $\text{ф}/\text{км} \times 10^8$	G $\text{с}/\text{км} \times 10^8$	β неп./км	α Р/км	Z	v км/сек.	λ км	l км
	2,5	0,00144	0,0088	2,0	0,00346	0,01798	$416 \times e^{-j8^\circ 17'}$	278 000	349	434	1,835	0,00141	0,0090	2,0	0,00270	0,0179	$402 \times e^{-j6^\circ 2'}$	279 000	350	556	1,405	0,00139	0,0092	2,0	0,00225	0,01786	$390 \times e^{-j4^\circ 43'}$	280 300	352	667
	2,5	0,00136	0,0094	2,0	0,00362	0,01798	$393 \times e^{-j8^\circ 53'}$	278 000	349	415	1,835	0,00133	0,0096	2,0	0,00282	0,01798	$379 \times e^{-j6^\circ 32'}$	278 000	349	532	1,405	0,00130	0,0098	2,0	0,00228	0,01790	$368 \times e^{-j4^\circ 56'}$	279 000	350	658
	2,5	0,00132	0,0097	2,0	0,00371	0,0181	$381 \times e^{-j9^\circ 12'}$	276 200	346,4	408	1,835	0,00129	0,0099	2,0	0,00288	0,01793	$368 \times e^{-j6^\circ 47'}$	278 600	348,5	520	1,405	0,00126	0,0101	2,0	0,00232	0,01790	$356 \times e^{-j5^\circ 12'}$	279 000	350	647
	2,5	0,00150	0,0085	2,0	0,00336	0,01802	$430 \times e^{-j7^\circ 52'}$	277 300	348	446	1,835	0,00147	0,0086	2,0	0,00262	0,01788	$420 \times e^{-j5^\circ 41'}$	279 800	349	572	1,405	0,00144	0,0088	2,0	0,00213	0,01783	$408 \times e^{-j4^\circ 14'}$	280 000	352	705
	2,5	0,00125	0,0102	2,0	0,00386	0,01808	$362 \times e^{-j9^\circ 48'}$	276 400	348,8	389	1,835	0,00122	0,0105	2,0	0,00301	0,01803	$344 \times e^{-j7^\circ 17'}$	277 300	348	498	1,405	0,00119	0,0108	2,0	0,00244	0,01800	$336 \times e^{-j5^\circ 36'}$	277 800	348,8	615

Буквенные обозначения: R —омическое сопротивление переменному току в $\Omega/\text{км}$, L —коэф-т самоиндукции в $\text{мГн}/\text{км}$, C —емкость в $\text{ф}/\text{км}$, G —проводимость изоляции в $\text{с}/\text{км}$, β —коэф-т затухания в неп./км, α —коэф-т скорости в Р/км, Z —волновое сопротивление, v —скорость распространения в км/сек., λ —длина волны в км, l —дальность передачи при $\beta = 1,5$ непер.

Табл. 85. Спецификация деревянной четырехштырной анкерной граворсы.

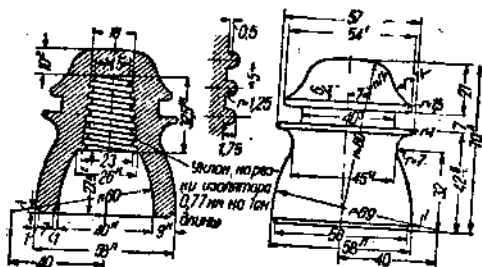
№ по пор.	Название частей	Материал	Обработка	Колич.
1	Траверсы	Дуб, сосна	Пропитка креозотовым маслом с мазутом	2
2	Распорка деревянная	Дуб, сосна	То же	1
3	Штыри	Железо		4
4	Болты а Φ 16 мм для крепления траверс со столбом с шайбами для дерева 50 × 50 × 6 мм	Железо		2
5	Болт б Φ 12 мм для крепления распоров траверсами с шайбами для дерева 45 × 45 × 5 мм	Железо		1

обработки на специальных станках консоли провариваются в неочищенном парафине или пропитываются смесью мазута с крезотом. В гололедных местностях во всех случаях должны применяться дубовые консоли. В негололедных местностях дубовые консоли должны применяться обязательно в тех случаях, когда на изоляторах ТД-1 подвешиваются провода ϕ 5 мм, на ТД-2 — ϕ 4 мм и на ТД-3 — ϕ 3 мм. Во всех остальных случаях могут применяться консоли из малкослойной сосны или березы.

Типы изоляторов. По форме и размерам изоляторы для новых линий делятся на три типа: ТД-1 (черт. 161), ТД-2 (черт. 162) и ТД-3 (черт. 163). Материалом для этих изоляторов может служить как фарфор, так и стекло специального состава (особо обработанное в подделке (кипячение

Сопротивление изоляции фарфоровых изоляторов в ванне с подкисленной водой д. б. не менее: для ТД-1 и ТД-2—5000 МΩ и для ТД-3—

Эл. свойства основных и искусственных телефонных цепей с железными проводами при старых и новых конструкциях даны в табл. 36 и 37. Эл. свойства основных и искусственных (фантомных) цепей с медными проводами при старых и новых конструкциях представлены в табл. 38 и 39.



Черт. 163.

IX. Скрещивание телефонных цепей.

При совместной подвеске нескольких телефонных цепей на одной столбовой линии вследствие эл.-статической и эл.-магнитной индукции телефонные токи с одной цепи переходят на другую, и, воздействуя на телефонные аппараты, вызывая в них «переходные разговоры».

Величина:

$$b = \ln \frac{E \text{ микрофона}}{V \text{ индуктиров}}$$

грубо называется «переходным затуханием».

Т. к. нормальное напряжение переменного тока средней разговорной частоты (800 Hz) у передатчика равно 1000 mV, а предельное минимальное напряжение на зажимах телефона, вызывающее ощущаемый ухом звук, равно 1 mV, то для избежания появления «переходных разговоров» необходимо провода телефонных цепей подвешивать на столбах так, чтобы:

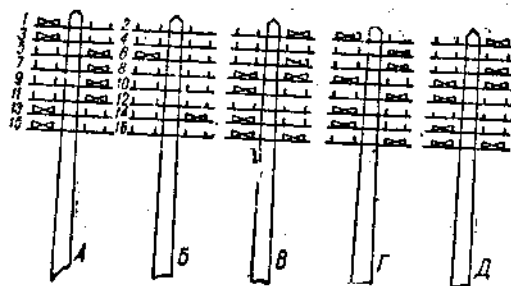
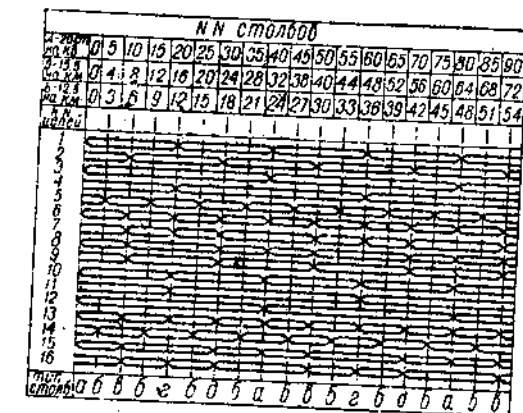
б = ln $\frac{1000}{1}$ =
= ln 1000 = 6,9 неп.

Достигается это устройством скрещиваний проводов при соблюдении след. правил. *

А. При старых конструкциях воздушных линий связи. 1) Провода, составляющие телефонную цепь, д. б. сделаны из одного и того же металла и иметь одинаковый диаметр.

2) Провода, образующие одну цепь, д. б. смежными; образование цепи через один или несколько проводов не допускается.

3) При постройке новой линии провода одной цепи располагаются по одной стороне столба. Если провода подвешиваются на существующей линии, где провода цепи расположены с двух



Черт. 164.

сторон столба, то существующее расположение проводов является обязательным и для вновь подвешиваемой цепи.

Примечание. При сплошной замене столбов по перегонам провода отдельных цепей располагаются, как при постройке новой линии, т. е. по одной стороне столбов и на всем участке делается полный цикл скрещиваний.

* Здесь приводятся старые правила, к-рые в настоящее время перерабатываются НКПС.

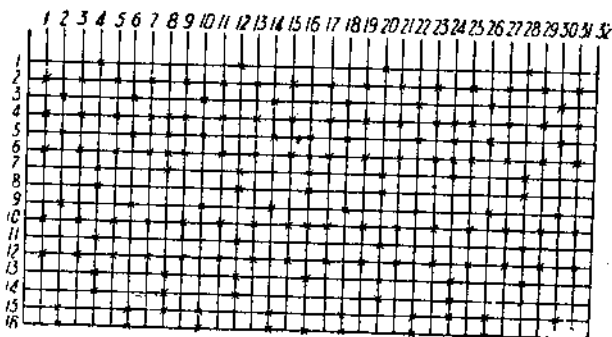
11) Если телефонные цепи НКПС подвешиваются на столбовых линиях НКС, то скрещивание производится по схемам НКС, составление коих подробно изложено в книге инж. П. К. Акульшина—«Скрещивание телефонных цепей», практическая часть, изд. НКПТ, 1931 г. В этой же книге изложены правила скрещивания искусственных (фантомных) цепей.

Скрещивание проводов, расположенных по одной стороне каждого столба, делается в пролетах посредством двухштырных боковых кронштейнов, устанавливаемых на расстоянии от вершины столба, равном расстоянию от той же вершины до первого крюка скрещиваемой пары + половина расстояния между крюками (черт. 165). Конструкция кронштейнов, применяемых при таких скрещиваниях, представлена на черт. 166 и 167.

12) Скрещивание проводов, расположенных по обе стороны каждого столба, делается в пролетах посредством расположения крюка нижнего провода каждой

цепи на одной высоте с крюком верхнего провода цепи на каждом столбе согласно схеме скрещиваний (черт. 168).

Б. При новых конструкциях воздушных линий связи. 1) Вся телефонная магистраль д. б. разбита на отдельные участки, на протяжении которых не происходит никаких изменений ни в числе проводов самой магистрали, ни в их расположении на столбе, а также не изменяется местоположение (расстоя-



Черт. 169.

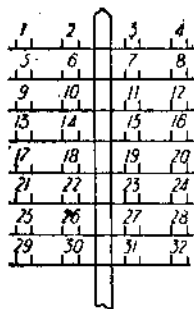
ние) от параллельно проходящих телеграфно-телефонных магистралей или силовых линий.

Примечание. Соседние телефонные цепи, расположенные на отдельных столбах на расстоянии более 3 м от магистрали, а также соседние телеграфные провода, находящиеся на расстоянии более 20 м от магистрали, в расчет не принимаются.

Каждый такой участок должен скрещиваться совершенно самостоятельно, для чего д. б. применены основные и вспомогательные секции. Нормальная длина основной секции устанавливается в 8 км с равномерным разделением ее на 32 равные части. В зависимости от местных условий длина основной секции может изменяться в сторону уменьшения до 4 км и в сторону

увеличения до 12 км. Нормальная длина вспомогательной секции устанавливается в 2 км с разделением ее на 8 равных частей. Длина вспомогательной секции в зависимости от местных условий может изменяться в сторону уменьшения до 8 пролетов и в сторону увеличения до 3 км.

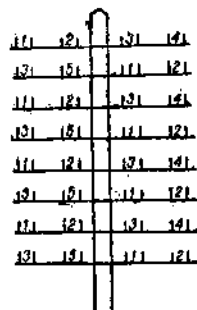
Схема скрещиваний проводов основной секции представлена на черт. 169 при нумерации телефонных цепей согласно черт. 170. Схема скрещиваний



Черт. 170.



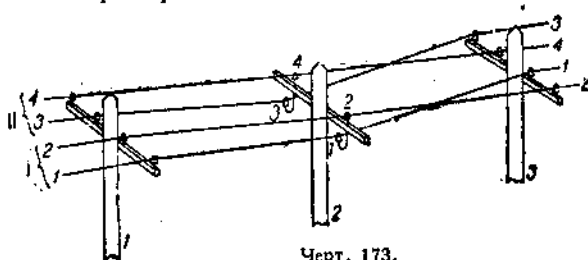
Черт. 171.



Черт. 172.

проводов вспомогательной секции представлена на черт. 171 при нумерации телефонных цепей согласно черт. 172.

3) Типы секций (основная или вспомогательная) и их длины д. б. так выбраны, чтобы, во-первых, обеспечить лучшую защиту телефонных цепей от всех индукционных влияний и, во-вторых, чтобы скрещивание обошлось дешевле. Иначе говоря, короткие секции нужно брать лишь там, где можно ожидать сильных индуктивных влияний. Вспомогательная секция д. б. взята так, чтобы не уравнишенная длина от остающихся в остатке пролетов не превышала четырех пролетов.



Черт. 173.

4) Длины секций в черте города, вблизи передающих радиостанций, трамвайных линий и вообще во всех местах, где возможны влияния как низкой, так и высокой частоты, д. б. примерно вдвое меньше нормальной длины.

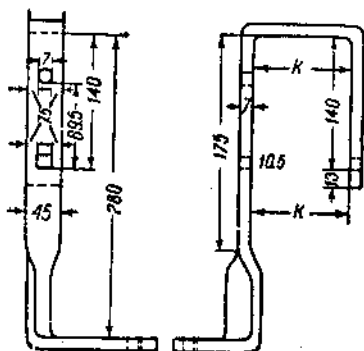
5) В тех местах, где можно ожидать меньше всего влияний, длина секций м. б. взята примерно в полтора раза больше нормальной длины.

6) Остающиеся не скрещенными пролеты по возможности оставлять в местах, менее подверженных влиянию.

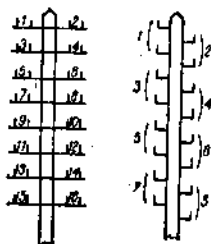
7) Скрещивание проводов, расположенных на траверсах, делается в пролетах посредством вертикальных кронштейнов, как это схематически ука-

зано на черт. 173. Конструкция вертикального кронштейна представлена на черт. 174.

В. При расположении телефонных цепей на четырехштырных траверсах схемы скрещиваний применяются те же, что для цепей, расположенных на крюках, с соблюдением правил, изложенных в пп. 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11. Нумерация телефонных цепей при этом производится согласно черт. 175. Способ скрещивания и конструкция вспомогательных кронштейнов—те же, что и при расположении телефонных цепей на восьмиштырных траверсах.



Черт. 174.



Черт. 175.

Х. Защита линий связи от вредного действия установок сильного тока.

Когда линии связи и ж.-д. сигнализации пересекаются или проходят рядом с линиями сильного тока, то они могут подвергаться опасному или мешающему воздействию этих последних. К опасным воздействиям относятся такие, при к-рых в телеграфных, телефонных или сигнализационных цепях может появиться высокий потенциал по отношению к земле, к-рый может причинить электрический или акустический удар лицам, соприкасающимся с установками связи, или вызвать ложный сигнал в аппаратах ж.-д. сигнализации, к-рый может повести к крушению поездов. К мешающим воздействиям относятся такие, при к-рых в телеграфных или телефонных цепях могут появиться посторонние токи, вызывающие искажение телеграфной работы, или такой сильный шум в телефоне, что телефонный разговор становится затруднительным.

Опасные и мешающие воздействия могут возникнуть как в случае непосредственного соприкосновения линий связи и сигнализации с линиями сильного тока, так и в случае индуктивного влияния этих последних. Существуют специальные «Правила ограждения телеграфных, телефонных и сигнализационных линий от вредного действия установок сильного тока», в к-рых точно регламентируются условия, исключающие возможность проявления вредных воздействий. Здесь можно только вкратце указать основные из этих условий.

А. Взаимное расположение проводов сильного тока и проводов связи. Расстояние между линиями сильного тока и линиями связи д. б. такое, чтобы при падении любого столба из этих линий вершина его не достигла до другой линии.

Применяя особые меры против падения столбов, допустимое расстояние между линиями можно уменьшить до 1,25 м при линиях сильного тока до 30 кВ, и до 4 м—при линиях высокого напряжения от 30 до 115 кВ.

Б. При пересечениях расстояние по вертикали между проводами сильного тока и проводами связи д. б. не менее: а) при линиях сильного тока низкого напряжения (до 250 В)—1 м; б) при трамвайном проводе—1,5 м; в) при линии эл.-передачи—2 м.

Совместная подвеска на одних столбах с линиями связи допускается только для проводов сильного тока низкого напряжения при условии расположения их на 0,6 м выше проводов связи.

В. При сближениях линий связи и ж.-д. сигнализации с высоковольтными линиями эл.-передач (напряжением свыше 2 200 В) индуктированные напряжения и токи как при нормальной работе линий эл.-передач, так и в случае аварий на них не должны превосходить установленных норм. Это проверяется специальным расчетом.

§ 1. Правила и формулы для расчета сближения в отношении опасных и мешающих влияний линий эл.-передач на линии слабых токов.

Под линией передачи энергии при условиях сближения ее с линией связи подразумеваются все воздушные линии одной и той же сети высокого напряжения, металлически связанные между собой, т. е. без помощи тр-ров.

Нейтраль линии эл.-передачи одно- или трехфазного тока считается заземленной, если при случайном сообщении с землей одной из фаз линия эл.-передачи автоматически выключается.

Под рабочим, или номинальным, напряжением линии эл.-передачи подразумевается действующая величина междуфазного напряжения. Параллельным сближением называется такое взаимное, расположение линий, при к-ром расстояние между линиями меняется не более, чем на 5% среднего арифметического расстояния. Косое сближение есть такое взаимное расположение линий связи и линий сильного тока, при к-ром расстояние между линиями изменяется равномерно, непрерывно возрастаая или убывая между крайними точками этого расположения. При расчетах косое сближение рассматривается как параллельное с эквивалентным расстоянием a между линиями, равными среднему геометрическому расстоянию начала a_1 и конца a_2 косого сближения, т. е.:

$$a = \sqrt{a_1 a_2}.$$

Когда максимальное и минимальное расстояния косого сближения различаются слишком сильно и когда длина его слишком велика, косое сближение следует разбить на несколько отрезков такой длины, чтобы отношение максимального расстояния к минимальному было не более двух.

Участки сближения с расстоянием между линиями свыше 5 000 м во внимание не принимаются.

За длину косого сближения принимается проекция линии связи на линию высокого напряжения.

Концами сближения считаются такие точки на линии эл.-передачи, за к-рыми отсутствует эл.-магнитное влияние при данной конфигурации линий, или же вследствие удаления эл.-передачи от линии связи на расстояние 5 000 м и более.

Переход линий высокого напряжения с одной стороны линии связи на другую называется пересечением линий. Пересечение кончается с каждой стороны линии связи в точках, где расстояние между линиями достигает 10 м.

При определении опасных воздействий на линии связи или мешающих эксплуатации их влияний, происходящих от случайных заземлений на линиях эл.-передачи, следует учитывать каждую независимую сеть высокого напряжения отдельно от других сетей, с к-рыми имеет сближение данная линия связи.

Если линия связи при сближении ее с одной и той же линией высокого напряжения поделена на участки, не связанные между собой металлически, то при подсчете опасного напряжения следует рассматривать каждый участок телефонной цепи независимо от остальных участков.

При определении мешающих влияний на линию связи при нормальной работе соседних с нею сетей высокого напряжения следует принимать во внимание суммарное влияние всех независимых сетей высокого напряжения на всех участках сближения ее с этими сетями.

Примечание. В случае наличия промежуточных усилителей на телефонных цепях мешающие влияния суммируются на всех участках данной телефонной цепи даже при соседстве с одной линией электропередачи.

Под неуравновешенным током установки передачи эл. энергии при случайном заземлении одного из проводов в сетях с заземленной нейтралью или двух фаз в сетях с изолированной нейтралью понимается геометрическая сумма действующих величин установившегося тока во всех фазах на участке сближения линии эл.-передачи.

При определении кривой зависимости неуравновешенного тока от места короткого замыкания на линии эл.-передачи следует учитывать все условия, могущие способствовать появлению максимального неуравновешенного тока, как, напр., работа всех машин генераторных станций при полном возбуждении их, заземления линии эл.-передачи в наиболее неблагоприятных точках ее, включение автоматов и отключение в эксплуатационных условиях отдельных линий или тр-ров.

Под акустическим ударом в телефоне понимается чрезмерной силы звук, возникающий в телефоне при срабатывании громоотводов или разрядников в телефонной цепи под действием индуктивного в ней напряжения, если при этом энергия в телефонной цепи превосходит 0,02 джоуля.

Обозначения, принятые в формулах. В нижеприведенных ф-лах применены след. обозначения: a —эквивалентное расстояние между линией связи и линией эл.-передачи в м, вычисленное для данного участка или для всего сближения; b —средняя высота подвеса над землей проводов сильного тока в м; c —средняя высота подвеса проводов линии связи в м; l_n —длина участка сближения в км; l_s —длина участка мешающего влияния, выраженная в км и равная наибольшему расстоянию между скрещиваниями на двухпроводной телефонной линии (обычно не более 8 км); при расстоянии между скрещиваниями на данной цепи, меньшем 0,5 км, для l_s берется величина в 0,5 км; l —длина участка линии связи в км между контрольными пунктами или длина участка линии связи, на к-ром число проводов не меняется; δ —среднее расстояние между проводами линии эл.-передачи, выраженное в м; при трехфазных линиях с неравными расстояниями между проводами δ равна среднему геометрическому расстоянию, т. е. $\delta = \sqrt[3]{\delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3}$ м; c —расстояние между проводами двухпроводной телефонной цепи в м; E —номинальное напряжение линии эл.-передачи в В; I_k —действующая величина неуравновешенного тока при коротком замыкании линии эл.-передачи через землю, выраженная в А; f —рабочая частота сильного тока; M —коэф-т взаимной индукции между однопроводными линиями, замкнутыми через землю, в Н/км; V_k —действующее значение напряжения индуктивного влияния в линиях связи неуравновешенным током короткого замыкания на линии эл.-передачи, выраженное в В; V_e —дей-

ствующее значение напряжения эл.-статической индукции при заземлении одной из фаз линии эл.-передачи с изолированной нейтралью в V ; V_b —действующее значение напряжения шумов в телефонной линии от эл.-статической индукции при частоте 800 пер./сек., выраженное в мВ, n —число проводов, подвешенных на линии связи; p —коэф-т снижения эл.-статической индукции при наличии на линии эл.-передачи на всем участке сближения с линией связи заземленных тросов; $p=0,75$, если заземленный трос имеется, и $p=1$, если его нет; q —коэф-т снижения эл.-статической индукции при наличии сплошного ряда деревьев на расстоянии не свыше 3 м от линии связи; $q=0,7$ при наличии деревьев и $q=1$, если их нет; r и s —коэф-ты снижения эл.-магнитной индукции, обусловленные каблированием линии связи или линии эл.-передачи на всем участке сближения; $r=0,6$, если каблирована линия связи, и $r=0,5$, если каблирована линия эл.-передачи; при воздушных линиях $r=s=1$; t —коэф-т снижения эл.-магнитной индукции при наличии на линии электропередачи на всем протяжении участка сближения экранирующего троса из хорошо проводящего материала; $t=0,5$ при наличии бронзовых тросов общим сечением 100 мм² или медных тросов общим сечением 70 мм², $t=1$ при отсутствии их или при стальных тросах; Σ —знак, указывающий, что следующее за ним выражение д. б. подсчитано для каждого отдельного участка сближения и полученные результаты сложены между собой.

§ 2. Формулы для подсчета опасных и мешающих влияний линий электропередач на линии связи.

Неуравновешенный ток I_k при заземлении одной из фаз линии электропередачи с заземленной нейтралью индуктирует в проводах линии связи продольное напряжение, действующая величина которого равна:

$$V_k = \sum 2\pi f M_{kn} \cdot I_n \cdot r \cdot s \cdot t V. \quad (1)$$

Для $2\pi f M$ следует брать величины, полученные опытом для различных геологических и климатических условий. Если таких измерений для данной местности не имеется, то для подсчета можно пользоваться для нормальной 50-периодной частоты влияющего тока след. значениями $2\pi f M$ в зависимости от эквивалентного расстояния a между линиями (табл. 40, взятая из правил Международного консультативного комитета по телефонии на большие расстояния и рекомендованная комитетом для местностей равнинного характера с умеренным климатом).

Табл. 40.

a $2\pi f M$	10 0,264	15 0,235	20 0,219	30 0,194	50 0,168	75 0,141	100 0,127	150 0,103	200 0,0868	250 0,0755	300 0,0660
a $2\pi f M$	400 0,0515	500 0,0418	800 0,0239	1 000 0,0163	1 200 0,0119	1 500 0,0075	2 000 0,0039	2 500 0,0024	3 000 0,0017	4 000 0,0009	5 000 0,0006

Для Московской области путем опыта были поучены след. значения для величины $2\pi f M$ (табл. 41).

Участки сближения с расстоянием между линиями свыше 5 000 м во внимание не принимаются.

Табл. 41.

$\frac{a}{2\pi f M}$	10	15	20	30	50	75	100	150
	0,278	0,214	0,185	0,158	0,124	0,102	0,088	0,0717
$\frac{a}{2\pi f M}$	200	300	400	500	600	800	1 000	1 200
	0,0621	0,0475	0,0375	0,0300	0,0250	0,0188	0,0150	0,0102
$\frac{a}{2\pi f M}$	1 500	2 000	2 500	3 000	4 000	5 000		
	0,0067	0,0038	0,0024	0,0017	0,0006	0,0002		

Примечание. На Урале для величины $2\pi f M$ были получены значения, превышающие значения по табл. 40 приблизительно в 3,75 раза.

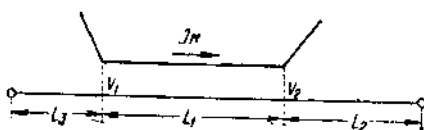
Напряжение, индуктированное на участке пересечения линий, определяется по той же ф-ле (1), в к-рой величина $2\pi f M$ для табл. 40 и 41 равна:

$$2\pi f M = 0,31 \text{ } \Omega/\text{км.}$$

Для всех проводов, подвешенных на столбовых линиях НКПС и несущих сигнализационные или избирательного вызова цепи значение V_k не должно превышать величины, при к-рой напряжение между проводом и землей в любом месте цепи при исправном ее состоянии не будет превосходить 375 действующих вольт. Это значит, что при сближении на всем протяжении цепи связи между оконечными пунктами максимальная допустимая величина:

$$V_k = 375 \cdot 2 = 750 \text{ дейст. вольт.}$$

Если же сближение захватывает только часть длины телефонной цепи (черт. 176), то V_k определяется из соотношений:



Черт. 176.

$$V_1 = 2\pi f M I_k \cdot \frac{V_k}{2} \cdot \frac{\sum l_n}{l};$$

$$V_2 = 2\pi f M I_k \cdot V_k \left[1 - \frac{\sum l_n}{2l} \right].$$

Если при этом окажется, что V_1 или V_2 превышает 375 дейст. вольт, то необходимо либо отда-

вить трассу одной из линий, либо снизить продольной эдс, а именно: установку на линиях связи мощных разрядников, подвеску экранирующих тросов на линии эл.-передачи, кабелирование линий связи.

Расчет расстановки мощных разрядников на линиях связи приведен во II ч. «Правил ограждения телеграфных, телефонных и сигнализационных линий от вредного действия установок сильного тока», изд. 1932 г.

Электростатическая индукция. При случайном заземлении одной из фаз воздушной линии эл.-передачи с изолированной нейтралью с номинальным напряжением свыше 2 200 V могут индуктироваться как опасные, так и мешающие напряжения и токи в соседних воздушных линиях связи. Опасное индуктированное напряжение на проводах связи, изолированных от земли, определяется по ф-ле:

$$V_e = k \cdot E \cdot \frac{\sum_1^r \left(\frac{I_n}{n+2} \cdot \frac{b \cdot c}{a^2 + b^2 + c^2} \cdot p \cdot q \right)}{\sum_1^z \frac{1}{n+2}} V,$$

где: $k = 0,25$ при трехфазной линии и $k = 0,2$ при однофазной линии, r —число участков сближения, z —число участков линии связи с различным числом проводов между соседними контрольными пунктами.

Величина $V_e > 150$ В считается опасной для всех видов связи и ж.-д. сигнализации. С опасностью индукции можно не считаться, если линия связи на всем сближении расположена на расстоянии $a \geq \frac{1}{3} \sqrt{E}$ м.

Для однопроводных воздушных линий ж.-д. полуавтоматической блокировки опасным считается также индуктированный ток (при заземлении одной фазы линии эл.-передачи), превосходящий 10 мА. Величина этого тока подсчитывается по ф-ле:

$$i = k \cdot E \cdot 10^{-3} \cdot \sum \frac{1}{n+2} \cdot \frac{b \cdot c \cdot I_n}{a^2 + b^2 + c^2} \cdot p \cdot q \text{ мА},$$

где $k = 1,4$ при трехфазной линии, $k = 1,1$ при однофазной линии.

По этой же ф-ле рассчитывается мешающий ток в воздушных телеграфных линиях, имеющих сближение с воздушной линией эл.-передачи с изолированной нейтралью. Мешающее влияние считается возможным при

$$I \geq 2 \text{ мА}.$$

Мешающее напряжение в однопроводных телефонных линиях подсчитывается по ф-ле:

$$V_b = k \cdot E \cdot 10^{-3} \cdot \sum \frac{b \cdot c \cdot I_n}{(n+2)(a^2 + b^2 + c^2)} \text{ мВ},$$

где $k = 300$ при трехфазной линии, $k = 250$ при однофазной линии.

Мешающее напряжение в однопроводных телефонных цепях жезловой сигнализации и полуавтоматической блокировки считается недопустимым, если $V_b \geq 50$ мВ и если продолжительность действия его по условиям технадзора за высоковольтной линией может превышать 3 часа.

Мешающее напряжение в двухпроводных телефонных цепях определяется по ф-ле:

$$V_b = k \cdot E \cdot 10^{-3} \cdot \frac{I_s \cdot b \cdot \sigma}{a^2 + b^2 + c^2} \text{ мВ},$$

где: $k = 100$ при трехфазной и $k = 75$ при однофазной линии эл.-передачи.

Это напряжение V_b считается недопустимым, если оно превосходит величину 5 мВ для линий с усилителями и величину 10 мВ без усилителей и при этом может продолжаться более 3 час. (при заземлении одной из фаз эл.-передачи).

При сближениях телефонных линий с линиями эл.-передачи с горизонтальным расположением проводов при нормальной работе их мешающее напряжение в двухпроводных цепях подсчитывается по ф-ле:

$$V_b = k \cdot E \cdot 10^{-3} \cdot \sum \frac{ab}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} \delta \cdot \sigma \cdot I_s \text{ мВ},$$

где $k = 200$ при трехфазной и $k = 125$ при однофазной линии эл.-передачи.

При ином, негоризонтальном, расположении проводов линии эл.-пере-

дачи мешающее влияние для телефонных линий, расположенных не далее 100 м, рассчитывается по Ф-ле:

$$V_b = 0,07E \cdot \sum \frac{I_s \cdot \delta \cdot \sigma}{a^2 + b^2 + c^2} \text{ мВ.}$$

Если расстояние между линиями превосходит 100 м, то расчет производится, как в случае линии эл.-передачи с горизонтальным расположением проводов.

Мешающее влияние линии эл.-передачи при нормальной работе ее на однопроводные телефонные цепи определяется по Ф-ле:

$$V_b = 0,25 \cdot E \cdot \sum \frac{c \cdot \delta \cdot I_n}{(n+2)(a^2 + b^2 + c^2)} \cdot p \cdot q \text{ мВ.}$$

Акустические удары в телефонах. При включении и выключении линии эл.-передачи возможно возникновение в телефонах акустических ударов, могущих причинить большой вред здоровью пользующихся телефоном лицам и в особенности телефонисткам, обслуживающим связь с головными телефонами. Нормально телефоны при коммутаторах и переговорных будках д. б. снабжены приспособлениями, надежно защищающими от акустических ударов. Если же на линиях связи, имеющих сближение с высоковольтными линиями, таких приспособлений нет, то безотлагательность установки их проверяется Ф-лой:

$$A = 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot \sum \frac{I_n}{n+2} \left(\frac{E \cdot \delta \cdot c}{a^2 + b^2 + c^2} \cdot p \cdot q \right)^{1/2} \text{ миллиджоулей.}$$

При $A \geq 20$ миллиджоулей акустические удары возможны.

Участки сближения, на к-рых линия связи располагается на расстоянии $a > 2\sqrt{E}$ м от линии эл.-передачи, не принимаются во внимание при подсчете энергии.

Телефонирование токами высокой частоты по проводам.

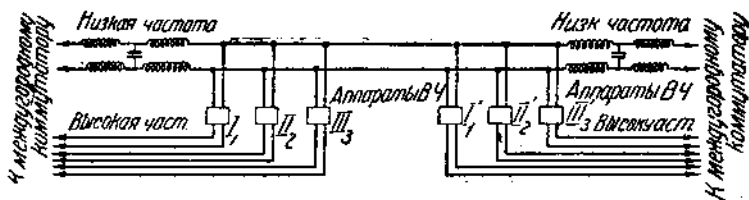
(Многократная телефония).

1. Принципы многократной телефонии.

Применение токов высокой частоты (практически от 4 000 до 40 000 герц.) дает возможность значительно уплотнить линии связи, а также использовать для целей связи высоковольтные силовые линии передачи. Принципиально уплотнение линии связи путем наложения токов различной частоты м. б. доведено до любого предела. Практически же увеличение затухания проводов с повышением частоты, взаимное влияние различных полос передачи и усложнение аппаратуры ограничивает число одновременных передач по паре бронзовых, медных или биметаллических проводов 4—5 телефонными и 5 дуплексными телеграфными связями. По железным проводам, повидимому, допустима одновременная передача по паре проводов лишь одного низкочастотного и 1—2 высокочастотных разговоров и 1—2 телеграфных дуплексных связей.

Экономически целесообразно наложение токов в ч. на междугородные цепи связи при использовании железных проводов, начиная с расстояния между абонентами в 100 км, а при трехкратном разговоре и при использовании медных проводов—начиная с 65 км.

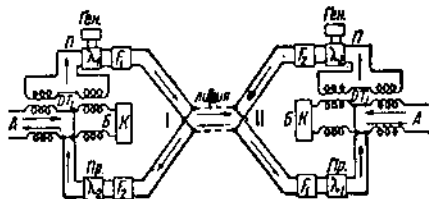
Многократная телефония основана на одновременной передаче речи нескольких абонентов по одной и той же паре проводов токами различной частоты. Устранение взаимных помех достигается применением как на станции



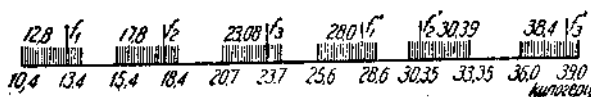
Черт. 177.

отправления, так и в месте приема эл. фильтров, пропускающих для двух соответствующих абонентов лишь определенную, необходимую для их связи, полосу частот. На черт. 177 представлена принципиальная схема одной тональной и трех высокочастотных связей, наложенных на одну пару проводов.

Двухсторонняя связь на высокой частоте в настоящее время осуществляется на двух полосах частот (в двух каналах), из к-рых одна используется для передачи речи, а другая — для приема (черт. 178). На стороне высокой частоты для защиты приемника *Пр* от влияния передатчика *П* той же станции используются упомянутые выше эл. фильтры; на стороне разговорной частоты для защиты передатчика от влияния приемника применяется дифференциальная схема, основной частью к-рой является дифференциальный трансформатор *ЛТ*. Отсутствие защитных устройств привело бы установку к генерации (зуммированию).



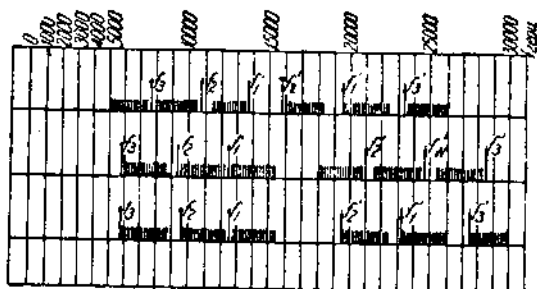
Черт. 178.



Черт. 179.

Каждый канал в. ч. занимает полосу частот в 2 000—3 000 герц. Практически достижимые характеристики фильтров для разъединения каналов требуют промежутка между ними порядка 1 000 герц. Т. о., один двухсторонний разговор занимает полосу частот в 7 000—10 000 герц. Во избежание вредного влияния на соседние провода распределение каналов по шкале частот систематизируется и регламентируется.

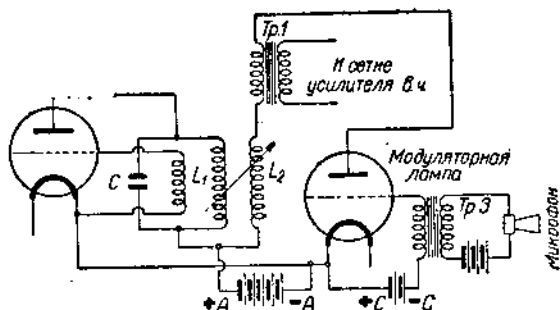
У нас в Союзе приняты шкалы: фирмы Сименса, применяемая ВЭСО (черт. 179), и американская (черт. 180).



$$\sum_{n=h_1}^{n=h_k} (f - n_i) \quad \text{и} \quad \sum_{n=h_1}^{n=h_k} (f + n_i) -$$

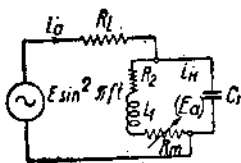
боковых полос. $K \leq 1$ называется коэффициентом модуляции.

Модуляция колебаний передатчика осуществляется разнообразными способами. В установках ВЭСО и Сименса применяется «модуляция абсорбцией», основанная на след. принципе (черт. 183). Колебания в. ч., создаваемые



Черт. 183.

генератором через катушки L_1 и L_2 и трансформатор Tr_1 , передаются на сетку усилителя в. ч., при чем часть мощности поглощается модуляторной лампой. При разговоре меняется напряжение на сетке модуляторной лампы, что ведет к изменению анодного тока этой лампы, а следовательно, и к изменению сопротивления лампы. Вследствие этого лампа будет поглощать различную мощность, изменяя тем самым колебательную мощность генератора, т. е. модулируя его. Абсорбция лампой различной мощности равноценна с математической точки зрения введению в колебательный контур переменного сопротивления, почему схема черт. 183 м. б. приведена к эквивалентной схеме, представленной на черт. 184. На этой схеме лампа заменена генератором с эдс $E \cdot \sin 2\pi f t$ и внутренним сопротивлением R_1 . R_2 , L_1 и C_1 — постоянные колебательного контура, а R_m — сопротивление модуляторной лампы, пересчитанное в колебательный контур.



Черт. 184.

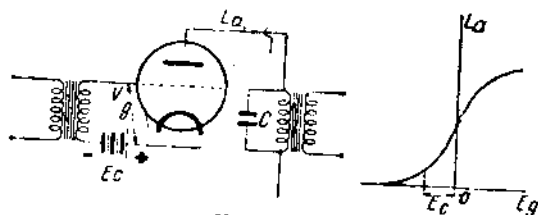
Для увеличения коэф-та модуляции между микрофоном и модуляторной лампой иногда включают один каскад усиления низкой частоты *.

б) Приемник. Модулированные колебания в. ч. для воспроизведения первоначального звука д. б. детектированы. Т. о., необходимой принадлежностью всякого приемного устройства является детекторная лампа. Детектирование происходит в любом сопротивлении, обладающем нелинейной характеристикой между подводимым напряжением и протекающим через него током. Следовательно, для детектирования м. б. использованы нелинейная часть (нижний загиб) кривой анодного или сеточного тока. В аппаратах

* Подробнее о передатчиках см.: Асеев В. П., Электронные лампы, ч. II, Госуд. техн. изд., А. И. Берг, Теория и расчет ламповых генераторов, Госуд. энерг. изд., 1932 г.; П. В. Шаков, Принципы радиотелефонии, Госуд. научно-техн. изд., 1931 г.

в. ч. обычно применяется анодное детектирование вследствие меньших искажений, сопровождающих этот вид детектирования и вследствие наиболее к нему приспособленных характеристик употребляемых ламп. Схема анодного детектирования показана на черт. 185; там же воспроизведена характеристика лампы ТО-76.

Напряжение эл.-магнитной волны, подводимое к приемнику, столь незначительно, что его необходимо перед детектированием усилить. Для этой цели применяют один или два каскада усилителя в. ч. В обычных схемах связь между каскадами—трансформаторная.

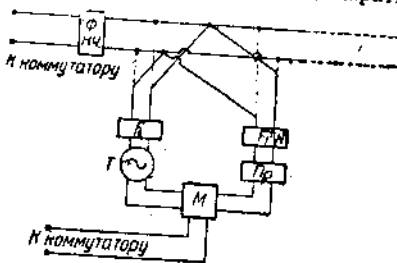


Черт. 185.

установить в приемнике еще один или два каскада пространственным типом приемного устройства в аппаратах в. ч. является приемник 2-V-1, имеющий два каскада усиления в. ч., детекторную лампу и один каскад усиления низкой частоты.

Основными требованиями, к-рые д. б. предъявлены к приемнику, являются: 1) достаточное усиление,—порядка 4—5 непер.; 2) коэф-т усиления, не зависящий от частоты, в пределах 2 500 герц.; 3) отсутствие амплитудных искажений*.

в) Фильтры. Как было указано, многократная телефония требует разделения различных каналов передачи при помощи эл. фильтров. Аппараты в. ч. защищаются от токов н. ч. обычной телефонии фильтрами в. ч. (конденсаторными) и полосными фильтрами; в свою очередь цепь разговорной частоты отделяется от аппаратов в. ч. фильтрами н. ч. (дрессельными). Схема включения оконечной станции в. ч. показана на черт. 186, где видно, что коммутатор присоединен к междугородной линии через фильтр н. ч. (обладающий значительным затуханием для токов частоты выше 2 400—2 500 герц и имеющий небольшое затухание для токов более низкой частоты). Передатчик в. ч. Т включен в междугородную линию через полосной фильтр F_1 , пропускающий одну полосу частот от f_1 до $f_1 - 2 500$ герц., или от f_1 до $f_1 + 2 500$ герц. Приемник в. ч. Пр в свою очередь включен в междугородную линию через полосной фильтр F_1' , пропускающий один из каналов $f_1' - 2 500$ герц. или $f_1' + 2 500$ герц. Т. о., из всей полосы



Черт. 186.

* Подробнее о приемниках см.: Л. Б. Слепая, Электронная лампа как детектор; Крылов, Теория и расчет радиоприемных устройств; Марк, Усилители высокой и низкой частоты; А. И. Берг, Основы радиотехнических расчетов.

частот, излучаемой модулированным передатчиком, в междугороднюю линию поступает только верхняя или нижняя боковая полоса.

Фильтры представляют собою комбинации самоиндукций и емкостей. Схема одной ячейки и характеристика фильтра н. ч. и в. ч. показаны на черт. 187 и 188, а схема и характеристика полосного фильтра—на черт. 189.

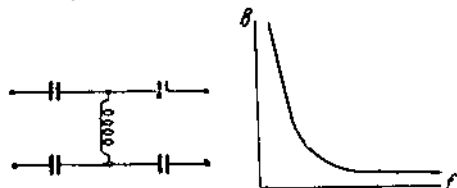
Фильтры н. ч. и в. ч., рассчитанные для параллельной работы, применяются для разделения цепей тональной и высокой частоты и называются в этом случае линейными фильтрами.

Затухание в полосе прозрачности и крутизна характеристики определяются в основном ваттными потерями фильтра и числом и схемой его ячеек.

Фильтры н. ч. и в. ч., содержащие катушки самоиндукции с сердечниками из прессованного порошка, имеют затухание в полосе пропускания порядка 0,05 непер (f = 800 пер./сек.) и в полосе задерживаемых частот—свыше 4—5 неперов.

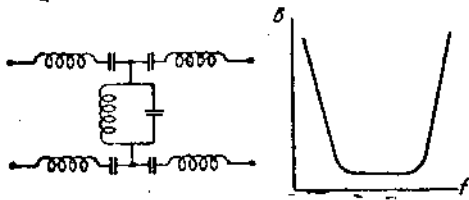
Полосные фильтры обычно выполняют из нескольких ячеек, при чем их затухание в полосе прозрачности достигает 0,4—0,7 непер, а затухание для задерживаемых частот равно 6—7 неперам.*

г) Дифференциальная схема. Выше указывалось, что абонентская линия присоединяется к передатчику и приемнику с помощью дифференциальной схемы. При непосредственном параллельном включении приемника и передатчика в абонентскую линию всякий проходя-



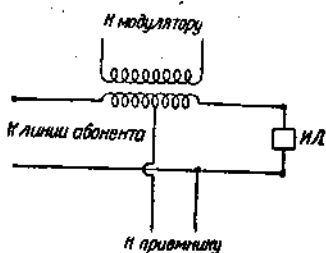
Черт. 188.

щий сигнал по выходе из приемника воздействовал бы на модуляторное устройство передатчика, а следовательно, был бы отправлен обратно на станцию, его пославшую. При оподеленных соотношениях между усилением приемного и передающего устройств и затуханием линии и фильтров воздействие приемника на модуляторное устройство приводит к генерации, проявляющейся в телефонной трубке в виде определенного тона, делающего прием совершенно невозможным. Для возникновения генерации достаточно, чтобы ток приемника, воздействующий на модуляторное устройство, находился в фазе и был равен току, приходящему с абонентской линии. Для избежания указанных явлений приемник и передатчик приключаются к абонентской линии через дифе-



Черт. 189.

* Подробнее о фильтрах см.: П. В. Шаков, Радио по проводам.
* Подробнее о фильтрах см. Т. С. Шин, Электрические фильтры.



Черт. 190.

ренциальный трансформатор (черт. 190) по схеме «моста», плечи к-рого составляют: линия абонента, две половины обмотки трансформатора и искусственная линия ИЛ. В одну из диагоналей моста включено приемное устройство, а в другую модуляторное устройство. При равенстве сопротивлений искусственной и абонентской линий мост будет сбалансирован и приемник не будет влиять на модулятор. В виду зависимости сопротивления линии от частоты хороший баланс моста во всем диапазоне разговорных частот невозможен.

III. Метод расчета телефонной связи токами высокой частоты.

Исходными данными при проектировании телефонной связи токами в. ч. являются длина, диаметр и материал проводов. Эти данные при применении в многократной телефонии частотах определяют затухание линии между двумя оконечными комплектами в. ч. Зная чувствительность телефона, по этим данным можно было бы установить мощность передатчика и коэффициент усиления приемника для любого расстояния между двумя абонентами, если бы уровень передачи не ограничивали след. условия.

1) Линейные шумы в каналах в. ч. не д. б. выше уровня—8 неперов. Дабы эти шумы не являлись помехой для телефонной передачи, уровень приема в конце линии д. б. по крайней мере на 4 непера выше уровня помех; поэтому в междугородной линии уровень передачи не должен опускаться ниже:

$$b_n = -(8 - 4) = -4 \text{ непер.}$$

При телефонировании токами в. ч. под уровнем передачи, естественно, подразумевается уровень боковой полосы.

2) Дабы избежать мешающего воздействия передатчика на соседние линии связи, наивысший уровень передачи не должен превышать по нормам МКК + 2 непера. Этот уровень определяет мощность передатчика.

Т. о., затухание линии между двумя трансляционными участками могло бы быть:

$$2 - (-4) = 6 \text{ непер.}$$

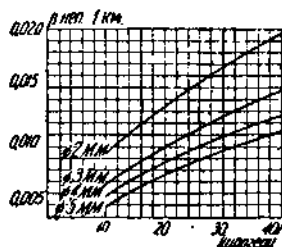
Но в целях установки усилителей в. ч. в тех же пунктах, в к-рых находятся усилители низкой частоты, обычно принимают затухание междотрансляционных участков не выше 5 неперов. При этом для мед. х линий и при частотах, применяемых в многократной телефонии, получаются след. расстояния для усилительных участков или между двумя оконечными комплектами:

Диам. провода в мм	2	3	4
Расстояние в км	150	300	500

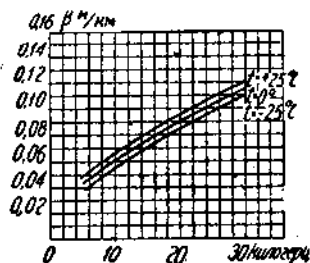
3) Затухание переходного разговора (прямого или встречного), измеренное на междугородной станции тональной частотой между двумя каналами высокой частоты или между каналами высокой и тональной частоты одной и той же цепи, д. б. выше 7,5 непера. Переходное затухание между двумя какими-либо каналами в. ч. одной и той же магистрали, измеренное в тех же условиях, д. б. выше 6,2 непера. На основании по-

следнего условия требуется, чтобы прямое переходное затухание между цепями на в. ч. было не ниже 5—6 неперов.

Т. о., проектирование связи сводится прежде всего к определению затухания линии между двумя конечными пунктами и переходного затухания между цепями на в. ч. путем расчета или лучше измерения. Если затухание превышает 5 неперов, то в промежуточных пунктах д. б. установлены усилители в. ч. (см. стр. 414).



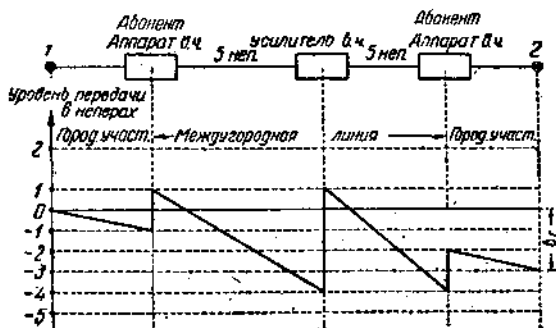
Черт. 191.



Черт. 192.

Для расчета затухания цепей в полосе в. ч. могут служить кривые километрического затухания β , представленные на черт. 191 (медные цепи) и 192 (железные цепи $d = 5$ мм). Затухание цепи между двумя абонентами не должно превышать 3,3 непера. Затухание цепи на городских участках, включающих абонентскую линию, городскую и междугородную станции и соединительные линии между ними, по нормам не должно превышать 1 непера, поэтому остаточное затухание между двумя междугородными станциями д. б.:

$$\beta_r = 3,3 - 1 - 1 = 1,3 \text{ непера.}$$



Черт. 193.

Обычно остаточное затухание установок в. ч. не превосходит 0,8—1,0 непера. При транзитных соединениях иногда приходится работать с усилением до +1,0 непера.

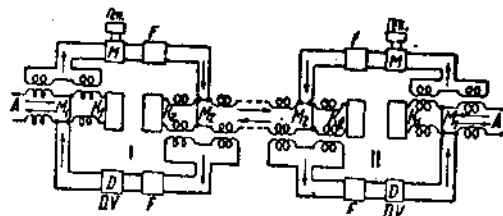
Уровни передачи различных участков цепи в. ч. удобно иллюстрируются «диаграммой уровня» (черт. 193). Эта диаграмма начерчена для

участка линии с затуханием $b = 10$ неперам при наивысшей частоте, следовательно, для установления связи требуется один промежуточный усилитель в. ч. Уровень передачи у абонента условно принят за нуль. Усиление т. ч., коэф-т модуляции и мощность передатчика рассчитаны так, чтобы уровень боковой полосы на выходе передатчика равнялся $+1$ неперу. Затухание линии до промежуточного усилителя в. ч. равно 5 неперам, так что на входе усилителя будем иметь уровень -4 непера. Коэф-т усиления усилителя должен равняться 5 неперам; тогда на выходе его будет уровень $+1$ непер и на входе приемника получим уровень -4 непера. Остаточное затухание цепи в. ч. составляет 3 непера, как это видно непосредственно из диаграммы.

В отношении искажения цепь в. ч. должна удовлетворять след. условиям: если принять величину остаточного затухания при $f = 800$ пер./сек. равной 0,8 непера, то b , не должно превышать 1,1 непера для частот, лежащих между 600 и 1200 пер./сек., 1,3 непера для частот, заключающихся с одной стороны между 400 и 600 пер./сек. и с другой стороны между 1200 и 1600 пер./сек., и 1,8 непера для всех остальных частот, рассматриваемых как эффективно передаваемые. Для устранения искажений в цепь в. ч. на усилителях и иногда на оконечных станциях включают специальные выравнивающие контуры.

IV. Существующие системы многократной телефонии.

Уплотнение линий связи применением многократной телефонии основано на использовании различных полос частот для каждой пары абонентов и



Черт. 194.

разделении их при помощи эл. фильтров. Этот общий принцип допускает след. подразделение:

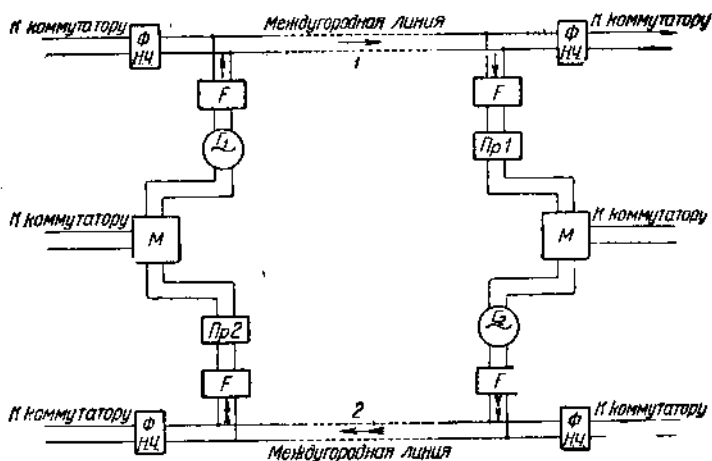
1. система с двумя несущими частотами (описана выше), при к-рой прямой и встречный разговор ведется по одной паре проводов и занимает две полосы частот;

2. система с одной несущей частотой (черт.

194), при к-рой прямой и встречный разговор одной пары абонентов ведется в одной и той же полосе частот; для избежания же воздействия передатчика на собственный приемник устанавливается мост в. ч. M_2 . Как видно из схемы, ток передатчика при равенстве входных сопротивлений линии и балансного контура K_2 разветвляется в дифференциальный поток трансформатора равен нулю, и вследствие этого магнит-к-рой присоединен приемник, тока не будет. Ток же, приходящий с линии, пройдя по обоим половинам первичной обмотки трансформатора, индуктирует во вторичной обмотке соответствующую эдс. При этой системе достигается большая дальность связи, чем при системе по п. 1, т. к. затухание линии определяется более узкой полосой частот. Все же этот способ телефонирования не получил широкого распространения из-за невозможности добиться устойчивого равновесия моста в полосе высоких частот

Имеются схемы, в к-рых вместо моста в. ч. или в дополнение к нему применяются электронные реле, к-рые замыкают цепь приемника при передаче и цепь передатчика при приеме.

3. **Четырехпроводная система.** Стремление использовать для прямого и встречного разговоров одну и ту же полосу частот и в то же время избежать неустойчивости работы системы по п. 2 привело к разработке схемы, при к-рой прямой разговор передается по одной паре проводов, а встречный разговор, занимая ту же полосу частот, — по второй паре проводов (черт. 195). Как видно из черт., передатчик G_1 с несущей частотой f через полосной фильтр F присоединен к междугородной линии 1, к другому концу к-рой тоже через полосной фильтр F присоединен приемник $Пр1$. Встречный разговор ведется по другой паре проводов, для чего к одному концу линии



Черт. 195.

через полосной фильтр F присоединен передатчик G_2 с той же несущей частотой f , а к другому концу через такой же полосной фильтр F приемник $Пр2$.

Эта система применяется только в тех случаях, когда затухание линии очень сильно возрастает с увеличением частоты, как напр., при телефонировании токами в. ч. по железным проводам и по кабелю.

4. **Системы без несущей частоты.** Схема передачи без несущей частоты не является особой системой. Эта схема м. б. применена ко всем системам, описанным в первых трех пунктах. Как известно, для получения в телефоне токов т. ч. (микрофонных токов) необходимо подвести к детектору несущую частоту и одну из боковых полос, при чем совершенно безразлично, будет ли ток несущей частоты получаться с линии или подводиться от местного источника. В то же время исключение несущей частоты при передаче представляет след. преимущества для телефонирования токами в. ч.:

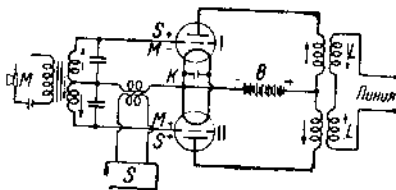
а) может быть повышен уровень передачи; это происходит вследствие того, что в этой системе отсутствует индукция несущей частоты на соседние провода, амплитуда к-рой в $\frac{2}{K}$ раз больше амплитуды боковой полосы;

б) промежуточные усилители в. ч. могут быть собраны на менее мщных

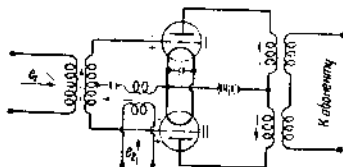
лампах, что особенно важно при использовании одного усилителя для нескольких каналов;

в) значительно улучшаются условия для работы на параллельных цепях, расположенных на одних и тех же столбах. Это происходит, во-первых, вследствие того, что при применении группового усилителя применяется один общий фильтр, что уменьшает коэф-т отражения, а следовательно, повышает переходное затухание, во-вторых, потому, что при передаче несущей частоты имеется возможность несколько сдвинуть каналы передачи на соседних линиях без опасения, что это приведет к биениям между амплитудами несущей частоты.

Недостатком этой системы является необходимость иметь на приемной стороне местный передатчик со строго синхронной частотой. Фирма Сименс и Гальске поэтому не уничтожает полностью несущую частоту, а лишь значительно ее приглушает.



Черт. 196.



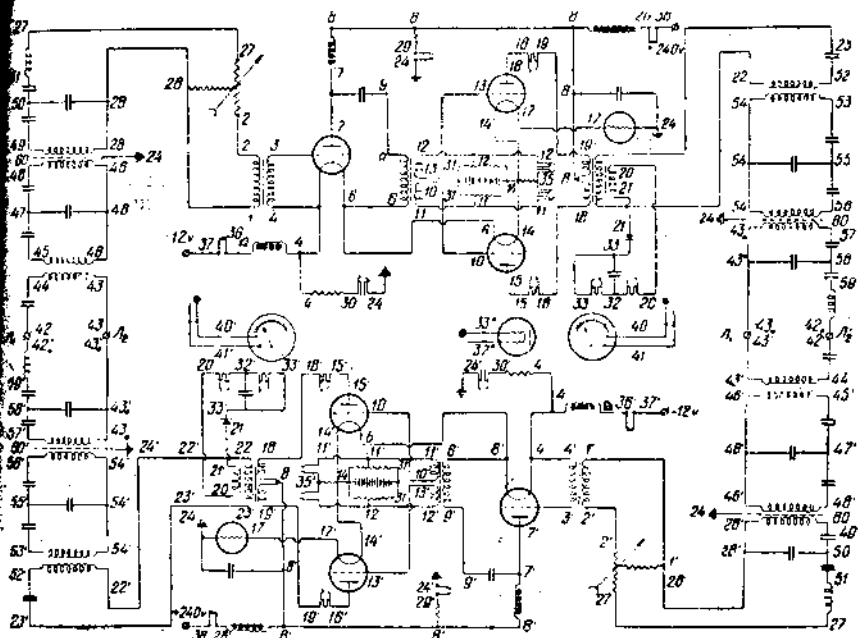
Черт. 197.

Способов компенсации несущей частоты много. Наиболее употребляемый заключается в применении балансного модулятора (черт. 196). Балансный модулятор состоит из двух ламп, собранных по схеме пуш-пул. Генератор в. ч. S сообщает сеткам одинаковые потенциалы, а т. к. анодные токи лампы $I-II$ сдвинуты по фазе на 180° , то во вторичной обмотке трансформатора не будет протекать ток несущей частоты. Токи же низкой частоты соощают сеткам различные потенциалы, вследствие чего баланс нарушается и во вторичной обмотке трансформатора возникает модулированный ток без несущей частоты. На приемном конце детектор при этом д. б. собран по схеме, показанной на черт. 197, принцип действия к-рой ясен из чертежа.

V. Усилители высокой частоты.

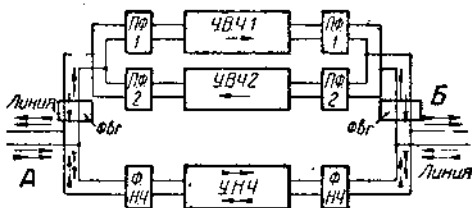
Если между окончательными пунктами, между к-рыми оборудуется связь, затухание линии превышает 5 неперов, то д. б. установлены промежуточные усилители в. ч. При системе многократной телефонии, описанной в п. 1 предыдущего раздела, в каждом трансляционном участке устанавливаются два усилителя, собранных обычно на общей стойке, для прямого и встречного разговоров. Усилители обычно собираются с трансформаторной связью; часто применяется двухтактная схема (пуш-пул). Разделение частот достигается включением на входе и выходе усилителей полосных фильтров. Коэф-т усиления усилителей, как было указано, определяется диаграммой уровня. В качестве примера на черт. 198 приводится схема усилителя, разработанная Центральной лабораторией проводной связи ВЭСО. В этом усилителе применены лампы ТО-76; его коэф-т усиления равен 3,6 непера.

Обычно усилители в. ч. устанавливаются в пунктах, в к-рых имеются усилители тональной частоты. Схема включения его в линию в этом случае показана на черт. 199. Приходящие с линии токи высокой и тональной частоты в трансляционном пункте распределяются на два направления:



Черт. 198.

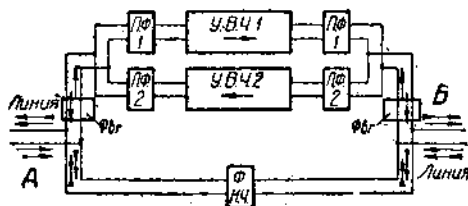
ток в. ч., поступающий из А через фильтры ФВЧ и ПФ1, поступает в усилитель в. ч. УВЧ и далее через полосной фильтр ПФ1 и фильтр в. ч. в линию к пункту Б; ток т. ч. из междугородной линии через фильтр н. ч. ФНЧ поступает в дуплексный усилитель н. ч. УНЧ и далее через фильтр н. ч. ФНЧ в междугородную линию к пункту Б. Токи, идущие из Б к А, разделяются аналогичным образом.



Черт. 199.

При системах с передачей по линии токов несущей частоты применяются для каждого разговора индивидуальные усилители, а при системах без несущей частоты — общие для всех трех разговоров.

При отсутствии в трансляционном пункте усилителя н. ч. включение усилителя в. ч. выполняется по схеме черт. 200.



Черт. 200.

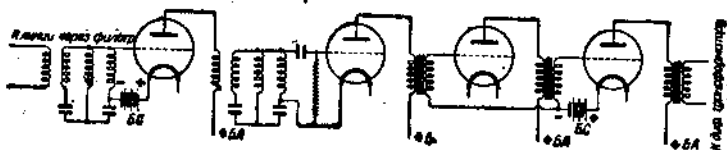
VI. Телефонирование токами высокой частоты по железным проводам.

Основное отличие железных проводов от медных заключается в большом километрическом затухании железных проводов и быстром его возрастании с повышением частоты. Так, если затухание в 5 неперов при наивысшей передаваемой частоте достигается при длине медной линии, равной 300—400 км, то для железной линии, как видно из черт. 192, те же 5 неперов получаются на расстоянии 40—45 км. Отсюда вытекает желательность работы на железных цепях возможно более низкими частотами.

Если исходить из длины усилительных участков тональной частоты, т. е. расстояний в 80—100 км, и если этому расстоянию должно соответствовать затухание в 5 неперов, то километрическое затухание линии не должно превышать:

$$\beta = \frac{\beta l}{l} \leq \frac{5}{100} \leq 0,05 \text{ непера.}$$

По черт. 192 такое километрическое затухание имеет железная 5-мм линия при $t = 25^\circ \text{C}$ при частоте в 8 000—10 000 пер./сек. Применяя четырехпроводную систему, можно в полосе частот до 10 000 пер./сек. осуществить при указанной длине усилительных участков наложение одного—двух разговоров. При уменьшении длины усилительных участков возможно соответственно увеличить число разговоров в ч.



Черт. 201.

Второй возможный способ телефонирования токами в ч. по железным проводам заключается в повышении затухания межатрактационного участка. Затухание этого участка ограничивается допустимыми уровнями передачи, при чем верхний уровень + 2 непера обусловлен возникающими при большей мощности передатчика помехами для соседних линий и для собственного приемника. Воздействие передатчика на соседние провода при мало уплотненной связи не представляет опасности. Помехи же от воздействия передатчика на собственный приемник можно избежать исключением в приемную цепь настроенных контуров. При этом при прочих равных условиях напряжение на сетке первой лампы, наводимое передатчиком, уменьшается в

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{\pi^2}{\delta^2} \left(\frac{f_r^2 - f^2}{f_r f} \right)^2}} \text{ раз, где } \delta - \text{декремент зату-}$$

хания контура, а f_r и f — собственная частота генератора и контура. Нижний уровень передачи обусловлен линейными шумами. Т. к. токи, вызывающие линейные шумы, в основной массе имеют периодический характер, то и от них можно защититься резонансными контурами. Действительно, применение резонансного контура повышает напряжение полезного сигнала по отношению к напряжению помехи в $0,7 \frac{\pi}{\delta}$ раз.

Эти две причины дают возможность при уплотнении небольшого числа цепей одной столбовой линии и при применении в приемнике резонансных

контуров значительно расширить затухание междугородного участка и довести его до 8—9 неперов и тем самым использовать одну пару проводов для наложения одного и даже двух «высокочастотных» разговоров.

Затруднение при этом способе связи заключается в пропускании резонансными контурами при такой низкой частоте очень узкой полосы частот. Вследствие этого приходится применять специальные сложные контуры, обладающие прямоугольной формой кривой резонанса. Схема приемника с резонансными контурами показана на черт. 201*.

VII. Промышленные образцы различных систем многократной телефонии.

В качестве примера ниже дается краткое описание оконечных аппаратов многократной телефонии различных систем, изготавливаемых тремя фирмами: ВЭСО, Сименс и Гальске (AG) и Standard Telephones and Cables Limited.

§ 1. Оконечные аппараты многократной телефонии типа ОСА-407 ВЭСО.

Этот тип аппаратов относится к системам с двумя несущими частотами. Установка ВЭСО предназначена для уплотнения медных, бронзовых или биметаллических проводов и дает возможность наложить три «высокочастотных» разговора на одну пару проводов.

Табл. 42. Распределение каналов.

Первый абонент	Пограничные частоты в пер/сек.		Встречный абонент	Пограничные частоты в пер/сек.	
	нижний предел	верхний предел		нижний предел	верхний предел
1	10 400	13 400	1'	25 600	28 600
2	15 400	18 400	2'	30 350	33 350
3	20 700	23 700	3'	36 000	39 000

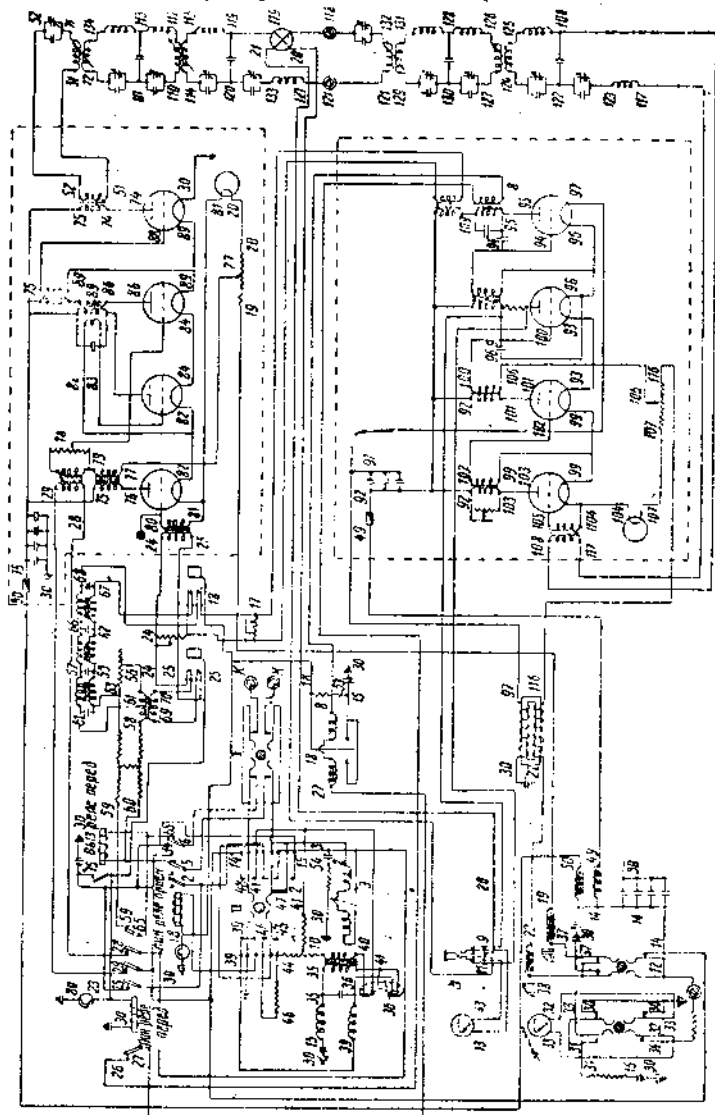
Расстояние между двумя оконечными аппаратами при медных проводах $d = 4$ мм может достигать 400 км. Принципиально монтажная схема одного оконечного аппарата показана на черт. 202. На этом черт. в верхней, обведенной пунктиром, части дана схема передатчика, в нижней—схема приемника, слева показана схема распределительного устройства, а справа—схема полосных фильтров.

Передатчик состоит из микрофонного усилителя, генератора в. ч., модулятора и усилителя в. ч. Модуляция производится абсорбцией.

Приемник также состоит из четырех ламп: двух каскадов усиления в. ч., детектора и усилителя т. ч. Детектирование производится на сгипе анодной характеристики. Как в передатчике, так и в приемнике применены лампы ТО-76 (ныне заменяются лампами типа ТО-141 и ТО-142). Распределительное устройство включает в себя дифференциальный тр-р, вызывное устройство, состоящее из ряда реле, регуляторы усиления, ключи включения и нек-рые др. вспомогательные детали. Осуществление вызова производится тем, что при нажатии ключа на комплекте или посылке обычного вызывного тока с коммутатора при посредстве специального реле начинает работать зуммер, прерывистый ток к-рого подается на сетку модуляторной лампы. В приемнике же в анодную цепь последней лампы через специальный тр-р

* Подробнее см. инж. Б. З. Слущкин и инж. Б. З. Халезов, Телефонирование токами в. ч. по железным проводам.

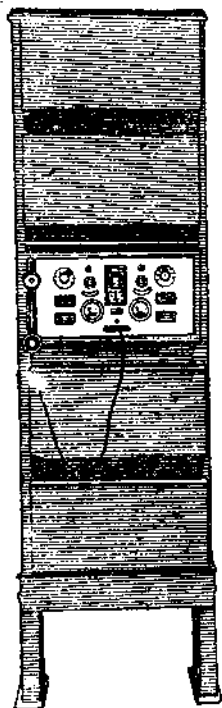
приключено резонансное реле, приводящее в действие через вспомогательное реле зуммер, к-рый и заставляет сработать обычные сигналь-



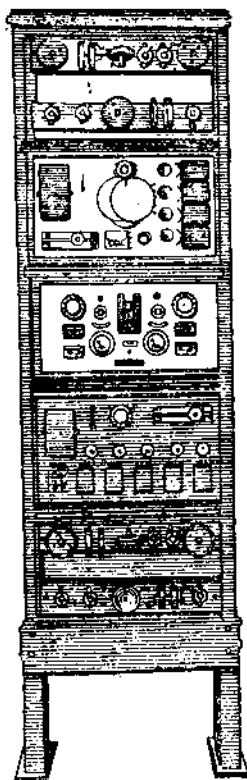
Черт. 202.

ные приспособления. Для питания анодов ламп требуется напряжение в 240 В с расходом тока в 60—70 мА на один разговор, а для питания накала—24 В с расходом тока в 2—2,5 А.

Вся установка на три дуплексных разговора монтируется на шести отдельных стойках. Каждая стойка представляет самостоятельный оконечный «полукомплект» и занимает объем $720 \times 550 \times 2400$ мм. Внешний вид такого полукомплекта показан на черт. 203. Как видно из черт., каждый полукомплект собран из ряда панелей, расположенных в след. порядке (сверху вниз): фильтр передатчика, передатчик, распределитель, приемник и фильтр приемника. Все панели закрываются железными кожухами. Внешний вид полукомплекта со снятыми кожухами показан на черт. 204.



Черт. 203.



Черт. 204.

§ 2. Оконечные аппараты зав. «Красная заря» образца 1934 г.

В 1934 г. з-д «Красная заря» выпустил новую аппаратуру для трехкратного уплотнения медных, бронзовых или биметаллических проводов. Сохранив в основном схему аппаратов типа ОСА-407, завод значительно улучшил ее эл-ческие качества и конструктивное оформление. Помимо того новые аппараты оборудованы рядом сигнальных и измерительных частей, к-рые отсутствовали в аппаратах типа ОСА-407.

Принципиально монтажная схема одной оконечной станины показана на черт. 205. Передатчик состоит из четырех ламп: модуляторной лампы *МЛ* (ТО-141), генераторной лампы *ГЛ* (ТО-141), усилителя высокой частоты *УЛ₁* (ТО-142) и мощного усилителя высокой частоты *УЛ₂* (ТО-143). В отличие от аппаратуры ОСА-407 между двумя каскадами усилителей высокой частоты включен полосной фильтр Φ_1 , чем избегаются перегрузка последнего каскада благодаря фильтрации токов тональной частоты. Вторая половина полосного фильтра Φ_2 включена нормально ко вторичной обмотке выходного трансформатора *Т_{вых}*. Повышение качества передачи сравнительно с аппаратурой старого образца достигается не только улучшением характеристик всех деталей передатчика, но и наличием корректирующего контура, включенного последовательно с первичной обмоткой входного трансформатора *Т_{вход}* и состоящего из параллельно соединенных дросселя *ДВК*, конденсатора *С₁₋₆* и сопротивления *R₁*.

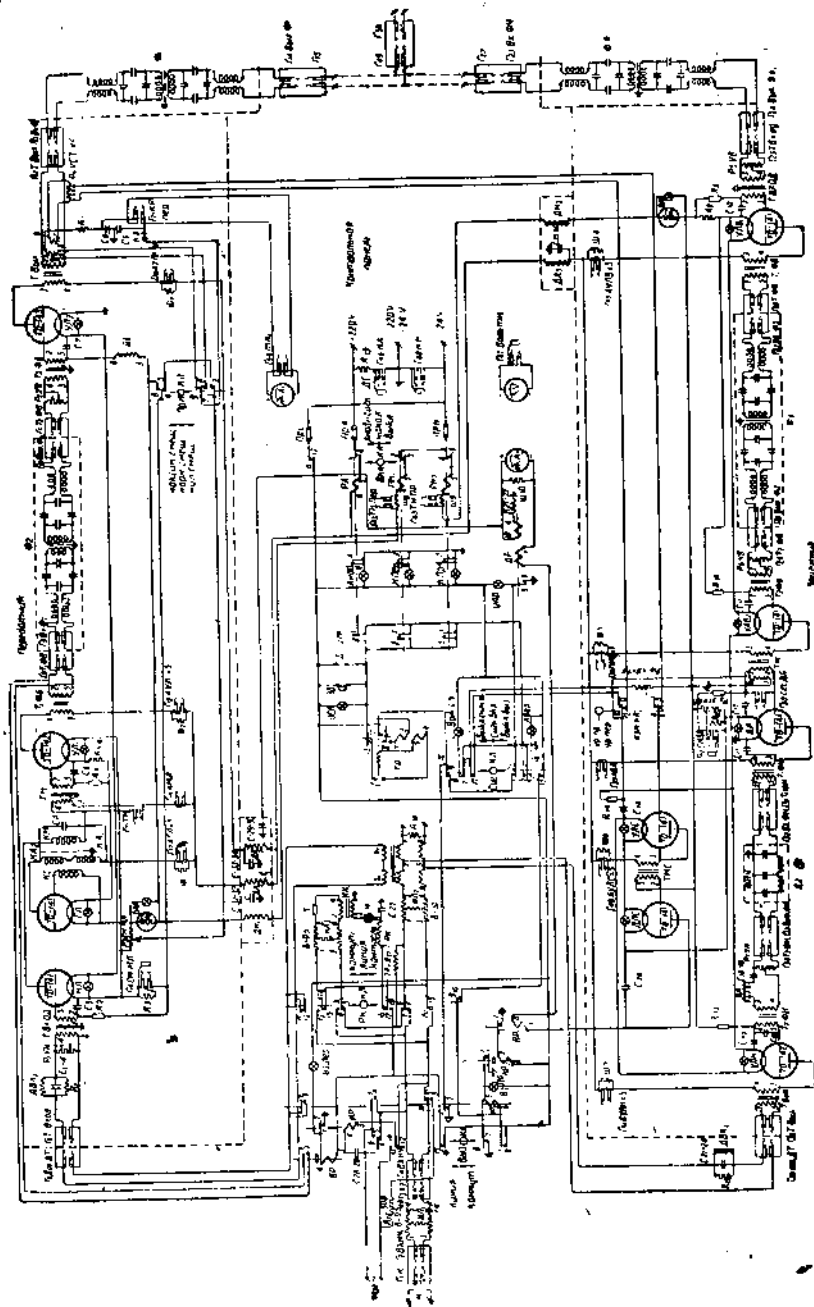
Приемник состоит тоже из четырех ламп: двух каскадовых усиления высокой частоты, *УЛВ₁* (ТО-141) и *УЛВ₂* (ТО-141), разделенных полосным фильтром, детекторной лампы *ДЛ* (ТО-141), усилителя низкой частоты *УЛН* (ТО-142). Между детекторной лампой и усилителем низкой частоты включены фильтр низкой частоты *ФНЧ* для отфильтровывания несущей частоты и высших гармонических, появляющихся в результате детектирования, и корректирующий контур, состоящий из дросселя *ВД* и конденсатора *С₁₀₋₁₈*. Корректирующий же контур включен последовательно с вторичной обмоткой выходного трансформатора *Т_{вых}*. Этот контур состоит из параллельно соединенных индуктивности *ДВК₂*, конденсатора *С₂₁₋₂₄* и сопротивления *B₁₅*.

В аппаратах нового образца вызов производится прекращением действия несущей частоты. Вызывной переменный ток частоты от 15 до 50 пер. с коммутатора поступает на клеммы к оконечной стойке. От клемм *К* вызывной ток через контакты гнезд и ключа проходит через индукторное реле *ИР*. Контакты 1—2 индукторного реле замыкаются, вследствие чего срабатывает замедленное вызывное реле *ВР*, замыкая в свою очередь контакты 1—2, замыкающие накоротко вторичную обмотку 2—5 выходного трансформатора усилителя высокой частоты *УЛ*. Этим самым прекращается доступ в линию токов несущей частоты. На приемном конце для приема вызова, а также для целей сигнализации имеются две лампы: усилительная *УЛС* (ТО-141) и детекторная — *ДЛС* (ТО-141).

При отсутствии вызова переменное напряжение высокой частоты с третьей обмотки 1—6 анодного трансформатора *ТМ* второго каскада усилителя высокой частоты подводится к сетке нити лампы *УЛС*. Усиленное переменное напряжение подводится, следовательно, к сетке, — нить детекторной лампы сигнализатора *ДЛС*. В результате детектирования в анодной цепи этой лампы протекает постоянный ток определенной величины. Во время посылки вызова переменное напряжение на сетке этой лампы исчезает, что вызывает резкое уменьшение анодного тока. Уменьшается, следовательно, ток, протекающий через вызывное реле *ВР₁*, якорь его отпадает, замыкает контакты 1—2, при этом прерывается цепь питания замедленного реле *ВР₂*, отпадает его якорь и замыкает пружины 1—2, образуя цепь питания для реле *ВР₃*. Якорь реле *ВР₃* замыкает контакты 9—10 и 3—4, благодаря чему вызывной ток местного источника *МИ* посылается на коммутатор.

Для удобства обслуживания оконечная аппаратура снабжена рядом устройств, сигнализирующих о повреждениях цепей питания, а также об изменении уровня на выходе каскадов высокой частоты приемника. В провод цепи накала передатчика включено реле *РН₁*, в провод цепи накала — приемник-реле *РН₂*, а в общий анодный провод — реле *РА*.

При повреждении одной из этих цепей отпадает якорь соответствующего



реле, благодаря чему замыкается ряд контактов. Замыкание контактов приводит к тому, что загорается общесигнальная лампочка *ОСЛ* и начинает звонить звонок 38. Помимо того загорается лампочка, указывающая место повреждения.

В новой аппаратуре 3-да «Красная заря» имеется специальное устройство, — сигнализатор уровня, отмечающий уровень высокой частоты на выходе приемника. При этом это устройство автоматически сигнализирует при изменении уровня выше допустимого предела. Сигнализатор уровня представляет собою ламповый вольтметр, состоящий из одной усилительной лампы *УЛС* и детекторной лампы *ДЛС*.

Этот же сигнализатор, как мы видели, служит для регистрации посылки вызова. Принцип действия сигнализатора уровня основан на след. В нормальных условиях под воздействием напряжения высокой частоты через анодную цепь лампы *ДЛС*, а следовательно, и через дифференциальное реле *ДР* пртекает постоянный ток определенной силы. Компенсирующая обмотка этого реле подключена к анодной батарее. Ампервитки обеих обмоток подбираются т. о., чтобы при нормальном уровне приема якорь находился в нейтральном положении. Последовательно с обмоткой дифференциального реле включен миллиамперметр *мА*. При помощи шунта *Ш1* через миллиамперметр устанавливается сила тока, вызывающая при нормальном уровне приема отклонение стрелки до середины шкалы. При изменении уровня приема на 0,2+0,3 непера нарушится равновесие ампервитков реле *ДР* и его якорь притянется, замыкая при этом контакты 5—6. Для восстановления нарушенного равновесия необходимо изменить напряжение на обмотках трансформатора *ТМ*, что м. б. достигнуто изменением положения регуляторов усиления *Р_{УВ}* и *Р_{УВ}*.

В практике эксплуатации кратковременные случайные изменения уровня бывают очень часты. Эти изменения уровня, длящиеся несколько ск., не нарушают нормальной работы аппаратуры, поэтому целесообразно получить сигнал об изменении уровня, длящегося больше определенного промежутка времени, напр., больше 30 ск. С этой целью дифференциальное реле воздействует на сигнальные лампы и звонок через посредство термо-реле *ТР*, пружина к-рого выполнена из биметалла. Т. о., замыкание якорем дифференциального реле контактов 5—6 создает цепь питания для нагревающей обмотки биметаллической группы термо-реле, к-рое в свою очередь через посредство ряда контактов замыкает цепь сигнальных ламп и звонка. Время выдержки термо-реле можно установить от 20 до 30 ск.

Для питания анодов ламп требуется напряжение в 240V, а для питания накала — 24 V. Каждый полукomплект оконечной аппаратуры смонтирован на отдельной стойке.

§ 3. Оконечные аппараты фирмы Сименс и Гальске (AG) типа M_2 и M_3 .

Из различных образцов аппаратуры, выпускаемой этой фирмой, здесь приводится только краткое описание оконечных аппаратов выпуска 1931 г., разработанных фирмой для наложения трех высокочастотных разговоров на несколько параллельных м-дных цепей. Эта аппаратура относится к системе без несущей частоты, вернее, к системе с заглушенной несущей частотой, описанной в п. 4, на стр. 413.

В каждом комплекте установки применяется 8 раздельных каналов: по два канала на три дуплексных разговора, что составит 6 каналов, и два запасных канала на случай наличия линейных помех в рабочем диапазоне. Распределение каналов см. в таблице 43.

Как видно из табл. 43, в системах M_2 и M_3 , к-рые устанавливаются на двух параллельных цепях, применяются одни и те же каналы, но несущие

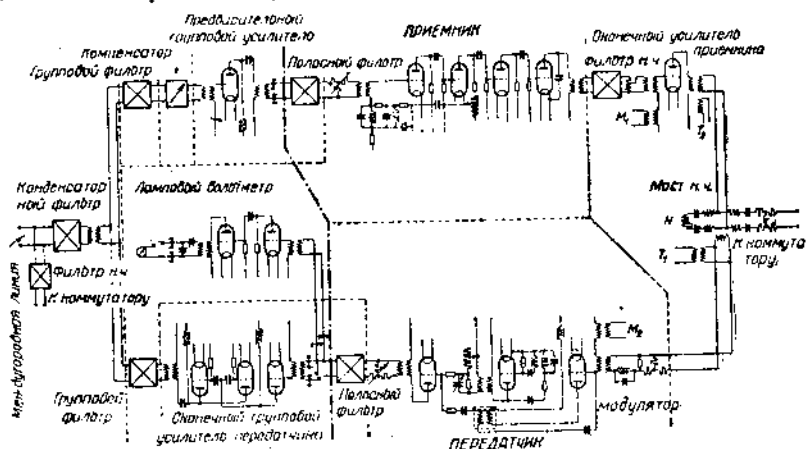
Табл. 43. Распределение каналов.

№ разговора	№ канала	Полезная ширина канала в герцах	Несущая частота в герцах	
			в системе M_2	в системе M_3
1	1-a	$8,7 \cdot 10^3$ — $11,2 \cdot 10^3$	$11,2 \cdot 10^3$	$8,7 \cdot 10^3$
	1-b	$25,0 \cdot 10^3$ — $27,5 \cdot 10^3$	$27,5 \cdot 10^3$	$25,0 \cdot 10^3$
2	2-a	$12,2 \cdot 10^3$ — $14,7 \cdot 10^3$	$14,7 \cdot 10^3$	$12,2 \cdot 10^3$
	2-b	$29,7 \cdot 10^3$ — $32,2 \cdot 10^3$	$32,2 \cdot 10^3$	$29,7 \cdot 10^3$
3	3-a	$15,7 \cdot 10^3$ — $18,2 \cdot 10^3$	$18,2 \cdot 10^3$	$15,7 \cdot 10^3$
	3-b	$33,2 \cdot 10^3$ — $35,7 \cdot 10^3$	$35,7 \cdot 10^3$	$33,2 \cdot 10^3$
4	4-a	$5,2 \cdot 10^3$ — $7,7 \cdot 10^3$	$7,7 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^3$
	4-b	$37,2 \cdot 10^3$ — $39,7 \cdot 10^3$	$39,7 \cdot 10^3$	$37,2 \cdot 10^3$

частоты так расположены, что в системе M_2 передается нижняя боковая полоса, а в системе M_3 —верхняя. Это расположение несущих частот, получающее наименование инверсии частот, дает эффект, эквивалентный увеличению периодического затухания приблизительно на 1 непер.

Гарантируемое фирмой затухание межтрансляционного участка равно 4,5 непера, что соответствует приблизительно дальности действия установок ВЭСО.

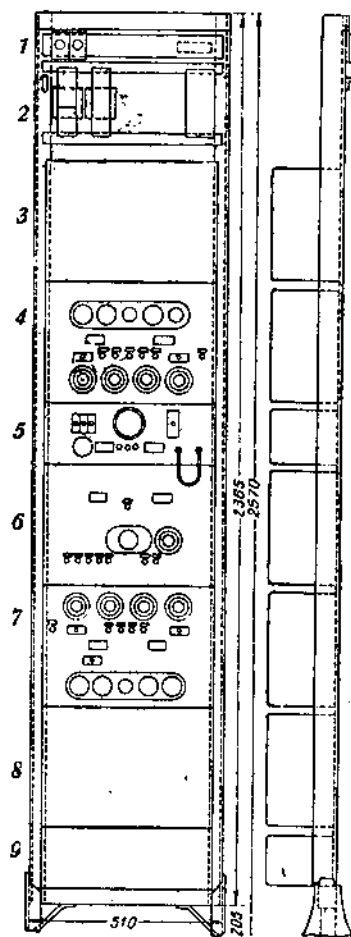
Схема оконечной аппаратуры показана на черт. 206. В правой части черт. показаны детали передатчика и приемника, предназначенные для одного канала (разговора), в левой же части находятся детали, общие для всех каналов. В передающем устройстве для каждого канала имеются: моду-



Черт. 206.

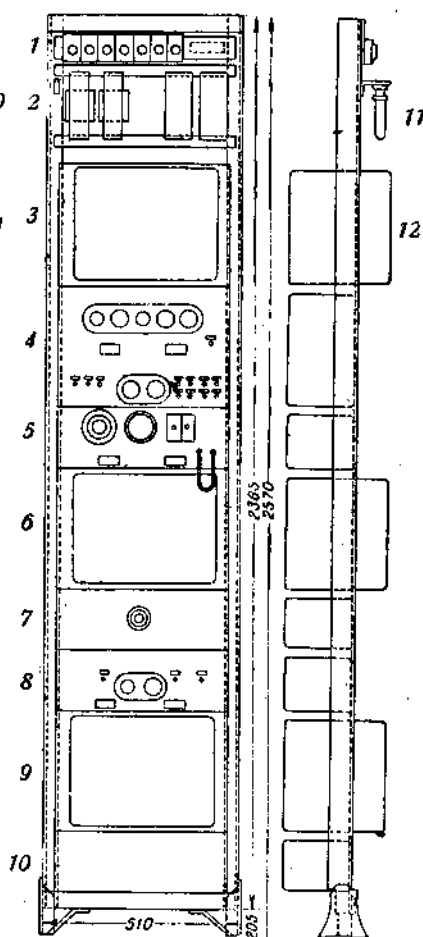
лятор, генератор, усилитель в. ч. и полосной фильтр. Оконечный же мощный усилитель, состоящий из трех ламп, предназначен для всех каналов. Этот усилитель отделяется от линии групповыми фильтрами, пропускающими весь спектр частот, от 5,2 кг до 39,7 кг. Приемник также состоит из двух частей: общей для всех каналов,—группового фильтра, компенсатора и предварительного усилителя, и отдельного для каждого канала полосного

фильтра, трех каскадов усиления в. ч., демодулятора (детектора), фильтра н. ч. и усилителя н. ч. В крайней левой части черт. расположены линейные фильтры, а в крайней правой — дифференциальная схема. Для измерения уровня приема имеется специальный ламповый вольтметр.



Черт. 207.

1 — предохранители; 2 — дроссели накала; 3 и 8 — полосные фильтры; 4 — передатчик; 5 — панель контроля; 6 — усилитель и мост. н. ч.; 7 — приемник; 9 — панель дросселей и реле; 10 — сигнальная лампа; 11 — кожуха,



Черт. 208.

1 — предохранитель; 2 — дроссели накала; 3 и 10 — групповой фильтр; 4 — оконечный усилитель и ламповый вольтметр; 5 — панель контроля; 6 — линейные фильтры; 7 — компенсатор, регулятор усиления; 8 — предварительный усилитель; 9 — панель дросселей и реле; 11 — сигнальная лампа; 12 — кожуха,

Уменьшение амплитуды несущей частоты приблизительно на 2 непера производится в каждом передатчике специальными компенсирующими устройствами, а ее восстановление в приемнике—селективной обратной связью.

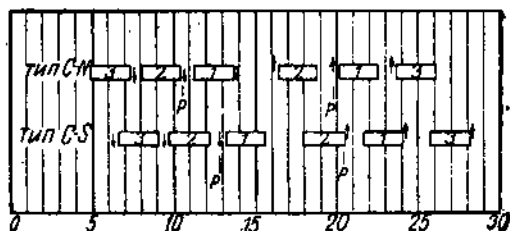
Посылка вызова производится восстановлением несущей частоты, к-рая воздействует на специальное дифференциальное реле, включенное в цепь демодулятора.

Питание анодов ламп производится напряжением в 220 В с расходом тока в 350 мА для всех разговоров, питание накала—напряжением в 24 В с расходом тока в 12 А. Кроме того требуется сеточная батарея в 50 В.

Все детали, предназначенные для одного разговора, монтируются на общей стойке размером 2 570 × 510 мм (черт. 207), общие же для всех каналов детали—на отдельной групповой стойке таких же размеров (черт. 208). Т. о., на каждой оконечной станции имеются пять стоек, к-рые собираются в одну общую конструкцию.

§ 4. Оконечные аппараты фирмы Standard Telephones and Cables Limited типа С.

Эта фирма выпускает довольно большое число различных типов аппаратов многократной телефонии для работы на нескольких параллельных цепях. Отличаются они друг от друга лишь распределением рабочих каналов.

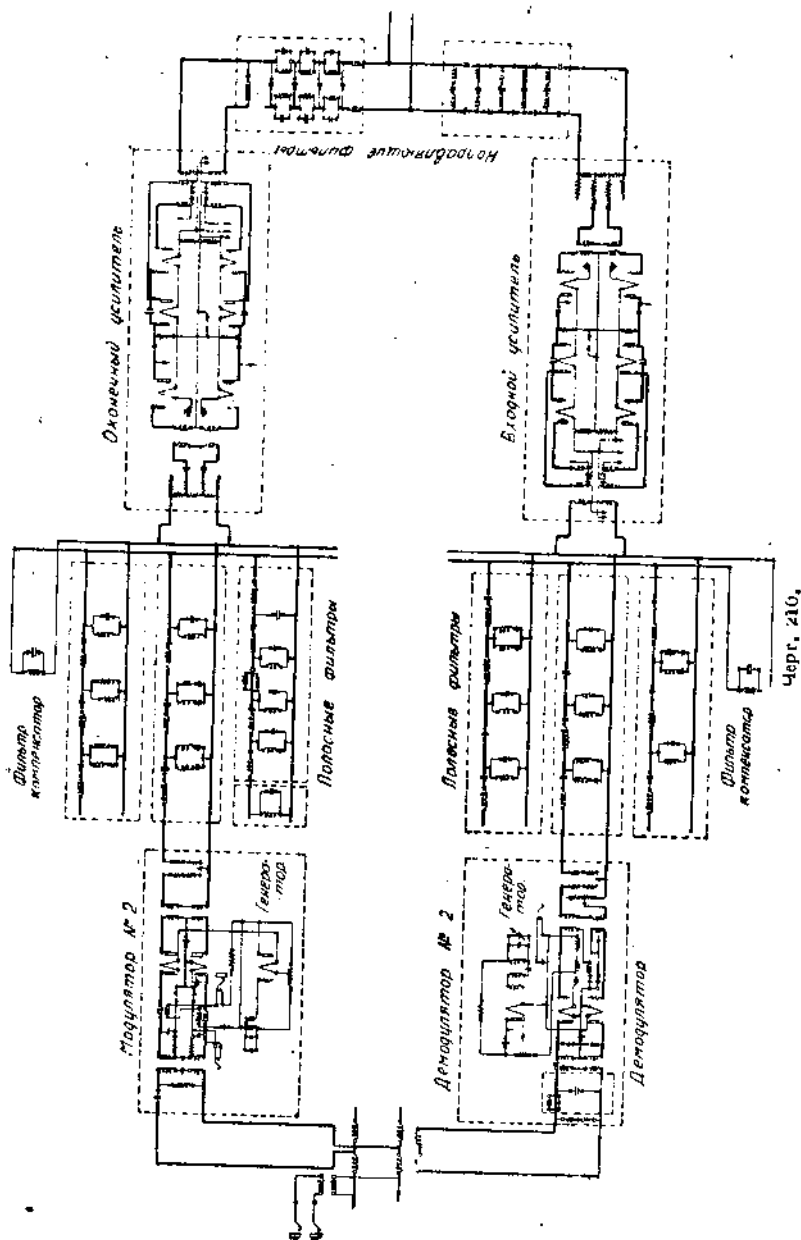


Черт. 209.

Упомянутый здесь тип установки С принадлежит к классу «без несущей частоты» и предназначен для наложения трех разговоров на медные или биметаллические цепи. Каждый комплект установки рассчитан на шесть каналов, распределение к-рых показано на черт. 209. Дальность действия установки несколько более, чем в системах M_2 и M_3 , и соответствует затуханию трансляционного участка, несколько большему 4,5 непера.

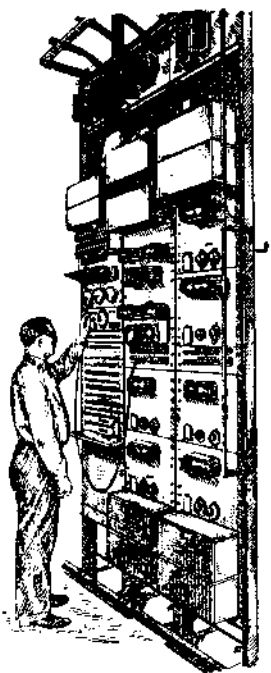
Схема оконечной аппаратуры показана на черт. 210. Аналогично с системами M_2 и M_3 передающее устройство состоит из деталей, предназначенных только для одного канала, а именно: балансного модулятора, генератора и полосного фильтра, и деталей, общих для всех трех разговоров, к к-рым относятся: двухкаскадный оконечный усилитель, собранный по двухтактной схеме (при чем в последнем каскаде в параллель включены четыре лампы), и групповой и линейный фильтры.

Общая для всех разговоров часть приемного устройства состоит из линейного и группового фильтров и усилителя в. ч., отдельная же для каждого разговора часть приемника состоит из полосного фильтра и демодулятора, собранного по двухтактной схеме с генератором. Назначение генератора в

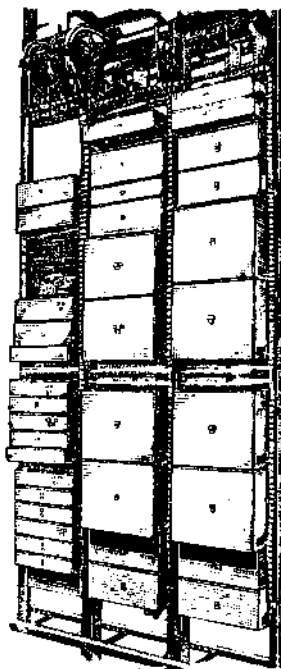


приемном устройстве, как было ранее указано, — подвести к демодулятору напряжение несущей частоты, сбалансированное в передатчике. Кроме того каждая оконечная стойка снабжается довольно сложными контрольными приспособлениями.

Посылка вызова осуществляется от специального генератора с частотой 1000 пер./сек., прерываемой 17 раз в сек.



Черт. 211.



Черт. 211-а.

Питание анодов производится напряжением в 130 V с расходом тока в 400 мА, питание накала — напряжением в 24 V с расходом тока в 13 А.

Все панели одной оконечной станции монтируются на общей стойке, занимающей площадь 512×3200 мм².

Общий вид оконечной станции показан на черт. 211 (вид снаружи) и 211-а (вид сзади).

РАДИОСВЯЗЬ.

1. Общие данные.

1. Радиосвязь осуществляется устройствами, действующими с помощью применения эл.-магнитных колебаний. Различают эл.-магнитные колебания по частоте f и длине волны λ ; f измеряется числом колебаний (циклов) в сек. или килоциклов (1000 циклов) в сек., λ измеряется в м.

Зависимость между частотой и длиной волны:

$$\lambda = \frac{c}{f},$$

где c —скорость света $= 3 \cdot 10^8$ м/сек.

Различают:

Длинные волны—	2 000 λ —	20 000 м	от $1,5 \cdot 10^5$	до $1,5 \cdot 10^4$
Средние волны—	200 λ —	2 000 »	$1,5 \cdot 10^6$ »	$1,5 \cdot 10^3$
Промежуточные волны—	100—200 λ »	»	$3 \cdot 10^6$ »	$1,5 \cdot 10^6$
Короткие волны—	10—100 λ »	»	$3 \cdot 10^7$ »	$3 \cdot 10^6$
Ультра-короткие волны	{	метровые λ —	1—10 »	$3 \cdot 10^8$ » $3 \cdot 10^7$
		дециметровые λ —	0,1—1 »	$3 \cdot 10^9$ » $3 \cdot 10^8$

2. Колебательные контуры (сокращенно: к. к.). Эл.-магнитные колебания при радиосвязи получают в к. к. разделяющихся по устройству на замкнутые (черт. 1) и открытые (черт. 2). К. к. характеризуется тремя элементами: самоиндукцией L , емкостью C и омическим сопротивлением R . Полагают, что в замкнутом к. к. самоиндукция сосредоточена в катушке, емкость—в конденсаторе. В открытом к. к. самоиндукция рассматривается распределенной частью в катушке, частью вдоль провода, а емкость—распределенной вдоль провода по отношению к земле. Сопротивление в любом к. к. может рассматриваться сосредоточенным.

Эл.-магнитные колебания в к. к. определяются след. общими условиями:

$$i = I_0 e^{-\alpha t} \cdot \sin \omega t;$$

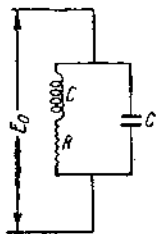
$$\varepsilon = E_0 e^{-\alpha t} \cdot \sin (\omega t + \varphi);$$

$$\alpha = \frac{R}{2L};$$

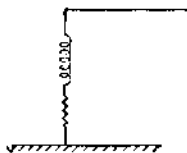
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \cdot \sin \varphi;$$

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \frac{R^2 \cdot C}{4L}};$$

$$I_0 = E_0 \sqrt{\frac{C}{L}}.$$



Черт. 1.



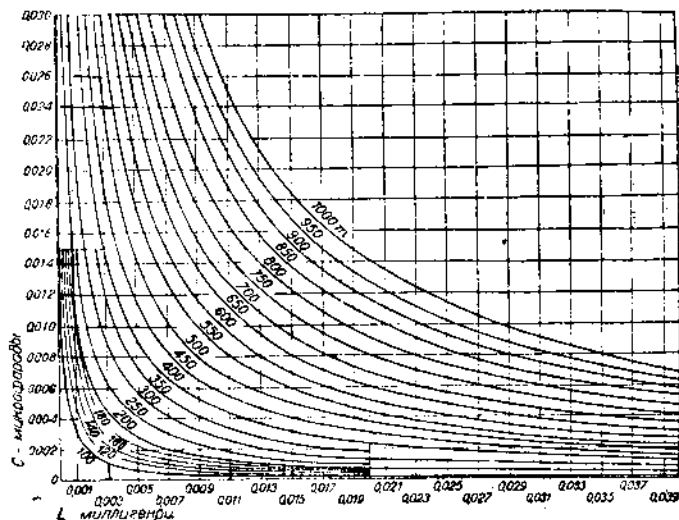
Черт. 2.

В этих ф-лах: i —сила колебательного тока в контуре в любой момент времени t ск., e —напряжение в любой момент времени t ск., E_0 и I_0 —амплитуды напряжения в V и тока в A , φ —разность фаз между напряжением и током, α —коэф-т затухания, ω —угловая частота колебаний.

При вычислениях подставляются L —в генри, C —в фарадах, R —в ом. Собственная длина волны λ к. к. зависит от самоиндукции L и емкости C согласно условию:

$$\delta_{\text{м}} = 6 \cdot 10^8 \pi \sqrt{L_{\text{генри}} \cdot C_{\text{фар}}}.$$

Графическая зависимость представлена на черт. 3.



Черт. 3.

3. Емкость C измеряется в единицах: фарады F , микрофарады μF или сантиметры $см$, между к-рыми существует зависимость:

$$1 \cdot F = 9 \cdot 10^{11} \text{ см};$$

$$1 \mu F = 9 \cdot 10^6 \text{ см}.$$

Расчет емкости.

а) Вертикальный провод, расположенный вблизи земли:

$$C = \frac{l}{4,6 \cdot \lg \frac{l}{r}} \text{ см};$$

б) горизонтальный провод, расположенный над землей:

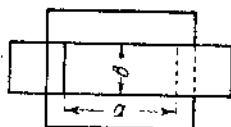
$$C = \frac{l}{4,6 \cdot \lg \frac{2h}{r}} \text{ см},$$

где: l —длина провода в $см$, r —радиус провода в $см$, h —высота провода над землей в $см$.

в) Конденсатор, состоящий из нескольких пластин (черт. 4):

$$C = \frac{kA(n-1)}{4\pi d} \text{ см},$$

где: A —активная площадь одной пластины в см^2 ; $A = a \cdot b$; d —расстояние между пластинами в см , n —общее число пластин, k —диэлектрическая постоянная *.



Черт. 4.

г) Конденсатор переменной емкости из полукруглых пластин (черт. 5):

$$C = k(n-1) \frac{r_1^2 - r_0^2}{4d} \frac{\theta}{180} + C_0 \text{ см},$$

где: n —число пластин, d —расстояние между пластинами см , θ —угол поворота пластин в градусах, r_1 —радиус подвижной пластины в см , r_0 —радиус выреза неподвижных пластин в см ; C_0 —начальная емкость при $\theta = 0$, зависит от n и конструкции конденсатора, обычно $C_0 = 20 \div 50 \text{ см}$.

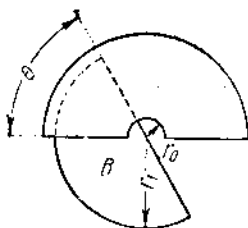
4. Самоиндукция L измеряется в единицах: генри Н, микрогенри μH , сантиметры см , между к-рым существует зависимость:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Н} &= 10^9 \text{ см}; \\ 1 \mu\text{H} &= 10^9 \text{ см}. \end{aligned}$$

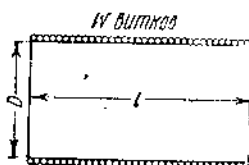
Расчет самоиндукции.

а) Однослойная цилиндрическая катушка (черт. 6). Самоиндукция определяется ф-лой:

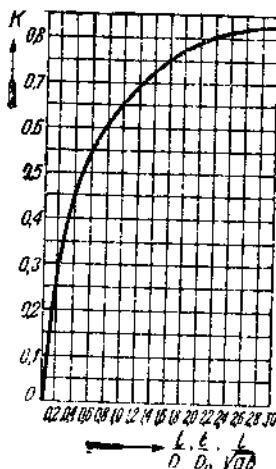
$$L_{\text{см}} = 9,8 D^2 \omega_0^2 k,$$



Черт. 5.



Черт. 6.



Черт. 7.

где: D —диам. намотки катушки в см , l —длина катушки в см , k —поправочный коэф-т, зависящий от отношения $\frac{l}{D}$. Значения коэф-та k даны на гра-

* См. соответствующую табл. диэлектрических постоянных в общем отд.

фике (черт. 7), где по горизонтальной оси отложены $\frac{l}{D}$, а по вертикальной— k ; w_0 —число витков на 1 см длины катушки, т. е. $w_0 = \frac{w}{l}$, где w —общее число витков.

б) Многослойная цилиндрическая катушка (черт. 8):

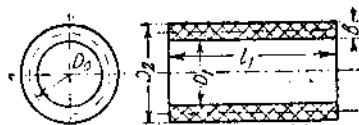
$$L_{cm} = 10,5 w^2 D_0 k,$$

где: w —общее число витков, D_0 —средний диам. в см; $D_0 = \frac{D_1 + D_2}{2}$, k —поправочный коэф-т, зависящий от отношения $\frac{D}{2(a+b)}$;

$$\text{при } \frac{D}{2(a+b)} = \text{от } 0 \text{ до } 1 \quad k = \sqrt[4]{\frac{D_0}{2(a+b)}};$$

$$\text{» } \frac{D}{2(a+b)} = \text{от } 1 \text{ до } 3 \quad k = \sqrt{\frac{D_0}{2(a+b)}};$$

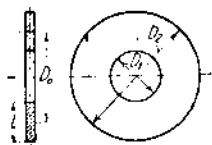
$$\text{» } \frac{D}{2(a+b)} = 1 \quad k = 1.$$



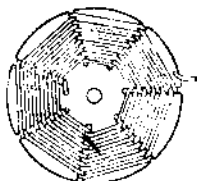
Черт. 8.

в) Плоская спиральная катушка (черт. 9).

$$L_{cm} = 9,8 D_0^2 w^2 l k,$$



Черт. 9.



Черт. 10.



Черт. 11.

где: D_0 —средний диам. катушки (см. п. «б»), l —ширина намотки в см, w —число витков на 1 см ширины намотки, k —поправочный коэф-т, зависящий от $\frac{l}{D}$ (черт. 7).

По этой же ф-ле можно подсчитать самоиндукцию плоских «корзинчатых» катушек (черт. 10).

г) Сотовая катушка (черт. 11). Самоиндукция сотовой катушки определяется ф-лой:

$$L_{cm} = R_0 w^2 f,$$

где: R —средний радиус в см, w —общее число витков, f —поправочный коэф-т, зависящий от p и q ;

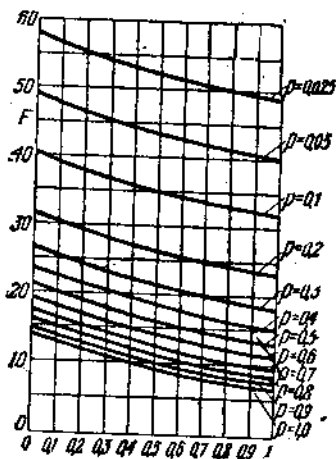
$$p = \frac{h}{2 R_0} ; q = \frac{l}{h} \quad (\text{см. чертеж}).$$

Значения поправочного коэф-та можно определить по графику черт. 12, где по горизонтальной оси отложена величина q , а по вертикальной— f . Для различных p построен ряд кривых.

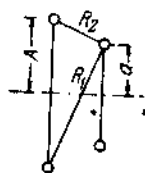
Для стандартных сотовых катушек ($2R_1 = 5$ см, $l = 2$ см) дана табл. 1 их самоиндукций при разных числах витков.

Табл. 1. Сотовые катушки.

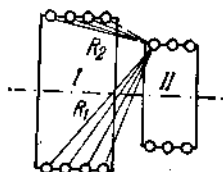
Число витков	Диаметр проволоки с изоляц. мм	Самоиндукция см	Сопротивление ом	Наружн. диаметр катушки см	Длина волны при конденсаторе максимальной емкостью в 1000 см	Длина проволоки м
25	0,56	52 000	0,5	5,5	180—430	4
35		88 000	0,75	5,6	200—560	6
50		106 000	1,25	5,7	250—613	9
75		293 000	1,5	5,9	400—1 020	14
100		543 000	1,75	6,2	500—1 310	20
150		1 140 000	2,5	6,6	700—2 010	30
200		2 190 000	4,25	6,9	1 000—2 790	42
250	0,5	3 675 000	5,5	7,2	1 300—3 610	50
300		5 170 000	6,0	7,5	1 600—4 260	63
400		8 750 000	9,0	8,0	2 000—5 575	84
500		14 350 000	11,0	8,8	2 500—7 150	115
600		19 660 000	12,5	9,6	3 200—8 350	122
750		31 700 000	20,5	10,0	4 000—10 600	160
1 000		59 260 000	36,0	13,2	6 000—14 500	225



Черт. 12.



Черт. 13.



Черт. 14.

5. Взаимоиндукция характеризует индуктивное воздействие связанных между собой проводников или катушек.

Вычисление коэф-та взаимной индукции.

а) Коэф-т взаимной индукции двух круглых параллельных проводников одинаковой длины:

$$M = 2 \cdot \left(2,31 \cdot l \cdot \lg \frac{l + \sqrt{l^2 + d^2}}{d} - \sqrt{l^2 + d^2} + d \right) \text{ см.}$$

где: l —длина одного проводника в см, d —расстояние между проводниками в см.

Если l много больше d , то:

$$M = 2l \left(2,3 \cdot \lg \frac{2l}{d} - 1 + \frac{d}{l} \right) \text{ см}$$

б) Коэф-т взаимной индукции двух окружностей (черт. 13):

$$M = M_0 \sqrt{Aa} \text{ см.}$$

M_0 берется из табл. 2 в зависимости от отношения $\frac{R_2}{R_1}$; a и A —радиусы окружностей в см.

Табл. 2.

$\frac{R_2}{R_1}$	M_0	$\frac{R_2}{R_1}$	M_0	$\frac{R_2}{R_1}$	M_0	$\frac{R_2}{R_1}$	M_0
1,00	0,000	0,81	0,675	0,35	7,266	0,100	21,48
0,99	0,010	0,78	0,865	0,300	8,845	0,090	22,77
0,98	0,022	0,75	1,075	0,250	10,79	0,080	24,20
0,97	0,038	0,72	1,310	0,200	13,28	0,070	25,84
0,96	0,059	0,69	1,570	0,190	13,87	0,060	27,73
0,95	0,082	0,66	1,860	0,180	14,49	0,050	30,02
0,94	0,107	0,63	2,178	0,170	15,15	0,040	32,78
0,93	0,137	0,60	2,527	0,160	15,86	0,030	36,34
0,92	0,170	0,57	2,915	0,150	16,61	0,020	41,46
0,91	0,204	0,55	3,190	0,140	17,44	0,015	45,07
0,90	0,240	0,50	3,970	0,130	18,31	0,010	50,16
0,87	0,365	0,45	4,890	0,120	19,28	—	—
0,84	0,507	0,40	5,973	0,110	20,33	—	—

в) Коэф-т взаимной индукции двух катушек (черт. 14). Разбивают катушки на несколько равных частей так, чтобы ширина их была незначительная по сравнению с радиусами. Измеряют расстояние каждого слоя одной катушки от каждого слоя другой. По величине отношения $\frac{R_2}{R_1}$ определяют величину M по табл. 2. Полученные т. о. величины складывают и сумму делят на число слагаемых.

Обозначая полученное частное буквой M_0 , имеем:

$$M = n_1 n_2 \sqrt{Aa} (M_x) \text{ см,}$$

где: n_1 и n_2 —числа витков катушек, a и A —радиусы катушек в см.

Последняя ф-ла применима для плоских катушек, а также для многослойных, у которых толщина обмотки незначительна по сравнению с их радиусом.

6. Сопротивление токам высокой частоты R . Прохождение тока высокой частоты по проводу связано с явлением неравномерного распределения силы тока по его сечению. Наибольшая плотность тока при этом наблюдается у поверхности проводника (скин-эффект).

Следствием течения тока лишь по поверхности проводника является увеличение его омического сопротивления, т. к. не все его сечение используется.

Скин-эффект увеличивается: а) с увеличением частоты, б) с уменьшением диам. провода, в) с увеличением магнитной проницаемости.

Особенно резко скин-эффект проявляется у железа—благодаря большой его магнитной проницаемости.

Табл. 3. Зависимость величины Σ от частоты и диам. провода.

fd^2	Σ	fd^2	Σ
0	1,0	1 620	1,8628
80	1,0001	2 000	2,0430
180	1,0258	2 420	2,2190
320	1,0805	2 880	2,3937
500	1,1747	5 120	3,0956
720	1,3180	8 000	3,7940
980	1,4920	18 000	5,5732
1 280	1,6778	32 000	7,3250

Здесь f обозначает частоту, а d —диам. провода в см.

Обозначим через Σ отношение сопротивления R переменному току к сопротивлению R постоянному току; величины fd^2 и Σ для медных проводов даны в табл. 3.

Зная частоту тока f и диам. d , составляем выражение fd^2 и по таблице находим соответствующее значение величины Σ .

При больших частотах, — порядка миллионов, для определения Σ можно пользоваться приближенной ф-лой Релея:

$$\Sigma = \sqrt{\frac{\pi f \mu s}{\rho}},$$

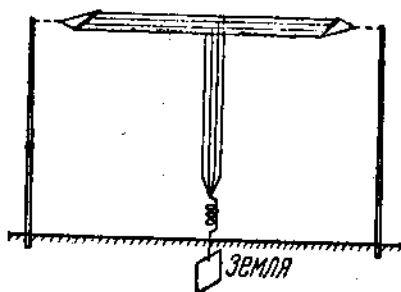
где: s —сечение проводника в см^2 , μ —проницаемость и ρ —уд. сопротивление

в абсолютных эл.-магнитных единицах. При круглом сечении проводника:

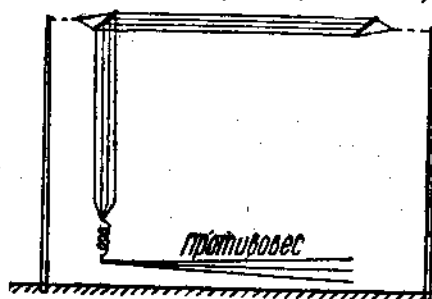
$$\Sigma = \frac{\pi d}{2} \sqrt{\frac{f \mu}{\rho}}.$$

II. Антенны (сокращенно: А.).

1. Простые открытые А.—состоят из одного или нескольких параллельных проводников, горизонтальных и вертикальных, подвешенных на мачтах высотой 40—80 м, обычно имеют Т- и Г-образную форму (черт. 15 и 16).



Черт. 15.



Черт. 16.

Открытые А. имеют заземление в виде металлических листов, расположенных в земле на уровне грунтовых вод, или имеют противовес, состоящий из ряда проводов, натянутых горизонтально на высоте 2—3 м над землей.

а) Емкость антенны—слагается из суммы емкостей горизонтальной и вертикальной частей:

$$C = C_{гор} + C_{вер},$$

где: $C_{гор}$ и $C_{вер}$ определяются по ф-лам проф. М. В. Шулейкина:

$$C_{гор} = \frac{I \cdot n}{4,6 \cdot \lg \left[\frac{2h}{r} \left(\frac{2h}{d} \right)^{n-1} \frac{1}{1, 2, 3, \dots (n-1)} \right]} \text{ см};$$

$$C_{\text{вер}} = \frac{h \cdot n}{4,6 \cdot \lg \left[\frac{h}{\sqrt{3}r} \left(\frac{h}{\sqrt{3}d} \right)^{n-1} \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots (n-1)} \right]} \text{ см},$$

где: l —длина плоской А. в см, n —число проводов, h —высота А. в см, r —радиус проводов в см, d —расстояние между осями двух соседних проводов в см.

б) Самоиндукция антенны. Самоиндукция А. определяется как сумма самоиндукций горизонтальной и вертикальной частей:

$$L_{\text{вер}} = \frac{l_{\text{вер}}^2}{C_{\text{вер}}}; \quad L_{\text{гор}} = \frac{l_{\text{гор}}^2}{C_{\text{гор}}},$$

где: $l_{\text{вер}}$ —длина вертикальной части, $l_{\text{гор}}$ —длина горизонтальной части.

в) Динамическая емкость и самоиндукция антенны. При эл.-магнитных колебаниях вследствие неравномерного распределения зарядов рассматривают динамические величины емкости $C_{\text{дин}}$ и самоиндукции $L_{\text{дин}}$, отличающихся от статических величин C и L :

$$C_{\text{дин}} = C \frac{\sin \theta}{\theta}; \quad L_{\text{дин}} = L \frac{1 - \cos \theta}{\theta},$$

где:

$$\theta = \frac{\pi}{2} \frac{\lambda_0}{\lambda},$$

где: λ_0 —собственная длина волны А., λ —рабочая длина волны.

г) Собственная длина волны антенны λ_0 определяется по ф-ле:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi}{100} \sqrt{\frac{C_{\text{дин}}}{C_{\text{дин}}}} \cdot C_{\text{дин}}^{(см)} \text{ м}.$$

Для увеличения длины волны А. включают последовательно катушку самоиндукции, для уменьшения длины волны включают последовательно конденсатор.

Для простых антенн λ_0 приближенно соответствует условиям:

один вертикальный провод	$\lambda_0 = 4l - 4,1l,$
горизонтальный провод на высоте	
1 м над землей	$\lambda_0 = 5l$
Т- или Г-образная А.: длина гор.	
части ($l/2 - l/2$ высоты)	$\lambda_0 = 9l - 10l$
Наклонная А. (длина к-рой велика	
по сравнению с высотой)	$\lambda_0 = 5l - 7l,$

где l —длина А. от земли до наивысшей точки в м.

д) Действующая высота антенны h_d меньше геометрической высоты h за счет неравномерного распределения тока и напряжения по длине А. Для Т- и Г-образных А. h_d определяется из ф-лы:

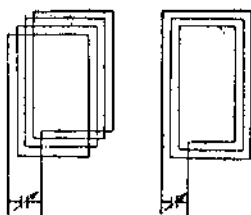
$$h_d = \frac{1}{m} \frac{2 \sin m \left(l - \frac{h}{2} \right) \cdot \sin \frac{mh}{2}}{\sin ml},$$

где: $m = \frac{2\pi}{\lambda}$, λ —рабочая длина волны, l —для Т-образной А. равна $1/2$ длины горизонтальной части, для Г-образной равна длине горизонтальной части.

е) Сопротивление антенны. Полное R_A складывается из сопротивления потерь R_Q и сопротивления излучения R_Z , определяемым по ф-лам:

$$R_Z = 160 \pi^2 \frac{h_d^2}{\lambda^3}; \quad R_Q = A \frac{\lambda}{\lambda_0},$$

где: λ — рабочая длина волны в м, λ_0 — собственная длина волны А., A — коэфт., зависящий от потерь в земле и в окружающих А. предметах, численно изменяется от 0,5 до 3.



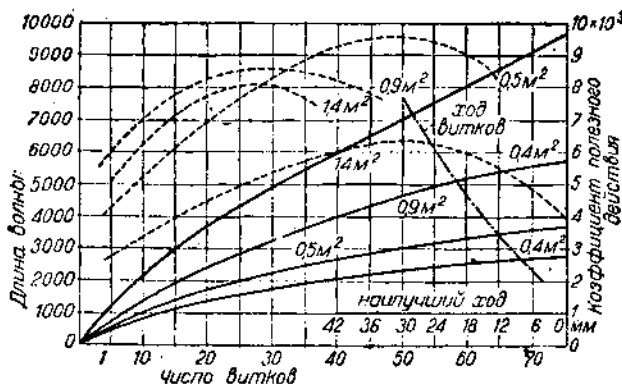
Черт. 17.

Черт. 18.

2. Рамочные антенны, плоские и цилиндрические (черт. 17 и 18), — применяются преимущественно для приема. Настройка их производится при помощи конденсатора переменной емкости, включенного параллельно.

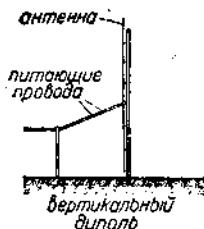
На черт. 19 изображена зависимость от числа витков и площади рамки A : 1) длины ее волны и 2) кпд. Пользуясь этими кривыми, можно по данной длине волны подобрать наиболее выгодные размеры рамки.

Пример. Положим, что принимаем волну длиной 2000 м. Для определения площади рамки проводим горизонтальную линию через точку 2000 и из точек пересечения ее со сплошными кривыми проводим вверх вертикальную линию до пересечения их с пунктирными, обозначенными

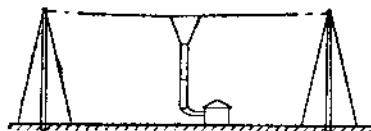


Черт. 19.

теми же числами M^2 , — эти последние точки покажут кпд рамки соответствующей площади. Выбираем ту, для которой кпд получится максимальным, т. е. в нашем случае 0,9 M^2 (кпд ее $\approx$ ок. 80%). Продолжая вертикальную линию, идущую через эту точку, вниз до пересечения с горизонтальной осью, находим, что



Черт. 20.



Черт. 21.

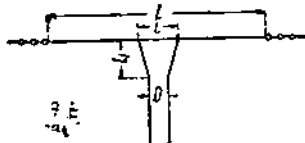
число витков д. б. равно 18. Наконец по кривой хода витков определяем, что при волне в 2000 м д. б. равен 5 мм.

3. Дипольная антенна—применяется для коротковолновых и ультракоротковолновых устройств. Различают дипольные А. вертикальное (черт. 20) и горизонтальные (черт. 21). Параллельно идущие провода, питающие диполь, называются фидером. Присоединение фидера к диполю так (черт. 21), что волновое сопротивление $z = \sqrt{\frac{L}{C}}$, зависящее от самоиндукции и емкости на единицу длины фидера, не изменяется в месте присоединения фидера к диполю, носит название питания бегущей волной. Преимуществом этого способа питания является отсутствие зависимости собственной длины волны диполя от длины фидера.

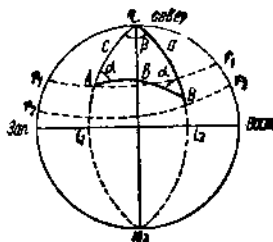
Расчет системы, приведенной на черт. 21, производится по след. ф-лам:

$$L = 0,475\lambda, \quad l = 0,12\lambda, \quad l_1 = 0,15\lambda, \quad D = 98d,$$

где d —диам. провода, а λ —рабочая длина волны. Размеры, подлежащие определению, даны на черт. 22.



Черт. 22.



Черт. 23.

Для увеличения неправильности излучения позади диполя может подвешиваться рефлектор.—провод той же длины, что и излучаемый диполь. Расстояние H между диполем и рефлектором находится из ф-лы:

$$H = 0,2\lambda.$$

Установка антенны выполняется т. о., чтобы направление излучения было перпендикулярно диполю.

Направление и расстояние между пунктами связи высчитываются по ф-лам сферической тригонометрии (черт. 23):

$$\cos \alpha = \frac{\cos c - \cos a \cdot \cos b}{\sin a \cdot \sin b}; \quad L = \frac{2\pi R b}{360} = 111b \text{ (в км)};$$

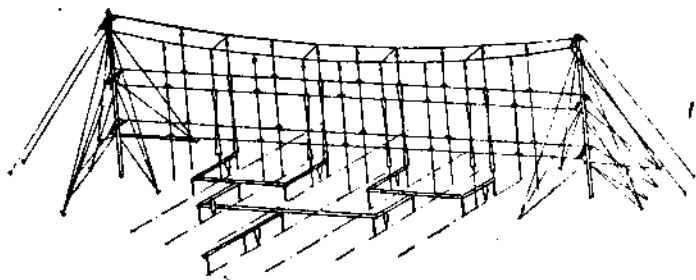
$$\cos b = \cos c \cdot \cos a + \sin c \cdot \sin a \cdot \cos \beta;$$

$$\cos \gamma = \frac{\cos c - \cos a \cdot \cos b}{\sin a \cdot \sin b};$$

$c = 90^\circ - \varphi_1$, $a = 90^\circ - \varphi_2$, $\beta = l_2 - l_1$
где c , a и β —в градусах, φ_1 и φ_2 —широта, a , l_1 и l_2 —долгота каждого из пунктов связи, L —расстояние между пунктами в км.

4. Направленные антенны—применяются преимущественно при связи на коротких волнах на дальние расстояния. Направленная А. (черт. 24) обычно состоит из ряда (8, 16, 32 или 64) горизонтальных или вертикальных диполей, питаемых системой фидеров. А. имеет две симметричные системы

диполей, из к-рых питаемая фидерами представляет излучающую часть, не связанная с фидерами является рефлектором, отражающим излучаемую энергию в одном направлении. При одной и той же мощности передатчика напряженность поля в месте приема от направленной А. в p раз больше по

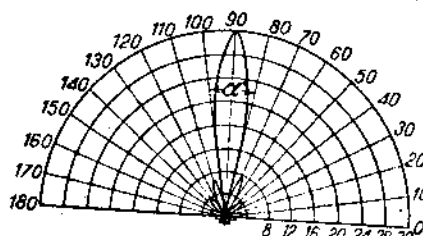


Черт. 24.

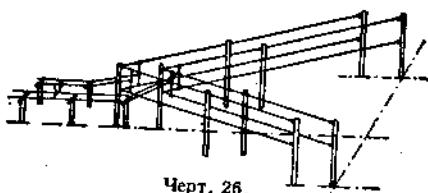
сравнению с ненаправленной А. p носит название коэф-та направленности и определяется условием:

$$p = \frac{360}{\alpha^{\circ}},$$

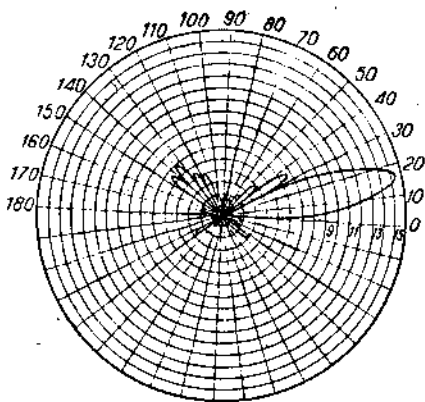
где α° — угол, в к-ром сосредоточена наибольшая напряженность поля от направленной А., — определяется из диаграмм распределения напряженно-



Черт. 25.



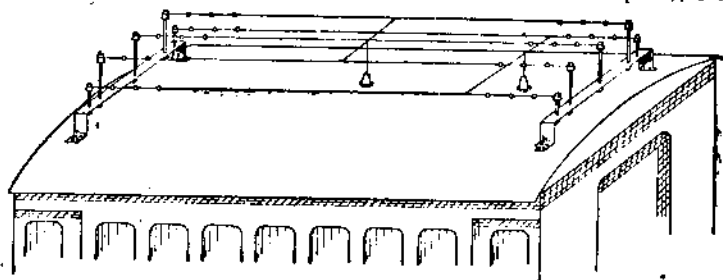
Черт. 26.



Черт. 27.

сти поля в горизонтальной (черт. 25) и вертикальной плоскостях. Другим типом направленной А. является V-образная А. (черт. 26), с стоящая из системы горизонтальных проводов, по своей длине в несколько раз превышающих рабочую длину волны. Диаграмма распределения напряженности поля в горизонтальной плоскости V-образной А. приведена на черт. 27, откуда следует, что для главного луча V-образной А. угол $\alpha = 12 \div 20^{\circ}$.

5. Вагонная антенна—для поездной радиосвязи на длинных волнах—представляет ряд проводов, подвешиваемых горизонтально над крышей вагона на высоте $\sim 0,5-0,8$ м (черт. 28). Иногда применяют одновременно две системы проводов, подвешенных над крышей вагона, из к-рых одна служит для передачи, другая для приема. Вагонная А. отличается малым сопротивлением и малой действующей высотой. Для качества работы вагонной А. имеет значение устранение механических колебаний проводов А. по



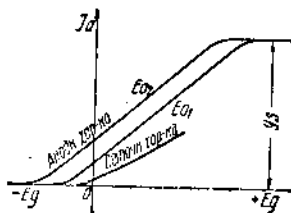
Черт. 28.

отношению к крыше вагона. Для коротковолновых и ультракоротковолновых устройств применяются вагонные или паровозные А. в виде горизонтальных диполей, состоящих из металлических стержней $d = 0,6 \div 2$ см, располагаемых на изоляторах над крышей вагона или паровозной будкой.

III. Электронные лампы *

ЭЛ разделяют по применению на генераторные, усилительные и выпрямители (кенотроны). По числу и устройству электродов различают двухэлектродные, трехэлектродные (черт. 29), четырехэлектродные (двухсеточные), пятиэлектродные (пентоды), экранированные и подогревные (нагрев нити накала от переменного ток.).

Действие ЭЛ основывается на излучении свободных электронов при нагреве до высокой температуры нити (катода) лампы. Когда между нитью накала и анодом лампы включается источник эл. энергии постоянного напряжения E_a , так что положительный полюс соединяется с анодом, а отрицательный—с нитью накала, через



Черт. 30.

Черт. 29.

цепь протекает электронный ток I_a . Величина тока I_a зависит от напряжения дополнительного источника энергии, прилагаемого к сетке ЭЛ. Когда сеточное напряжение E_g возрастает в положительную сторону, I_a увеличивается; при нек-ром отрицательном E_g анодный ток падает до нуля (ЭЛ обладает односторонней проводимостью).

* Сокращенно в дальнейшем ЭЛ.

Графическое изображение зависимости I_a от E_g при различных напряжениях E_a носит название анодных характеристик ЭЛ (черт. 30). При увеличении положительного сеточного напряжения ток I_a возрастает для каждой ЭЛ только до нек-рой предельной величины I_s , зависящей от накала нити. Величину I_s называют током насыщения. При наличии положительного сеточного напряжения на сетку лампы течет ток I_g . Зависимость тока I_g от изменения E_g для данной лампы называется сеточной характеристикой (черт. 30). В обычных ЭЛ сеточный ток приблизительно в 10–20 раз слабее анодного тока.

Параметры ЭЛ являются числовыми коэф-тами, определяемыми в соответствии с прямолинейной частью характеристик; служат для удобства сравнения ЭЛ между собой, а также для расчета схем, содержащих ЭЛ. Для трех ЭЛ различаются параметры: а) крутизна характеристики $S = \frac{\Delta I_a}{\Delta E_g}$, где ΔI_a — приращение анодного тока при изменении сеточного напряжения на величину ΔE_g ; б) внутреннее сопротивление $R_i = \frac{\Delta E_a}{\Delta I_a}$ соответствует отношению изменения анодного напряжения ΔE_a к соответствующему изменению анодного тока ΔI_a ; в) проницаемость ЭЛ $D = \frac{\Delta E_g}{\Delta E_a}$ показывает отношение изменения сеточного напряжения к соответствующему изменению анодного напряжения. Между основными параметрами ЭЛ существует зависимость, вытекающая из их определения:

$$S \cdot R_i \cdot D = 1.$$

Величина $\mu = \frac{1}{D}$ носит название коэф-та усиления ЭЛ. Когда в анодной цепи ЭЛ циркулируют колебания высокой частоты и находится дополнительное внешнее сопротивление (омическое или колебательный контур), изменение анодного тока I_a не соответствует статическим характеристикам (черт. 30), снятым при постоянном токе. Динамические характеристики, соответствующие изменению I_a при колебаниях обладают меньшей крутизной $S_{дин}$, вычисляемой в общем случае из ф-лы:

$$S_{дин} = S \frac{R_i}{R_i + Z_a},$$

где Z_a — общее внешнее сопротивление анодной цепи.

Применение ламп.

1. Кенотроны, содержащие два электрода, — анод и катод (нить накала), имеют главное применение для выпрямления переменного тока, служат для питания ламповых передатчиков и приемников. Преимуществом их для этой цели являются: 1) пригодность для выпрямления токов любой частоты; 2) пригодность для выпрямления весьма высоких напряжений (порядка 10–15 kV).

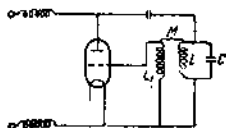
2. Генераторные ЭЛ — применяются обычно трехэлектродные (в последнее время экранированные). Использование генераторных ЭЛ для получения колебаний высокой частоты осуществляется включением их в генераторные схемы самовозбуждения. К основным схемам самовозбуждения колебаний высокой частоты относятся схема Мейснера (черт. 31) и схема с контурами в цепи сетки и анода (черт. 32). Условием получения колебаний высокой частоты в генераторной схеме с самовозбуждением является осуществление определенной эл. связи между цепями сетки и анода.

В схеме Мейснера связь осуществляется путем взаимной индукции между катушками L и L_1 . В схеме черт. 32 связь осуществляется через емкость C_1 .

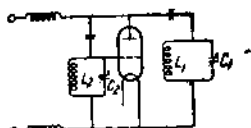
существующую между анодом и сеткой лампы. Коэф-т связи k определяется в зависимости от коэф-та взаимной индукции M в $\%$ по условию:

$$k = 100 \frac{M}{\sqrt{L \cdot L_1}}$$

Для ламповых генераторов обычно $k = 20 \div 40\%$.



Черт. 31.



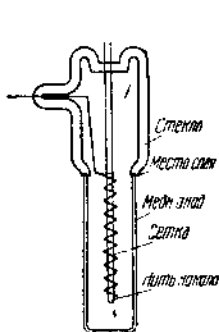
Черт. 32.

Самовозбуждение колебаний высокой частоты возникает в схеме Мейснера при условии:

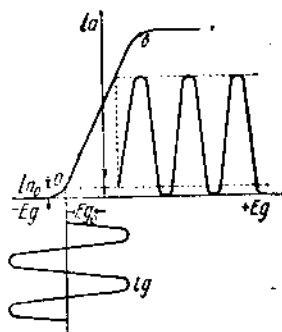
$$M \geq DL + \frac{RC}{S},$$

где: M —коэф-т взаимной индукции в Н, L —самоиндукция колебательного контура в Н, R —сопротивление колебательного контура в ом, C —емкость колебательного контура в Ф, S и D —параметры данной генераторной лампы.

Генераторные лампы характеризуются колебательной мощностью W_k , отдаваемой ими во внешнюю цепь. Предел колебательной мощности устанавливается в зависимости от мощности, рассеиваемой генераторной ЭЛ на аноде. Генераторные лампы мощностью до 3 кВт обладают стеклянным баллоном и имеют воздушное охлаждение анода. Более мощные лампы (черт. 33), $W_k = 10 \div 20$ кВт, снабжаются металлическим наружным анодом, к-рый охлаждается циркулирующим потоком воды.



Черт. 33.



Черт. 34.

3. Усилительные ЭЛ—применяются для детектирования, усиления высокой частоты, усиления низкой частоты.

а) Детектирование является изменением эл. колебаний, проходящих через ЭЛ, при к-ром амплитуды одного знака делаются больше амплитуд др. знака. Условия детектирования (черт. 34) определяются наличием точек перегиба нижней a и верхней $б$ на анодной характеристике ЭЛ. При детектировании эл. колебаний, подводимых к сетке трехэлектродной лампы,

Табл. 4. Данные усилительных ламп.

Лампа	Основное назначение	Питание накала	Нить накала	Напряжение накала V	Ток накала mA	Анодн. напряжение V	Напр. на экранир. сетке V	Ток насыщения I_s mA	Коеф-т усиления μ	Крутизна на характеристике S mA/V	Внутр. сопротивление, R_{om}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПТ-2	Универс.	Пост. ток	Ториров.	3,6	72	80 120 160	—	7	10—12	0,4—0,5	20 000 30 000
ПТ-20	Универс.	Пост. ток	Ториров.	3,6	—	80 120 140	—	4	10—12	0,4	30 000
ЭТ-1	Универс.	Пост. ток	Ториров.	3,6	65	80 120 160	—	10—11	10	0,5	20 000
П-7	Универс.	Пост./пер.	Вольфрам.	3,8	680	100 140 180	—	6—7	10	0,4	25 000
СТ-19	Ус. в. и н. ч.	Пост./пер.	Ториров.	2,3	280	120 240	—	5—6	25—30	0,4	65 000
СТ-23	Ус. в. и н. ч.	Пост./пер.	Тернирса.	3,6	73	200	—	7	25—30	0,4—0,5	65 000
ПО-23	Ус. н. ч.	Переменн.	Оксида.	1	200	80 120	—	—	7—9	0,5—0,6	10 000— 15 000
О-74	Дет. ус. н. ч.	Переменн.	Окс. подслр.	1,4	2000	80 160	—	—	10	0,9	11 000

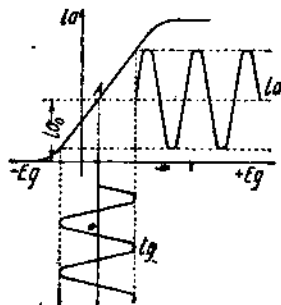
УТ-40	Ус. н. ч.	Постоянн.	Ториров.	3,6	180	80	—	20—35	10	1	10 000
						120	—	—	—	—	—
						160	—	—	—	—	—
УО-3	Ус. н. ч.	Пост./пер.	Оксид.	3,6	240	80	—	60	8	1,5	5 500
						120	—	—	—	—	—
						160	—	—	—	—	—
НТ-79	Ус. н. ч.	Пост./пер.	Ториров.	3,6	620	120	—	100	10	2	5 000
						160	—	—	—	—	—
ТО-76	Ус. н. ч.	Переменн.	Оксид.	1	1 200	160	—	—	10—12	0,9	12 900
						240	—	—	—	—	—
						120	—	100	4—5	0,6—0,8	5 000—8 000
УТ-1	Ус. н. ч.	Пост./пер.	Ториров.	3,6	580	180	—	—	—	—	—
						240	—	—	—	—	—
МТ-1	Ус. н. ч.	Пост./пер.	Ториров.	3,25	540	120	—	60—70	4—5	0,8—0,7	6 000
						240	—	—	—	—	—
УТ-15	Ус. н. ч.	Пост./пер.	Ториров.	4,8	780	160	—	80	10	1,3	7 500
						240	—	—	—	—	—
						280	—	—	—	—	—
УК-30	Ус. н. ч.	Пост./пер.	Тор. карб.	5,2	820	200	—	120	9—10	1,25	7 000
						300	—	—	—	—	—
СТ-6	Универс.	Постоянн.	Ториров.	3,6	78	16	—	4—5	4	0,7	6 000
СТ-80	Ус. в. ч.	Постоянн.	Ториров.	3,6	170	100—200	60	—	200	0,7	280 000
СО-81	Ус. в. ч.	Переменн.	Оксид.	1	1 300	100—200	60	—	175	0,9	190 000
СО-44	Ус. в. ч.	Постоянн.	Оксид.	3,6	225	100—200	60	—	200	1	200 000
СО-90	Ус. в. ч.	Переменн.	Оксид.	1,7	1 000	100—200	60	—	200	1	200 000
СО-95	Ус. в. ч.	Переменн.	Оксидная подогреваемая	1,3	1 800	100—200	60	—	200	1,25	160 000

устанавливается начальный анодный ток i_{a0} , для чего к сетке подводится дополнительное отрицательное напряжение E_{g0} . В качестве детекторных применяются обычно ЭЛ, имеющие малую часть анодной характеристики, проходящую в левой части.

б) Усилительное действие ЭЛ основывается на том, что, если в цепи сетки лампы действует нек-рая переменная эдс E_g , то она вызывает в анодной цепи такие изменения анодного тока, как если бы в этой последней была приложена эдс:

$$E_a = \mu E_g$$

где μ — коэф-т усиления ЭЛ. Не искаженное усиление в трехэлектродных лампах получается (черт. 35) при изменении анодного тока i_a под действием переменной сеточной эдс в пределах прямолинейной части характеристики. Начальный ток в этом случае устанавливается так, что соответствующая точка А лежит приблизительно в середине прямолинейной части характеристики.



Черт. 35.

Наилучшее использование ЭЛ в качестве усилителя получается при условии $R = 2R_i$, где R — сопротивление нагрузки анодной цепи, R_i — внутреннее сопротивление ЭЛ. Качество ЭЛ как усилителя характеризуется коэф-том $k_a = \frac{\mu^2}{4R_i}$. Для нормальных типов

усилительных ламп коэф-т качества соответствует величине $0,25 \cdot 10^3$ до $0,95 \cdot 10^3$. Для достижения значительных усилений применяются усилители, состоящие из нескольких (2—8) каскадов ЭЛ. Связь между каскадами осуществляется через трансформаторы емкости или сопротивления.

В усилителях низкой частоты связь между каскадами осуществляется обычно через трансформаторы или сопротивления. Для усиления низкой частоты наиболее подходят ЭЛ, имеющие большую крутизну S и большой коэф-т усиления μ (для усиления на сопротивлениях порядок $\mu = 30 \div 35$). Ток насыщения у ламп усилителей низкой частоты д. б. больше I_s усилителей высокой частоты.

Усилители высокой частоты имеют обычно связь между каскадами через емкости и сопротивления. Лампы, служащие для усиления высокой частоты, должны иметь коэф-т усиления $\mu = 40$ и выше. Эти лампы могут иметь небольшой ток насыщения.

Применение обычных трехэлектродных ЭЛ в усилителях высокой частоты затрудняется при работе волнами короче 1000 м вследствие паразитного действия междуэлектродной емкости в лампах. Для усиления весьма высоких частот применяются экранированные лампы, содержащие дополнительные электроды (сетки), в к-рых междуэлектродная емкость обычных ламп 3—4 см уменьшается до величины 0,01—0,001 см. Для оконечной ступени мощных усилителей применяются ЭЛ, обладающие крутизной порядка $S = 1 \text{ mA/V}$ проницаемостью 12—20% и током насыщения порядка 30—50 мА.

Для уменьшения энергии, затрачиваемой на нагревание катода (нити накала), а также для увеличения I_s применяются ЭЛ: а) торированные (имеют вольфрамовую нить, содержащую на поверхности слой чистого тория); б) оксидные ЭЛ (содержащие платиновую нить, покрытую слоем каль-

ция, стронция или бария); в) азидные ЭЛ (платиновая или никелевая нить, покрытая барием или кальцием, через промежуточный процесс покрытия нити слоем окиси меди). Преимуществом всех этих ЭЛ является увеличение срока службы, недостатком — возможность потери эмиссии (испускания электронов).

Табл. 5. Данные генераторных ламп.

Наименование типов		Напряжение накала	Ток накала		Электр. эмисс. катода	Средн. срок службы ка-тода	Анодное напряжение	Максимальн. рассеяние мощности на аноде	Коэффициент усиления	Крутизна
новое	старое	V_H	I_H		I_0	T	V_a	W_p		S
		V	A	%	M_a	час.	V	W	μ	mA/V
M-39	Г-5	11	3,5	8	270	200	1 200	30	10	1,45
M-45	У-27	11	3,5	8	270	200	1 200	30	10	1,24
M-41	Г-5	11	3,5	8	270	200	1 200	50	10	1,45
Г-46	Г-10	11	4,1	8	250	400	1 200	30	55	1,85
Г-46	Г-10	11	4,1	8	250	400	1 200	50	55	1,85
M-48	Mt-10	11	3,5	8	250	400	1 200	50	11	1,45
Г-37	Г-37	7	2,45	8	215	100	700	30	10	1,00
Г-47	B4-250	11,3	3,8	8	215	500	3 000	150	85	1,35
Г-49	B5-250	11	6,3	8	420	1 000	3 000	150	85	2,35
M-53	M-250	11	6,3	8	420	1 000	3 000	150	11	1,45
M-28	M-28	11	6,3	8	420	1 000	1 300	150	11	2,4
Г-54	Bt-500	17	3,4	8	850	1 000	3 000	500	95	3,5
Г-55	Bk-500	17	3,4	8	850	1 000	3 000	400	47	3,5
Г-29	Г-29	16	10,3	8	1 200	1 000	10 000	400	250	3,2
T-56	Г2-100	16	10,3	8	1 200	1 000	10 000	400	250	3,2
Г-57	M-100	16	10,3	8	1 200	1 000	10 000	400	52	—
Г-58	Г2-300	17	18	8	2 300	1 000	10 000	1 000	190	5,0
M-60	M2-300	17	8,4	8	850	1 000	10 000	800	16	2,2
Г-31	M3-300	16	17	8	1 800	1 000	3 000	800	13,5	4,0
Г-61	Г2-2000	16,5	51,0	8	—	1 000	10 000	10 000	47	—
Г-62	Г2-2000	16,5	51,0	8	—	1 000	10 000	10 000	47	—
Г-63	M-2000	16,5	51,0	8	—	1 000	10 000	10 000	18	—

Табл. 6. Данные ламп переменного тока.

Т и п	УО-104	СО-118	ПО-119	СО-122	СО-124	Единицы измерения
Число электродов	3	3	3	5	4	—
Конструкция катода*1	П	К	К	К	К	—
Номинал. напряж. накала*2	4	4	4	4	4	V
Ток накала	0,75	1	1	1	1	mA
Ток насыщения*3	120	50	60	60	30	mA
Номинальное анодное напряжение	240	240	240	240	240	V
Номинальное напряжение дополнительной сетки	—	—	—	140	60	V
Крутизна характеристики	3,2	2,25	2,25	2	2,05	$\frac{mA}{V}$
Коэффициент усиления	3,8	33	12,5	140	425	$10^3 Q$
Внутреннее сопротивление	1,1	15	5,5	70	200	—
Преимущества, применение*4	3	2	4	3	1	—

*1,2 сноски см. в табл. 7. *3 Универсальная (детекторная и усилительная).

Табл. 7. Данные ламп постоянного тока.

Т и п	П-7	УК-30	СО-44	УБ-107	ПБ-108	УБ-110	СВ-112	УБ-132	Единицы измерения
1. Число электродов	3	3	4	3	3	3	4	3	—
2. Номинал, *1 напряжение накала	3,8	5,6	3,6	4	1,2	4	4	3	—
3. Ток накала	0,65	0,82	0,22	0,075	0,08	0,075	0,075	4	V
4. Ток насыщения *2	5	110	40	18	6	18	15	40	mA
5. Номинальн. анодное напряжение	80	400	160	160	60	160	160	160	V
6. Номинальное напряжение дополнительной сетки	—	—	65	—	—	—	80	—	V
7. Крутизна характеристики	0,33	1,5	1,3	1,35	0,4	0,95	0,8	2,1	$\frac{mA}{V}$
8. Коэффициент усиления	10	10	200	11	7	25	375	9	—
9. Внутреннее сопротивление	30	7	150	8	17	20	470	4	$10^3 \Omega$
10. Преимущественное применение *3	4	3	1	4	4	2	1	3	—

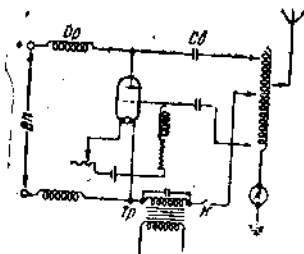
*1 Данные накала и величины параметров указаны средние.

*2 Данные тока насыщения указаны минимальные.

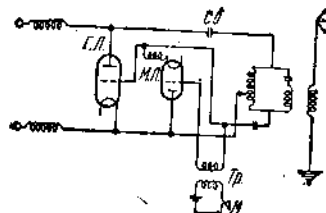
*3 Обозначения: 1—усилительная высокой частоты, 2—усилительная низкой частоты, 3—усилительная оконечная, 4—универсальная (детекторная и уси-
тельная).

IV. Передатчики *.

Для связи на ж.-д. транспорте применяются ламповые пд, работающие на длинных и коротких волнах. По сравнению с др. типами пд ламповые пд имеют след. преимущества: а) устойчивость получаемых незатухающих колебаний; б) возможность устранения при передаче паразитных частот (гармоник); в) легкость управления большими мощностями в антенне. Кпд ламповых пд—50—75%.



Черт. 36.



Черт. 37.

Телеграфные ламповые пд делятся по типу передачи сигналов на: а) работающие незатухающими колебаниями, б) работающие тональными колебаниями путем наложения через тр-р на незатухающие колебания звуковой частоты (черт. 36).

* В дальнейшем тексте сокращается пд.

Ламповые телефонные пд различают по типу модуляции: а) модуляция абсорбцией (поглощением колебательной энергии в цепи антенны), применяется только в маломощных пд; б) модуляция на сетку («утечкой» в цепи сетки (черт. 37) или наложением колебаний звуковой частоты через тр-р); в) модуляция на анод. В мощных ламповых пд обычно применяется модуляция на анод и утечки. По характеру воздействия звуковой частоты на колебания высокой частоты в телефонных пд различают фазовую, частотную и амплитудную модуляцию.

А. Длинноволновые передатчики.

1. Длинноволновые пд мощностью 1—4 кВ применяются для телеграфно-телефонной связи на расстояниях порядка 200—600 км. Рабочие волны устанавливаются в пределах $\lambda = 1\,500 \div 3\,000$ м; в нек-рых случаях применяются фиксированные волны в пределах $\lambda = 300 \div 700$ м.

Общая схема 1-киловольтового длинноволнового пд (тип МД-100) представлена на черт. 33. Пд состоит из трех шкафов: первый шкаф содержит кенотронный выпрямитель, собранный по схеме Латура, второй шкаф содержит три лампы типа Г-100, из к-рых 23 служит в качестве генераторной (ступень самовозбуждения), 21 служит в качестве модулятора (модуляция на анод); лампа 22 применяется для предварительного усиления сигналов от микрофона при телефонной работе; третий шкаф содержит катушки самоиндукции колебательного контура и катушки связи с А.

2. Дальность действия длинноволновых пд зависит от напряженности эл. поля E $\mu\text{В/м}$, к-рое д. б. в месте приема. Обычно при коммерческой телеграфной связи принимают $E = 100\text{—}400$ $\mu\text{В/м}$. Величина E определяется учетом атмосферных помех при радиоприеме и наличием мешания от радиостанций, работающих на близких волнах.

Расчет напряженности поля при длинноволновой связи производится по ф-лам:

$$E \text{ } \mu\text{В/м} = \frac{0,0947 \sqrt{W_{\Sigma}}}{d} l - \frac{0,0015 d}{V_{\lambda}} \quad (\text{ф-ла Аустин-Коэна});$$

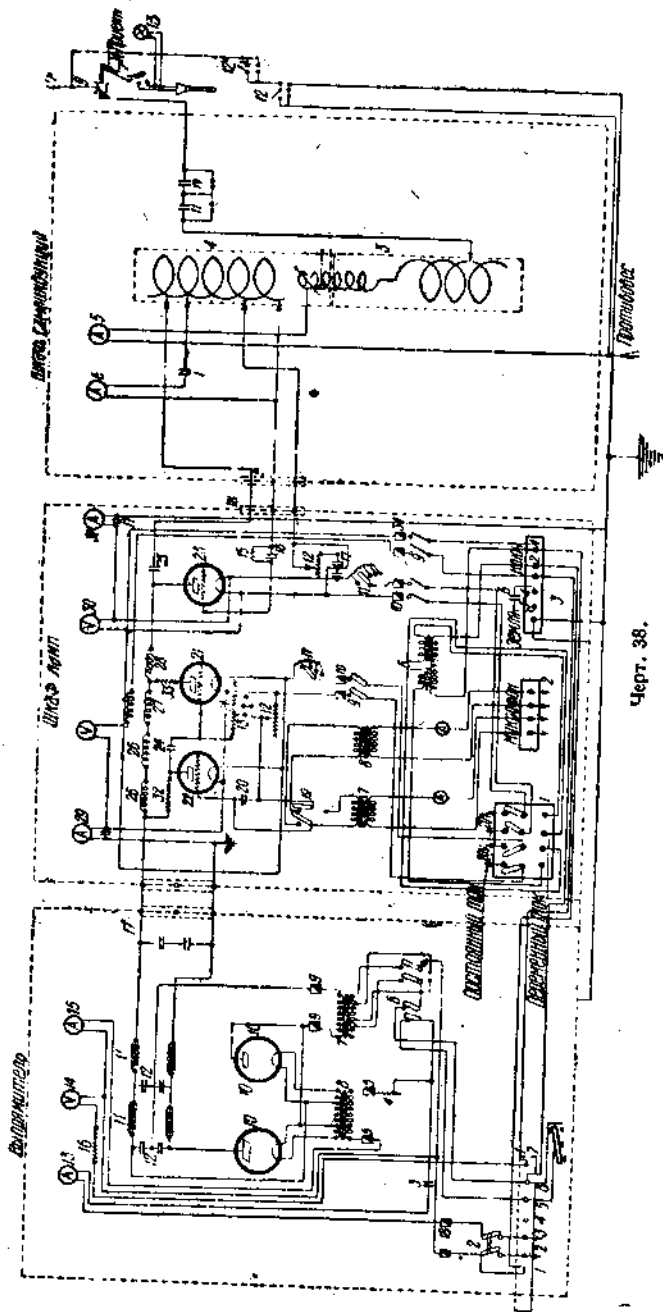
или:

$$E \text{ } \mu\text{В/м} = \frac{0,00947 \sqrt{W_{\Sigma}}}{2H \sqrt{\frac{d}{\lambda}}} l - \frac{\alpha d}{V_{\lambda}} \quad (\text{ф-ла Эккерслея}),$$

где: W_{Σ} —мощность излучения передатчиком в В, d —дальность действия передатчика (расстояние от передатчика до места приема) в км, λ —рабочая длина волны в км, H —высота ионизированного слоя атмосферы над землей, принимается $H = 40 \div 200$ км, α —коэф-т рассеяния, принимается равным от 0,011 до 0,022.

Первая ф-ла применяется, когда λ соответствует длинным волнам, вторая ф-ла применяется, когда λ соответствует средним и промежуточным волнам.

3. Учет взаимных помех длинноволновых пд. Отсутствие помех приему сигналов длинноволнового пд от одновременно работающих др. пд приближенно принимается при условии, что напряженность поля в месте приема от мешающих передатчиков не превышает 0,05—0,1 напряженности передатчика, с к-рым установлена связь, или различие в рабочей частоте между принимаемым пд и мешающим не меньше 9—10 килоциклов. Более точно



Черт. 38.

К черт. 38. Шкаф эл. ламп: 1—доска с зажимами низкого напряжения, 2—то же на 4 клеммы, 3—то же на 6 клемм, 4—перемычка для переключения, 5—конденсаторы на 2 F 1500 V, 6—трансформатор накала, 7—микрофонный трансформатор, 8—трансформатор, 9—выключатель, 11—предохранитель двухполюсный до 40 А, вставки на 10 А, то же на 20 А, 11—реостат накала 0,6 Ω 18 А, 12—потенциометр 100 Ω , 13—переключатель сопротивления, 14—сопротивление 5000 Ω 75 mA, 15—сопротивление 5000 Ω 150 mA, 16—конденсатор 0,01 μ F 1500 V, 17—доска с тремя зажимами высокого напряжения, 18—переключатель трансформатора, 19—конденсатор 2500 μ F 3000 V, 20—модуляторная лампа Г-100, 21—усилительная лампа Г-100, 22—генераторная лампа Г-100, 3—конденсатор на 0,25 μ F 14000 V, 21—конденсатор на 0,001 μ F 15000 V, 21—дроссель модуляции, 26—тональный трансформатор, 27—блокировочный дроссель, 28—миллиамперметр 200 mA. 29—вольтметр ЭМ на 20 V, 30—миллиамперметр ДМ на 500 mA. 31—сопротивление 30 000 Ω 50 mA, 32—сопротивление 5000 Ω 150 mA, 33—предохранитель двухполюсный.

Выпрямитель: 1—доска на 7 зажимов низкого напряжения, 2—двухполюсный выключатель, 3—конденсатор компаунд на 2 μ F 1500 V, 4—реостат с движком 20 Ω 2 А, 6—предохранитель Бозе на 3 А, 6—переключатель коэф-та трансформатора, 7—анодный трансформатор, 8—трансформатор накала кенотронов, 9—предохранитель высокого напряжения, 10—кенотрон К-150, 11—дроссель фильтра, 12—конденсатор фильтра 0,25 μ F 7000 V, 13—амперметр типа ЭМ на 30 А 1000 Ω , 14—вольтметр типа ЭМ на 300 V 1000 Ω , 15—амперметр типа ЭМ на 5 А 1000 Ω , 15—добавочное сопротивление к вольтметру, 17—доска с тремя зажимами высокого напряжения, 18—предохранитель двухполюсный до 40 А, 19—вставки к нему на 15 ампер.

Шкаф самонадукции И. 1—конденсатор «ТРЕВУ» 0,0005 μ F, 2—зажим высокого напряжения, 3—самонадукция антенны, 4—самонадукция контурная, 6—амперметр высокой частоты 20 А типа ТМ, 6—амперметр высокой частоты 15 А типа ТМ, 7—переключатель антенны с приема на передачу, 8—антенна, 9—вывод высокого напряжения, 10—перемычка, 11—конденсатор, 0,0005 μ F 6500 V, 12—грозовой выключатель, 13—сигнальная лампа на столе приемника.

условия устранения взаимных помех длинноволновых пд м. б. установлены расчетом по ф-ле:

$$\theta = \frac{E_2}{E_1} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi}{\delta}\right)^2 \left(1 - \frac{f_1}{f_2}\right)^2}},$$

где: E_1 —напряженность поля от принимаемой станции в месте приема, f_1 —рабочая частота принимаемой станции, E_2 —напряженность поля мешающей станции в месте приема, f_2 —рабочая частота мешающей станции, δ —общий декремент затухания применяемого приемного устройства, θ —коэф-т, учитывающий взаимное мешание станций. Мешание можно считать отсутствующим, если коэф-т θ численно не превышает величины 0,1—0,4.

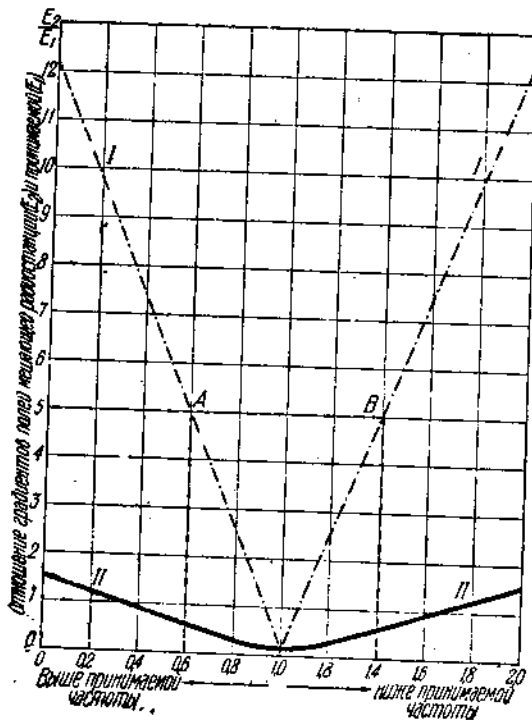
График, приведенный на черт. 39, дает возможность ориентировочного выбора рабочей частоты пд для связи с каким-либо данным пунктом при наличии возможного мешания в данном пункте со стороны других работающих на близких частотах передатчиков. На черт. 37 приведены кривые I для приемника с большой избирательностью, — $\delta = 0,05$, и II —для приемника с малой избирательностью, — $\delta = 0,4$.

Способ пользования графиком. Предположим, что известна мощность пд, от к-рого должен производиться прием, а также мощность пд, от которого предполагается возможность помех. По ф-лам дальности действия для данного пункта приема высчитаются напряженности поля E_1 и E_2 . Числовая величина отношения $\frac{E_2}{E_1}$ соответствует некой точке на вертикальной шкале графика. Положим для примера, что эта величина равна 5. Проводя на графике горизонтальную линию, определяем точки А и В и соответствующие величины $\frac{f_1}{f_2} = 0,6$ и $\frac{f_1}{f_2} = 1,4$. Эти значения показывают, что при наличии приемника в

хорошей избирательностью для отсутствия мешания от рассматриваемой станции необходимо, чтобы частота принимаемого передатчика имела величину $f_1 = 0,6 f_2$ или $f_1 = 1,4 f_2$. Если рабочая длина волны (частота) мешающего пд известна, этими условиями определяется частота, на к-рой может работать принимаемый передатчик.

Б. Коротковолновые передатчики.

Мощные (порядка 15 kW) коротковолновые пд находят преимущественное применение для дальней связи, — порядка 1 000—10 000 км. На ж.-д.



Черт. 39.

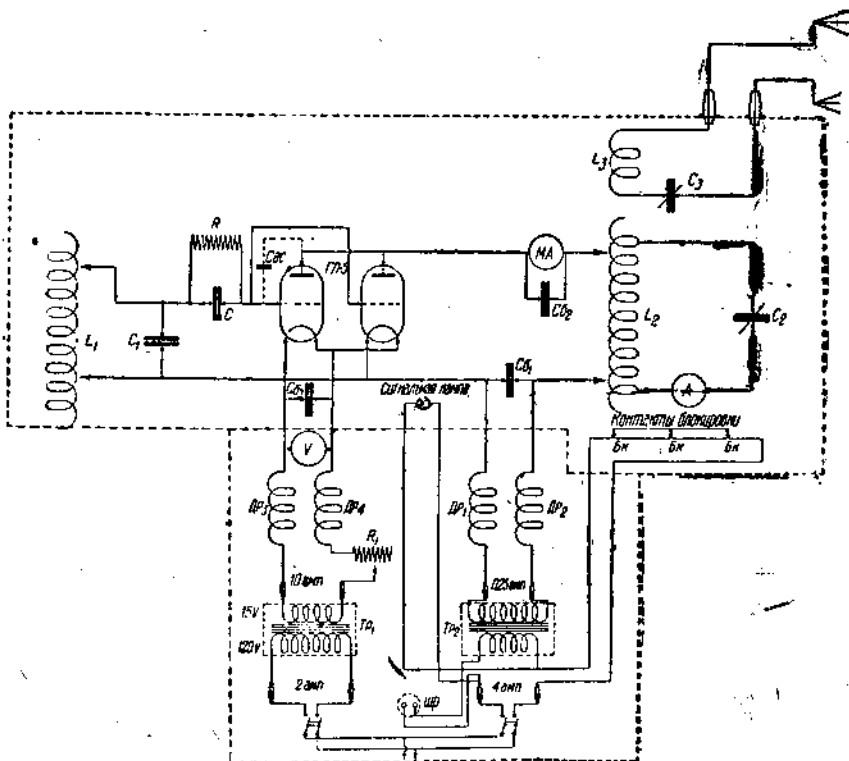
строения коротковолнового пд осложняется введением независимого возбуждения, так что телефонные коротковолновые пд средней мощности имеют схему, сходную с мощными пд. Мощные коротковолновые пд для телеграфной и телефонной работы строятся по сложной многокаскадной схеме, что вызывается необходимостью получения устойчивой рабочей длины волны при помощи специального кварцевого стабилизатора.

Передатчики 1—15 kW.

а) **Схема высокой частоты.** Однокиловаттный передатчик (черт. 41) состоит из задающего кварцевого генератора, буфера (промежуточного лампового каскада) и последующих четырех каскадов удвоения и усиления высокой частоты. Такое количество каскадов обуславливается необходимостью

транспорте для связи на близкие расстояния применяются также коротковолновые пд средней мощности (0,25—1 kW), обладающие большим диапазоном рабочей длины волны (λ от 30 до 120 м), коротковолновые пд средней мощности, применяемые для телеграфной работы, обладают простой схемой (черт. 40), где ГЛ—генераторные лампы, L_1C_1 —анодный колебательный контур, L_2C_2 —сеточный колебательный контур, L_3C_3 —контур связи с антенной, Др—дрессели, Тр—трансформаторы питания, Сб—блокировочные конденсаторы, RC—гридлик, А—тепловой амперметр, МА—миллиамперметр. При питании переменным током производится работа тональными колебаниями. Для работы незатухающими колебаниями питание пд осуществляется от аккумуляторов, высоковольтной машины или выпрямителя. При переходе на телефонную работу контур

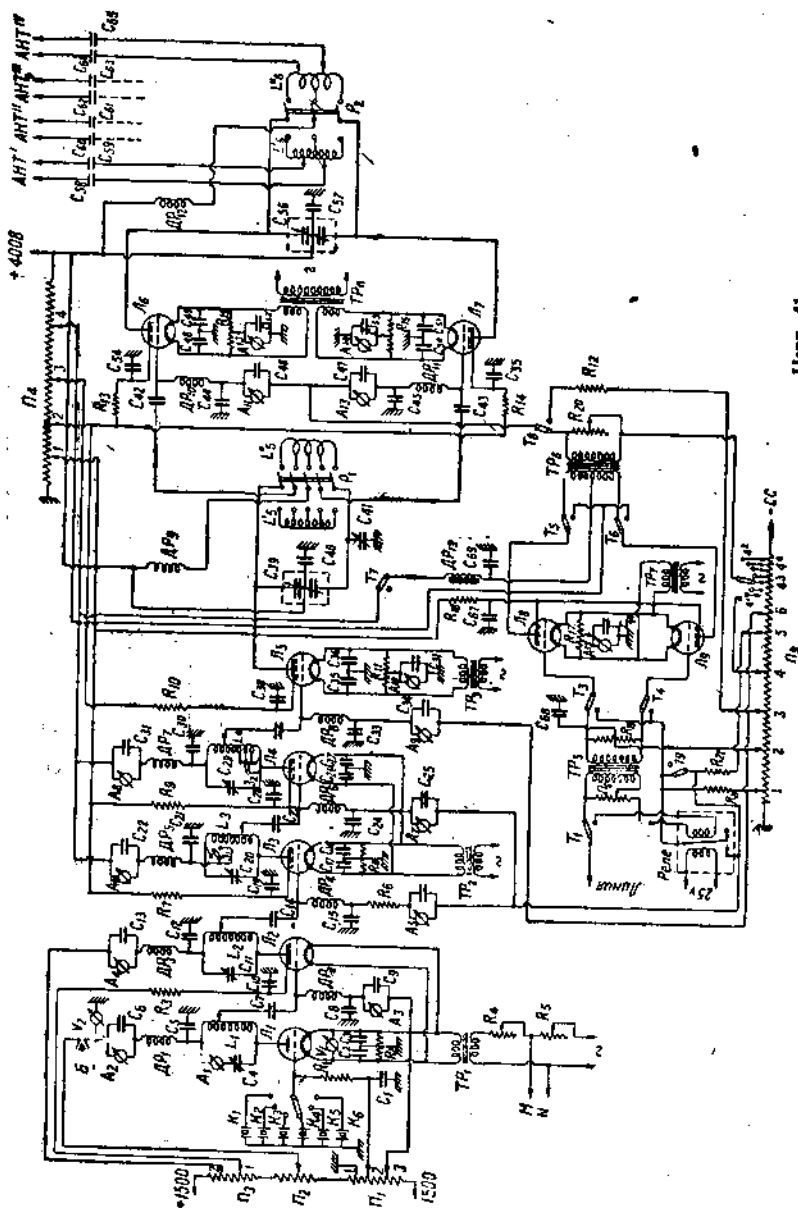
получения наиболее коротких волн при достаточно толстых кварцевых пластинах обеспечением необходимой стабильности волны и достаточно легкого режима ламп. Для получения максимальной стабильности волны кварцевый кристалл помещен в термостат, темп-ра внутри к-рого автоматически поддерживается постоянной. Благодаря наличию буферного каскада, усиливающего колебания кварцевого генератора, последний м. б. поставлен в условия максимальной стабильности. Режим буферного каскада и выбран-



Черт. 40.

ная система питания предотвращают возможную реакцию на задающий генератор, в частности воздействие на него во время телеграфной манипуляции. Третий и четвертый каскады являются удвоителями частоты. Каждый из этих трех каскадов,—буфер, третий и четвертый каскады, работают на одной лампе с экранирующей сеткой типа С-94. Пятый каскад может работать либо в качестве удвоителя, либо в качестве усилителя высокой частоты. Шестой каскад является двухтактным усилителем, дающим колебательную мощность около 1 kW. Эти два каскада работают также на лампах с экранирующей сеткой более мощного типа.

15-киловаттный передатчик образуется путем добавления к однокилловаттному типу одного каскада, работающего по двухтактной схеме на лампах



На черт. 41: P_1 —потенциометр сеточных смещений первых двух каскадов, P_2 —потенциометр регулирования анодного напряжения I каскада, P_3 —потенциометр регулирования напряжения анода и экранирующей сетки II каскада, $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ —кристаллы кварца, R_1 —сопротивление цепи сетки I каскада, C —блокировочный конденсатор сеточного смещения I каскада, R_2 —сопротивление цепи накала I и II каскадов со средней точкой, C_2 и C_3 —блокировочные конденсаторы цепи накала I и II каскадов, V_1 —вольтметр накала ламп I и II каскадов, L_1 —лампа I каскада типа М-84, L_2 —самоиндукция анодного контура I каскада, C_4 —конденсатор переменной емкости анодного контура I каскада, A_1 —тепловой амперметр анодного контура I каскада, C_5 —анодный блокировочный конденсатор I каскада, Dr_1 —анодный дроссель I каскада, A_2 —миллиамперметр анодный I каскада, C_6 —блокировочный конденсатор миллиамперметра A , V_2 —вольтметр высокого напряжения I каскада, B —контакт, размыкающий анодную цепь I каскада, C_7 —конденсатор связи I каскада со II каскадом, L_3 —экранированная лампа II каскада типа С-106, Dr_2 —дроссель цепи сетки II каскада, C_8 —блокировочный конденсатор сеточного смещения II каскада, A_3 —миллиамперметр цепи сетки II каскада, C_9 —блокировочный конденсатор миллиамперметра A_3 , C_{10} —блокировочный конденсатор экр. сетки II каскада, R_3 —сопротивление цепи экр. сетки II каскада, L_4 —самоиндукция анодного контура II каскада, C_{11} —конденсатор настройки анодного контура II каскада, C_{12} —блокировочный анодный конденсатор II каскада, Dr_3 —анодный дроссель II каскада, A_4 —анодный миллиамперметр II каскада, C_{13} —блокировочный конденсатор миллиамперметра A_4 , Tr_1 —трансформатор накала II и I каскадов, R_4 —реостат накала I и II каскадов, R_5 —общий реостат накала I и II каскадов и их выпрямителя, C_{14} —конденсатор связи II каскада с III каскадом, L_5 —экранированная лампа III каскада типа С-106, Dr_4 —сеточный дроссель III каскада, C_{15} —блокировочный конденсатор сеточного смещения III каскада, R_6 —сопротивление цепи сетки III каскада, A_5 —миллиамперметр цепи сетки III каскада, C_8 —блокировочный конденсатор миллиамперметра A_5 , R_5 —сопротивление цепи накала III и IV каскадов со средней точкой, C_{17} и C_{18} —блокировочные конденсаторы цепи накала III каскада, Tr_2 —трансформатор накала III и IV каскадов, R_7 и C_{19} —сопротивление и конденсатор экранной сетки III каскада, L_2 —самоиндукция анодного контура III каскада, $З_1$ —замыкатель витков катушки L_2 , C_{20} —конденсатор настройки анодного контура III каскада, C_{21} —блокировочный конденсатор анодный III каскада, Dr_5 —дроссель в. ч. анодный III каскада, A_6 —амперметр анодный III каскада, C_{22} —блокировочный конденсатор амперметра A_6 , C_{23} —конденсатор связи каскада III с IV каскадом, L_4 —экранированная лампа IV каскада типа С-106, Dr_6 —сеточный дроссель IV каскада, C_{24} —блокировочный конденсатор сеточного смещения IV каскада, A_7 —миллиамперметр цепи сетки IV каскада, C_{25} —блокировочный конденсатор миллиамперметра A_7 , C_{26} и C_{27} —блокировочные конденсаторы цепи накала лампы IV каскада, R_6 —сопротивление цепи экр. сетки IV каскада, C_6 —конденсатор настройки анодного контура IV каскада, L_4 —катушка самоиндукции анодного контура IV каскада, $З_2$ —замыкатель витков катушки L_4 , C_{30} —анодный блокировочный конденсатор IV каскада, Dr_7 —анодный дроссель IV каскада, A_8 —анодный миллиамперметр IV каскада, C_{31} —блокировочный конденсатор миллиамперметра A_8 , C_{32} —конденсатор связи IV каскада с V каскадом, L_5 —экранированная лампа V каскада типа С-103, Dr_8 —сеточный дроссель V каскада, C_{33} —блокировочный конденсатор сеточного смещения V каскада, A_9 —сеточный миллиамперметр V каскада, C_{34} —блокировочный конденсатор миллиамперметра A_9 , C_{35} и C_{36} —блокировочные конденсаторы цепи накала V каскада, R_{11} —сопротивление цепи накала V каскада со средней точкой, A_{10} —анодный амперметр V каскада, C_{37} —блокировочный конденсатор амперметра A_{10} , Tr_3 —трансформатор накала V каскада, C_{33} —блокировочный конденсатор экр. сетки V каскада, R_6 —сопротивление цепи экр. сетки V каскада, C_{39} —симметричный конденсатор переменной емкости анодного контура V каскада, C_{40} —блокировочный конденсатор средней точки конденсатора C_{39} , C_{41} —конденсатор, ликвидирующий асимметрию анодного контура V каскада, P_1 —пятиполусный переключатель катушки самоиндукции анодного контура V каскада на 4 направления, $L_5^I, L_5^{II}, L_5^{III}, L_5^{IV}$ —сменные катушки самоиндук-

ции анодного контура V каскада. Dr_0 —анодный дроссель V каскада. C_{42} и C_{43} —конденсаторы связи V каскада с VI каскадом. L_6 и L_7 —экранированные лампы VI каскада типа С-103. Dr_0 —сеточный дроссель первого плеча VI каскада. Dr_{11} —сеточный дроссель второго плеча VI каскада. C_{44} и C_{45} —блокировочные конденсаторы сеточного смещения VI каскада. A_{11} и A_{12} —амперметры цепей сеток двух плеч VI каскада. C_{46} и C_{47} —блокировочные конденсаторы амперметров A_{11} и A_{12} . C_{48} и C_{49} —блокировочные конденсаторы цепи накала лампы L_6 . C_{50} и C_{51} —то же лампы второго плеча (L_7). R_{16} и R_{17} —сопротивления цепей накала ламп обоих плеч VI каскада со средними точками. A_{13} и A_{14} —анодные амперметры двух плеч VI каскада. C_{52} и C_{53} —блокировочные конденсаторы A_{13} и A_{14} . C_{54} —блокировочный конденсатор экран. сетки лампы L_6 . C_{55} —то же лампы L_7 . R_{18} —сопротивление гридника VI каскада. Tr_4 —трансформатор накала ламп VI каскада с двумя вторичными обмотками. C_{56} —симметричный переменный конденсатор VI каскада. C_{57} —блокировочный конденсатор анодного контура VI каскада. O_2 —трехполюсный переключатель катушек самоиндукции контура VI каскада. L_8^I , L_8^{II} , L_8^{III} , L_8^{IV} —сменные катушки самоиндукции контура VI каскада. Ant^I , Ant^{II} , Ant^{III} , Ant^{IV} —фидеры четырех антенн. C_{58} и C_{59} —разделительные конденсаторы фидеров антенн Ant^I . C_{60} и C_{61} —то же антенны Ant^{II} . C_{62} и C_{63} —то же Ant^{III} . C_{64} и C_{65} —то же Ant^{IV} . Dr_{12} —анодный дроссель VI каскада. L_4 —делитель напряжений цепей анодов и экран. сеток III, IV, V и VI каскадов. L_5 —делитель напряжения смещений тех же каскадов. L_8 и L_9 —манипуляторно-модуляторные лампы типа С-106 (экранированные). R_{17} —сопротивление цепи накала модуляторных ламп со средней точкой. Tr_7 —трансформатор накала модуляторных ламп. A_{15} —амперметр анодный модуляторных ламп. C_{66} —блокировочный конденсатор амперметра A_{15} . R_{18} —общее сопротивление цепей экранирующих сеток модуляторных ламп. C_{67} —блокировочный конденсатор экран. сеток тех же ламп. Tr_5 —входной пушпульный трансформатор модулятора. P_6 —потенциометр, регулирующий напряжение на входе модулятора (на первичной обмотке трансформатора Tr_5). R_{19} —шунт (сопротивление) вторичной обмотки трансформатора Tr_5 со средней точкой. C_{67} —конденсатор блокировочный сеточного смещения ламп L_8 и L_9 (при работе телефоном). Tr_6 —выходной трансформатор модулятора (пушпульный). R_{20} —переменное сопротивление, регулирующее переменное напряжение низкой частоты на сетках ламп оконечного каскада при модуляции. Dr_{13} —дроссель низкой частоты в анодной цепи ламп модулятора (работает при телефонировании). C_{68} —блокировочный конденсатор анодной цепи ламп модулятора (в работе схемы при телефонировании). $Реле$ —телеграфное. К нему питание: постоянный ток 25 В. R_{21} —сопротивление цепи сеток манипуляторных ламп (при работе телеграфом). R_{22} —общее сопротивление цепей сеток ламп III и IV каскадов. T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6 , T_7 , T_8 , T_9 —переключатели с общим управлением для переключения передатчика с телефонной на телеграфную работу.

с водяным охлаждением (ГК-2000). Этот каскад требует нейтрализации, достигаемой двумя нейтродинными конденсаторами.

б) Диапазон волн. Оба типа передатчиков могут работать на волнах в диапазоне от 16 до 95 м. Возможен быстрый переход на одну из двух наперед заданных волн (дневная и ночная волна) при помощи наружных переключений (меняющих кварцевую пластинку и самоиндукцию контуров) и вращения контурных рукояток (а также двух нейтродинных) конденсаторов до заранее фиксированного положения.

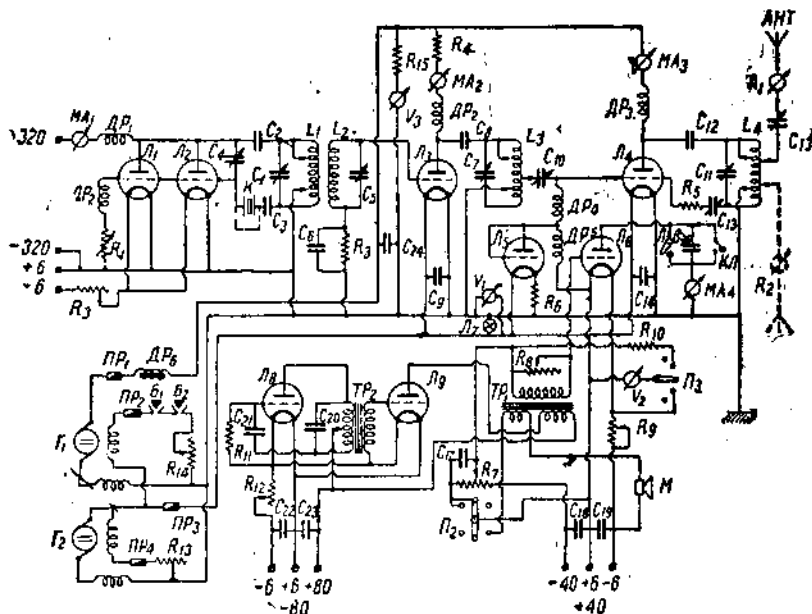
в) Питание. Передатчики имеют полное питание от сети трехфазного переменного тока напряжением 220 В, поэтому для их питания не требуется особых эл.-машинных агрегатов или аккумуляторов. Напряжения постоянного тока подаются след. выпрямителями: 1) выпрямитель кварцевого генератора и буфера; он дает анодное напряжение и сеточные смещения на эти каскады и напряжение на экранирующую сетку буфера; 2) выпрямитель для сеточных смещений каскадов 3-го—7-го, 3) выпрямитель каскадов 3-го—

6-го; он дает напряжение на аноды и экранирующие сетки каскадов; 4) анодный выпрямитель мощного каскада.

г) **Управление и блокировка.** Управление передатчика сосредоточено на одном щите управления (кроме управления элементами настройки цепей высокой частоты). На этом щите сосредоточены все измерительные приборы питающих цепей, регулировка напряжения накала, высокого напряжения и глубины модуляции (при телефонии), рубильники и кнопки включений и выключений питающих цепей, пуск и остановка воды. Сигнальные лампочки показывают порядок необходимых включений, либо причину, по которой то или иное включение не м. б. произведено. В случае перегорания какого-либо предохранителя эта лампочка показывает, в какой цепи это произошло.

С внешней стороны 1-kW-й передатчик состоит из четырех вертикальных панелей (панель управления, панель выпрямителей и две панели каскадов высокой частоты), каждая шириной 700 мм и высотой 2100 мм, установленных рядом на общей горизонтальной раме.

Весь передатчик с боков и сзади имеет решетчатое, снабженное заблокированной дверью ограждение, внутри которого м. б. помещен анодный трансформатор 1-kW-го передатчика. Габариты 1-kW-го передатчика (включая ограждение): длина 3 м, глубина около 2 м, высота 2,1 м. 15-kW-й тип имеет кроме того еще панель мощного выпрямителя и панель мощного усилителя. Все эти части устанавливаются в один ряд с общим передним ограждением в зале размерами 9,5 × 5,5 м.



ный блокировочный конденсатор емкостью 2 000 см. $Др_1$ —анодный дроссель в. ч. задающего генератора. $МА$ —анодный миллиамперметр на 90 мА. $С_3$ —конденсатор гридлика 2 000 см. $К$ —кварцевая пластинка или короткозамыкатель ее гнезд. $Др_2$ —дроссель цепи сетки задающего генератора. R_1 —сопротивление утечки сетки задающего генератора переменное с максимальной величиной 70 000 ом. R_2 —реостат накала ламп задающего генератора. $С_4$ —нейтродинный конденсатор задающего генератора с максимальной емкостью 15 см (при работе с кварцевой стабилизацией служит для точного подбора обратной связи на кварц). L_2 —катушка самоиндукции колебательного контура цепи сетки удвоителя (индуктивно связана с L_1). $С_5$ —переменный конденсатор колебательного контура цепи сетки удвоителя с максимальной емкостью 250 см. R_3 —сопротивление утечки сетки ламп удвоителя 30 000 ом. $С_2$ —конденсатор постоянной емкости гридлика удвоителя 2 000 см. L_3 —лампа удвоителя типа Б-250. R_4 —сопротивление, понижающее напряжение на анод удвоителя, 15 000 ом 100 мА. $МА_2$ —миллиамперметр постоянного тока цепянода удвоителя со шкалой на 100 мА. $Др_3$ —анодный дроссель высокой частоты удвоителя. $С_6$ —конденсатор блокировочный анодной цепи удвоителя емкостью 0,001 мкФ на 7500 В. L_4 —катушка самоиндукции колебательного контура анодной цепи удвоителя. $С_7$ —конденсатор переменной емкости колебательного контура анодной цепи удвоителя. Максимальная емкость 180 см (3 000 В). $С_8$ —блокировочный конденсатор накала удвоителя емкостью 2 000 см. $С_{10}$ —конденсатор переменной связи удвоителя с сеткой лампы мощного усилителя с максимальной емкостью 230 см. $МА_3$ —анодный миллиамперметр оконечного каскада со шкалой 500 мА. $Др_4$ —анодный дроссель высокой частоты оконечного каскада. $С_{11}$ —конденсатор настройки выходного (антенного) колебательного контура. 1 800 см 3 000 В. L_5 —катушка самоиндукции того же контура. L_4 —лампа оконечного каскада типа Б-250. $С_2$ —конденсатор блокировочный анодной цепи оконечного каскада 0 021 мкФ—7 000 В. $С_9$ —нейтродинный конденсатор оконечного каскада с максимальной емкостью 15 см 5 000 В. R_5 —антипаразитное сопротивление 35 ом в цепи нейтрализации. $С_{14}$ —блокировочный конденсатор накала оконечного каскада емкостью 2 000 см. $С_{15}$ —конденсатор переменной связи с антенной 180 см 3 000 В. A_1 и A_2 —тепловые антенные амперметры на 5 А. $Др_4$ и $Др_5$ —дроссели высокой частоты цепи сетки оконечного каскада. L_5 —антидинаatronная лампа типа УК-30 в цепи сетки оконечного каскада. R_6 —сопротивление, понижающее напряжение накала для антидинаatronной лампы 8 ом 0,8 А. L_6 —модуляторная лампа типа УК-30. Работает как постоянное сопротивление утечки сетки при телеграфном режиме (работа чисто незатухающими колебаниями). $МА_4$ —миллиамперметр цепи сетки оконечного каскада со шкалой на 30 мА. $Кл$ —ключ Морзе. $С_8$ —блокировочный (искрогасящий) конденсатор ключа 5 000 см 400 В. $П_1$ —«контрольный ключ»—короткозамыкатель ключа для работы телефоном и для испытательных целей. $Тр$ —модуляционный трансформатор с тремя обмотками: сеточной модуляторной лампы, микрофонной и связи с аудиогенератором. $М$ —микрофон. R_7 —потенциометр, регулирующий величину напряжения смещения на сетке модуляторной лампы. Полное сопротивление 1 800 ом. $С_{17}$ —конденсатор 1,5 мкФ—400 В блокирующий потенциометр R_7 от токов низкой частоты. R_8 —шунт (переменное сопротивление) вторичной обмотки модуляционного трансформатора для регулирования громкости и качества радиотелефонной передачи. Полное сопротивление 76 500 ом 5 мА. R_9 —реостат накала модуляторной лампы $С_{18}$ —конденсатор 2 мкФ 400 В, блокирующий батарею сеточного смещения модуляторной лампы (батарея присоединяется соответствующими полюсами между клеммами—40 и +6+40). $С_{19}$ —конденсатор 2 мкФ 400 В, блокирующий батарею накала модуляторной лампы (которая присоединяется к клеммам —6 и +6+40 соответствующими полюсами). $П_2$ —переключатель на три направления для включения и выключения батареи сеточного смещения модуляторной лампы и микрофона. V_1 —вольтметр со шкалой на 15 В для измерения напряжения накала ламп Б-250. L_7 —контрольная лампа цепи накала ламп Б-250. V —вольтметр со шкалами 6 и 60 В для измерения напряжений накала модуляторной лампы и смещения на ее сетке. $П_3$ —коммутатор к вольтметру V_2 для переключения с измерения напряжения накала на измерения напряжения сеточного смещения R_{10} —добавочное сопротивление к вольтметру (для измерения напряжения сеточного смещения). L_8 и L_9 —лампы аудиогенератора типа П-7 (Р-5). $Тр_2$ —катушка самоиндук-

цин контура аудиогенератора с железным сердечником. C_{20} —конденсатор контура аудиогенератора 5 000 см 400 В. C_{21} —конденсатор гридлика аудиогенератора 60 000 ом (тип Катунского). R_{12} —реостат накала ламп аудиогенератора. C_{22} —блокировочный конденсатор батареи накала аудиогенератора емкостью 2 μF 400 В (батарея накала аудиогенератора может быть взята общей с задающим генератором; присоединяется она соответствующими полюсами к клеммам задающего генератора и аудиогенератора, обозначенным —6 и +6). C_{23} —блокировочный конденсатор анодной батареи аудиогенератора 2 μF 400 В (анодная батарея аудиогенератора тоже может быть взята общей с задающим генератором; включение анодного питания задающего генератора и аудиогенератора,—в соответствии с обозначениями на схеме). C_{24} —блокировочный конденсатор 4 μF 4 000 В анодного напряжения ламп Б-250. Dr_6 —дрессель с железным сердечником 12,5 Н—0,25 А фильтра высокого напряжения ламп Б-250. Pr_1 —предохранитель в общей цепи высокого напряжения ламп Б-250 на 0,25 А. G_1 —коллектор высокого напряжения 3 000 В для питания оконечного каскада и удвоителя. Pr_2 —предохранитель в цепи возбуждения якоря высокого напряжения на 7 А. R_{14} —реостат возбуждения высокого напряжения. B_1 и B_2 —блокировочные контакты на дверцах шкафа передатчика, разрывающие цепь возбуждения высокого напряжения при открывании дверей. G_2 —коллектор низкого напряжения, дающего накал лампам Б-250. Pr_3 —предохранитель в цепи накала ламп Б-250 на 15 А. Pr_4 —предохранитель в цепи шунтовой обмотки возбуждения якоря низкого напряжения на 2 А. R_{15} —реостат возбуждения низкого напряжения. V_3 —вольтметр анодного напряжения ламп Б-250 на 3 000 В. R_{18} —добавочное сопротивление 447 000 ом 6,7 мА к вольтметру V_3 .

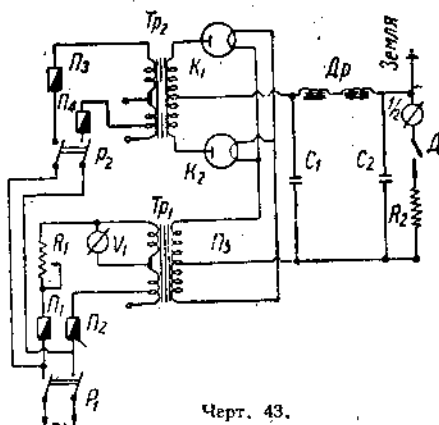
Анодный трансформатор и фильтр мощного каскада устанавливаются в специальных наружных камерах.

Передатчики допускают манипуляционную скорость не ниже 100 слов в мин. Они приспособлены также для коммерческой телефонии.

Радиозаводом № 2 НКСвязи выпускаются передатчики мощностью в 150 W, известные под названием «Казакстан», (черт. 42), и передатчики мощностью в 1 kW марки КВ-1W; оба стабилизированы кварцем.

Передатчик «Казакстан» изготавливается в двух видах: с автономным питанием от машин и с питанием от кенотронного выпрямителя B_2K_2-150 . Принципиальная схема выпрямителя B_2K_2-150 приводится на черт. 43.

P_1 —общий, рубильник выпрямителя.
 P_2 —рубильник трансформатора высокого напряжения. $П_1$ и $П_2$ —предохранители трансформатора накала кенотронов. $П_3$ и $П_4$ —предохранители трансформатора высокого напряжения. R_1 —реостат накала кенотронов 2×25 ом. V_1 —вольтметр накала кенотронов. Tr_1 —трансформатор накала кенотронов. Tr_2 —трансформатор высокого напряжения. K_1 и K_2 —кенотроны типа K_2-150 (Б-24). C_1 и C_2 —высоковольтные конденсаторы фильтра. Dr —дрессель фильтра 2500×2 витков. V_2 —вольтметр высокого напряжения. R_2 —сопротивление добавочное к вольтметру V_2 . D —кнопка включения высоковольтного вольтметра.



Черт. 43.

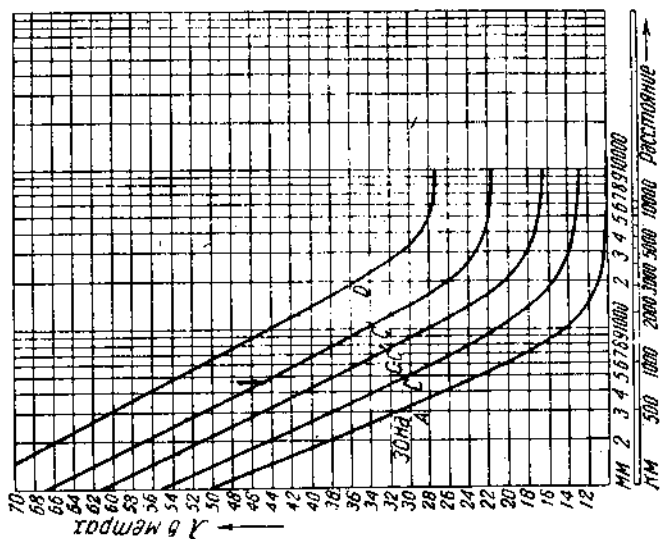
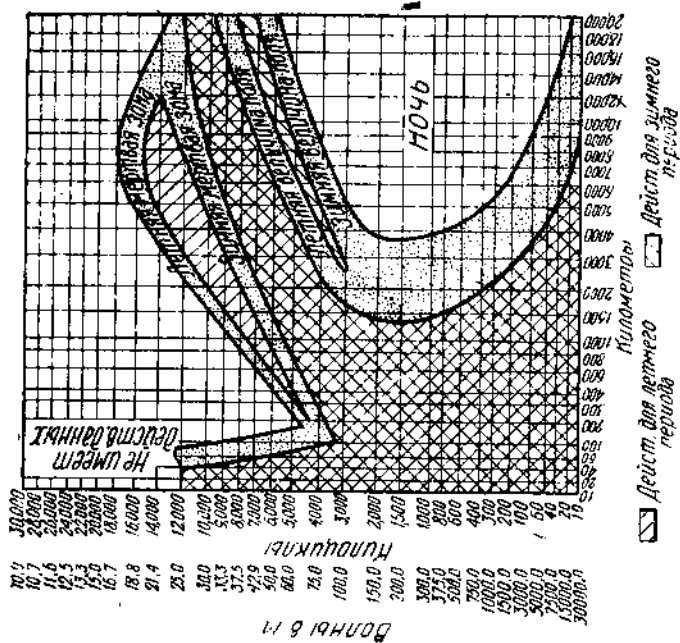
Передатчик КВ-1W монтируется по схеме, представленной на черт. 44. Передатчик состоит из задающего генератора, первого и второго удвоителей,

На черт. 44: 1—лампа Г-1. 1а—лампа УК-30. 2—миллиамперметр 150 мА. 2а—реостат 0,5 ом А. 3—кристалл кварца. 4—дрессель 95 витков. 5—переключатель. 6—конденсатор 2 000 см 1 000 В. 7—конденсатор 500 см. 8—самоиндукция генератора. 9—самоиндукция сетки I удвоителя. 10—дрессель 160 витков. 11—миллиамперметр 10 мА. 12—дрессель 100 витков. 13—конденсатор 250 см. 14—самоиндукция I удвоителя. 15—дрессель 35 витков. 16—сопротивление 30 000 Ω . 16а—конденсатор нейтринный. 16б—вольтметр на 6 В. 17—предохранитель 0,25 А. 18—предохранитель 4 А. 19—дрессель 12,5 Н; 0,25 А. 20—конденсатор 4 μ F. 21—вольтметр на 4 000 В. 22—добавочное сопротивление к вольтметру. 23—реостат 60 Ω . 24—трансформатор 120/13 В. 25—сопротивление 60 Ω . 26—блокировка шкафа. 27—вольтметр на 25 В. 28—лампа Б₂-250. 29—конденсатор 0,01 μ F; 7 500 В. 30—дрессель высокой частоты никелиновый. 31—миллиамперметр на 100 мА. 32—сопротивление анодное 15 000 Ω . 32а—сопротивление анодное 3 750 ом; 200 мА. 33—конденсатор 180 см. 34—самоиндукция II удвоителя (сменная). 35—конденсатор 15—18 см нейтринный. 36—конденсатор 200—300 см. 37—миллиамперметр 250 мА. 38—То же 25 мА. 39—конденсатор 2 000 см 1 000 В. 40—То же переменный 150 см. 41—сопротивление 15—18 Ω . 42—самоиндукция I усилителя (сменная). 43—конденсатор 1 000 см. 44—контрольная лампа. 45—лампа Г-300. 46—конденсатор 800 см. 47—амперметр 1,5 А. 48—самоиндукция II усилителя (смен.). 49—амперметр тепловой. 50—конденсатор 25—30 см. 51—сопротивление 60 Ω . 52—трансформатор 120/20 В. 53—реостат 20 Ω . 54—конденсатор 5 000 см 1 000 В. 55—предохранитель 6 А. 56—реле. 56а—вольтметр на 25 В. 56б—конденсатор перем. 40 см. 56с—То же пост. 0,0035 μ F. 57—рублик 2-полюсный 25 А. 58—предохранитель 25 А. 59—реостат возбуждения. 60—мотор 3-фазный. 61—динамо, НН-20. 62—вольтметр на 25 В. 63—амперметр 10 А. 64—То же 5 А. 65—коммутатор вольтметра. 66—добавочное сопротивление к вольтметру. 67—сопротивление 10 Ω . 12А. 68—реостат 45 Ω ; 10 А. 69—автомат 10 А. 70—предохранитель 10 А. 71—автомат 3 А. 72—реостат 152 Ω ; 2,5 А. 73—предохранитель 4 А. 74—контрольная лампа. 75—вольтметр на 260 В. 76—амперметр 100 А. 77—рублики 3-полюсные 100 А. 78—То же 45 А. 79—сигнальная лампа. 80—рублик 2-полюсный 25 А. 81—предохранитель 20 А. 82—То же 100 А (трехполюсный). 83—То же 50 А (трехполюсный). 84—рублик 50 А. 85—предохранитель 25 А. 86—вольтметр на 140 В. 87—блокировка. 88—контрольная лампа. 89—трансформатор 125 600 В. 90—предохранитель 6 000 В 1 А. 91—мотор вентилятора. 92—ртутная колба 3 ВН-15 000. 93—сопротивление кнопки зажигания 10 Ω . 94—кнопка зажигания. 95—дрессель 0,05 Н; 4 А. 96—сопротивление 15 ом; 4 А. 97—трансформатор дежурного зажигания. 98—предохранитель 10 А. 99—рублик 25 А. 100—дрессель 50 Н; 1 А. 101—конденсатор 4 μ F 6 000 В. 102—амперметр 1,5 А. 103—вольтметр на 5 000 В. 104—добавочное сопротивление к вольтметру. 104а—сопротивление 50 000 Ω . 105—лампа Р-5. 106—реостат накала. 107—конденсатор 2 μ F. 108—сопротивление Катунского 60 000 Ω . 109—конденсатор 0,1 μ F; 400 В. 110—То же 5 000 см. 111—самоиндукция контура с железом. 112—микрофонный трансформатор. 113—блокировка. 114—шунт 76 500 Ω . 115—сопротивление Катунского 60 000 Ω . 116—телефонные гнезда. 117—потенциометр 1 800 Ω . 118—конденсатор 1,5 μ F; 400 В. 119—лампа УК-30. 120—контрольный ключ. 121—дрессель высокой частоты. 122—вольтметр 6/60 В. 123—добавочное сопротивление к вольтметру. 124—коммутатор вольтметра. 125—сопротивление 8 Ω ; 0,8 А. 126—переключатель батарей.

первого и второго усилителей. Питание задающего генератора осуществляется от аккумуляторов, второго удвоителя и первого усилителей—от выпрямителя В₂К₂-150 и питание последнего каскада (мощного)—от ртутного выпрямителя РВ-4W, изготавливаемого специально для передатчиков названного типа. Диапазон передатчика—от 15 до 90 м.

Связь на коротких волнах отличается от длинноволновой тем, что при равной мощности передатчиков коротковолновые обладают значительно большей дальностью действия. Устойчивость связи на коротких волнах в значительной степени зависит от выбора волн в соответствии со временем суток или времен года, в к-рое ведется работа. На черт. 45 и 46 представлены графики, определяющие дальность действия на коротких и длинных волнах для работы в дневные и ночные часы суток. На чертежах по горизонтальной оси отложены расстояния в км, по вертикальной оси—частоты в кц, соответствующие рабочим волнам, мертвой зоне и фединге.

Мертвой зоной, или зоной молчания, называется полоса на земной поверхности, окружающая пд, в к-рой сигналы от коротковолнового пд не могут быть приняты. Радиус начала мертвой зоны колеблется от нескольких км до нескольких десятков км от пд, в зависимости от его мощности. Внешний радиус, к-рым мертвая зона ограничивается (на расстояниях, больших этого радиуса, прием возможен), зависит от длины волны, на к-рой



приемные А., две или три, располагаются на нек-ром удалении одна от др. (черт. 48), прием ведется на два или три приемника одновременно, принимаемые сигналы на выходе приемников складываются, и через особый ограничитель силы сигналов подводятся к реле или к пишущему аппарату.

При установлении коротковолновой связи предварительный расчет дальности действия и напряженности поля представляет большие трудности.

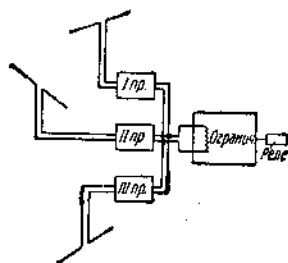
Для дальней дневной связи на расстояния не меньше 2 000 км можно пользоваться для приближенного расчета ф-лой Эккерслея:

$$E \mu V/m = \frac{3\pi \cdot P \sqrt{W_{\Sigma}}}{\sqrt{d_0} D} e^{-\alpha \cdot D \cdot \lambda^2},$$

где: W_{Σ} —излучаемая мощность в W, D —расстояние по дуге большого круга в км, d_0 —радиус зоны молчания в км, λ —длина волны в км, P —коэф-т направленности А. (см. «Антенна»), α —коэф-т рассеяния при рабочих волнах $\lambda = 15 \div 32$ м; может приниматься приближенно: $6,0 \times 10^{-4} \div 6,3 \times 10^{-4}$.

Для коротковолновой связи на близкие расстояния приближенный расчет напряженности поля возможен по ф-ле:

$$E \mu V/m = \frac{1,09 \cdot 10^6 P \sqrt{W_{\Sigma}}}{\sqrt{D \cdot R \cdot \sin \frac{D}{R}}} \cdot \sin \varphi_0,$$



Черт. 48.

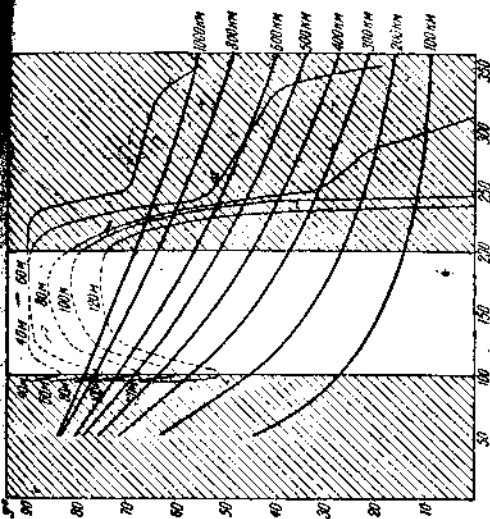
где: W_{Σ} —излучаемая мощность в W, D —расстояние между передатчиком и приемником в км, R —радиус земли = 6 200 км, φ —угловой коэф-т, характеризующий прохождение коротких волн в пространстве. Коэф-т φ_0 зависит от рабочей длины волны и расстояния. Для определения числовых значений φ_0 можно пользоваться графиками черт. 49 и 50. График черт. 49

предназначен для определения φ_0 при дневной связи; график черт. 51 дает возможность определить значения φ_0 для условий коротковолновой связи ночью. Значения φ_0 из графиков определяются как точки пересечения кривой для данной дальности действия D с кривой для данной волны λ . По горизонтальной оси графика отложены значения высоты над землей ионизированного слоя, от которого отражаются короткие волны. Т. к. в атмосфере существуют реально два отражающих слоя: один —приблизительно на высоте 80—100 км, др. —на высоте 200—400 км, то для расчета напряженности поля принимаются во внимание только значения φ_0 , соответствующие точкам пересечения, лежащим в заштрихованных полосах графика. Точки пересечения кривых, лежащие в не заштрихованной области, физического значения не имеют и прохождение волн в данном случае рассматривается отсутствующим. Вероятность отражения от нижнего слоя больше для более длинных волн, — порядка 80—100 м; более короткие волны отражаются обычно от верхнего слоя.

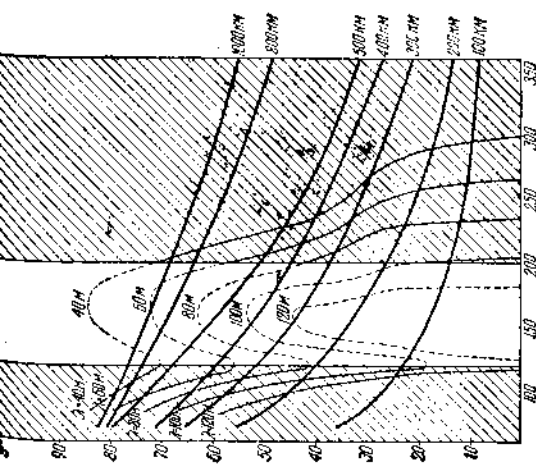
Для ориентировочного определения подходящей волны для коротковолновой связи на близкие расстояния можно пользоваться эмпирической ф-лой:

$$\lambda = 0,03 \cdot (1\,700 - d),$$

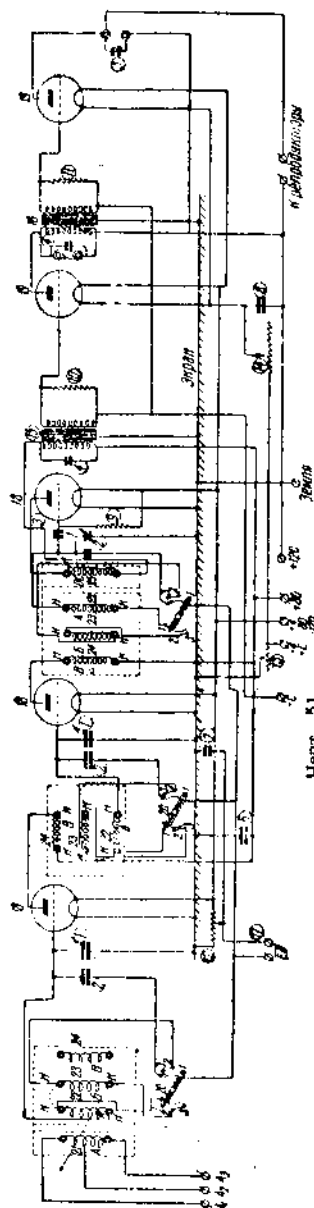
где λ —рабочая длина волны в м, d —расстояние в км.



Черт. 50.



Черт. 49.



Черт. 51.

V. Приемные устройства *.

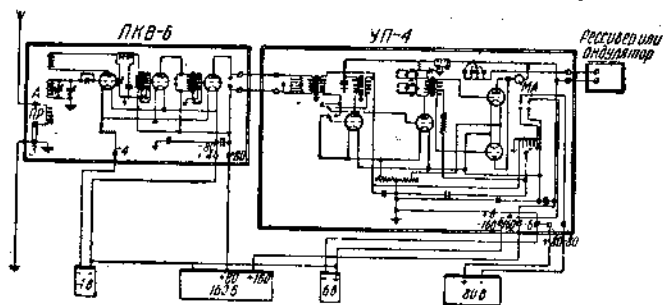
Применяются преимущественно п. у. лампового типа, работающие на длинных и коротких волнах.

А. Длинноволновые п. у.

Из длинноволновых п. у. на ж.-д. транспорте применяется пятиламповый приемник типа ПР-5 (черт. 51). Он состоит из трех каскадов резонансного приема и двух каскадов усиления низкой частоты. Диапазон принимаемых волн—от 300 до 20 000 м.

Б. Коротковолновые п. у.

Для слухового и медленнодействующего пищевого приема применяется радиоприемник типа ПКВ-6. В соединении с усилительным устройством типа УП-4 (черт. 52) осуществляется пищевой прием. Цифровые обозна-



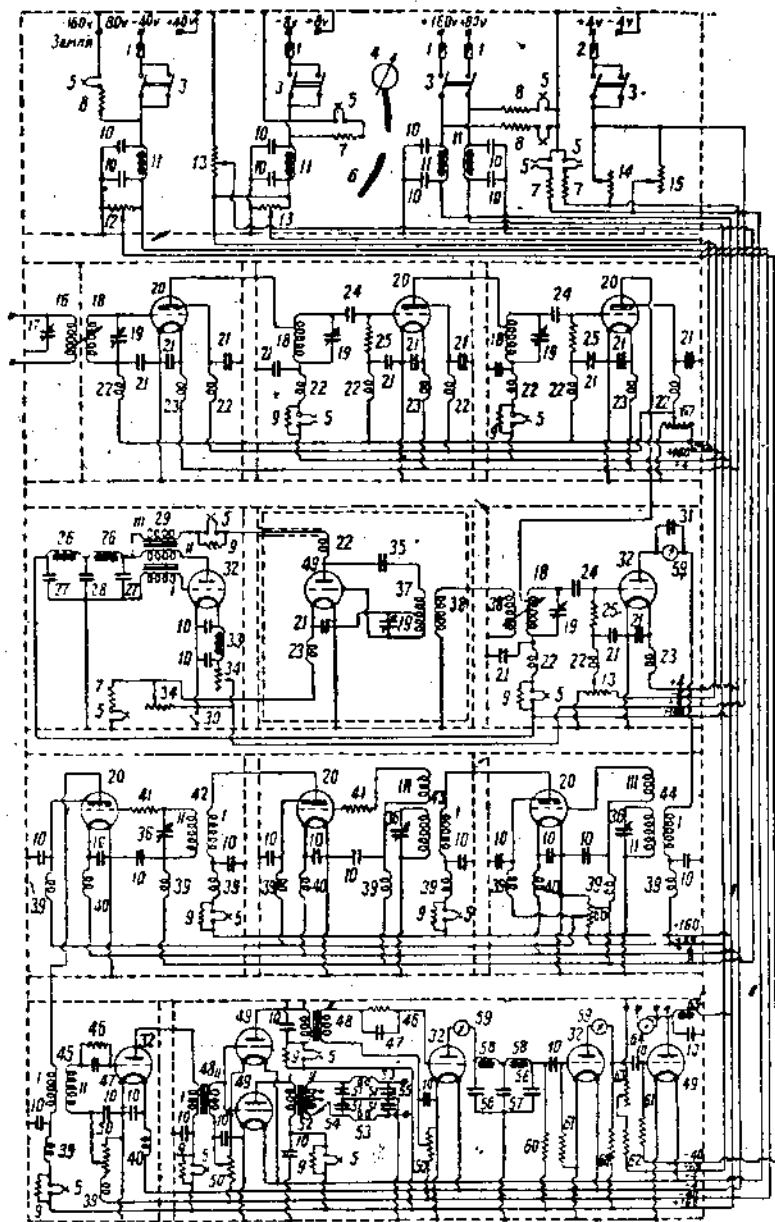
Черт. 52.

чения на черт. 52 соответствуют след. данным: 1—конденсатор переменной емкости 150 см, 2—8—конденсаторы постоянной емкости соответственно 650 см, 750 см, 1 000 см, 2 000 см, 9—11—сопротивления, соответственно 1,5 Ω , $10 \cdot 10^3 \Omega$; $80 \cdot 10^3 \Omega$, 12—потенциометр 200—400 Ω , 13—14—реостаты, соответственно 10 Ω и 8 Ω , 15 и 16—трансформаторы усилителя, 17—блок-переключатель, 18 и 19—эл. лампы соответственно типа ПТ-2/ЭТ-1, УТ-1 или УО-3, 20—переключатель самоиндукции, 21—25—сменные катушки самоиндукции.

П. у. типа ПКВ-6 состоит: 1) из одной регенеративной ступени, содержащей катушку обратного действия, n —переменный конденсатор, служащий для регулирования обратной связи; 2) двух ступеней усиления низкой частоты. Основная колебательная цепь состоит из катушки и переменного конденсатора. Для получения плавной настройки параллельно конденсатору контура включен нониус-конденсатор. Приемник имеет пять сменных катушек, к-рыми покрывается диапазон принимаемых волн от 12 до 300 м.

Усилитель типа УП-4 содержит усилительную и выпрямительную часть и может работать на промежуточное реле или непосредственно на пишущий аппарат. Он содержит четыре лампы, из к-рых две служат для усиления и две для выпрямления сигналов. Усилитель УП-4 допускает усиление сигналов в 2 000 и 3 000 раз. Для дальнейшей связи на коротких волнах применяются п. у. типа ПЦК и ПЦКУ. Указанные п. у. предназначены для применения на выделенных приемных центрах.

* В дальнейшем сокращено: п. у.



Черт. 53.

1—предохранитель на 250 мА. 2—предохранитель 5 А. 3—выключатель двухполюсный. 4—вольтмиллиамперметр на 200 В и 20 мА. 5 и 6—гнездо коммутаторное и штеккер к нему. 7—сопротивление к вольтметру на 10 В. 8—сопротивление к вольтметру на 200 В. 9—Шунт к миллиамперметру на 20 мА. 10—конденсатор блокировочный $C = 2 \mu F$. 11—дрессель с железным сердечником $L = 0,5$ гн. 12 и 50—потенциометр $R = 10\ 000 \Omega$. 13—потенциометр $R = 600 \Omega$ ВЭО. 14—реостат накала специальный. 15—реостат 10 ом ВЭО. 16—катушка связи фидера. 17—конденсатор переменной емкости $C = 3$ см. 18 и 37—коротковолновая катушка. 19—конденсатор переменной емкости (с постоянной частотой). 20—лампа экранированная СО-44. 21—конденсатор постоянной емкости $C = 0,5 \mu F$. 22 и 23—дрессель коротковолновый. 24—конденсатор постоянной емкости $C = 150$ см. 25—сопротивление утечки сетки $R = 1$ мгом. 26—дрессель фильтра модулятора $L = 4,24$ гн. 27 и 28—конденсатор постоянной емкости $C = 0,75 \mu F$. 29—трансформатор с дополнительной обмоткой. 30—выключатель. 31—конденсатор постоянной емкости $C = 75\ 000$ см. 32—лампа УТ-40. 33—дрессель с железным сердечником 0,01 гн. 34—реостат накала $R = 15$ ВЭО. 35—конденсатор постоянной емкости $C = 500$ см. 36—конденсатор переменной емкости $C = 150$ см. 38—катушка связи. 39 и 40—дрессель промежуточной частоты. 41—сопротивление 25 000 ом безындукционное и беземкостное. 42, 43, 44 и 45—трансформатор промежуточной частоты. 46—сопротивление 50 000 ом. 47—конденсатор постоянной емкости $C = 0,1 \mu F$. 48—трансформатор усилителя низкой частоты. 49—лампа УО-3. 51—конденсатор фильтра высокой частоты $C = 300$ см. 52—выходной трансформатор. 53—дрессель фильтра высокой частоты. 54—коммутатор на 6 контакт. 55—телефонное гнездо. 56—конденсатор постоянной емкости $C = 4\ 800$ см. 57—конденсатор постоянной емкости $C = 9\ 600$ см. 58—дрессель фильтра ограничителя. 59—миллиамперметр на 5 мА. 60—сопротивление $R = 100\ 000 \Omega$. 61—сопротивление утечки сетки $R = 200\ 000 \Omega$. 62—сопротивление $R = 6\ 000$ ом. 63—реостат $R = 26\ 000$ ом. 64—миллиамперметр дифференциальный—15-0-15 мА. 65—дрессель с железным сердечником. 66—делитель напряжения 8 000 Ω . 67—потенциометр экранированных стоек 10 000 Ω . 68—сопротивление анодное 50 000 Ω .

Помимо названной аппаратуры НКСвязью изготавливаются приемники типа РЭК-1. Схема такого приемника представлена на черт. 53; он выполняется по супергетеродинной схеме. Устройство имеет три каскада усиления высокой частоты на экранированных лампах, 1-й детектор, 1-й гетеродин, модулятор, три каскада усиления промежуточной частоты на экранированных лампах, 2-й детектор, один каскад усиления на низкой частоте, выпрямитель, ограничитель и усилитель постоянного тока. Конструктивно приемник РЭК-1 выполнен в виде железного шкафа высотой 1900 мм, шириной 650 мм и глубиной 220 мм.

Представителем приемного устройства полупрофессионального типа является приемник КУБ-4 (черт. 54). Диапазон приемника—от 10 до 200 м. Первая лампа—экранированная, усиливает высокую частоту; вторая—детекторная, третья лампа включена параллельно второй для регулировки обратной связи, используемая как сопротивление, изменяемое накалом; четвертая и пятая лампы усиливают низкую частоту.

VI. Радиобюро.

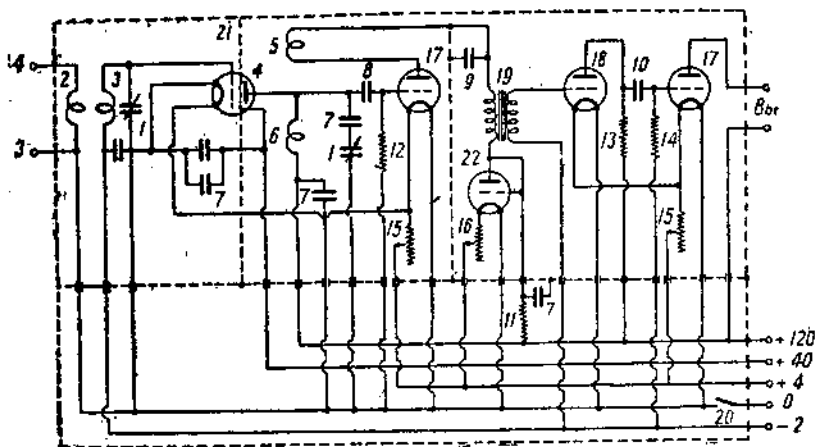
Радиосвязь разделяется на симплексную, когда прием и передача сосредоточены в одном помещении, при чем радиостанция работает то на передачу, то на прием, и дуплексную, при которой передача и прием ведутся одновременно; в последнем случае приемная радиостанция выносится за пределы воздействия собственного передатчика (обычно за город).

При дуплексной работе для ведения радиообмена создается радиобюро, куда заводятся трансляционные линии как с приемной, так и с передающей радиостанций. В радиобюро сосредотачиваются столы медленнодействующей связи с слуховым приемом и ключами Морзе для ручной передачи, а также столы быстродействующей, как приемной, так и отправительской, аппаратуры.

Функции радиобюро: 1) прием депеш от подателей; 2) передача депеш; 3) прием депеш; 4) обработка принятых депеш; 5) обслуживание дуплексной радиотелефонии, используя для этого переговорные кабины или переходные устройства, позволяющие вести переговоры по радио через коммутаторы с обычных телефонных аппаратов.

Для быстродействующего радиотелеграфа применяются гл. обр. след. аппаратура: для передачи—транسمиттеры Уитстона и Крида, а для приема—ресивер Уитстона и ондуляторы Крида и Радио Корпорейшэн (R.C.A.).

Управление работой радиобюро находится в ведении дежурного по радиобюро, на столе к-рого имеется коммутационное устройство, куда включаются; трансляционные линии с приемной и с передающей радиостанций, линии к переходным устройствам или в переговорные кабины, кабели от всех столов приема-передачи, входы и выходы усилителей, включаемых в трансляционные линии.



Черт. 54.

Схема приемника КУБ-4. 1—переменные конденсаторы 140 см, 7—постоянные конденсаторы 5 000 см, 8—200 см, 9—1 000 см, 10—8 000 см, 11—сопротивление 10 000 Ω , 12—1 М Ω , 13—60 000 Ω , 14—0,5 М Ω , 15—реостаты 10 Ω , 16—50 Ω , 19—трансформатор н. ч. 1; 2, 20—выключатель.

Коммутационные устройства обычно выполняются с использованием двухконтактных телефонных гнезд, на к-рые присоединяются все перечисленные выше линии. Включение какой-либо из линий, напр., на стол приема-передачи, производится прямым шнуром со штеккерами на концах, при чем один штеккер вставляется в гнездо «линия», а другой—в гнездо «стол приема-передачи». Пользуясь той же системой прямых шнуров, можно соединять шнуром линию с входом усилителя, а выход усилителя—со столом приема-передачи; т. о., в этом случае прием сигналов в радиобюро будет производиться с усилением.

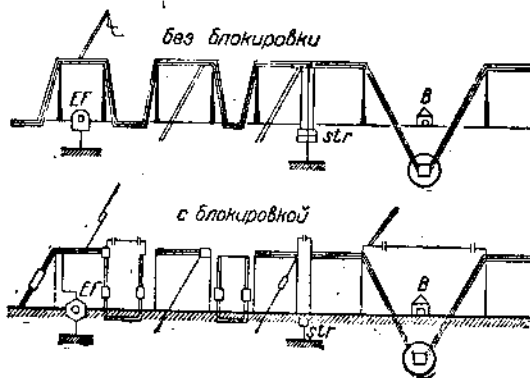
Помещение, требуемое под радиобюро, должно позволять размещение аппаратного телеграфного зала, зала переходных устройств, аккумуляторной, а также помещения под ремонтную комнату и кладовую, к-рые желательно иметь вблизи радиобюро.

VII. Поездные радиоустановки.

Применение радиоустройств при движении на ж. д. находится в настоящее время на наших ж. д. в стадии опытных работ. Имеются след. области применения: 1) поездная телефония, 2) применение при маневровых работах, 3) сообщение на п/в о проходе закрытых сигналов.

А. Поездная телефония.

Поездная телефония по условиям применения разделяется на две части: 1) прием в движущемся поезде радиовещания и 2) связь поезда со станционными пунктами в целях передачи и приема сообщения служебного характера или для переговоров пассажиров. Задача приема радиовещания осуществляется удовлетворительно при: 1) наличии вблизи ж.-д. линии ряда радиовещательных передающих станций, обладающих мощностью, обеспечивающей образование в местах приема (месте прохождения поезда) напряженности поля, достаточной для надежного приема. Напряженность поля для приема в поезде требуется приблизительно в 2—4 раза больше, чем для радиоприема в обычных условиях; 2) приемное устройство в поезде должно обладать достаточной избирательностью для отстройки от мешающего действия радиостанций, работающих на близких волнах; 3) существенное значение для качества приема имеет устранение влияния на вагонную антенну,



Черт. 55.

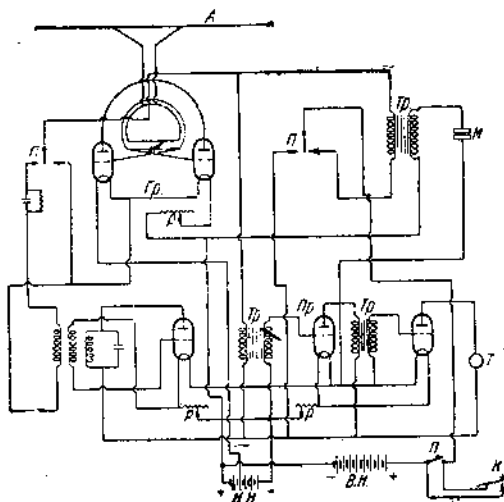
приемное и усилительное устройство механических вибраций, появляющихся при движении. Устранение влияния механических вибраций на приемное и усилительное устройства достигается соответствующим подвесом их на резиновых шнурах или пружинах и применением держателей для ламп, предохраняющих от появления микрофонного эффекта. На радиоприем в поезде оказывают влияние: 1) шумы механического происхождения (трение колес о рельсы, стыки рельсов и т. п.);

2) шумы электрического происхождения (паразитные токи от эл. сигнальных приспособлений на путях, индукционные токи от телеграфных проводов, от поездной осветительной сети); 3) строение пути и дорожные сооружения (выемки, мосты, здания и т. п.). Двухсторонняя связь поезда со станционными пунктами осуществляется применением (германские и канадские ж. д.) специального поездного передающе-приемного устройства, содержащего передатчик мощностью около 50 W, работающий на волнах порядка 4 000—5 000 м. На станционных пунктах устанавливаются подобные же передающе-приемные устройства. Общая схема двухсторонней (дуплексной) поездной радиосвязи указана на черт. 55, где фильтрующее устройство, устраняющее влияние передатчика на расположенный вблизи приемник. Питание поездной установки производится умформером 440 W, работающим при аккумуляторной батарее поездного освещения. При осуществлении поездной связи на длинных волнах учитываются преимущественное распространение эл. волн вдоль проводов связи, находящихся около ж.-д. линии. При расстояниях между поездом и станцией порядка 100 км для чисто беспроводной связи требуется мощность передающих устройств не ниже 500—1 000 W. Для связи между двумя пунктами на том же расстоянии при помощи прохождения эл.-магнитных волн вдоль бронзовой линии требуемая мощность передающих устройств при бла-

поприятных условиях м. б. снижена до 5—10 W. При использовании в качестве направляющих обычных проволочных линий устанавливается мощность передающих устройств порядка 40—50 W. Наибольшее снижение мощности передающих устройств при поездной связи важно со стороны уменьшения влияния передающих радиоустройств на нормальную работу проволочных линий связи. Для улучшения использования проволочной линии для поездной телефонии необходимо уменьшение ее затухания по отношению прохождения токов высокой частоты. Измерение прохождения высокочастотных токов вдоль проволочных линий показывает, что затухание резко возрастает в местах захода линии в кабель и в местах ответвлений. Для уменьшения затухания линии в нее вводятся дополнительные устройства (блокировка), облегчающие прохождение токов высокой частоты. Включение блокирующих устройств в виде конденсаторов и дроссельных катушек или фильтров указано на черт. 55 для одного участка линии. Передача энергии от поездной установки на линию сильно зависит от расстояния между поездной А. и линией.

Б. Радиосвязь при маневровых работах.

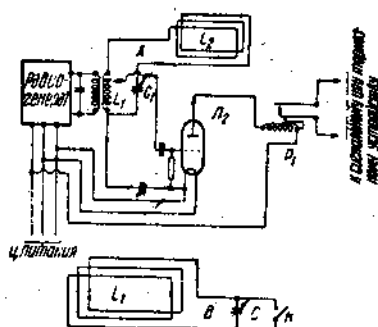
Применение радиосвязи при маневровых работах предусматривает сигнализирование на п/в, подающий вагоны на сортировочные горки. Для сиг-



Черт. 56.

нализирования и связи с маневровым п/в применяются передающе-приемные устройства, работающие на ультракоротких волнах ($\lambda = 4 \div 7$ м). Общая схема ультракоротковолнового устройства для телеграфно-телефонной работы показана на черт. 56, где: Гр—ультракоротковолновый генератор; А—дипольная А., Пр—приемная часть, М—микрофон, Т—телефон, П—переключатель для перехода с передачи на прием, НН—батарея низкого напряжения (4—6 V), ВП—батарея высокого напряжения (80—100 V), Р, Р—реостаты накала, Тр—трансформаторы, К—ключ для телеграфной работы.

Для обслуживания маневровых работ на маневровом п/в устанавливается ультракоротковолновое устройство: а) при односторонней связи состоящее из приемника, производящего сигналы на мощный репродуктор, б) при двухсторонней связи состоящее из передатчика и приемника, обладающих антеннами в виде диполя (м. антенны), расположенными на изоляторах над крышей паровозной будки. В помещении поста распорядителя маневрами устанавливаются передающие и приемные устройства того же типа, работающие на дипольных антеннах, укрепленных на мачтах высотой $1\frac{1}{2}$ —2 м над крышей помещения.



Черт. 57.

Для обслуживания маневрового участка, имеющего длину 1—2 км, требуется мощность ультракоротковолнового передатчика—около 10 Вт.

Преимуществом применения ультракоротковолновых устройств для сигнализирования на маневровый п/в является: 1) отсутствие воздействия на передачу сигналов атмосферных разрядов и влияний (туман, ветер); 2) малый габарит применяемых устройств, допускающий удобное

размещение на п/в; 3) отсутствие воздействия на проходящие вдоль ж.-д. путей линии связи; возможность легко осуществлять избирательный вызов при одновременной работе нескольких п/в, используя направленность действия или работу разными частотами.

В. Сообщение на паровоз о проходе закрытых сигналов.

Для сигнализирования на п/в о проходе закрытых путевых сигналов проводятся опытные работы с устройствами (черт. 57). На п/в устанавливается ламповый генератор, работающий на волне порядка 100 м или на ультракоротких волнах. Вместо антенны применяется замкнутый контур A , около сигнального устройства на пути (напр., семафора) устанавливается контур, состоящий из рамки L_1 и конденсатора C_1 . Когда сигнал на пути указывает свободный путь, конденсатор C_1 замыкается ключом K и контур L_1C_1 при проходе около него поезда не оказывает влияния. В том случае, когда поезд проходит около сигнала, показывающего закрытый путь, контур L_1C_1 , являясь настроенным на частоту, с которой работает генератор на п/в, поглощает колебательную энергию от такового, при этом изменение тока в цепях генератора на п/в приводит к включению реле P_1 , при помощи которого включается сигнальная лампа и приводится в действие звуковой сигнальный прибор. Устройства подобного типа допускают применение для автоматического воздействия на тормозной кран.

Литература.

Рейнер, Справочник по радиотехнике, Москва 1929 г.; А. И. Берг, Теория и расчет ламповых генераторов, Гос. энергетич. изд., 1932 г.; Г. Барнгаузен, Электронные лампы, Гос. научно-техн. изд., 1932 г.; А. А. Солодовников, Элементы эл.-механики, Ленинград, 1931 г.; Е. С. Анцилович, Ультракороткие волны, Москва, 1931 г.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ и БЛОКИРОВКА (СЦБ).

I. Перечень заводов, фирм, институтов, лабораторий и др. учреждений, работающих в области СЦБ в СССР и за границей

Наименование	Сокращ. обознач.	Адрес	Основные виды продукции или деятельности
В СССР			
З-д им. Казицкого	—	Л—град, В. О., 6-я линия, 59/4	Аппараты механ. и электр. централизации, реле.
» «Светлана»	—	Л—град, Пр. Энгельса, 25	Купроксные выпрямители, вакуумные приборы.
» «Электрозавод»	—	Москва, Электрозаводская, 1/3	Тр-ры, стыковые дроссели, сигнальн. лампы.
» «Мосалемента»	—	Москва, Ново-Алексеевская, 46-а	Первичные элементы.
» «Ленинская Искра»	—	Л—град, ул. Грота, 6	Аккумуляторы.
» «Севкабель»	—	Л—град, В. О., Кожевенная линия, 40	Кабели, провода.
» «Электроприбор»	—	Л—град, Петроградская сторона, Больш. Вульфова, 6/8	Измерительные приборы.
» «З КДО»	—	Ст. Малая Вишера, Окт. ж. д.	Линзы.
» «Транссигнал»	—	Ст. Киев-1 пасс.	Железные аппараты, приборы СЦБ, реле, стыковые дроссели.
» «Красный сигнал»	—	Одесса, Ср. Фонтанная, 3-а	Светофоры.
Цент. упр. сигнализ. и связи НКПС	ЦШУ	Москва, ул. Коммуны, 2	Центральное руководство строительства и эксплуат. СЦБ на ж. д.
Главное Управ. элект. и слаботоочной промышленности	Глав-эспгомп	Л—град, ул. Голая, 14	Приборы и аппараты СЦБ и связи.
Трест Транссигналстрой	ТСС	Л—град, Фонтанка, 117	Проектирование и монтаж СЦБ.
Научно-исслед. ин-т сигнал. и связи	ЦШН	Москва, 3 км Сев. ж. д.	Исследовательские работы по применению СЦБ на ж.-д. тр-те.
Центр. лаборатория проводной связи (отд. СЦБ)	ЦЛПС	Л—град, ул. Комсомола, 3	Исследовательские работы по аппаратам и приборам СЦБ для зав. Главспрома.

Наименование	Сокращ. обознач.	Адрес	Основные виды продукции или деятельности
ЗА ГРАНИЦЕЙ			
Американская ж.-д. ассоциация, сигнальная секция	ARA	New-York, 30, Vesey Street.	Разработка норм, спецификаций по устройствам СЦБ для ж. д. США.
Межведомственная коммерческая комиссия США	ICC	Washington, USA	Генеральное наблюдение и регламентация устройств СЦБ в США.
Объединенная стрелочная и сигнальная К ⁰ (Юнион) в США . . .	USSCO	Swissvale, Pennsylvania, USA	Производство всех видов устройств СЦБ, применяемых в США.
Всеобщая ж.-д. сигнальная К ⁰ в США	GRS	Rochester, New-York, USA	То же.
Объединенные заводы ж.-д. сигнализации (Сименса и Гальске) . . .	VES	Siemensstadt, Berlin	Все виды устройств СЦБ немецких конструкций.
Британская ж.-д. сигнальная К ⁰	BP	Westminster, London, SW1	Все виды устройств СЦБ.
Сименс и Всеобщая элект. ж.-д. сигнальн. компания	SGE	Kingway, London, WC2	То же.
Франц. компания «Thomson-Houston»	—	Paris (VIII-e)	Кроме французских, используются патенты GRS.
Электрическ. об-во «Mors» (Франция)	—	Clichy (Seine)	Разного рода устройства СЦБ.
Сигнальное об-во «Эрикссон» (Швеция)	—	Stockholm	То же.

II. Основы ж.-д. сигнализации.

§ 1. Общие правила сигнализации.

Сигнализация на ж. д. СССР регламентируется «Правилами сигнализации на железных дорогах» (Изд. 1934 г. Э/524) (сокращенно: ПС), охватывающими все виды и случаи применения разного рода ж.-д. сигналов.

§ 2. Классификация сигналов.

Различаются сигналы:

- оптические, видимые, и акустические, звуковые;
- дневные,—применяемые днем; ночные,—применяемые как ночью, так и днем в случаях понижения видимости дневных сигналов (при туманах, когда сигнал неразличим на расстоянии 600 м, маневровые на 200 м); круглосуточные, независимые от светлого и темного времени, пригодные для сигнализирования в течение круглых суток (светофоры);
- путевые постоянные и переносные;
- обязательные для всех дорог и дополнительные,—вводимые распоряжением начальника ж. д. без особого разрешения НКПС.

По характеру, месту и по своему значению обязательные сигналы подразделяются на: а) сигналы путевые; б) указательные сигналы, указатели стрелок, сигналы путевого заграждения, предельные столбики и др.; в) поездные указательные сигналы; г) сигналы распорядительные при движении и отправлениях поезда, а также при маневрах и д) сигналы оповестительные.

Основными видами постоянных путевых сигналов являются семафоры, светофоры и диски.

Сигнализирующие элементы, — крылья и фонари у семафоров и светофоров и щиты у дисков, — укрепляются наверху металлической или деревянной мачты надлежащей высоты.

По назначению различают постоянные сигналы:

а) входные, — служащие для ограждения ст. и разъездов со стороны перегонов; б) выходные, — служащие для запрещения или разрешения выхода со ст. на перегон; в) проходные, — служащие для запрещения или разрешения проследования с одного блок-участка на др.; г) маршрутные, — служащие для запрещения или разрешения проследования по определенным маршрутам ст.; д) сигналы прикрытия, — служащие для ограждения особо опасных мест в пределах перегона или ст. (разводные мосты, участки, проходимые с проводником); е) предупредительные, — дающие предупреждение о показании следующего постоянного сигнала, и ж) маневровые, — служащие для запрещения или разрешения маневров в определенном районе ст.

Переносные сигналы: цветные флаги, переносные диски, фонари с цветными стеклами, хлопушки, свистки, рожки.

§ 3. Основные сигнальные требования и сигнальные цвета.

Основными сигнальными показаниями являются: 1) Сигнал «стой», выражающий требование остановки, не проезжая сигнала (абсолютный сигнал); 2) сигнал «т и ш е», выражающий требование замедления хода поезда и осторожного движения; 3) сигнал «п у т ь с в о б о д е н», разрешающий дальнейшее следование с установленной скоростью хода.

В СССР сигналы имеют абсолютное значение, т. е. при показании «стой» они не д. б. проезжаемы. В виде исключения при автоблокировке на перегонах придают нек-рым сигналам перmissive значение, т. е. разрешают их проезд (со скоростью не свыше 10 км в час) в закрытом положении для тяжелых составов на трудном профиле; такие сигналы имеют отличительные огни в виде дополнительного фонаря с синим огнем.

Для гарантии безопасности движения поездов при повреждениях, поломках или неисправностях постоянных сигналов принято считать за сигнал безусловной остановки всякий непонятный сигнал: 1) всякое сомнительное или разноречивое показание сигнала (появление одновременно двух разных сигнальных огней, неопределенное положение крыла или диска и т. п.); 2) отсутствие постоянного сигнала в том месте, где он д. б. согласно приказу, и 3) вообще всякое возникновение сомнения при восприятии показаний сигнала.

В качестве сигнальных огней применяются цвета: а) к р а с н ы й — для выражения требования остановки, не проезжая сигнала; б) з е л е н ы й — для обозначения разрешающего положения постоянного сигнала, а также и на переносных сигналах в стрелочных указателях; в) ж е л т ы й — для предупредительных показаний сигналов, извещающих об остановке перед следующим постоянным сигналом, находящимся в закрытом положении, и в переносных сигналах при наличии предупреждения о снижении скорости; г) с и н и й — для запрещающих показаний на маневровых дисках; д) п р о з р а ч н о - б е л ы й — для разрешающих показаний в ручных фонарях, для контрольных огней постоянных сигналов и в поездных сигналах и е) м о л о ч н о - б е л ы й — для показаний в предупредительных

сигналах (дисках сквозного прохода), указывающих на открытое положение последующего постоянного сигнала, в маневровых дисках—для указаний разрешения маневров и для показаний в стрелочных указателях.

Прозрачно-белый огонь исключен как сигнальный огонь на постоянных сигналах в виду возможности смещения его с др. станционными огнями.

Обыкновенно каждый сигнальный огонь показывает в обратную сторону контрольный огонь, необходимый для наблюдения за действием сигнала обслуживающих его агентов. Светофоры обычно контрольных огней не имеют.

Для дневных сигналов применяются след. цвета окраски сигнализирующих частей (крыльев или щитов): а) красный—для главных путевых сигналов (семафоров); б) желтый—для предупредительных сигналов и в) белый с черным—для пр. сигналов.

В соответствии с указанными постоянные путевые сигналы имеют след. окраску сигнализирующих частей:

Табл. 1. Окраска путевых сигналов.

Название сигнальных частей	Окрашены	
	с сигнализирующей стороны	с обратной стороны
1. Крылья семафоров разных наименований.	В красный цвет.	В белый цвет с черным кольцом в 25 мм шириной на концевом щитке на расстоянии 25 мм от его края.
2. Щиты предупредительных дисков и дисков сквозного прохода . . .	В желтый цвет (с черно-белым окаймлением) *.	В белый цвет с черно-белым окаймлением.
3. Щиты дисков-повторителей	В белый цвет с черно-белым окаймлением.	В белый цвет с черно-белым окаймлением.
4. Щиты маневровых дисков	В белые и черные квадраты в виде шахматной доски (общее число квадратов равно 16).	
5. Щиты постоянных дисков уменьшения скорости	В желтый цвет с черно-белым окаймлением.	В зеленый цвет с черно-белым окаймлением.
* Примечание. Черно-белое окаймление представляет два кольца шириной до 25 мм, расположенных по краю диска, из к-рых наружное—белое, а внутреннее—черное.		

Мачты светофоров окрашиваются в светло-серый цвет. Мачты сигналов на 1 м снизу окрашиваются в черный цвет, а остальная часть в белый цвет, за исключением семафоров и предупредительных дисков, у к-рых нижняя половина оставшейся части мачты окрашивается соответственно в красный (у семафоров) и в желтый цвет (у предупредительных дисков).

Применение красного цвета для окраски различных путевых приборов (стрелочных противовесов, предельных столбиков, шаров водоналивных кранов и др.), кроме рукавов водоналивных кранов, воспрещено.

§ 4. Сигнализация семафорами, дисками и светофорами.

На ж. д. СССР нормальная сигнализация семафорами—двухзначная («стой» и «путь свободен»), а светофорами—трехзначная («стой», «тише» и «путь свободен»).

Табл. 2. Показания постоянных путевых сигналов

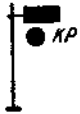
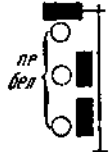
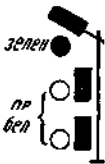
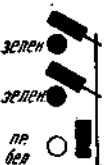
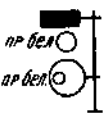
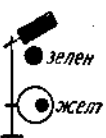
Тип сигнала	Со стороны поезда		Со стороны противоположной		Значение сигнала
	показание	№№ сигн. по пор.	контрольное показание	№№ сигн. по пор.	
Однокрылый семафор		1		2	Путь занят
		3		4	Путь свободен
Трехкрылый семафор		5		6	Путь занят
		7		8	Разрешение движения на определенный путь из числа нескольких разветвляю- щихся путей
		9		10	
		11		12	

Табл. 2. (продолжение).

Тип сигнала	Со стороны поезда		Со стороны противоположной		Значение сигнала
	показание	№№ сигн. по пор.	контрольное показание	№№ сигн. по пор.	
Семафор с диском сквоз- ного прохода		13		14	Путь занят
		15		16	Путь свободен с остановкой на ст.
		17		18	Путь свободен для прохода без остановки на ст.
Постоянный сиг- нал уменьшения скорости (жел- тый неподвиж- ный диск)		19		20	Сигнал уменьш. ния скорости
Предупредитель- ный сигнал (жел- тый поворотный диск)		21		22	Главный сигнал закрыт
		23		24	Главный сигнал открыт

Примечания 1. Недействующий семафор или предупредительный диск отмечаются парой накрест сложенных планок в виде знака умножения, прикрепленных либо к горизонтальному крылу, либо к вертикальному щиту диска. 2. Вместо указанных семафоров и дисков м. б. применены светофоры с соответствующими огнями.

Табл. 3. Показания светофоров

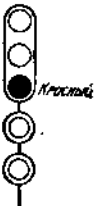
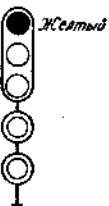
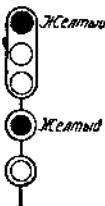
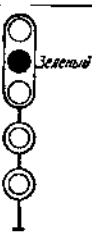
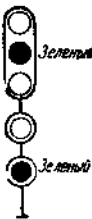
Тип сигнала	Показание сигнала	№№ сигналов по поряд.	Значение сигнала
Прходные светофоры	 Красный	25	Впередилежащий блок-участок занят
	 Желтый	26	* Один впередилежащий блок-участок свободен. На следующем светофоре красный огонь
	 Зеленый	27	Два или более впередилежащих блок-участка свободны. На следующем светофоре желтый или зеленый огонь
	 Красный Синий	28	Впередилежащий блок-участок занят. Тяжелому товарному поезду разрешается проход с малой скоростью (не свыше 10 км в час)

Примечание 1. При наличии более двух направлений на выходном светофоре применяются индикаторы. 2. Недействующий светофор обозначается парой сложенных на-крест планок на мачте под щитом светофора.

Табл. 3 (продолжение).

Тип сигнала	Показание сигнала	№№ сигналов по поряд.	Значение сигнала
Входные станционные светофоры	 Красный	29	Вход на ст. закрыт
	 Желтый	30	Разрешается вход на ст. на главный путь с остановкой
	 Желтый Желтый	31	Разрешается вход на ст. на один из боковых путей с остановкой на нем
	 Зеленый	32	Разрешается проход по главному пути без остановки
	 Зеленый Желтый	33	Разрешается проход по одному из боковых путей без остановки

Табл. 3 (продолжение).

Тип сигнала	Показание сигнала	№№ сигналов по поряд.	Значение сигнала
Выходные станционные светофоры		34	Выход со ст. запрещен
		35	Разрешается выход со ст. по первому направлению. Один блок-участок впереди свободен
		36	Разрешается выход со ст. по второму направлению. Один блок-участок впереди свободен
		37	Разрешается выход со ст. по первому направлению. Два или более блок-участков впереди свободны
		38	Разрешается выход со ст. по второму направлению. Два или более блок-участка впереди свободны

В случае, если на ст. не требуется сигнализирования отправления на отвлечение или по неправильному пути, то выходной светофор делается не с пятью фонарями, а с тремя, как проходной светофор, при чем в таком случае сигнализация его совпадает с сигнализацией проходного светофора.

В связи с электрификацией пригородного движения ж. д. на некоторых участках будут иметь движение как легкие поезда (пригородные), так и тяжелые (дальние и товарные); для первых требуется небольшой тормозной путь, для вторых же потребный путь будет значительно больше; поэтому торможение легких составов должно начинаться на меньшем расстоянии перед красным огнем, чем для тяжелых составов. Чтобы приспособить сигнализацию к указанному случаю движения разного веса составов, намечено проходные сигналы делать четырехзначными. Показания четырехзначного проходного светофора намечаются след.: а) красный огонь: «стой», впередилежащий блок-участок занят; б) два желтых огня: два впередилежащих блок-участка свободны, но третий занят; тяжелый состав должен затормаживаться, чтобы быть в состоянии остановиться перед последующим красным сигналом; в) один желтый огонь: один впередилежащий участок свободен, но следующий занят; как тяжелые, так и легкие составы должны тормозиться, чтобы остановиться перед след. красным сигналом, и г) один зеленый огонь: путь свободен по крайней мере на протяжении трех ближайших блок-участков; поезда могут следовать с предельной скоростью.

На сортировочных станциях при маневрах сигнализация светофорами осуществляется согласно табл. 4.

Табл. 4.

Название светофора	Поддаваемый сигнал	Значение подаваемого сигнала
Горочный трехзначный светофор	Красный огонь (нижний)	«Стой»—запрещение подавать вагоны на горку
	Зеленый огонь (средний)	«Вперед с нормальной скоростью»—приказание подавать вагоны на горку
	Желтый огонь (верхний)	«Вперед с уменьшенной скоростью»—подавать вагоны на горку со сниженной скоростью
Маневровый подгорочный двухзначный светофор	Красный огонь (нижний)	Запрещение маневров на подгорочных путях
	Зеленый огонь (верхний)	Разрешение маневров на подгорочных путях

III. Расстановка сигналов и обеспечение их видимости.

§ 1. Расположение постоянных путевых сигналов относительно путей.

а) Входными сигналами станции ограждаются со стороны каждого примыкающего перегона. Место установки выбирается в зависимости от профиля подхода к ст. и от местных условий видимости; оно д. б. выбрано

не ближе 50 м перед ограждаемым пунктом ст. для семафоров и 15 м для светофоров; таким пунктом является входная противощерстная стрелка; либо предельный столбик входной попутной стрелки или глухого крестовинного пересечения.

б) **Семафоры или светофоры прикрытия** располагаются на расстоянии 200 м от ограждаемого пункта и всегда имеют предупредительные сигналы.

в) **Выходные семафоры или светофоры** ставятся только при путевой блокировке либо отдельно с каждого из отправочных путей, либо минимально один с главного пути и один общий—с боковых путей, по к-рым не бывает сквозного пропуска поездов; располагаются в пределах габарита по возможности ближе к предельным контрольным столбикам так, чтобы они были впереди локомотива отправляющегося поезда.

г) **Маршрутные семафоры или светофоры** ставятся в начале ограждаемых ими маршрутов.

д) **Проходные семафоры** устанавливаются вблизи постовых зданий, как общее правило, на расстоянии 25 м от оси здания поста по направлению движения, но в зависимости от профиля пути и видимости это расстояние м. б. изменено начальником дороги.

е) **Предупредительные сигналы** ставятся перед главными сигналами на расстоянии тормозного пути, рассчитываемого по «Тяговым расчетам» по данным профиля, весу и скорости предельного поезда и тормозным средствам.

Постоянные сигналы располагаются с правой стороны пути сигнализируемого направления, по возможности ближе к нему, но так, чтобы ни одна часть их не выходила за пределы габарита.

Относительное расположение сигналов должно позволять легко различать, к какому пути или группе их тот или др. сигнал относится, не вызывая никаких сомнений и смещений.

§ 2. Условия видимости сигналов.

Видимость оптических сигналов зависит от: а) цвета (окраски) и формы сигнальных тел; б) фона их проектирования; в) условий наружного освещения и г) состояния погоды и воздуха.

Необходимая видимость сигнала равна расстоянию, на к-ром машинист поезда предельного веса, восприняв запрещающий сигнал, при имеющихся тормозных средствах сможет затормозить состав, не проехав сигнала; это расстояние равно: пути, проходимому за промежуток времени восприятия сигнала, + путь, проходимый за время подготовки к торможению, + тормозной путь.

Расчетный тормозной путь для поездов на автотормозах принимается в 800 м.

При необеспеченности потребной видимости главных сигналов устанавливаются предупредительные; необходимая видимость последних равна: пути на восприятие сигнала + путь на приготовление к торможению; минимально в хорошую погоду она д. б. не менее 100 м.

Для дневных сигналов весьма важно для видимости подобрать контрастный фон, на к-рый проектировалось бы сигнализирующее тело (проектирование крыла на фон неба, специальный экран и т. п.).

Для световых сигналов круглосуточного горения видимость зависит: а) от силы света сигнального пучка, сосредоточенного в небольшом телесном угле; б) от окраски света; в) поглощения промежуточной среды и г) субъективных свойств глаза наблюдателя.

Табл. 5. Свойства разных светофильтров при темп-ре источника света $T=2330^{\circ}\text{ К}$.

Тип стекла	Сорт стекла	По американским нормам ARA Sign. Sect.			Для образцовых стекел НКПС			По проекту ТУ Исследов. ин-та		
		$D_{\Sigma}^0/\%$	λ_{μ}	$H^0/\%$	$D_{\Sigma}^0/\%$	λ_{μ}	$H^0/\%$	$D_{\Sigma}^0/\%$	λ_{μ}	$H^0/\%$
Красное	Нормальное	8,6	0,636—0,65	99	1,84	0,645	99	14,4	—	—
	Светлое	11,4		99	1,5	0,636	99	—		
Желтое	Темное	6,55	0,592—0,598	99	30,5	0,598	97	8,5	0,628—0,638	99
	Нормальное	32,1		99	18,3	0,609	90	—		99
Зеленое	Светлое	38,1	0,486—0,509	97—99				42	0,593—0,596	99
	Темное	26,8		99	5,45	0,560	72	29,1		99
Синее	Нормальное	19,2	0,465—0,475	44—50	1,43	0,536	81	15,2	0,503—0,505	41—57
	Светлое	22,9		99	2,83	0,470	58	25,2		68—91
	Темное	16,0		69—81	2,36	0,472	63	9,3		—
	Светлое	2,61			—	—	—	4,03		—
	Темное	1,57			—	—	—	—		—

Цветной световой сигнал характеризуется: а) силой света сигнала (I_2); б) цветом сигнала (λ — длиной волны в μ) и в) насыщенностью цвета H (в %), представляющей отношение светового потока монохроматической составляющей луча к световому потоку всего луча.

Для получения цветного луча в световых сигналах свет лампы пропускают через специальные стеклянные (или желатиновые) светофильтры, рассчитанные на пропускание лучей лишь определенных длин волн. Коэф-т суммарной пропускной способности светофильтра D_{Σ} есть отношение прошедшего через него светового потока к падающему на него потоку.

Длина волн основных сигнальных цветов составляет примерно:

красный — $\lambda = 0,630 \mu$,
 желтый — $\lambda = 0,590 \mu$,
 зеленый — $\lambda = 0,500 \mu$,
 синий — $\lambda = 0,470 \mu$.

Подбор составных лучей при достаточной проницаемости светофильтров имеет очень большое значение для видимости сигнала.

По проницаемости цветных стекол различают такие их сорта:

светлые, — с максимальной проницаемостью;

нормальные, — со средней проницаемостью;

темные, — с минимальной допустимой проницаемостью.

Для получения максимального светового потока в определенном направлении сигнального пучка применяют оптические системы (рефлекторы, линзы), концентрирующие световой поток в определенном телесном углу.

Коэф-том усиления оптической системы S называется отношение максимальной силы света фонаря $I_{2\max}$ к средней сферической силе света лампы I_1 . Световой поток, собранный системой линз или рефлектором:

$$\Phi_1 = I_1 \cdot \omega_1,$$

где ω_1 — телесный угол обхвата.

В сконцентрированном (по проходе линз) сигнальном пучке света световой пучок будет:

$$\Phi_2 = \tau \cdot \Phi_1,$$

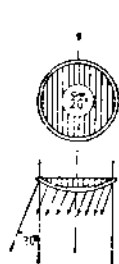
где τ — коэф-т, учитывающий потери в оптической системе.

Средняя сила света сигнального сконцентрированного выходящего пучка лучей с телесным углом ω_2 равна:

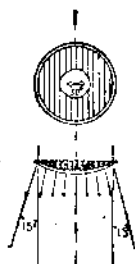
$$I_2 = \frac{\Phi_2}{\omega_2} = \frac{\tau \cdot \Phi_1}{\omega_2}.$$

Телесный угол обхвата ω_1 определяется по плоскому углу Θ_1 при вершине конуса лучей, падающих из расположенной в фокусе F нити лампы на линзу, по ф-ле:

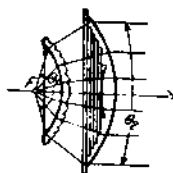
$$\omega_1 = 2\pi \left(1 - \cos \frac{\Theta_1}{2}\right). \quad (1)$$



Черт. 1-а.



Черт. 1-б.



Черт. 2.

Аналогично определяется и ω_2 .

Среднее усиление оптической системы:

$$S_{cp} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \tau.$$

Обыкновенно $\tau = 0,5-0,8$.

Угол ω_2 (рассеяния или светораспределения) берется между крайними лучами, дающими 50% силы света центрального луча; он д. б. не меньше 3° на прямых участках пути; на кривых в светофорах добавляются призматические рассеивающие линзы (американский тип — черт. 1-а и 1-б) или наносятся призмы на основную линзу для получения угла рассеяния в горизонтальной плоскости в $10, 20$ и даже 30° .

Пример. Определить S_{cp} , если $\Theta_1 = 127^\circ$ и $\Theta_2 = 3^\circ$ (черт. 2).

По ф-ле (1): $\omega_1 = 3,5$ стерадиана, $\omega_2 = 0,002$ стерадиана; S_{cp} без учета потерь $= \frac{\omega_1}{\omega_2} = 1750$.

При $\tau = 0,8$, $S_{cp} = 0,8 \cdot 1750 = 1400$.

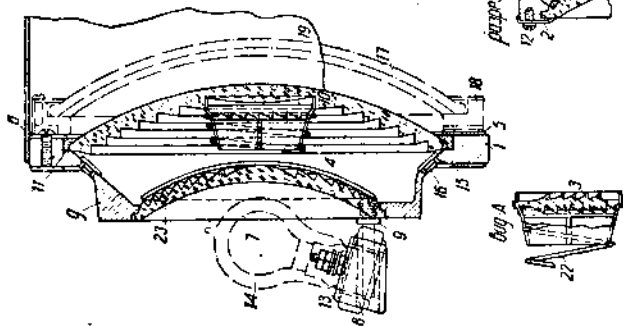
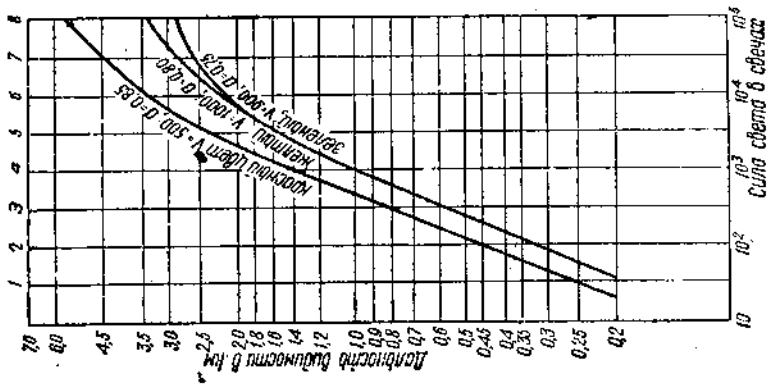
Сила света светофора определяется по ф-ле:

$$I_{\text{свет}} = I_0 \cdot S \cdot D_2,$$

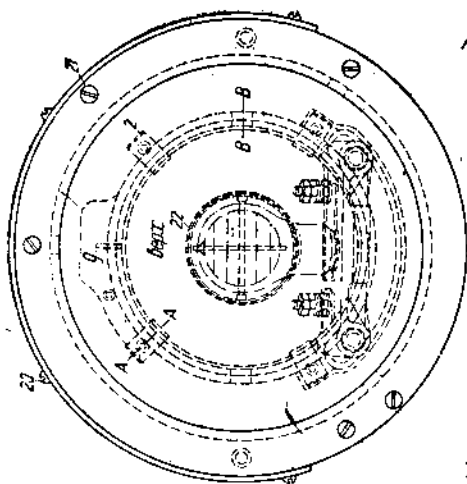
где I_0 — средняя сферическая сила света лампы, D_2 — берется по табл. 5.

Пример. Определить силу света светофора с рассчитанной ранее оптической системой при наиболее светлом красном светофилтре по ТУ НКПС при $I_0 = 10$ св.

$$I_2 = 10 \cdot 1400 \cdot 0,144 = 2016 \text{ св.}$$



Черт. 4.



Черт. 3.

Зависимость между видимостью светового сигнала $l_{\text{км}}$, цветом, состоянием атмосферы и силой света сигнала I_2 выражается ф-лой:

$$\frac{l}{\sqrt{a^2}} = \sqrt{\frac{I_2}{\gamma \cdot 10^6}} \text{ км}, \quad (2)$$

где γ —коэф-т, учитывающий цвет сигнала и адаптацию глаза, а a —коэф-т, учитывающий поглощение света атмосферой.

Коэф-т γ колеблется в зависимости от естественных условий освещения. Для ночных сигналов в зависимости от цвета значения γ изменяются в пределах $0,1-5 \cdot 10^{-6}$ люкс.

Летом в солнечный день для светофоров, согласно данным, полученным свето-технической лабораторией Ин-та сигн. и связи НКПС, значения след.: зеленый сигнал— $900 \cdot 10^{-6}$ люкс; желтый— $1\,000 \cdot 10^{-6}$ люкс; красный— $500 \cdot 10^{-6}$ люкс.

Зимой в солнечные дни вследствие снега значения γ увеличиваются на 20—30%.

По ф-ле (2) построена номограмма черт. 3.

Пример. Определить видимость летом красного огня светофора, имеющего $I_2 = 2016$ св., при $a = 0,85$.

$$\frac{l}{\sqrt{a^2}} = \sqrt{\frac{I_2}{\gamma \cdot 10^6}} = \sqrt{\frac{2016}{500 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6}}; l \cong 2 \text{ км.}$$

Тот же результат получается по номограмме черт. 3.

Т. к. наихудшая видимость светофоров будет при ярком солнечном освещении, когда вообще легко разобратся в окружающей обстановке на путях, то НКПС времен-

но (до усовершенствования светофоров) приняты след. сравнительно невысокие расстояния видимости светофоров (табл. 6).

Видимость светофора, начиная от приведенных минимальных расстояний, должна сохраниться, не прерываясь, вплоть до подъезда к самому светофору на расстояние 10—20 м.

Для различения сигналов на небольшом расстоянии в светофорах добавляется маленькая призматическая вставка

3 для отклонения небольшой части центрального светового потока вниз на $10-20^\circ$ (черт. 4, вид А).

На черт. 4 обозначены: 1—ободок линзы; 2—удерживающие лапки; 3—отклоняющая вставка; 4—светофильтр, устанавливаемый для окраски, если внутренняя линза не окрашена; 5—кольцо для закрепления линзы; 6—винт для кольца 5; 7 (или 14)—лампа; 8—патрон лампы; 9—штифты для установки патрона; 10—наружная линза; 11—мастика, которой замазывается линза; 12—винт для лапки 2; 13—фарфоровая колодка лампы; 14—лампа; 15—резинсовая прокладка; 16—вентиляционное отверстие;

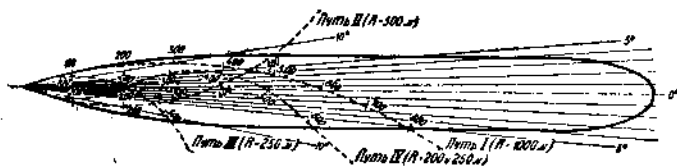
Табл. 6. Расстояния видимости светофоров.

	Расстояние в м	
	При паровой тяге	При эл. тяге
1. Для главных сигналов.		
а) На прямых участках пути и на кривых с радиусом более 3 км	700	300
б) На кривых с радиусом от 1 до 3 км	550	
в) То же с радиусом от 0,5 до 1 км	400	
г) То же с радиусом меньше 0,5 км	300	
2. Для маневровых сигналов.	150	

17—стекло для дополнительного рассеяния; 18—кольцо для стекла 17; 19—козырек; 20—винт для 19; 21—винт для кольца 18; 22—пружинка для вставки 3; 23—внутренняя линза.

§ 3. Расстановка светофоров при автоблокировке.

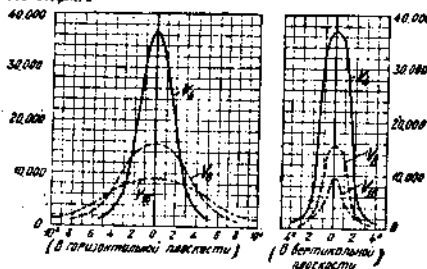
В проектах автоблокировки намечаются места установки светофоров на основании тяговых расчетов, после чего производится проверка видимости



Черт. 5.

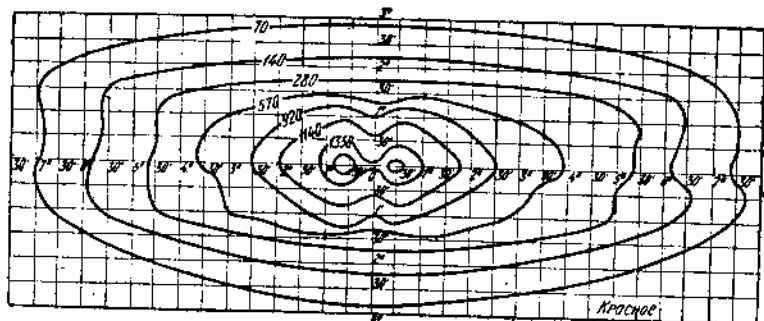
их на кривых и подбор рассеивающей линзы с тем или др. углом рассеивания. Для этого можно пользоваться графическим методом. В возможно большем масштабе на основании кривой распределения света светофора или кривых изосвеч фонаря строится в полярных координатах кривая предельной видимости данного типа светофора и на том же чертеже, в том же масштабе, наносится ось пути (черт. 5).

Света Фонаря



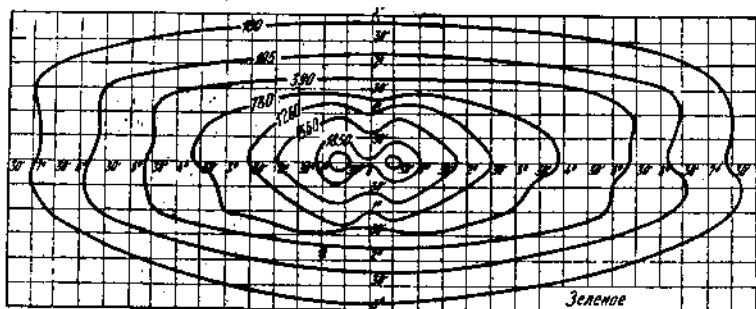
Черт. 6.

Кривая предельной видимости указывает, на каком расстоянии виден сигнал под разными углами в горизонтальной плоскости. Если ось ж.-д. пути на длине требуемой минимальной дальности видимости

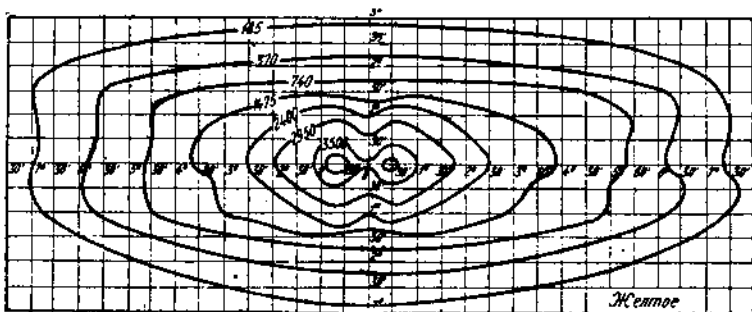


Черт. 7-а.

(табл. 6) не выходит за пределы, ограниченные кривой видимости, то светофор пригоден для сигнализации на данном месте, в противном случае

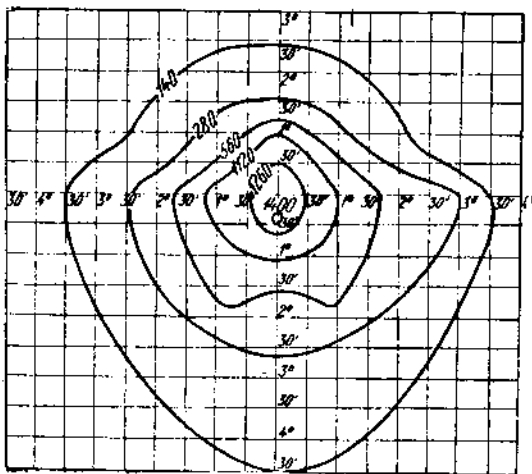


Черт. 7-б.

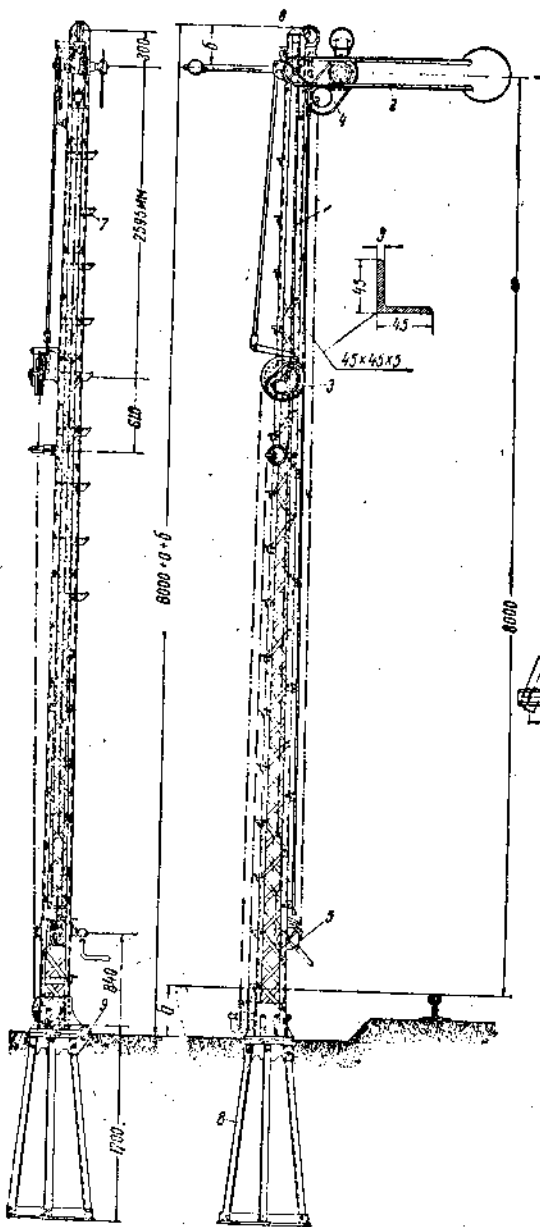


Черт. 7-в.

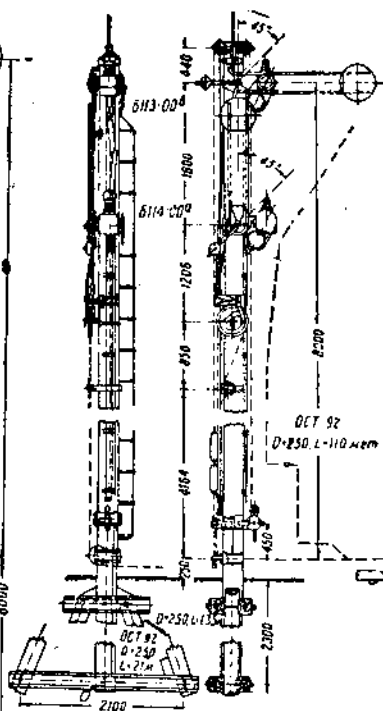
приходится брать светострел с большим углом рассеяния или же светострел необходимо перенести в др. место. Данный на черт. 5 пример такого графического построения сделан для светострелы германской фирмы VES с углом рассеяния в 4° . Кривые распределения силы света светострел VES в горизонтальной и вертикальной плоскостях для линз с рассеянием в 4° , 8° и 16° даны на черт. 6 при лампе в 50 W без светострел, а светострелы для линз с углом рассеивания в 8° , но с разными светострелами приведены на черт. 7. Светострелы для американского светострела USSC с желтой линзой лампы в 10 W даны на черт. 8.



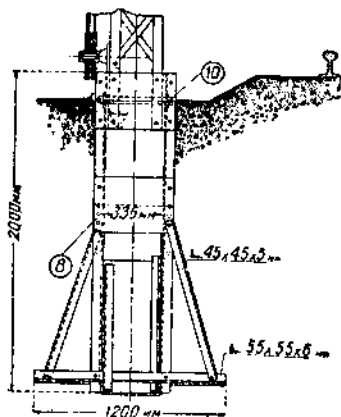
Черт. 8.



Черт. 9.



Черт. 10.

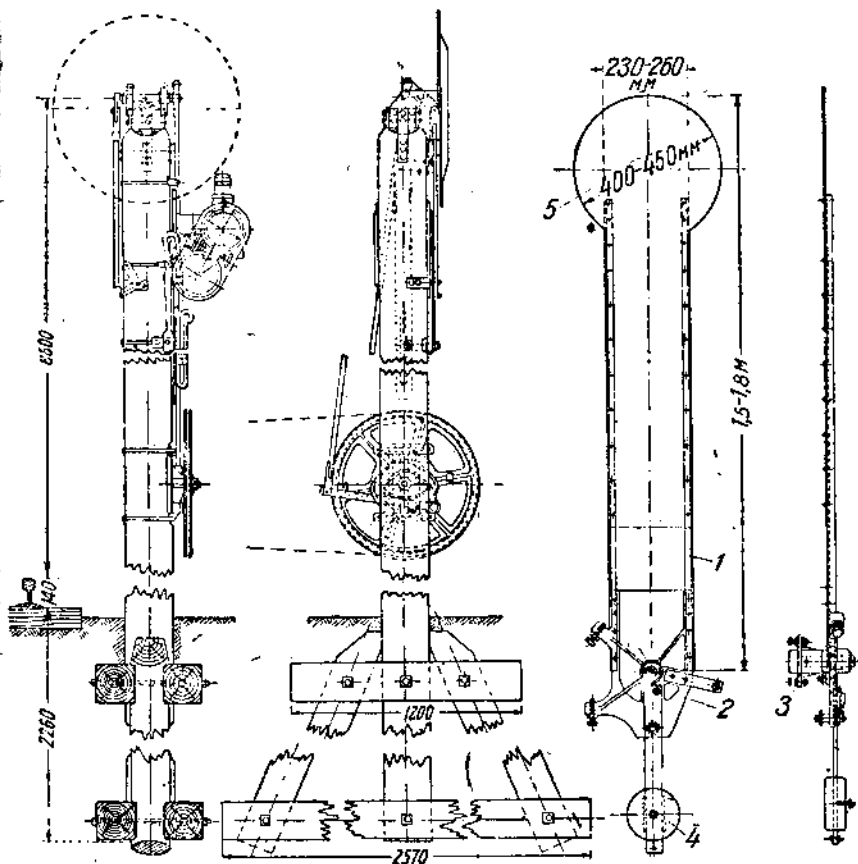


Черт. 11.

IV. Конструкции семафоров, дисков и светофоров.

§ 1. Конструкция семафоров и дисков.

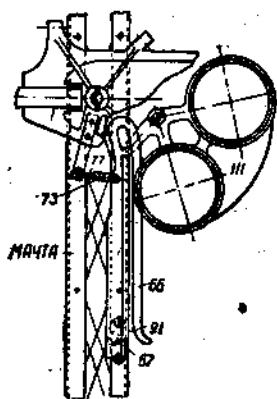
Семафор состоит из след. частей (черт. 9): 1) металлической (или деревянной, черт. 10) мачты, несущей сигнализирующее крыло 2 и укрепленной на шарнире 9 основания 8; 2) сигнального привода 3 с передаточными частями и 3) светового аппарата для ночных сигналов с очками 4 и с фонарем, спускаемым лебедкой 5.



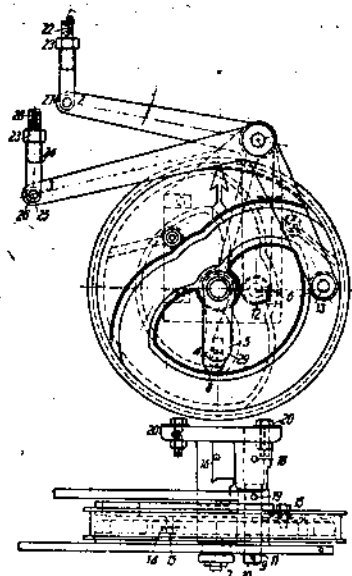
Черт. 12.

Черт. 13.

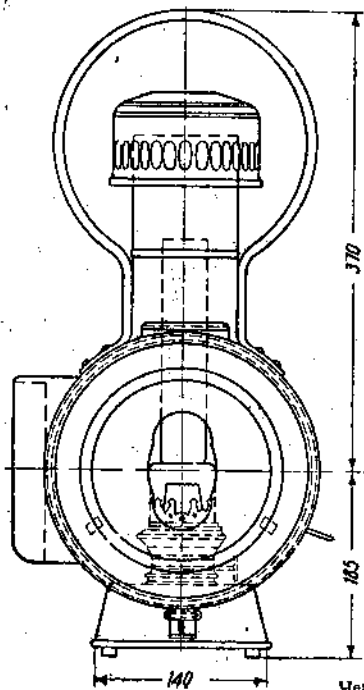
Употребительная металлическая мачта семафора—квадратного сечения из 4 равнобоких уголков ($45 \times 45 \times 5$ мм), соединенных друг с другом раскосами из плоского полосового железа; мачта заканчивается сверху чугунной головкой; внизу мачта прикрепляется к клепаному основанию усиленной конструкции с достаточными опорными боковыми плоскостями 8 и 10 (черт. 11) из котельного железа для придания большей сопротивляемости боковым усилиям, действующим на мачту.



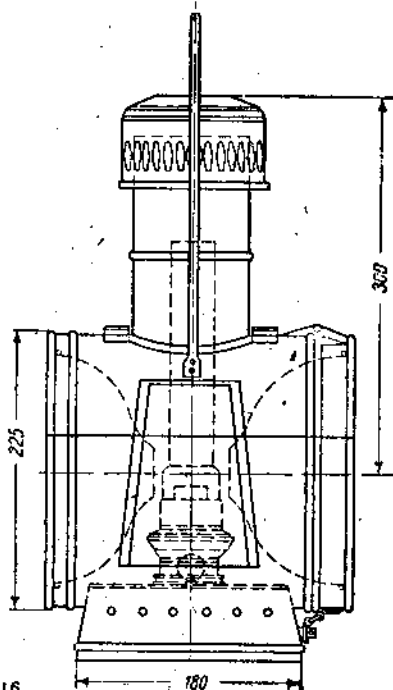
Черт. 14.



Черт. 15.



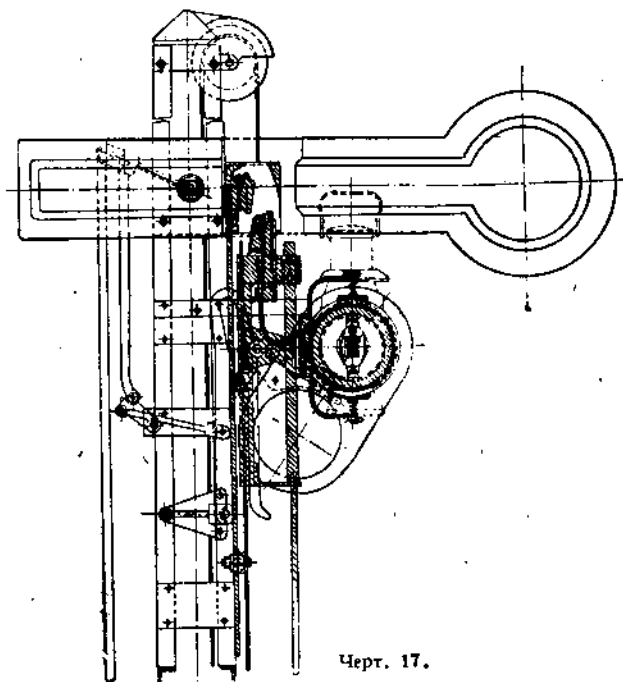
Черт. 16.



Глубина закапывания основания для среднего грунта равна $1 + 0,08H$ м, где H —высота семафора в м.

Высота мачты однокрылых семафоров—не менее 8 м, считая от головки рельса близлежащего пути до оси вращения верхнего крыла, если для улучшения видимости не требуется установки более высокой мачты (10—12 м). Мачты двухкрылых семафоров делаются высотой не менее 10 м, трехкрылых—12 м и выше.

Диски предпочтительно делать высокие (черт. 12), хотя нередко применяются металлические мачты высотой в 3,6 м до оси вращения диска от головки близлежащего рельса.



Черт. 17.

При наличии узких междупути на ст. применяются сигнальные консольные мостики, устанавливаемые в соседнем междупути, и перекидные мостики над группой путей с узкими междупутьями.

Применяемые с целью экономии металла деревянные мачты (черт. 10 и 12) делаются из пропитанных, равномерных по толщине, несучковатых телеграфных столбов, диам. 20—22 см в верхнем торце и 25—28 см внизу, у грунта. Глубина закапывания деревянных мачт высотой в 8,5—11 м равна 2—2,5 м. Бревна оснований пропитываются горячей смолой.

Семафорное крыло имеет конструкцию и размеры, указанные на черт. 13. На черт. 13 обозначены: 1—угольник крыла; 2—станинка крыла; 3—ось крыла; 4—противовес крыла и 5—концевой щиток. Передача от крыла к очкам для смены показаний ночных сигналов осуществляется (черт. 14) посредством крючка 66, вращающегося на оси 67 стоечки 91 и захваты-

вающего палец очков 111; крючок связывается с крылом тягой 77 с регулируемой муфтой 73.

Семафорный приводной шкив (черт. 15), вращающийся на оси 7, имеет с двух сторон эксцентричные желобки, в к-рых помещаются на оси 13 ролики 6, укрепленные на концах двуплечих рычагов 2 (для первого крыла) и 3 (для второго крыла, если оно имеется). Кроме того на черт. 15 обозначены: 4—маятник останова; 5—рычажок останова с приливом; 8—палец на шкиве; 9, 10 и 11—ссь с шайбой и шплинтом; 12—ссь второго рэлика; 14 и 15 винт с шайбой для закрепления троса; 16 и 18—штифты для ссей; 19—отверстие для смазки; 21—станина привода с болтами 20 для крепления ее; 22 и 28—тяги к крыльям; 23—гайки; 24 и 27—регулируемые вилки; 25 и 26—ссь и шайба. Приводной шкив рассчитан на полный ход тяг до 500 мм, при чем шкив имеет холостые (нерабочие) ходы до и после рабочего хода на открытие сигнала. При величине полного переводного хода тяги сигнала ок. 450 мм и при рабочем ходе привода в 250—300 мм на начальный и конечный холостые ходы остается в сумме, от 150 до 200 мм.

В качестве источника света у семафоров применяются фонари: а) с керосиновыми 10—14-линейн. круглыми горелками, снабженные рефлекторами (черт. 16), и б) с эл. лампами, снабженные: 1) пружинными амортизаторами для предохранения ламп от тряски и 2) разъемными эл. контактами на верхушке мачты (черт. 17).

Приводные шкивы и освещение у дисков (черт. 12) аналогичны семафорным.

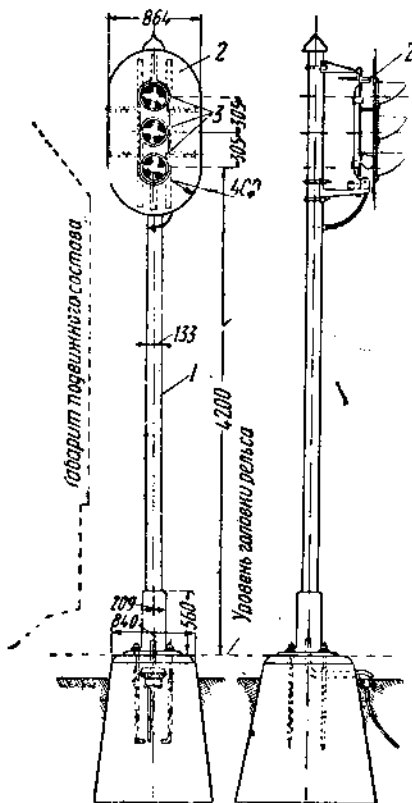
§ 2. Конструкция светофоров, лампы и линзы для них.

По конструкции различаются светофоры:

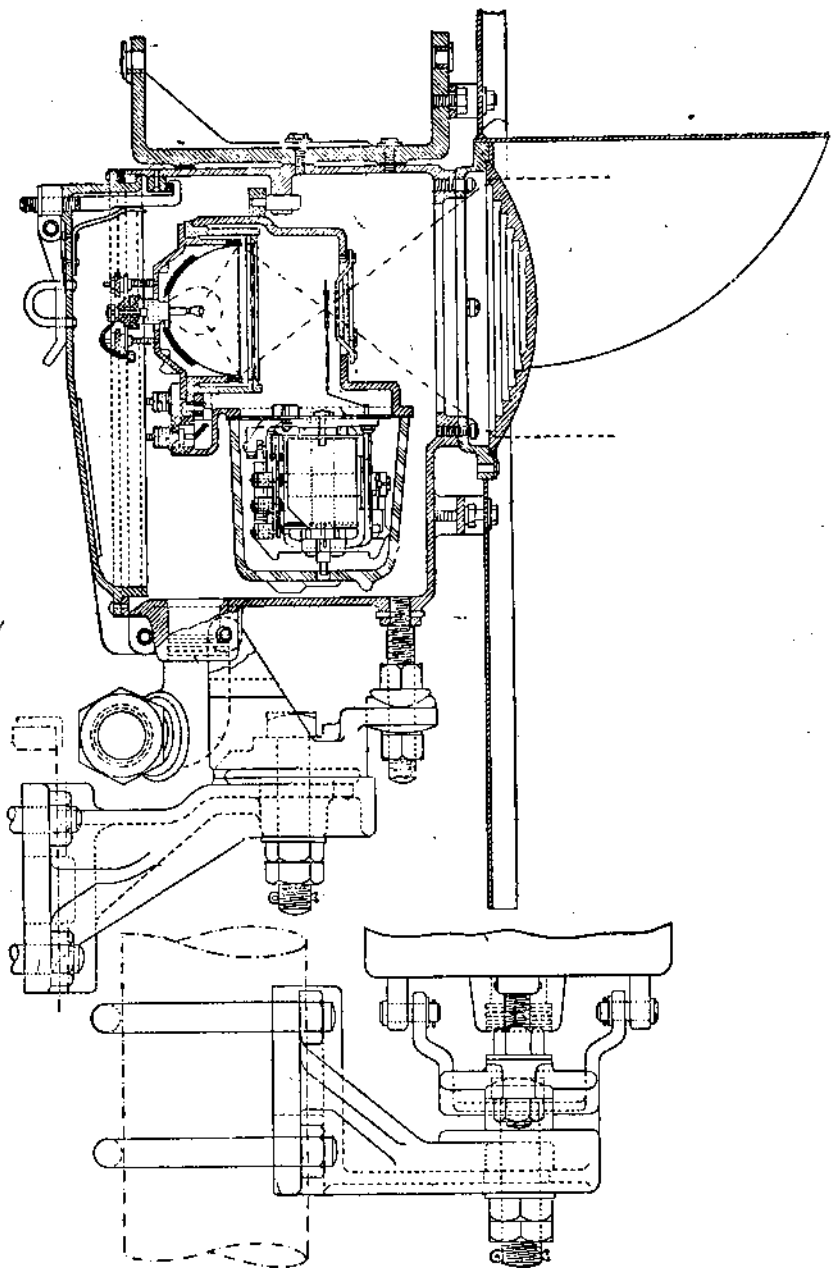
а) линзовые — цветные двухзначные, трехзначные (черт. 18) и многозначные, укрепленные на мачте 1

и составленные из нескольких фонарей 3, собранных в кожухе со щитом 2, из к-рых каждый фонарь дает показание только одного определенного цвета;

б) прожекторные (черт. 19), имеющие только одну лампу для 2—3 показаний, цвет к-рых изменяется благодаря повороту в ту или др. сторону подвижной рамки с разъемными цветофильтрами, окрашивающими сконцентрированный световой пучок при разных положениях рамки в разные цвета; такой светофор м. б. как двухзначным, так и трехзначным, в зависи-



Черт. 18.

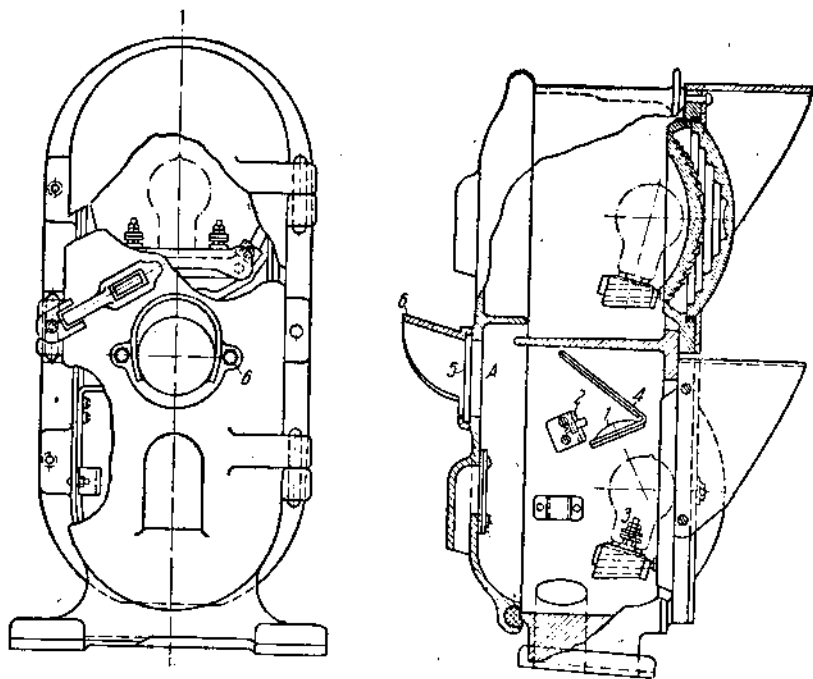


Черт. 19.

мости от того, принимает ли рамка под действием приводного механизма (в виде эл.-магнитов или моторчика) только два или все три из возможных положений: среднего (красный огонь), левого (желтый) и правого (зеленый);

в) **позиционные светофоры**, дающие показания не цветом, а положением ряда (обычно трех) горящих ламп; вертикально горящие три лампы—сигнал «путь свободен», наклонно горящие—«тише» и горизонтально горящие—«стой».

На ж. д. СССР приняты линзовые светофоры и намечаются к применению прожекторные.

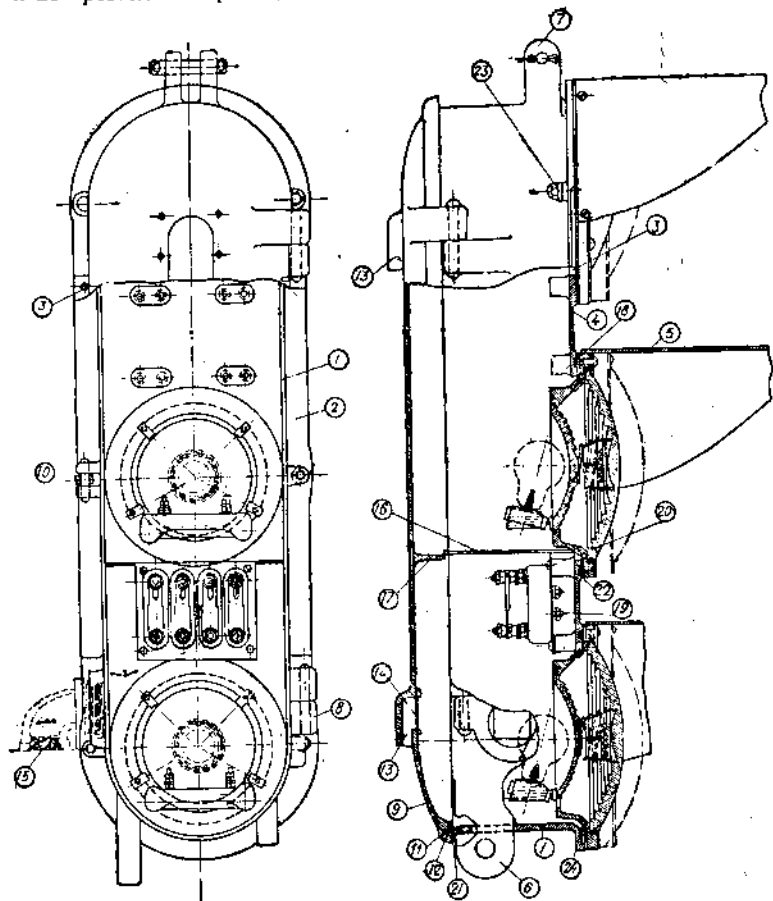


Черт. 20.

Кроме упомянутых светофоров предвидится введение на ж. д. СССР карликовых светофоров, либо цветных линзовых (черт. 20), либо позиционных. Такие светофоры благодаря своему низкому положению помещаются легко и в тех местах, где габарит между путями стеснен; поэтому они удобны для применения в стесненных районах в качестве маршрутных и маневровых сигналов. для к-рых они обладают достаточной видимостью. На черт. 20 показано устройство для контрольного показания карликового светофора; свет от лампы 3 проходит через линзу 1 с держателем 2 и, отразившись от зеркала 4, попадает в контрольное отверстие А, снабженное стеклом 5 и козырьком 6.

Конструкция головки трехзначного светофора показана на черт. 21, где: 1—2—кожух, 3—отверстия для щита, 4—прилив для линз вых ксмплектов, 5—козырек, 6—7—ушки для крепления головки к мачте

8—петли, 9—дверка, 10—ушко для запираания, 11—паз с резиновой прокладкой, 13—вентиляционные отверстия, 14—сетка, 15—муфта гибкого шланга, 16—перегородки, 17—ребра-приливы, 19—фрфрфовые соединительные клеммы, 20—укрепление клеммной доски, 21—кромки корпуса, 22 и 24—резиновые прокладки.



Черт. 21.

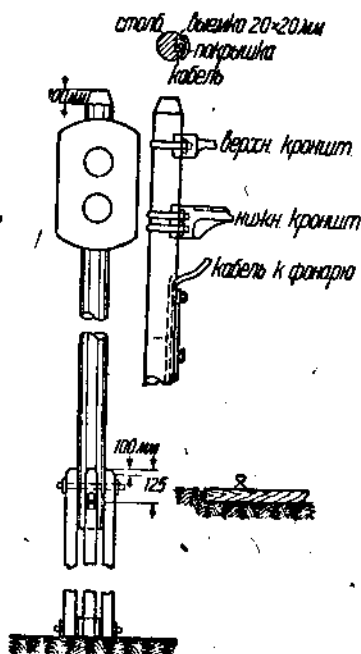
Головка крепится к мачте посредством крошителейнов с регулируемыми винтами (черт. 18), позволяющими дать кожуху правильное положение как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости.

Основные размеры мачты 7, щита 2, расстояния между центрами фонарей и др. указаны на черт. 18.

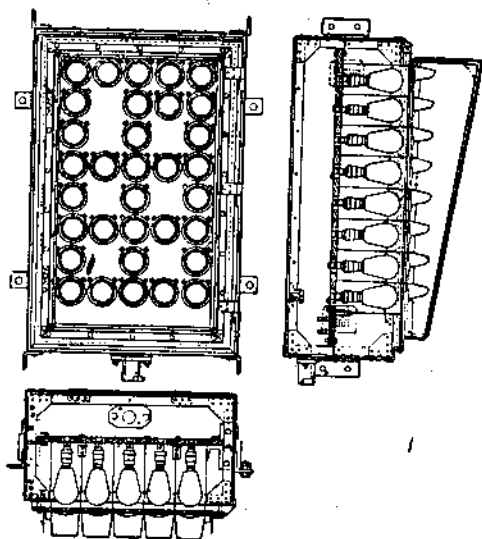
Применима установка светофоров и на деревянных мачтах (черт. 22), высотой от 7,5 м для двухзначных и до 9,25 м для пятизначных светофоров. Диамет. телеграфных пропитанных столбов для них: сверху 17—18 см, внизу

24—26 см. Подвеска головки аналогична подвеске на металлической мачте (черт. 18).

Для указания маршрутов при значительном числе их с успехом применяются сравнительно несложные светофоры-индикаторы (черт. 23), представляющие собою прямоугольный ящик с набором отдельных ламп и линзочек, расположенных в несколько вертикальных и горизонтальных рядов. Число ламп в рядах бывает: 4×7 , 5×8 и более. Из отдельных зажженных ламп такого индикатора можно набирать любые цифры до 9, а при добавлении слева еще вертикального ряда ламп (цифра 1 — десятков) — до 19.



Черт. 22.



Черт. 23.

Поскольку светофоры дают узкий сигнальный пучок света, в котором должен находиться глаз машиниста на всем протяжении потребной видимости, постольку установка мачт и светофорных головок д. б. настолько прочной и надежной, чтобы направление сигнального пучка не претерпевало недопустимых отклонений (более $1/2^\circ$).

Оптические данные светофорных линз отличаются друг от друга, поэтому при сборке линзовых комплектов (черт. 4) или замене в нем разбитых линз требуется тщательная фокусировка лампы по отношению к линзам при помощи специального приспособления (к-рая м. б. произведена лишь на заводе или в светотехнической лаборатории) с заливкой после этого колодки лампового патрона на поддерживающих штифтах (9 на черт. 4) сплавом из сурьмы и свинца.

Светофорные лампы должны иметь концентрированную светящуюся нить, укладываемую по очертаниям в кружке с диам. в 3—4 мм.

К лампам предъявляются требования: а) выдерживания срока службы

при непрерывном горении под номинальным напряжением в 1000 час. при достаточном постоянстве силы света (уменьшение не более 20%); б) отклонения центра нити от истинного положения не более чем на $\pm 0,5$ мм; в) возможно малого расхода энергии. Под сроком службы понимается то

Табл. 7. Данные, характеризующие наиболее употребительные лампы.

Лампы	Тип лампы	Сила света св.	Уд. расход энергии W/св.
Американская .	8V 10W	8,75	1,24
Советская . . .	8V 15W	10,0	1,5
Американская .	12V 10W	9,0	1,1
Советская . . .	12V 15W	9,4	1,6

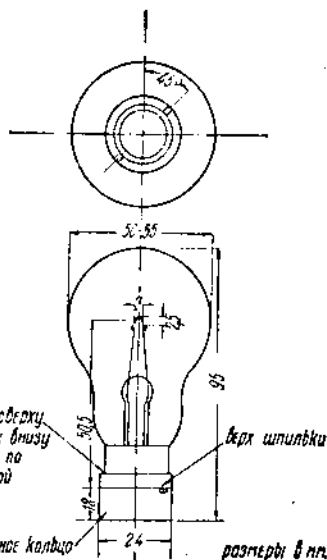
нас нормированы для линзовых светодоров три мощности: 10, 15 и 25 W с уд. потреблением мощности соответственно 1,6—1,4 W на свечу для пустотных ламп и 1,2—1,15 W соответственно для 15- и 25-ваттных газополных ламп.

Размеры светодорных ламп видны на черт. 24.

Для центрировки светящейся нити по отношению к патрону и, следовательно, линзам на цоколе лампы напавляется установочное (центрировочное) кольцо с точно расположенными шпильками. При правильной установке шпилек в вырезе патрона центр нити лампы будет находиться в фокусе линзы.

Срок службы лампы сильно зависит от напряжения на зажимах ее; при периодических колебаниях напряжения в пределах $\pm 3,5$ % до ± 15 % срок службы лампы уменьшается соответственно на 2,5—64%.

Для обеспечения удлиненного срока службы ламп для них устанавливаются режим напряжения нормально на 10—15% ниже их номинального. Во избежание прекращения светодорной сигнализации устанавливают смену ламп несколько раньше ожидаемого их перегорания.



Черт. 24.

V. Устройство гибких тяг для механического управления сигналами и стрелками.

§ 1. Проволока и гибкий трос для тяг.

В настоящее время на ж. д. СССР применяется механическое управление сигналами и стрелками почти исключительно посредством двойных гибких тяг из стальной оцинкованной проволоки, к-рым при помощи автоматических

компенсаторов придается нек-рое начальное натяжение; тяги поддерживаются через определенные расстояния подвесными роликами, изгибаясь при поворотах на угловых шкивах. Движение тягам сообщается при помощи включенного в них приводного рычажного шкива с рукояткой, при переводе к-рого увеличивают натяжение в одном проводе (тянущем) и уменьшают его в другом (сдающем). Ход каждой тяги—обычно 500 мм. В последнее время замечается тенденция к увеличению хода до 600 мм.

Проволока для тяг,—диам. 4 мм для сигнальных и 5 мм для стрелочных тяг,—должна удовлетворять ОСТ 1457; она должна доставляться в кругах, кусками не менее 300 м—диам. 5 мм и 500 м—диам. 4 мм. Временное сопротивление на разрыв не менее 100 кг/мм² и удлинение 5—9% при длине образца, равном двадцатикратному его диаметру. Зажатая в тиски с закругленными губками ($R = 10$ мм), проволока, не ломаясь, должна выдержать не менее четырех полных двухсторонних изгибов на 180° (не считая первого

изгиба на 90°) для 5-мм и шести изгибов для 4-мм проволоки. При скручивании вокруг своей оси образца длиной 150 мм на три оборота для 5-мм и на четыре оборота для 4-мм проволоки, а также при накручивании прилегающими друг к другу оборотами на цилиндр двойного диаметра проволока не должна ломаться и расслаиваться.

Оцинковка не должна отслаиваться при накрутке на цилиндр диаметром, равным двойному диаметру проволоки.

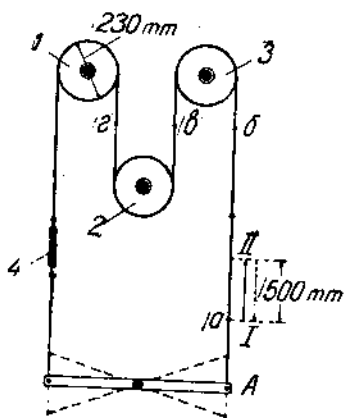
Химическое испытание качества оцинковки: после четырехкратного погружения на 1 мин. каждый раз в 20%-й раствор медного купороса при 20° С и после вытирания образца не д. б. заметно покраснения.

В местах отклонения гибкой тяги на угол более 3° для 5-мм и 5° для 4-мм проволоки делаются вставки из гибкого стального оцинкованного троса диам. 5 мм для сигнальных и 6 мм для стрелочных тяг; трос должен удовлетворять ОСТ 969. Он

должен состоять из шести прядей по 19 проволок для 5-мм троса. Диам. каждой проволоки—0,37—0,43 мм. Испытание качества оцинковки проволок—двухкратным погружением на 1/2 мин. каждый раз в 20%-й раствор медного купороса и накруткой на цилиндр диам. 4 мм (не должно получаться отслаивания цинка). Временное сопротивление на разрыв всего троса—не менее 1100 кг для 5-мм и 1300 кг для 6-мм. Отдельные проволоки, не ломаясь, должны выдержать не менее 40 перегибов на 180°, будучи зажаты в тиски с закругленными губками ($R = 2,5$ мм). Без смазки при постоянном натяжении в 100 кг трос должен выдержать не менее 20 000 двойных перегибов при ходе в 500 мм во время испытания по черт. 25.

§ 2. Оборудование передачи гибких тяг.

Соединение проводов: постоянное—британской пайкой (длина 100—120 мм, вязальная проволока диам. 1—1,5 мм), разъединяемое—стандартными огнишками или разрывными скобами (черт. 26 и 27); к концам соединяемых проводов припаиваются британкой стальные петли (черт. 28). Поддерживающие штампованные ссарные ролики (черт. 29—ОСТ 2302) с внешним



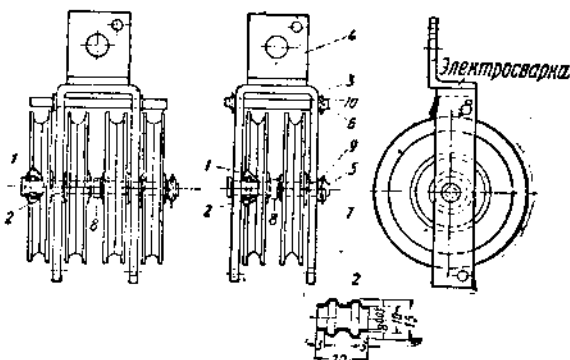
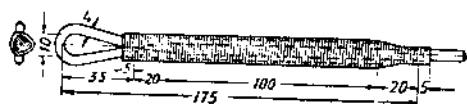
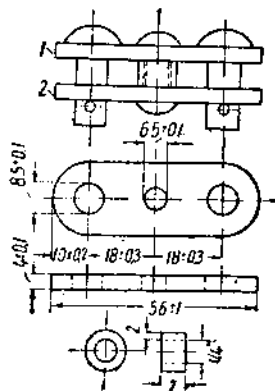
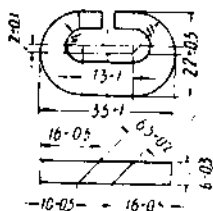
Черт. 25.

диам. 96 мм, диам. катания ок. 85 мм и расстоянием между проводами в 24—26 мм укрепляются на деревянных столбиках, вертикально на прямых и наклонно на кривых. Расстояние между столбиками на прямых—10—15 м для 4-мм и 10 м для 5-мм тег; на кривых—не более 10 м. Высота проводов над головкой рельса близлежащего пути—100—200 мм при желобах и не менее 400—600 мм при отсутствии покрывающих желобов.

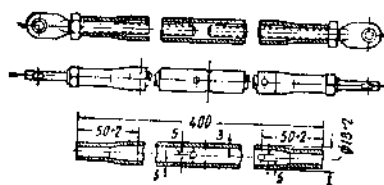
На черт. 29 обозначены: 1—диски, роликов; 2—латунные втулки; 3—несущая скоба с угольником 4; 5—ось; 6—предохранительный валик со шплинтом 10; 7—удерживающее кольцо со шпилькой 9 и 8—разделяющее кольцо.

Для регулирования длины гибкой тяги у сигнальных и стрелочных приводов и приводных рычагов в тяги включаются стяжные муфты (черт. 30, ОСТ 2303), допускающие изменение длины тяг до 100 мм в обе стороны.

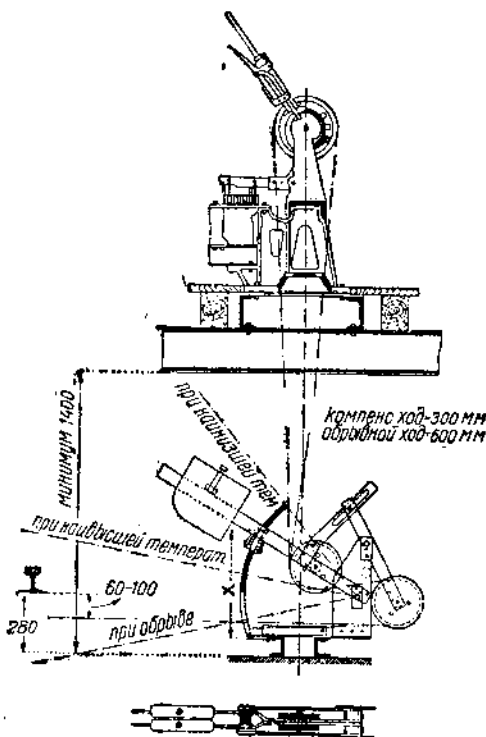
Для компенсации влияния изменения т-ры на длину тяг, поддержания постоянства их натяжения (компенсирующий ход) и для принудительного приведения приводов в безопасное для движения поез-



саторы снабжаются стопорными приспособлениями. Компенсирующий ход у стрелочного компенсатора (при расстоянии до стрелки 400 м)—300 мм и у сигнального (при расстоянии сигнала до 1 400 м)—1 120 мм. Обрывной ход—соответственно не менее 600 мм и 1 300—1 600 мм. При рас-



Черт. 30.



Черт. 31.

ных деталей передач. По опытам инж. Вахнина средние величины сопротивлений равны: 0,2—0,8 кг на одну пару поддерживающих роликов диам. 75—80 мм, 4—6 кг на одну пару угловых шкивов диам. 200—230 мм, 15—25 кг для компенсатора, 25—35 кг для семафорного привода и 40—60 кг для стрелочного привода с замыкателем.

счете длины тросов и определении расположения паяк проводов следует иметь в виду, что все пайки должны находиться на таком расстоянии от угловых шкивов и поддерживающих роликов, к-рое обеспечивало бы полный ход перевода (500 мм) плюс полный обрывной ход, без набегания паяк на шкивы или ролики. Для очень отдаленных сигналов рекомендуется установка напольных компенсаторов на путях в середине всего расстояния между рычагом передачи и приводом.

§ 3. Условия работы гибких тяг.

В спокойном состоянии стрела провеса гибкой тяги между поддерживающими роликами определяется по ф-ле:

$$s = \frac{k \cdot P^2}{8H},$$

где s —стрела провеса в мм, k —вес 1 м провода в кг (0,1 кг для 4-мм и 0,156 кг для 5-мм провода), P —расстояние между поддерживающими роликами в м и H —создаваемое компенсатором начальное натяжение провода (50—70 кг для 4-мм и 60—80 кг для 5-мм провода). При всяком переводе получается ряд потерь в ходе тяг за счет вытягивания провесов провода, упругого растяжения его и потерь в компенсаторе, вследствие чего до привода доходит лишь часть хода, сообщенного тяге переводным рычагом.

Кроме потерь хода в тягах происходят потери усилий вследствие сопротивлений раз-

Согласно «Нормал. ТУ на устройство механической централизации стрелок и сигналов» предельными расстояниями управления посредством гибких тяг являются: а) для стрелочных приводов—400 м; б) для приводных замков—500 м; в) для сигналов—1 200 м, при чем приложенное для перевода рычага усилие не должно быть более 30 кг и при особо неблагоприятных условиях как предел допускается 40 кг.

Хорошим содержанием и устройством тяг, а также посредством уменьшения пролетов между столбиками (до 7,5—8 м), повышением натяжения грузами компенсатора (до 80 кг) и применением шариковых или др. антифрикционных подшипников возможно понизить потери хода и усилия в тягах и тем повысить дальность управления.

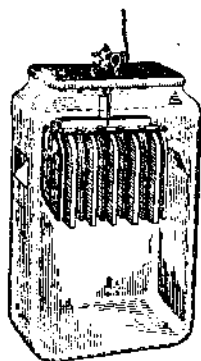
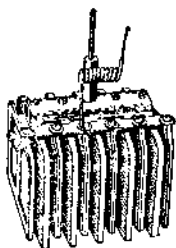
В СССР и за границей производятся опыты перевода стрелок при механическом управлении на расстоянии до 750 м; управление же сигналами при хорошем устройстве и содержании тяг не редко бывает незатруднительным на расстоянии до 1 500 м.

VI. Источники тока для устройств СЦБ.

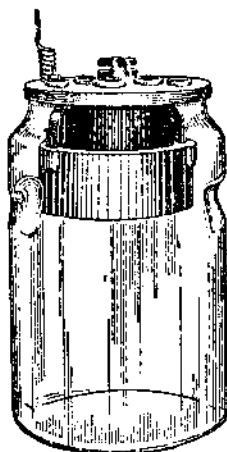
§ 1. Гальванические (первичные) элементы.

В устройствах СЦБ находят применение: а) гальванические элементы; б) аккумуляторы; в) ручные индукторы; г) ручные генераторы и д) переменный ток от центральных ст. через разного рода трансформаторы.

Первичные элементы для питания pedalных замычек, сцепляющих механизмов и аналогичных устройств применяются типов Мейдингера и Лекланше. При автоблокировке для питания рельсовых цепей и лампочек светофора применяются специальные щелочные гальванические эле-



Черт. 32.



Черт. 33.

менты большой емкости (в 500 и 1 000 Ah), допускающие длительный разрядный ток в 1—3 А.

Наибольшее распространение в Америке нашли элементы большой емкости (черт. 32) с анодом из окиси меди (CuO), катодом из амальгамированного цинка и электролитом из каустической соды (NaOH). Элемент емкостью в 500 Аh выдерживает испытание емкости при непрерывном разряде в течение 21 сут. силой токов от 0,35 до 1,5 А и в 1 А в течение последнего часа. Конечное напряжение к концу разряда (после отдачи 500 Аh) д. б. не менее 0,56 В при $+20^\circ \text{C}$ и 0,47 В при -5°C . При уменьшении силы тока до 0,35 А напряжение через час должно подняться до 0,60 В при $+20^\circ$ и 0,55 В при -5° . Затем элемент подвергается десять раз нагрузке в 3 А длительностью 30 ск. каждая с промехутками в 10 ск., в течение к-рых сила тока снижается до 0,35 А. При этих испытаниях при токе в 3 А напряжение не д. б. меньше 0,47 В при $+20^\circ$ и 0,30 В при -5° .

Разрядная характеристика медноокисного элемента представляет собою почти прямую линию, несколько загибающуюся книзу в конце разряда, с начальным напряжением ок. 0,67 В и конечным 0,57—0,6 В в зависимости от силы разрядного тока.

В последнее время получил распространение тип элемента большой емкости, выпущенный французской фирмой «Ле Карбон» (черт. 33). Анодом в нем служит активизированный уголь, обладающий свойством абсорбировать кислород воздуха и использовать его для деполаризации. Катодом служит амальгамированный цинк, а электролитом—раствор каустической соды. По истощении элемента меняются только цинк и электролит; уголь выдерживает до пяти зарядок.

Табл. 8. Средние габаритные размеры и полный вес элементов.

Емкость	По высоте	По диам.	Вес
500 Аh	305 мм	185 мм	~ 9 кг
1 000 »	370 »	205 »	~ 16 »

Емкость элемента—500 и 1 000 Аh. Напряжение его выше медноокисного элемента; при разомкнутой цепи ок. 1,45 В, при замыкании на нагрузку напряжение падает мгновенно до 1,1—1,2 В, а к концу разряда, в зависимости от режима,—до 0,95—1,1 В.

На 1 Аh емкости щелочных элементов требуется: 1,5—1,6 г цинкового электрода, 9 см³ 20—25%-го раствора каустической соды. Для заливки сверху электролита применяется специальное масло 60—70 г на элемент. Банки для элементов д. б. щелоче- и теплоупорные. Внутреннее сопротивление элементов—0,02—0,06 Ω .

§ 2. Аккумуляторы.

Аккумуляторы в устройствах СЦБ находят применение при электрической централизации, автоблокировке и переездной сигнализации; в последних двух установках—обычно по т. н. буферной системе. Преобладает применение свинцовых аккумуляторов над щелочными. Свинцовые аккумуляторы применяются обычно с положительными поверхностными, ящичными пастированными отрицательными пластинами. В Америке распространены положительные пластины т. н. манчестерского типа, состоящие из пластин твердого свинца (свинец с 7% сурьмы), не поддающихся формовке во время работы аккумулятора, и прессованных в отверстия этих пластин розеток из мягкого свинца. В СССР при автоблокировке на первое время введены аккумуляторы применяемых при вагонном освещении типов Ж 33—IIA и Ж 33—IVA в деревянных, выложенных свинцом ящиках. Емкость их составляет соответственно при 10-, 7 1/2- и 3-х часовом разряде 72, 66 и 54 Аh для типа Ж 33—IIA и 144, 132 и 108 Аh для типа Ж 33—IVA. Максимальные силы токов разряда и заряда: 18 и 20 А для Ж 33—IIA и 36 и 40 А для Ж 33—IVA.

Для эл. централизации в СССР применяются батареи стационарного типа I, типа Тюдор (до I_0). Как ЖЗЗ, так и тип I имеют поверхностные положительные и пастированные отрицательные пластины.

Напряжение свинцовых аккумуляторов в состоянии покоя (разомкнутом) не зависит от состояния заряда и равно численно $0,84 + \text{плотность электролита}$. При плотности электролита в 1,2 получается $E = 2,04 \text{ V}$. Конечные напряжения при допустимом разряде—ок. 1,8—1,9 V, а при полном заряде—до 2,7 V. При слабом зарядном токе свинцовый аккумулятор при 2,1—2,2 V почти полностью заряжен и слабо кипит. В Америке применяются щелочные аккумуляторы типа Эдисона (железо-никелевые), а в СССР типа Юнгнера (железо-кадмиево-никелевые). Их напряжение колеблется от 1 до 1,7 V.

§ 3. Ручные индукторы.

Ручные индукторы применяются при полуавтоматической блокировке и жезловой сигнализации. Блокировочные индукторы применяются с 6 или 9 стальными подковообразными магнитами и двутаврового сечения якорем. Обмотка якоря блокировочного индуктора состоит: а) для шестимагнитного из 3 900 витков проволоки марки ПЭ диам. 0,2/0,22 мм, общим сопротивлением 250 Ω ; б) для девятимагнитного из 3 300 витков провода той же марки диам. 0,25/0,27 мм, общим сопротивлением 215 Ω .

При двух оборотах рукоятки индуктора в ск. индукторы шести- и девятимагнитный дают соответственно ок. 50 и 70 V переменного ($\sim 12 \text{ Hz}$) тока (для работы блок-механизмов).

Индукторы для полуавтоматической блокировки дают кроме того пульсирующий ток для вызывных звонков. Во избежание получения переменного тока от щеток пульсирующего тока путем вращения рукоятки в противоположные стороны индукторы снабжаются приспособлениями, допускающими вращение лишь в одном направлении.

ТУ на жезловые аппараты требуют, чтобы индуктор при 120 об./мин. рукоятки давал холостую не менее 110 V, а при работе на безындукционную сопротивление в 1 000 Ω развивал бы силу тока не менее 60 мА.

Жезловой индуктор Трегера представляет собою небольшую шунтовую динамомашину. Вращение такого индуктора на одной из конечных ст. при одновременном нажатии звонковых кнопок на обеих ст. может вызвать перемагничивание второго (не вращающегося) индуктора, что могло бы повести к возможности вращением своего индуктора разрешить самому себе вынутие жезла. Поэтому в последних выпусках индукторы стали снабжаться реле, к-рое включает индуктор на линию лишь при возбужденном его состоянии. В существующих индукторах Трегера НКПС'ом рекомендовано во избежание их перемагничивания подключать к обмотке возбуждения батарею из гальванических элементов.

Демуров предложил использовать для жезловой сигнализации нормальный телефонный индуктор, снабженный двумя полукольцами на оси якоря для получения пульсирующего тока (для работы затвора жезлового аппарата).

Переменный ток для звонка по схеме Демурова получается подключением к индуктору конденсатора, за счет разряда к-рого при каждой пульсации тока индуктора получается один полный период переменного тока.

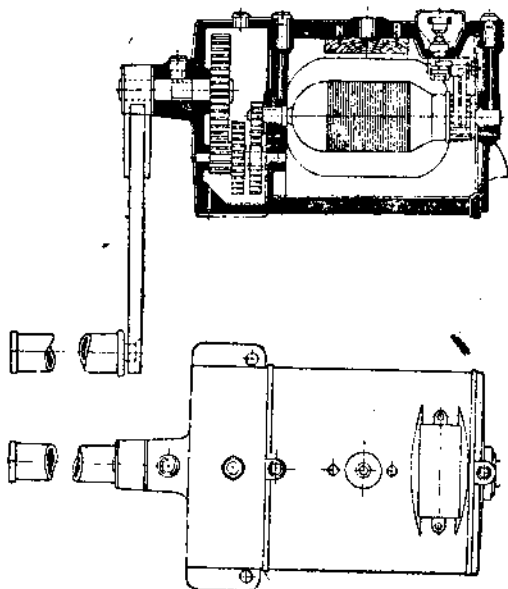
§ 4. Ручные генераторы.

Ручные генераторы (черт. 34) представляют собою динамомашину, приводимую в действие вручную при помощи зубчатой передачи. Генератор по черт. 34 предназначен для работы на эл.-привода гл. обр. предупредитель-

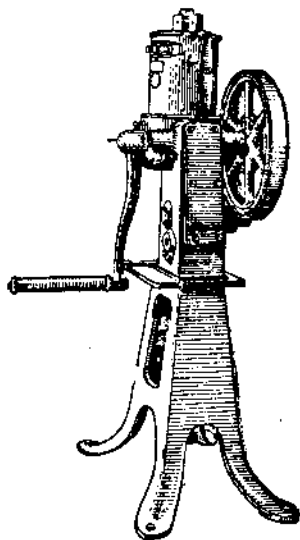
ных сигналов (дисков); он при холостом ходе развивает напряжение до 20 В, при включении же семафорного или дискового эл.-привода—до 40—45 В при токе в 1,3—1,4 А.

Срабатывание эл.-привода происходит от 3 до 5 оборотов поворота рукоятки в течение 4—6 сек.

В ЦЛПС разработан ручной генератор (черт. 35) с накоплением запаса энергии в маховике и с последующим выбегом на холостом ходу при отдаче запасенной энергии; этот генератор дает напряжение до 160 В и может за счет запасенной энергии перевести как сигнал, так и стрелку.



Черт. 34.



Черт. 35.

§ 5. Питание от линий передачи переменного тока.

Переменный ток 50 пер. применяется либо непосредственно от линий передачи, либо чаще через понизительные тр-ры для питания автоблокировки, переездной сигнализации и др., а также через вращающиеся преобразователи и неподвижные выпрямители (ртутные и купроксные) для заряда аккумуляторных батарей эл. централизации, автоблокировки и переездной сигнализации.

Высоковольтные линии передач напряжением обычно 6 600 В трехфазного тока прокладываются на особых столбах вдоль ж. д. линии.

Провода в настоящее время применяются почти исключительно железные. Для обеспечения бесперебойности передачи питание устраивается с обоих концов.

При трехфазном токе нагрузку распределяют равномерно на все три фазы во избежание влияния на соседние линии связи. Для последней же цели рекомендуется скрещивание (транспозиция) проводов передачи. Для возмож-

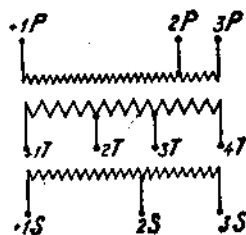
ности ремонта линий без полного выключения их применяют секционные выключатели на расстоянии 5—10 км в местах потребления энергии; на столбах линии передачи укрепляются высоковольтные линейные понизительные тр-ры.

В употреблении однофазные линейные тр-ры мощностью в 0,66 и 1,2 кВт (последние — при эл.-тяге). Первичное напряжение тр-ров — 6 600 В с промежуточными выводами на 6 300 и 6 000 В. Вторичная обмотка из двух секций, к-рые соединяются параллельно или последовательно для получения 110 или 220 В. Для защиты от перенапряжений на тр-рном же столбе устанавливается спираль из нескольких витков медной проволоки и высоковольтный громоотвод. Таким же громоотводом на соседнем тр-рном столбе защищается и проходящий свободно третий линейный провод.

Для отъединения линейного тр-ра от линии устанавливаются на столбе два однополюсных разъединителя, к-рые часто комбинируются в одно целое с высоковольтными плавкими предохранителями.

Для питания рельсовых цепей при переменном токе служат путевые тр-ры, обычно с воздушным охлаждением.

В СССР строятся «Электрозаводом» в Москве, под маркой ПОБС-0,3/0,5 путевые тр-ры на 0,3 kVA при 50 пер/сек. с первичным напряжением в 110 В. Тр-тор снабжен двумя (главной и регулирующей) вторичными обмотками (черт. 36), что дает возможность получать целый ряд вторичных напряжений (табл. 9). При напряжении сети в 110 В тр-тор включается на

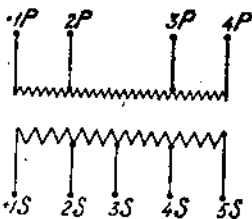


Черт. 36.

Табл. 9. Напряжение вторичных обмоток путевого трансформатора.

Зажимы, от к-рых берется питание	Зажимы, к-рые соединя- ются пе- ремывкой	Получаемое напря- жение для питания от тр-ров		Зажимы, от к-рых берется питание	Зажимы, к-рые соединя- ются пе- ремывкой	Получаемое напря- жение для питания от тр-ров	
		американ- ского W-10	советского ПОБС			американ- ского W-10	советского ПОБС
1T-3S	4T-1S	17,0	17,9	2T-3S	3T-2S	8,3	8,7
1T-2S	4T-1S	16,6	17,4	2T-3T	—	7,9	8,3
1T-3S	4T-2S	16,2	17,0	2T-2S	3T-3S	7,5	7,9
1T-4T	—	15,9	16,7	2T-1S	3T-2S	7,2	7,6
1T-2S	4T-3S	15,6	16,3	2T-1S	3T-3S	6,8	7,1
1T-1S	4T-2S	15,1	15,9	1T-3S	2T-1S	6,4	6,7
1T-1S	4T-3S	14,7	15,4	1T-2S	2T-1S	6,0	6,3
1T-3S	3T-1S	14,4	15,1	1T-3S	2T-2S	5,7	6,0
1T-2S	3T-1S	14,0	14,7	1T-2T	—	5,3	5,6
1T-3S	3T-2S	13,6	14,3	1T-2S	2T-3S	4,9	5,1
1T-3T	—	13,2	13,9	1T-1S	2T-2S	4,5	4,7
1T-2S	3T-3S	12,8	13,4	1T-1S	2T-3S	4,1	4,3
1T-1S	3T-2S	12,5	13,1	3T-3S	4T-1S	3,8	4,0
1T-1S	3T-3S	12,1	12,7	3T-2S	4T-1S	3,4	3,6
2T-3S	4T-1S	11,7	11,3	3T-3S	4T-2S	3,0	3,2
2T-2S	4T-1S	11,3	11,9	3T-4T	—	2,6	2,7
2T-3S	4T-2S	11,0	11,5	3T-2S	4T-3S	2,3	2,4
2T-4T	—	10,6	11,1	3T-1S	4T-2S	1,9	2,0
2T-2S	4T-3S	10,2	10,7	3T-1S	4T-3S	1,5	1,6
2T-1S	4T-2S	9,8	10,3	1S-3S	—	1,1	1,15
2T-1S	4T-1S	9,5	10,0	1S-2S	—	0,75	0,75
2T-3S	3T-1S	9,1	9,5	2S-3S	—	0,37	0,395
2T-2S	3T-1S	8,7	9,1				

зажимы +1Р и 3Р, а при 100 В на зажимы +1Р и 2Р. По американским данным для путевого тр-ра (тип W-10) ток холостого хода 0,285 А, ток полной нагрузки первичной обмотки—2,92 А, а вторичной главной—17,9 А.



Черт. 37.

Сигнальные тр-ры строятся «Электроставроп» с воздушным охлаждением мощностью в 50 ВА на первичное напряжение в 110 В, 50 пер/сек. (тип СОБС-0,05/0,5).

Трансформатор имеет ряд выводов на первичной и вторичной обмотках (черт. 37). Данные такого трансформатора в американском выполнении: холостой ход 0,08 А; полная нагрузка: первичная обмотка—0,52 А, вторичная—4,0 А. При включении первичной обмотки на 110 В между различными выводами можно получить вторичные напряжения холостого хода, приведенные в табл. 10.

Табл. 10. Напряжения вторичных обмоток сигнального трансформатора.
(Однородны для американских и советских.)

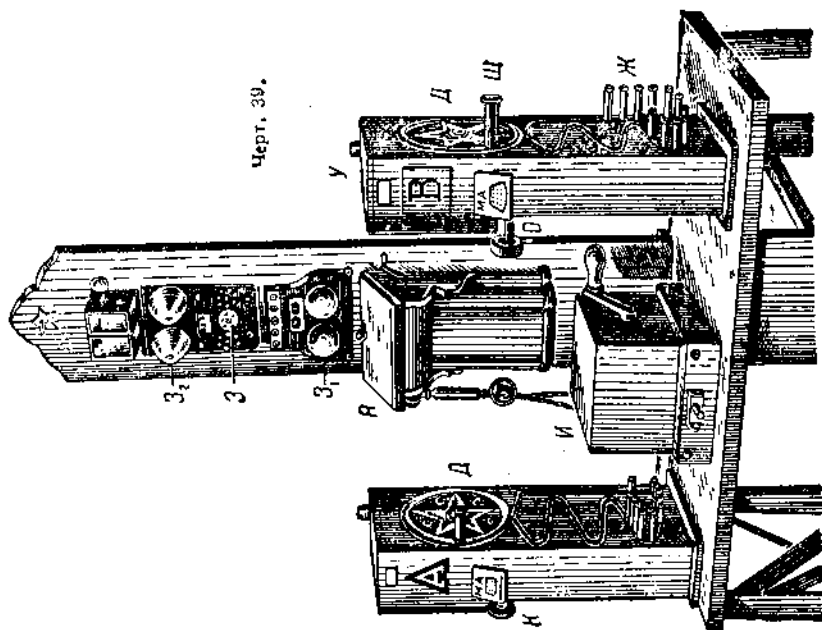
Зажимы	2S-3S	1S-3S	2S-4S	1S-4S	2S-5S	1S-5S
1Р-4Р	7,0	8,3	9,5	10,9	12,6	13,9
1Р-3Р	7,3	8,6	9,9	11,3	13,1	14,5
2Р-4Р	7,6	9,1	10,4	11,8	13,7	15,2
2Р-3Р	7,9	9,4	10,8	12,2	14,3	15,8

VII. Жезловая система.

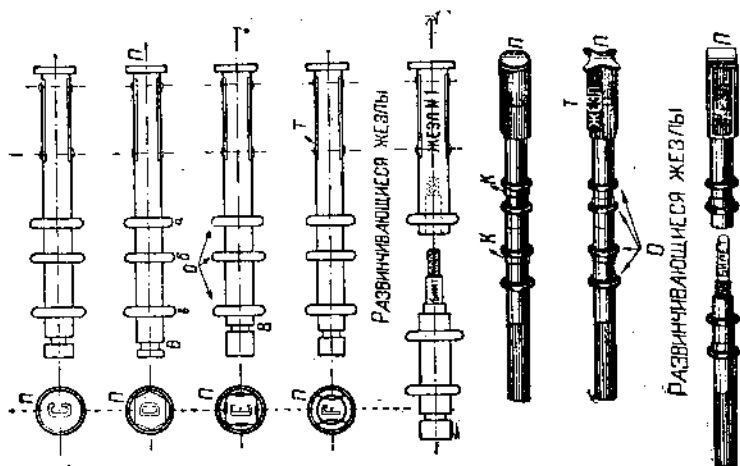
Жезловая система является одним из средств сношений при движении поездов на однопутных ж. д. При применении этой системы обладание жезлом (черт. 38) определенной серии дает машинисту право на занятие соответствующего перегона. Каждому перегону присваивается четное число жезлов, забираемых в аппаратах, установленных на концах перегона и связанных т. о., что вне аппарата может одновременно находиться лишь один жезл. На ж. д. СССР применялись раньше жезловые аппараты Вебб-Томпсона большой модели с батареями в качестве источника тока и аппараты Вебб-Томпсона и Смиса малой модели с поляризованными затворами и индукторами в качестве источников тока. На нек-рых дорогах первый из этих типов переделан т. о., что местная батарея осталась, а подача разрешения на вынуте жезла с соседней ст. производится индуктором. В настоящее время в СССР стандартизованы жезловые индукторные аппараты сист. Трегера (черт. 39).

На черт. 39 показано оборудование аппаратами Трегера промежуточной станции, где обозначены: Д—жезловые головки; И—индуктор; Ж—жезлы; З₁ и З₂—звонки; З—переключатель; К и О—магнетики для вынимания жезла; Щ—щиток; У—ушки для пломбирования; Я—телефонный ящик.

Жезловые аппараты должны удовлетворять ТУ НКПС 749ТУ28. Конструкция аппарата должна исключать возможность извлечения из него жезлов без разрешения соседней ст. даже при применении искусственных способов. В случае повреждения частей затвора не д. б. возможности вынуть жезл. На основании одного разрешения должна иметься возможность вынуть лишь один жезл. Для звонковых сигналов д. б. применен ток иного харак-



Черт. 39.

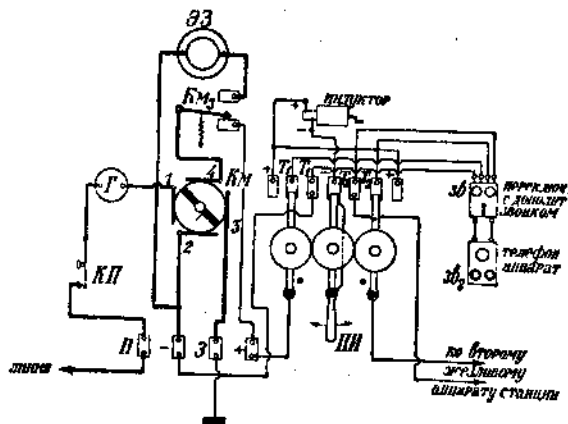


Черт. 38.

тера, чем для затвора. Якорь затвора не должен срабатывать от переменных токов телефонного индуктора. Сопротивление (омическое) катушек электромагнитного затвора при 15°C д. б. не меньше $200\ \Omega \pm 2\%$; действие его должно начинаться при токе в его катушках не менее 40 мА и он должен надежно работать при токе не более 60 мА .

Миллиамперметр должен иметь шкалу $120-0-120$, а его сопротивление не должно превышать $2\ \Omega$.

Жезлы аппаратов соседних перегонов должны обязательно отличаться друг от друга так, чтобы, во-первых, можно было определить, к какому перегону вынутый жезл относится, и, во-вторых, чтобы нельзя было жезл одного перегона вложить в аппарат др. перегона.



Черт. 40.

Опознавательные отличия жезлов состоят: 1) в привинченных или выгравированных на конце жезла табличках T с надписями различных перегонов и 2) в различной форме пластинок Π , укрепленных на конце жезла (круглая, квадратная, треугольная и пр.) (черт. 38), позволяющих даже наощупь отличить жезл одного перегона от жезла др. перегона.

Конструктивными отличиями жезлов, не позволяющими вкладывать их в несоответствующий тип (серию) аппарата, являются: 1) в системе Трегера—различное в различных сериях жезлов расположение по отношению к концу жезла выточек B и 2) в системе Вебб-Томпсона и Смиса—различное расположение пары низких колец K (черт. 38).

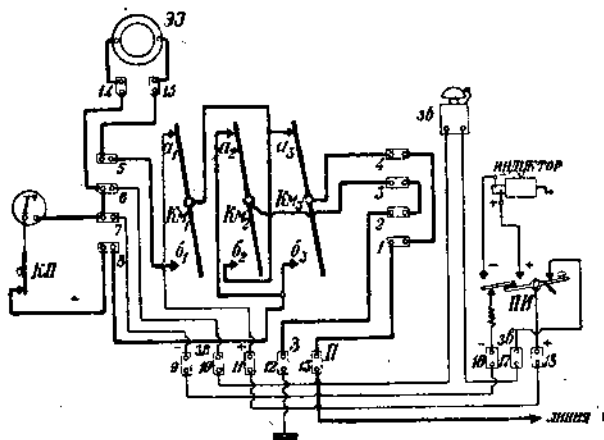
На ж. д. имеют применение 6 типов (серий) жезловых аппаратов и жезлов к ним; эти серии обозначаются латинскими буквами: A, B, C, D, E и F . На соседних перегонах должны стоять аппараты обязательно разных серий; обыкновенно не допускается повторение одинаковых серий жезлов ранее, как через четыре перегона. Чтобы выдержать это правило, иногда приходится жезлы одной серии переделывать или заменять жезлами др. серии (такие случаи часты при открытии новых разъездов). В аппаратах Трегера переделка одной серии на другую производится весьма легко: для этого легко отвинчиваемая при вскрытом аппарате часть, т. е. типовой патрон, заменяется патроном другого типа.

В аппаратах Вебб-Томпсона и Смиса разные серии аппаратов отличаются

особыми выточками на имеющихся в аппаратах дисках, и переделка аппаратов одной серии на другую не м. б. обычно выполняется на месте установки.

Отправление поездов вслед производится при помощи свинчивающихся жезлов, состоящих из билета (для первого поезда) и собственно жезла (для второго поезда.) При одностороннем движении поездов приходится нормировать жезлы, т. е. вынимать (после вскрытия запломбированного аппарата) часть жезлов на станции, где они скопились и, перевезя их на соседнюю станцию, вкладывать в аппарат, в к-ром число их значительно уменьшилось.

В последнее время разрабатываются конструкции, позволяющие производить нормировку жезлов в особых автоматически запирающихся приемниках.



Черт. 41.

На схемах включения жезловых аппаратов Трегера (черт. 40) и Вебб-Томпсона и Смиса (черт. 41) обозначены: $ЭЗ$ —эл.-магнитный затвор; $Зв$ —звонок, $Г$ —гальваноскоп (черт. 41) и миллиамперметр (на черт. 40), K_M (на черт. 40) и K_{M2} и K_{M3} (на черт. 41)—коммутатор для изменения направления тока, K_{M1} (на черт. 41) и K_{M3} (на черт. 40)—коммутатор для включения электромагнитного затвора, $П$ — переключатель для включения индуктора постоянного тока для разрешения вынута жезла, $КП$ — кнопка-прерыватель, $З$ —земля, $П$ —провод.

Для ускорения движения поездов и облегчения передачи жезлов машинисту в последнее время устанавливаются автоматические жезло-обмениватели Прозоровского: один прибор на мачте у станционного пути и другой на будке паровоза. Жезлообмениватели производят обмен жезлов автоматически без остановки поездов и без значительного снижения скорости их.

VIII. Блокировочные системы.

§ 1. Классификация.

Блокировкой называется такая система регулирования следования поездов с разграничением их пространством, при к-рой перегоны делятся на участки, оборудованные в начале блокировочным сигналом, открытое поло-

жение к-рого дает машинисту право войти на расположенный за сигналом участок (блок-участок).

Различаются блокировки:

а) в зависимости от наличия или отсутствия замыкающих сигналы устройств: 1) зависимая или 2) свободная;

б) по способу и характеру управления сигналами: 1) неавтоматическая, при к-рой сигналы и аппараты управляются вручную и совершенно не связаны ни с движущимся поездом, ни с путем блок-участка; 2) полуавтоматическая, при к-ром сигналы и аппараты управляются вручную, но некоторые действия агентов по обслуживанию сигналов находятся в принудительной зависимости от проследования поезда или состояния блок-участка; 3) автоматическая (автоблокировка), при к-рой открытие и закрытие блок-сигналов производится автоматически в зависимости от движения поезда и состояния пути блок-участка;

в) по значению показаний сигналов: 1) абсолютная, при к-рой разрешается проход мимо закрытого сигнала лишь после проверки, что сигнал не может быть открыт благодаря неисправности, и лишь после получения надлежащего разрешения; 2) условная, при к-рой разрешается проход закрытого сигнала после предварительной остановки перед ним на определенное время без проверки причины закрытого состояния его; 3) перmissive (разрешительная), при к-рой разрешается проход мимо закрытого сигнала без остановки, но с уменьшением скорости, позволяющим остановиться на расстоянии видимости, и 4) абсолютно-перmissive, при к-рой попутные проходные сигналы имеют перmissive, а встречные проходные и выходные сигналы—абсолютное значение (применяется при однопутной автоблокировке);

г) по нормальному положению блок-сигналов: 1) утвердительная (аффирмативная), при к-рой сигналы нормально закрыты, и 2) положительная (позитивная), при к-рой сигналы нормально открыты.

Применяемые в СССР системы полуавтоматической блокировки Сименса, М. Юделя, ВКЭ и Гордеенок, отличающиеся лишь конструктивным оформлением друг от друга, являются блокировками зависимыми, полуавтоматическими, абсолютными и утвердительными. Основные блок-механизмы указанных систем работают переменным током (от индуктора); постоянный ток (от элементов) применяется в этих системах лишь для вспомогательных приборов (для эл. замычек нажимного стержня, сцепляющих механизмов и др.).

§ 2. Связь путей устройств с поездом в блокировочных системах.

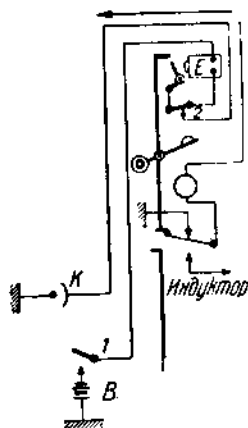
В полуавтоматических и автоматических системах устанавливается принудительная зависимость между показаниями блок-сигналов и фактическим проследованием по блок-участку поезда либо посредством рельсовых контактов (педалей), либо посредством рельсовых цепей (при автоблокировке).

Педали бывают механического и гидравлического действия. По последнему принципу работают ртутные педали Сименса; в них незначительный прогиб рельса под составом передается мембране и вытесняет из-под нее ртуть в узкую трубку, имеющую сечение, в 100 раз меньшее поверхности мембраны; подымающаяся в трубке ртуть дает контакт с контактной вилкой, используемый в цепях блокировки для контрольных действий посредством pedalной замычки. Дороговизна ртуть и непригодность ее для районов с суровым климатом (вследствие замерзания) вызвали переконструирование этой педали с заменой ртуть керосином.

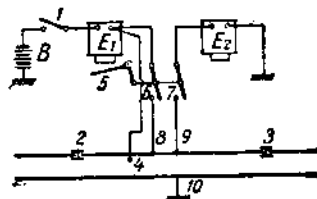
Достаточно длинный контакт, получаемый в гидравлических педалях,

гарантирует надежное срабатывание pedalной замычки, имеющей даже значительную величину «постоянной времени» $\left(\frac{r}{L}\right)$.

В настоящее время в СССР применяются механические педали сист. Матросова и Лыкова. Педаль Матросова характеризуется применением одиной рычажной передачи, приводимой в действие от прогиба рельса и дающей механический тупой контакт. При ударе по рельсу педаль сист. Матросова не срабатывает, т. к. при этом ее контакты не сходятся, а расходятся; ослабление же крепительных к рельсу болтов может вызвать ее срабатывание, почему болты надлежит надежно закреплять. В педалях Матросова надлежит учитывать кратковременность даваемого ею под каждым составом контакта, зависящего по длительности от скорости хода поезда (при 80—100 км/ч. длительность контакта составляет несколько сотых сек.). Это обстоятельство может повести к отказу в работе pedalных замычек при наличии в движении быстроходных поездов, если не увеличить количества по-



Черт. 42.



Черт. 43.

следовательно включенных питающих элементов или не изменить обмотки катушек замычки (см. § 4).

По нормальной схеме pedalная замычка E (черт. 42) включается в цепь рельсовой педали К через контакт 1 на семафорном рычаге. Педаль при установке относится от сигнала по направлению хода поезда на длину самого длинного состава, что не всегда удобно, т. к. вызывает задержку срабатывания при движении коротких составов. При схеме установки педали 4 на изолированном рельсе (черт. 43) с применением специального реле E1 с переключателем 6-7 pedalная замычка E2 срабатывает под последним скатом состава, почему срабатывание не зависит от длины составов; на рис. 43 обозначены: 2 и 3—изолирующие стыки; 5—якорь реле, 8 и 9—соединительные провода.

Связь поезда с путевыми устройствами при автоблокировке основана на применении рельсовых цепей, а в устройствах авторегулировки—на контактной, световой или индуктивной передаче сигналов на движущийся п/в. Указанные устройства рассмотрены ниже, в соответствующих главах.

§ 3. Условные обозначения в схемах полуавтоматической блокировки.

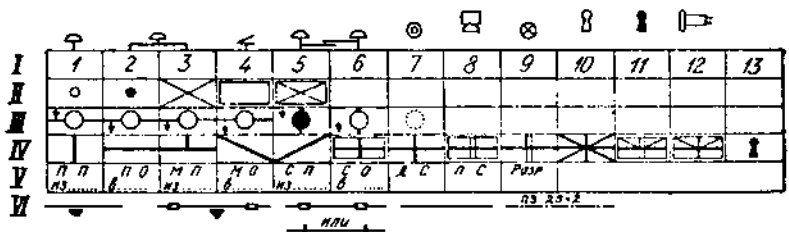
Применяемые обозначения показаны на черт. 44. Значения их след. Над заголовком: 1—нормальная блок-клавиша; 2-3—общая клавиша спаренных блоков, блокируемых одновременно; 4—блок без клавиши;

5-6—блок-клавиша левая нажимается одна; при нажатии же блок-клавиши правой нажимается одновременно и левая; 7—звонковая кнопка; 8—звонок; 9—репетитор (повторитель блока); 10—ключевой контакт для разрыва эл. цепи; 11—то же для замыкания; 12—телефон.

Ряд I—порядковая нумерация мест в блок-аппарате.

Ряд II: 1—эл. замычка нажимного стержня (педальная замычка) замкнута; в ее окошечке белый цвет; 2—то же, но отомкнута; в ее окошечке красный цвет; 3—вспомогательная собачка блок-механизма, работающая с коротким средним винтом на секторе; 4—переменный замыкатель на блок-механизме; 5—комбинация вспомогательной собачки и переменного замыкателя.

Ряд III: 1—блок переменного тока в отблокированном состоянии; в его очке белый цвет; 2—то же, но в заблокированном состоянии; в его очке красный цвет (кружок д. б. зачернен); 3—то же, но в его очке белый цвет;



Черт. 44.

4—блок переменного тока без замыкающего стержня в заблокированном состоянии; 5—блок постоянного тока в отблокированном состоянии; в его очке красный цвет; 6—то же, но в заблокированном состоянии; в его очке белый цвет; 7—запасное очко.

Ряд IV—механические замычки для связи блоков с аппаратом:

1—основная замычка для жесткого замыкания рычагов или рукояток только в нормальном положении; ставится при однопутной трех- и пяти-очковой блокировке под блоками соглашения, подачи соглашения и получения соглашения; при станционной блокировке—под сигнально-затворными блоками.

2—основная замычка для замыкания рычагов или рукояток только в переведенном положении; применяется при станционной блокировке.

3—основная замычка для замыкания рычагов или рукояток в нормальном и переведенном положениях. Применяется при станционной блокировке под маршрутно-затворными блоками *.

4—обратная замычка для передачи движения от выходного семафорного рычага к блоку-размыкателю при пятиочковой однопутной блокировке для заблокирования размыкателя до изменения закрытого положения крыла семафора.

5—маршрутная замычка для запираения маршрутно-затворного рычажка в переведенном положении с одновременным освобождением семафорного рычага, при раздельной станционной блокировке маршрутов и сигналов.

6—механическая замычка нажимного стержня с замыканием сигнала и с ранним освобождением замычки; применяется с путевыми блоками приема и сигнально-затворными на посту; препятствует нажатию блок-клавиши

* Запирание трех указанных замычек должно начинаться при опускании стержня блока от 1 до 3 мм.

деблокированного блока, пока семафор не будет открыт и закрыт хотя бы один раз; части замочки принимают положение, подготовляющее освобождение замочки для блокировки при повороте семафорного рычага не более чем на $\frac{1}{3}$ хода, а положение, препятствующее вторичному нажатию блок-клавиши,—при спускании стержня блока от 14 до 16 мм.

7—то же, но с поздним освобождением замочки; применяется лишь в комбинации с др. замочками; отличается от предыдущей замочки тем, что подготовка освобождения замочки происходит при ходе семафорного рычага не менее $\frac{2}{3}$.

8—механическая замочка нажимного стержня без замыкания сигнала с ранним освобождением замочки; работает аналогично с замочкой 6, с той лишь разницей, что семафорного рычага не запирает.

9—то же без замыкания сигнала с поздним освобождением замочки; работает аналогично замочке 7, с той лишь разницей, что семафорного рычага не запирает.

10—совмещение противоповторной замочки с механической замочкой нажимного стержня, с замыканием сигнала с ранним ее освобождением; применяется в связи с промежуточной замочкой с путевым блоком отправления (при отсутствии станционной блокировки) и с сигнально-затворным блоком на посту (при станционной блокировке); препятствует нажатию блок-клавиши до открытия и закрытия семафора; допускает лишь однократное его открытие; не допускает многократного открытия и закрытия сигнала без доведения сигнального рычага до нормального закрытого положения; запирается противоповторная замочка при возвращении рычага в нормальное положение раньше освобождения промежуточной замочки.

11 и 12—неполная рычажная замочка с механической замочкой нажимного стержня с поздним освобождением замочки без замыкания и с замыканием сигнала; применяется всегда в соединении с другой такой же замочкой или же с замочкой 10 в связи с путевым блоком отправления на месте соединения двух линий; эта замочка допускает многократное открытие и закрытие соединенного с ней семафора, но при закрытии семафора одного из направлений происходит запирание другого семафора, к-рое сохраняется и при закрытии открытого ранее семафора; замыкание механическое освобождается и может замениться электрическим (блоком) после блокировки.

13—ключ ручного замка, замыкаемый блоком.
Ряд V. Сокращенные обозначения блоков: 1—путевой блок приема; 2—путевой блок отправления; 3—маршрутный или маршрутно-затворный блок приема; 4—то же отправления; 5—сигнальный или сигнально-затворный блок приема; 6—то же отправления; 7—блок подачи соглашения; 8—блок получения соглашения; 9—разрывной блок, или замочка.

Ряд VI: 1-2—рельсовый контакт (педаль); 3-4—педаль на изолированном рельсе; 5-6—изолированный рельс; 7-8—провод воздушный; 9-10—кабель. Сверху обозначено: 1) способ прокладки: Пз—подземный, Вз—воздушный и 2) емкость его ($25 \times 2 = 25$ пар жил).

§ 4. Данные составных элементов блок-системы.

Главнейшим элементом блок-системы является основной блок-механизм. Полный ход стержней блок-механизма составляет от 20,4 до 21 мм; вспомогательная собачка своим зубцом западает в первый прорез нажимного стержня при ходе от 4,5 до 6 мм, во второй—от 8,5 до 10 мм; носик рычажка переменного замыкателя заскакивает в вырез кулачка среднего стержня блок-механизма при ходе от 6 до 7,5 мм, а над кулачком остановится при ходе от 10,5 до 12 мм; замыкающий рычажок проскакивает мимо полуспиленной оси сектора при ходе от 13 до 14 мм; нижние коммутационные кон-

такты блок-механизма замыкаются при ходе от 16 до 18 мм; при заблокированном блок-механизме ригельный стержень остается опущенным на 12—13,5 мм.

Эл. замычка нажимного стержня (педальная замычка) имеет полный ход стержня от 20,4 до 21 мм. Заскакивание запорного рычажка замычки за якорь эл.-магнита происходит при ходе стержня от 13 до 15,5 мм. Кажущееся сопротивление катушек замычки велико благодаря большому коэф-ту самоиндукции, поэтому постоянная времени катушек велика, вследствие чего требуется значительное время для нарастания тока в них при замыкании контакта педали; это при наличии кратковременного контакта в педали при больших скоростях поезда может повести к несрабатыванию замычки.

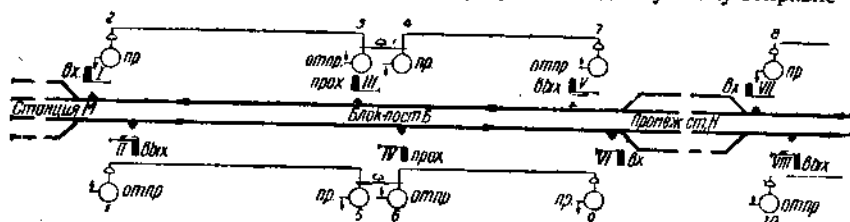
Значительно улучшается работа замычки при применении в замычке катушек с числом витков $2 \cdot 725 = 1450$ и проволокой диам. 1 мм (без изоляции) вместо обычного числа витков 2400 при диам. проволоки 0,55 мм.

Изоляция проволоки в катушках применяется ПБО, ПШО и в последнее время преимущественно эмаль.

Отклонения в сопротивлении допускаются в пределах $\pm 5\%$.

§ 5. Двухпутная полуавтоматическая путевая блокировка.

Каждая станция и промежуточный блок-пост для каждого направления движения должны иметь по одному блоку приема и одному блоку отправле-



Черт. 45.

ния поездов. Поэтому путевые проходные блок-посты снабжаются четырех-очковыми блок-аппаратами 3—4 и 5—6, а станционные — блок-аппаратами, имеющими по два очка (1—2 или 7—8 или 8—10) на каждое примыкающее к станции направление (черт. 45).

Последовательность действий блокировки при движении поезда от станции М к станции Н показана на черт. 46, а на черт. 47 дана для этого случая схема токопрохождения в блок-аппаратах.

На черт. 47 обозначены: $B_1 \dots B_5$ — батареи; $3_1 \dots 3_5$ — звонки; $K_1 \dots K_5$ — кнопки; ПЗ — педальная замычка; ПО — блок-очки; $1 \dots 37$ — контакты; $I_1 \dots I_5$ — индукторы.

На последней схеме на путевом блок-посту каждые два блока для одного направления движения спарены при помощи замка. Это дает возможность при порче блокировки в одну сторону от блок-поста работать по блокировочной системе по др. сторону путем разъединения спаренных кнопок после размыкания замка. Схема для аппарата путевого блок-поста Б (рис. 45), в к-ром блок-кнопки спарены наглухо, дана на черт. 48.

Включение устанавливаемых на выходных сигналах сцепляющих механизмов показано на черт. 49, где 7 представляет контакт на рычаге семафора, 10 — педаль, 3 и 4 контакты реле, B_1 и B_2 — батареи и К — автомат.

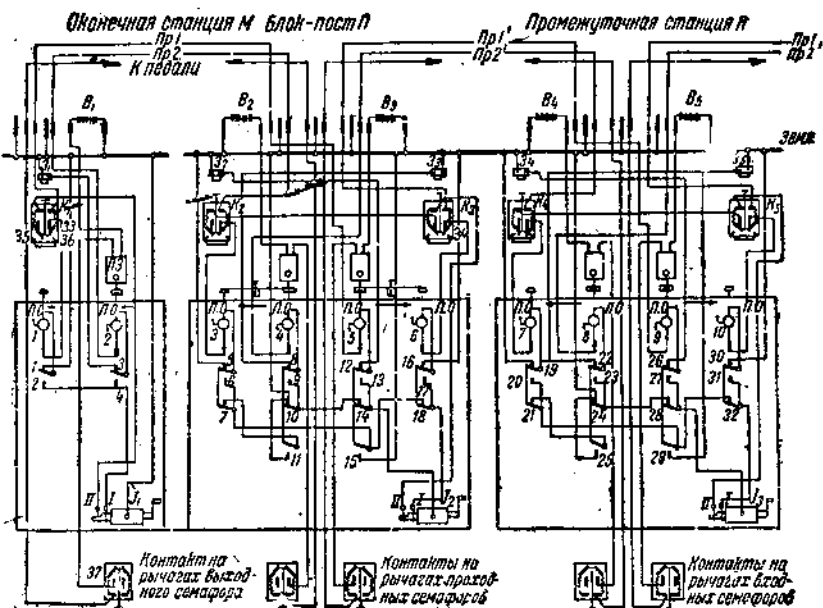
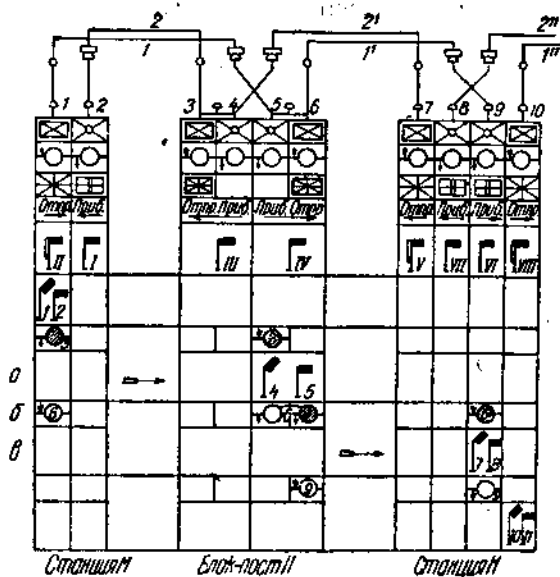
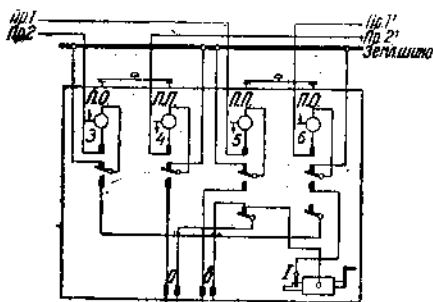
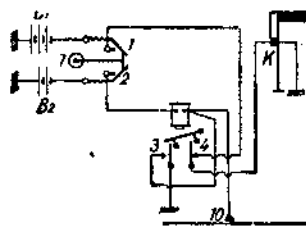


Табл. 11. Основные данные приборов полуавтоматической блокировки.
(Изд. Главэспрома.)

Название прибора	№ прибора	Сопротивление катушек Ω	Число витков	Диам. провод. мм	Сила рабочего тока мА
Блок-механизмы	1 511	2 · 30	2 550	0,35	30—45
Педальная замычка	1 528	2 · 13	2 400	0,45	50—75
Замычка переменного тока	1 530	2 · 15	1 700	0,44	30—45
Звонок блокировочный	1 516	2 · 26	2 450	0,35	60—90
Варезной звонок	1 524	150	—	0,25	45
Реле изолированного рельса	1 529	2 · 16	2 400	0,45	90—130
Блокировочные репетиторы	3 104	2 · 5,25	1 250	0,55	100—150
Сцепляющий механизм	1 541	2 · 100	5 300	0,35	60—90
Семафорный повторитель	—	2 · 75	—	0,2	20—30



Черт. 48.

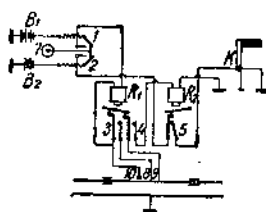


Черт. 49.

При установке педали на изолированном рельсе применяется схема черт. 50, где R_1 и R_2 —катушки реле, 3, 4, 5—контакты, 8, 9—провода и 10—педаль,

§ 6. Однопутная полуавтоматическая путевая блокировка.

Применяется в СССР очень редко и притом без пачечного движения поездов, почему путевых блок-постов обычно не имеется.

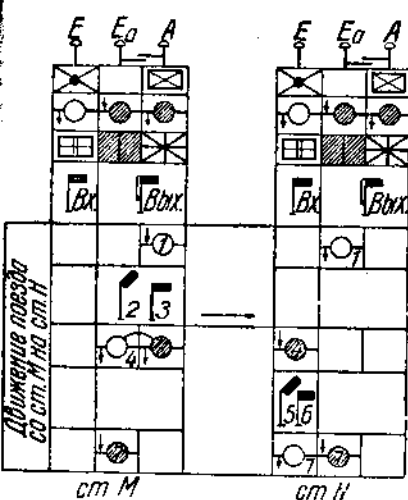


Черт. 50.

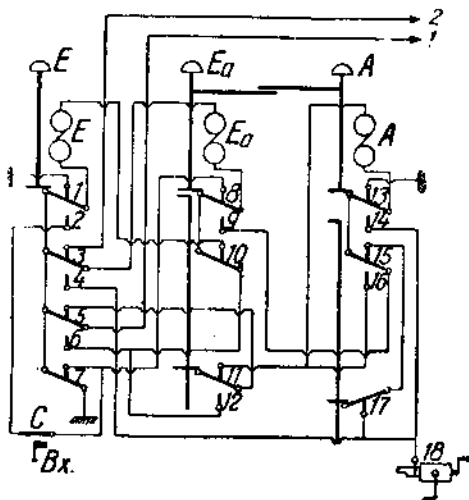
Основные схемы однопутной блокировки — трехчочковая и пятичочковая. Табл. последовательности действий при трехчочковой однопутной блокировке изображена на черт. 51, а схема прохождения блок-аппарата оконечной станции перегона — на черт. 52, где E обозначает блок приема (связанный с входным сигналом), E_2 — блок согласения и A — блок отправления (блоки E_a и A связаны с выходным сигналом), 1 — 17 контакты, 18 — индуктор и C — семафорный контакт.

Трехчочковая схема обладает двумя существенными недостатками: а) нельзя возвратить обратно неиспользованное по какой-либо причине разрешение на отправление поезда без срыва пломб и размыкания вручную эл. замычек на-

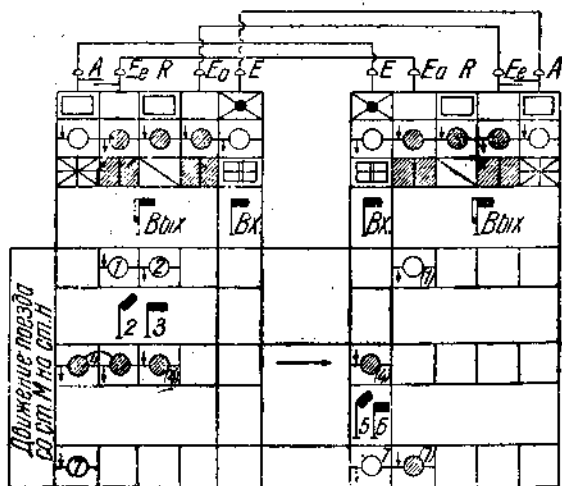
жимного стержня; б) до прихода вышедшего поезда на вторую конечную станцию нельзя подготовить заранее согласие на выпуск встречного поезда, что при скрещении поездов вызывает задержку одного из поездов.



Черт. 51.



Черт. 52.



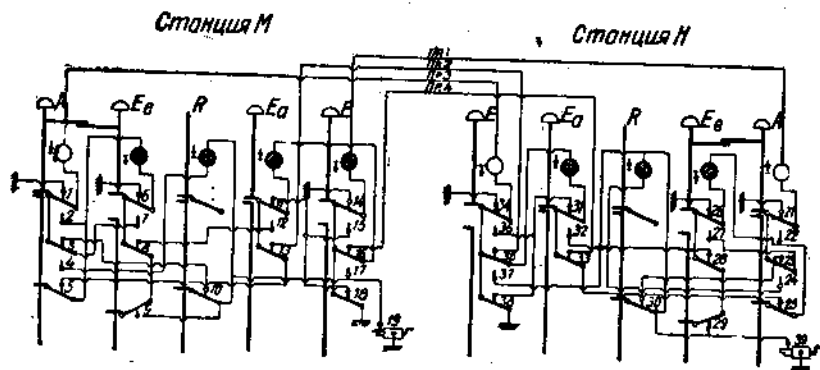
Черт. 53.

Пятиочковая система вместо одного блока согласения имеет два: один — для передачи, а другой — для получения согласения, и т. н. возвратную замычку (прерыватель), представляющий собою автоматический блокмеха-

низм переменного тока, заблокировываемый при начале открытия выходного семафора и препятствующий после этого возвращению полученного соглашения.

Выходной семафор связан с тремя блоками,—отправления, получения и подачи соглашения, т. е., что он м. б. открыт лишь при деблокированном состоянии всех этих блоков. Входной семафор связан с блоком приема, как при нормальной двухпутной блокировке.

Табл. последовательности действий при пятичковой блокировке представлена на черт. 53, а схема—на черт. 54, где A и E —блоки отправления и приема, E_a и E_b —блоки соглашения, R —блок прерыватель; 1—18 и 21—38 контакты; 19 и 39—индукторы.



Черт. 54.

Быв. Трест заводов слабого тока (ныне Главэспром) видоизменил пятичковую систему, заменив возвратную замычку контактом на начальной замычке рычага выходного семафора (черт. 55).

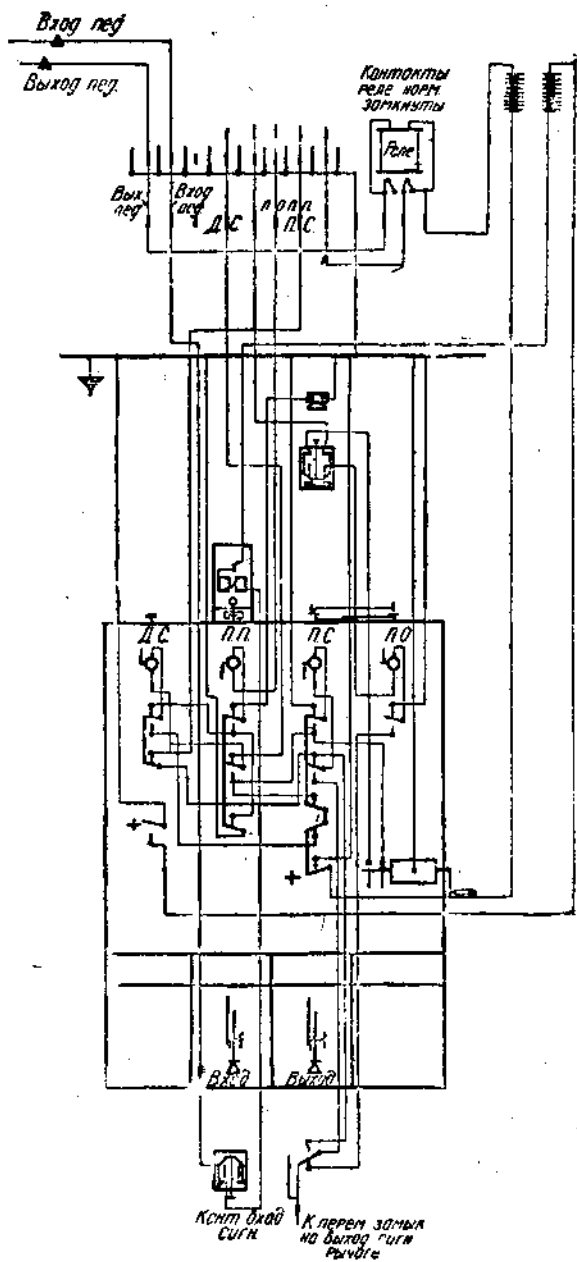
IX. Автоблокировка.

§ 1. Управление сигналами при автоблокировке.

При автоблокировке путевые блок-сигналы управляются автоматически самим движущимся поездом через посредство путевых реле, включенных в рельсовые цепи, а станционные сигналы ставятся в зависимости как от самого поезда, так и от воли дежурного по станции.

Для управления входными и выходными станционными сигналами, включенными в общую схему автоблокировки, в связи с рельсовыми цепями, служат специальные переключатели (интерлокеры, или централизаторы).

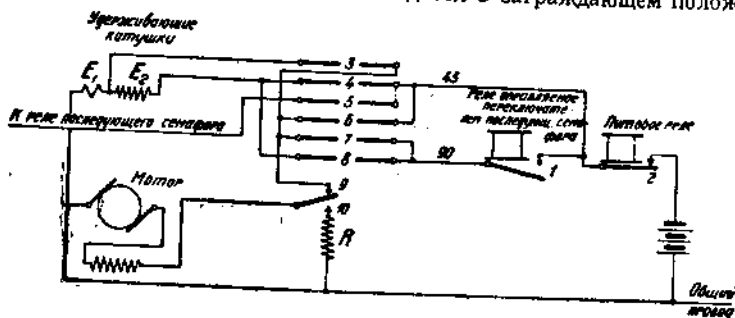
При автоблокировке минимальное расстояние между двумя попутными сигналами зависит лишь от удобства и безопасности ведения поезда и потому д. б. не короче тормозного пути; при полуавтоматической же блокировке это расстояние ни в коем случае не д. б. короче суммы: длины поезда, тормозного пути, длины пути, проходимого поездом за время, потребное на схождение между соседними блок-постами, и некоего гарантийного расстояния. Благодаря указанному при автоблокировке возможно расположение сигналов значительно гуще, чем при полуавтоматической блокировке.



Черт. 55.

Стандартным сигналом при автоблокировке в СССР принят цветовой трехзначный линзовый светофор. Применяемые при автоблокировке в США семафоры снабжаются приводом, питаемым от батареи или от сети переменного тока.

Схема включения эл. привода американского семафора на три положения дана на черт. 56. Контакты 3-10 контроллера привода замыкаются в зависимости от передвижения крыла. Контакт 7 замыкается, когда след. по направлению движения семафор не находится в заграждающем положении.



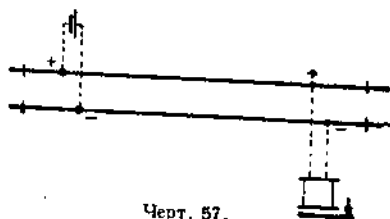
Черт. 56.

При закрытом крыле замкнуты контакты 6 и 9. При подъеме крыла на 42° замыкается контакт 3, а при подъеме на 43° размыкается контакт 6 и замыкаются контакты 4 и 7, удерживая при помощи удерживающих катушек E_1 и E_2 крыло в положении 45° . Если замкнут контакт 7, то ток через контакты 7 и 9 пойдет в мотор, выключит при 46° удерживающие катушки, к-рые включатся частично при 85° и полностью через контакт 8 при 88° , когда и самый мотор выключится на контакте 7. При разрыве обоих контактов 7 и 2 крыло падает под действием своего веса, замыкая на короткое время у конца падения контакт 10, что заставит мотор работать на R и затормозит крыло.

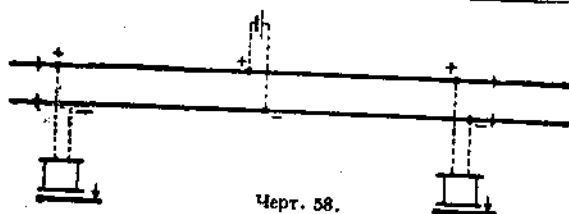
§ 2. Классификация, типы и характеристики рельсовых цепей.

Рельсовые цепи представляют собою эл. замкнутую цепь, составленную из источника тока, соединительных проводов и рельсовых ниток пути, изолированных от соседних, и путевого реле. В настоящее время рельсовые цепи применяются исключительно нормально замкнутые (черт. 57), в к-рых постоянно протекает ток. При наезде поезда на рельсовую цепь он шунтирует ее, значительно снижая силу тока в реле, якорь к-рого отпадает, вызывая переход сигнала в заграждающее положение.

Рельсовые цепи делаются: 1) по роду источников тока—на цепи постоянного и переменного тока и 2) по месту приключения источников тока—на цепи с питанием с конца (черт. 57) и с питанием посредине (черт. 58). Когда требуется иметь реле по обоим концам рельсовой цепи и нежелательно тянуть линейные провода от контактов основного путевого реле к противо-



Черт. 57.

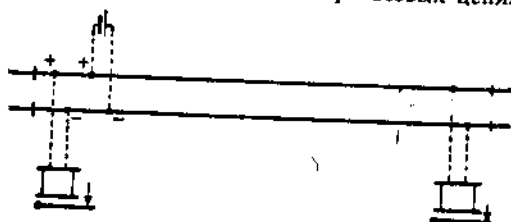


Черт. 58.

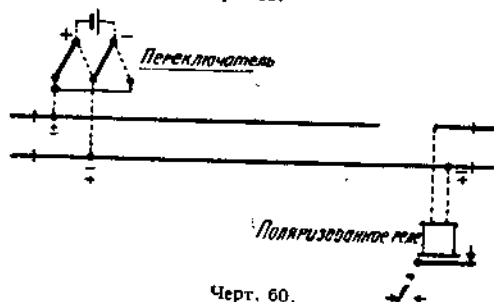
положному концу цепи, у питающего конца рельсовой цепи устанавливают дополнительное путевое реле (черт. 59). При наличии в рельсовых цепях

рекомендуется применять:
1) короткие рельсовые цепи, 2) питание рельсовых цепей посередине и 3) цепи с повторительными реле.

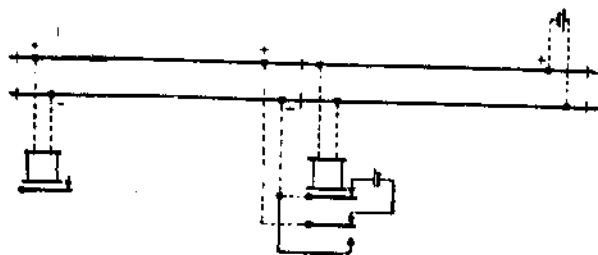
При трехзначной сигнализации взамен зависимости между сигналами по линейным проводам применяются иногда цепи с поляризованными путевыми реле (черт. 60) и переключателем полярности на питающем конце, действующим от реле или семафора след. рельсовой цепи. При значительном расстоянии между сигналами это расстояние разбивают на несколько рельсовых цепей, к-рые м. б. самостоятельными, и лишь через контакты путевых реле всех цепей пропускаются линейные цепи зависимости сигналов или же устраиваются в промежуточных точках трансляции разных типов. Один из них показан на черт. 61.



Черт. 59.

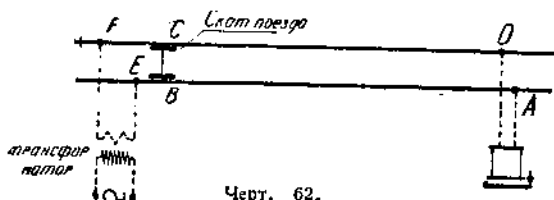


Черт. 60.



Черт. 61.

Рельсовые цепи переменного тока применяются обычно на электрифицированных участках, в к-рых рельсы используются в качестве обратного провода для тягового тока. Цепи переменного тока бывают: 1) однорельсовые (черт. 62), в к-рых одна нитка AE используется для обратного тягового тока, а другая FD делится на изолирующими стыками на отдельные части, и 2) двухрельсовые, в к-рых обе нитки разделены на изолированные участки. Преимущество однорельсовой цепи по сравнению с двухрельсовой—дешевизна и простота, что особенно проявляется на ст. с большим числом стрелок и крестовин. В однорельсовых цепях электрифицированных дорог через реле и путевые трансформаторы происходит ответвление постоянного тягового тока; напр., когда поезд скатами BC соединяет рельсовые нитки, то на зажимах A и D реле оказывается приложенным напряжение постоянного тока, почти равное падению напряжения тягового тока между точками A и B , в результате через катушки реле протекает тяговой ток, сила к-рого зависит от сопротивления в цепи между A и D . Этот ток, достигая иногда



Черт. 62.

больших (20—30 А) значений, может вызвать перегрев путевых реле или тр-ров. Для защиты катушек реле и тр-ров от перегрева рекомендуется включение плавких предохранителей у реле и вторичной обмотки путевого тр-ра (примерно на номинальную силу тока 15—20 А) и на одном из полюсов первичной обмотки путевого тр-ра. При незанятости рельсовой цепи по цепи $ADFEA$ также протекает постоянный тяговой ток, пропорциональный падению напряжения тягового тока между A и E и обратно пропорциональный сопротивлению всей указанной цепи. Указанный ток вызывает насыщение магнитной системы реле и тр-ра, ведущее к увеличению потребления тока тр-ром и могущее (при значительном насыщении) вызвать отпадение якоря реле при свободной рельсовой цепи. Для борьбы с указанным: 1) применяют короткие рельсовые цепи (уменьшается падение напряжения тягового тока), 2) увеличивают сопротивление рельсовой цепи включением последовательно реостатов и 3) применяют специальные тр-ры и реле с воздушным зазором в магнитной системе, выдерживающие составляющую постоянного тока до определенной величины (до 10 А) без значительного насыщения железа.

Однорельсовые цепи (короткие, длиной 300—400 м) применяются преимущественно на ст., где тяговой ток может распределяться по ряду станционных путей и где сверх того опасность поломки рельсов, не обнаруживаемая однорельсовой цепью, не велика.

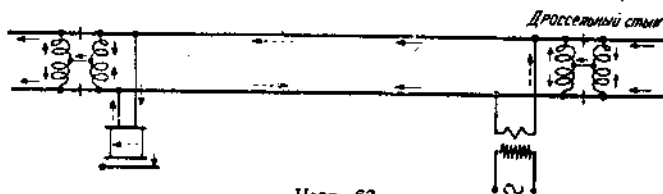
Двухрельсовые цепи переменного тока (в США—60, в Германии и в СССР—50 Hz) применяются при эл.-тяге постоянного и переменного тока, при чем в последнем случае обычно блокировочный ток д. б. обязательно более высокой частоты, чем тяговой.

В двухрельсовых цепях как переменного, так и постоянного тока делаются на изолированные участки обе нитки рельсов. Для создания непрерывности пути через рельсы для обратного тягового тока у изолирующих стыков

устанавливаются т. н. обходные дроссельные катушки, показанные схематически на черт. 63, где сплошными стрелками показано направление тягового тока, а пунктирными — блокировочного переменного тока.

Т. к. неизбежная утечка блокировочного тока от одной нитки к противоположной через дроссели пропорциональна напряжению на рельсах у зажимов дроссельных катушек, то при наличии в цепях дроссельных катушек целесообразно в целях экономии энергии применять более низковольтные путевые реле, чем применяемые в обычных цепях переменного тока. При тяге на переменном токе применяются в качестве путевых специальные частотные реле, не отзывающие на низкочастотный тяговой ток.

Стремление к возможно большей длине рельсовых цепей переменного тока при наличии больших потерь на утечку как через баласт, так и через дроссельные катушки заставляет при цепях переменного тока применять двухэлементные реле, для работы к-рых большая часть энергии получается от местного источника и лишь незначительная часть энергии должна поступить от рельсовой цепи.



Черт. 63.

Для регулирования силы тока, поступающего в путевое реле, и для ограничения силы тока от источников питания (элемента, аккумулятора или путевого тр-ра), посылаемого в рельсовую цепь при шунтировании ее поездом, включаются последовательно в цепь у источников питания регулируемые реостаты (ограничивающие сопротивления). В цепях переменного тока нередко вместо реостатов включаются реактивные сопротивления (реакторы).

В устройствах непрерывной авторегулировки применяются комбинированные рельсовые цепи, т. е.: 1) при рельсовых цепях постоянного тока накладываются на ту же рельсовую цепь еще один или даже два переменных тока (осевой и продольный) или 2) при электрификации тяги на ту же рельсовую цепь накладывается получаемый от особого кодового передатчика (трансммиттера) кодированный прерывистый переменный ток (с определенной частотой перерывов — 80, 120, 180 в мин.).

Основными характеристиками рельсовых цепей являются: 1) длина L в км; 2) сопротивление рельсов, включая переходные сопротивления на стыках, R_p в омах на км (в США на 1 000'); 3) омическое сопротивление R_0 или проводимость G_0 утечки баласта между двумя нитками цепи в омах или сименсах на км и 4) кажущееся сопротивление рельсов переменному току Z_p в омах на км.

Длина рельсовых цепей — от долей км до 5 км. Омическое сопротивление R_0 двух последовательно включенных ниток рельсовой цепи на один рельсовый путь по американским нормам не должно превосходить 0,5 Ω на 1 км пути и 0,9 Ω на всю рельсовую цепь. При измерении R_p на ж. д. СССР получены величины от 0,15 до 1,5 Ω /км. Сопротивление R_0 утечки баласта по из-

мерениям на ж. д. СССР составляет от 0,5 $\Omega/\text{км}$ до 50 $\Omega/\text{км}$ в зависимости от времени года и качества баласта (минимально весной, при таянии снега, и для глинистых, загрязненных баластов, максимально—зимой, во время морозов, и на щебеночном баласте с пропитанными креозотом шпалами). При расчетах свойства баласта удобнее характеризовать не сопротивлением R_6 , а проводимостью: $G_6 = 1/R_6$.

§ 3. Элементы рельсовых цепей.

а) Рельсовые соединители бывают штепсельные и приварные. Последние обычно применяются при эл. ж. д., а первые на паровых. Проводники соединителей делаются из железной оцинкованной, медной или биметаллической проволоки, а также из таких же тросов, тщательно приваренных на концах к двум слегка коническим штепселям, забиваемым в отверстия шейки рельсов. Штепселя д. б. хорошо облужены.

Дыры в рельсах во избежание ржавления должны сверлиться перед самой установкой соединителей. Вместо соединителей применяется оцинковка концов рельсов и внутренней стороны накладок, однако с течением времени вследствие стирания оцинковки сопротивление таких стыков резко увеличивается. Для удобства осмотра и смены соединители располагаются почти исключительно над стыковыми накладками.

б) Изолирующие стыки и части. Изолирующие стыки бывают: 1) с деревянными (бук, дуб) пропитанными накладками, 2) с металлическими накладками, изолированными от рельсов и болтов твердой фиброй (американский тип Кейстона и др.), и 3) смешанного типа, — с деревянными накладками и сплошным угольником под рельсами, изолированными от рельса фиброй (немецкий тип Вебера). В СССР пока применяются стыки первого типа на сближенных и сболченных шпалах. Между торцами рельсов на границе рельсовых цепей ставятся прокладки по профилю рельса из кожи или фибры толщиной ок. 5 мм. Фибра для стыков должна обладать достаточными механическими и изолирующими свойствами; уд. в. ее д. б. не меньше 1,3. При увеличении на образец ее (25,4 × 25,4 мм) давления с 43,5 до 2 178 кг сжатие ее не должно превосходить след. величин:

Толщина фибры в мм	3,18	4,75	6,35	9,5
Сжатие в мм . . .	0,61	0,76	0,965	1,32

Во избежание расстройств изоляции стыков вследствие раздавливания торцевой изолирующей прокладки д. б. приняты меры против угона рельсов (щебеночный баласт, противоугонные приспособления), безусловно необходимые особенно на уклонах и при тяжелом движении.

В рельсовых цепях на станционных территориях изоляция частей стрелочных переводов, тяг и крестовин производится обычно посредством фибровых прокладок.

в) Шпалы и баласт. Шпалы, пропитанные металлическими солями (хлористый цинк и др.), особенно свежей укладки, обладают большой эл.-проводимостью и потому непригодны для рельсовых цепей при применении сплошной смены шпал. При выборочной ежегодной смене шпал возможно укладывать на участках с рельсовыми цепями небольшой % пропитанных металлическими солями шпал, пролежавших несколько месяцев под открытым небом. Особенно рекомендуется для участков с рельсовыми цепями применение шпал с маслянистой (смолистой) пропиткой (креозот).

По эл. свойствам наилучший балласт—щебень и крупный гравий, наихудший—глинистый и шлаковый. Поверхность баласта д. б. чистой; дренаж должен обеспечивать отвод воды от пути. Между подошвой рельса и балластом не д. б. касания (воздушный зазор 40—50 мм).

г) Бутлеги и джемперы. Подходящие от реле и источников питания к Рельсовым цепям кабели телеграфного типа с хлопчатобумажной изоляцией разделяются в концевых стойках с муфтами (бутлегах) и заливаются массой. От бутлегов к рельсам идут голые тросы или медные изолированные провода, заканчивающиеся коническими штепселями, забиваемыми в отверстия в шейке рельсов. Для переходов от одной части рельсовой цепи к др. (на территории ст., у стрелок, крестовин и т. п.) применяются достаточного сечения голые железные оцинкованные перемычки (джемперы) в виде тросов, прикрепляемых к шпалам.

д) Дроссельные катушки (дроссели) в рельсовых цепях на участках ж. д. служат для создания обходного непрерывного пути у изолирующих стыков для обратного тягового тока (схема включения—на черт. 63). Омическое сопротивление дроссельных катушек ничтожно мало (десятичные доли ома), а кажущееся имеет сравнительно значительную величину (ок. 0,5 Ω).

Если в обеих нитках рельсов тяговые токи одинаковы, то в дроссельной катушке результирующее намагничивающее поле от тягового тока равно нулю и кажущееся сопротивление дроссельных катушек переменному блокировочному току остается значительным, не вызывая чрезмерного шунтирующего действия на рельсовую цепь.

При неравенстве же токов в обеих нитках создается намагничивающее поле, насыщающее магнитную систему дросселей и могущее значительно понизить кажущееся сопротивление дроссельных стыков вплоть до явления шунтирования путевого реле. Во избежание этого при постоянном тяговом токе применяются дроссельные стыки с достаточным (0,7—1 мм) воздушным зазором в их магнитной системе, предупреждающим при принятой величине неуравновешенности тяговых токов в рельсах значительное намагничивание сердечников и тем сохраняющим величину кажущегося сопротивления катушек на достаточной высоте. К дроссельным стыкам в США и Англии предъявляется требование, чтобы при разности токов в обеих нитках рельсов до 20% суммы номинальных токов в них (на эти токи рассчитываются дроссели) кажущееся сопротивление переменному блокировочному току не снижалось более, чем на 10%. При тяговом переменном токе дроссельные стыки применяются без воздушного зазора, т. к. при неравенстве тяговых токов в обеих нитках одна половина катушки дросселя, через к-рую протекает больший ток, наводит во второй половине эл.-движущую силу, стремящуюся увеличить ток во второй половине катушки и компенсирующую неравенство токов. Перегрев дроссельных катушек допускается в 75° С над окружающей средой. Дроссельные стыки строятся: 1) для постоянного тягового тока до 2500 А на одну рельсовую нитку и для переменного—от 75 до 700 А на одну нитку. Дроссельные катушки фирмы USSC^o на 1000 А тока в одной нитке имеют кажущееся сопротивление $x = 0,42 \Omega$ при $\cos \varphi = 0,2$.

е) Реостаты и реакторы для ограничения силы тока, получения сдвига фаз и защиты. Для регулировки тока в реле служат небольшие регулируемые реостаты из никелиновой или нихромовой проволоки, намотанной на фарфоровый цилиндр с подвижным ползунком; сопротивление их—от 2 до 10 Ω для рельсовых цепей и до 180 Ω для линейных.

Для получения требуемого сдвига фаз между токами в обмотках путевых и линейных двухэлементных реле служат реактивные катушки. В СССР строятся реактивные катушки для 50-периодного тока: 1) на нагрузку 10 В и 14 А без промежуточных выводов, с воздушным зазором в 0,36 мм и кажущимся сопротивлением в 0,715 Ω (для одного путевого реле в цепи) и 2) на

нагрузку до 55 В, 2,65 А с шестью выводами, с воздушным зазором в 0,39 мм (для дополнительного путевого реле в рельсовой цепи). Последняя катушка имеет след. кажущиеся сопротивления:

№№ выводов Сопротивления в Ω	1—6	1—5	1—4	2—6	2—5	2—4	1—3	3—6	3—5	3—4	1—2	4—6
	20,7	17,4	14,1	11,3	8,8	6,7	5,6	4,8	3,2	2,0	1,4	0,6

Иногда в однорельсовых цепях при эл.-тяге для защиты реле от насыщения тяговым постоянным током параллельно его. путевой обмотке подключаются реакторы с большим индуктивным и очень малым омическим сопротивлением (обходные дроссели). Для защиты путевого реле от влияния посторонних токов в рельсах иногда применяется включение его в рельсовую цепь при помощи изолирующих тр-ров (с коэф-том трансформации ≈ 1). Для защиты обмоток путевых реле от повреждения высоким тяговым напряжением при однорельсовых цепях в Америке в последнее время стали устанавливать разрядники между тяговым и блокировочным рельсом.

ж) **Контроллеры стрелочные**—представляют вид переключателей, работающих в связи с положением стрелочных перьев. Они используются: 1) для шунтирования рельсовой цепи при несоответствующем положении стрелки и 2) для установления зависимости показаний станционных сигналов при автоблокировке от положения острия стрелок. Контроллеры бывают двух- и трехпозиционные. Первые размыкают контакты, ставя их в противоположное положение, как только остриек стрелки отойдет от рамного рельса на небольшую величину (в США $\frac{3}{8}$ ", у нас 4 мм), контакты же вторых находятся в разомкнутом (среднем) состоянии во все время перевода стрелок и смыкаются в том или др. крайнем положении при плотном прижатии острия к рамным рельсам (когда зазор острием и рамным рельсом не более указанных выше величин). К стрелочным контроллерам предъявляются требования: 1) скольжение контактов при замыкании д. б. не меньше 0,8 мм; 2) раствор (расхождение) контактов д. б. не меньше 1,6 мм; 3) контакты должны выдерживать, не перегреваясь, длительно ток в 15 А; 4) сопротивление контактов д. б. не больше 0,02 Ω ; 5) выдерживание испытания на пробивание от 3000 В переменного тока (1').

§ 4. Реле для автоблокировки.

а) **Классификация реле.** По роду тока реле бывают постоянного и переменного тока; по числу положений якоря—двух- и трехпозиционные; по числу независимых обмоток—одно- и двухэлементные; по отношению к направлению постоянного тока—нейтральные, поляризованные и комбинированные.

По назначению и характеру работы различают:

1) **путевые реле (ПР)**, включаемые в рельсовые цепи и отзывающиеся на состояние их;

2) **линейные реле (ЛР)**, включаемые в провода сигнальной линии и служащие для установления необходимой связи сигналов соседних блок-участков между собою;

3) **повторительные (ЛП) реле**, повторяющие действие др. реле, преимущественно линейных;

4) **самоудерживающие или блокирующие (БР) реле**, к-рые, получив возбуждение через контакты другого реле, далее сами удерживаются возбужденными через свой собственный контакт, хотя бы первая цепь для возбуждения их обмоток была прервана; путь возбуждения через собственный

контакт в них прерывается в зависимости от контакта третьего управляющего реле (в соответствии со схемой);

5) аварийные реле (АР), служащие для переключения основного питания на резервное в случае прекращения подачи энергии по питающим линиям;

6) включающие (ВР) реле, служащие для включения сигнальных огней только при подходе поезда на известное расстояние к данному сигналу, нормально держащие сигналы в потушенном состоянии, благодаря чему экономится эл. энергия на горении ламп.

По скорости срабатывания различают реле:

а) быстро действующие, срабатывающие в период ок. 0,3 ск. после их шунтирования;

б) нормально действующие, срабатывающие в 0,5 ск. после их шунтирования;

в) медленно действующие, срабатывающие в более длительный период времени, нормально—в 0,9 ск.

Достигается медленное отпадание якоря одеванием на сердечники под катушки толстых медных гильз (толщиной в 6 мм). Аналогично медленно действующим реле работают все путевые реле, в к-рых при поездном шунте закороченные катушки играют ту же роль, что и медные гильзы под катушками. Для получения быстрого отпадания якоря между ярмом и сердечниками реле прокладываются тонкие медные шайбы.

По принципу, положенному в основу работы реле, различают след. виды их:

1) эл.-магнитные, действующие на принципе эл.-магнита (чаще всего подковообразного);

2) индукционные, чаще называемые секторными или дисковыми, действующие на принципе вращения диска или сектора под влиянием взаимодействия индуктированного в них тока с магнитным полем обмоток реле;

3) моторные, имеющие своей движущей частью механизм, подобный мотору постоянного или переменного токов.

Контакты нейтрального реле постоянного тока, замыкаемые при притянутом якоре, называются фронтовыми (Ф) и замыкаемые при отпавшем якоре—тыловыми (Т).

Контакты поляризованного якоря в реле постоянного тока и контакты реле переменного тока бывают нормальные (Н) и переведенные (П), замыкаемые соответственно при нормальном и переведенном положениях якоря или сектора.

Контакты, составляющие группу с общей точкой при обоих положениях якоря, называются зависимыми, а замыкающие разные независимые цепи при обоих положениях якоря—независимыми.

б) **Характеристики реле.** В реле постоянного тока различают: а) начальный зарядный ток, создающий максимальное допустимое намагничивание, сказывающееся в последующих проявлениях гистерезиса; б) ток прямого притяжения, при к-ром подвижной и фронтальной контакты только смыкаются, но не создается полного давления между ними; в) рабочий ток, или ток полного притяжения, при к-ром якорь, притянувшись полностью, доходит до упора, и г) ток отпадания.

Токи прямого и полного притяжения определяются после предварительного возбуждения реле зарядным током. Определение указанных токов может производиться как током той же полярности, что и зарядный, так и током обратной полярности.

Согласно спецификации АРА к реле постоянного тока предъявляются требования, приведенные в табл. 12.

в) **ТУ для реле постоянного тока.** Осевая продольная игра якоря—не менее 0,25 и не более 0,5 мм. Днам. осей якоря—не менее 1,6 мм, а длина

Табл. 12. Требования к реле постоянного тока.

Название токов	Значение токов при испытаниях в ремонтных мастерских (на 3-дах)		Значение токов при испытаниях на месте установки	
	для реле		для реле	
	нейтрального	поляризованного	нейтрального	поляризованного
Начальный зарядный ток	Четырехкратный ток прямого притяжения при нормальной полярности		Рабочий ток или напряжение при нормальной полярности	
Ток отпадания	Не менее 90% номинального, указанного на реле, и 430% тока прямого притяжения при нормальной полярности		Не менее 70% номинального, указанного на реле, и 33% тока прямого притяжения при нормальной полярности и во всяком случае не менее 35 мА для двухполюсных реле	
Ток прямого притяжения при нормальной полярности	Не более чем на 10% выше номинального, указанного на реле		Не более чем на 10% выше номинального	
Ток прямого притяжения при обратной полярности	Не более чем на 25% выше тока прямого притяжения при нормальной полярности	Не более чем на 10% выше номинального	Не более чем на 30% выше тока прямого притяжения при нормальной полярности	
Рабочий ток или напряжение при нормальной полярности	Не более чем на 10% выше номинального		Не более чем на 10% выше номинального	
Рабочий ток или напряжение при обратной полярности	Не более чем на 10% выше номинального		Не более чем на 10% выше номинального	
Ток для переключения контактов поляризованного якоря	Не более 85% тока прямого притяжения нейтрального якоря при нормальной полярности	Не более 85% тока прямого притяжения нейтрального якоря при нормальной полярности	Не более 85% тока прямого притяжения нейтрального якоря при нормальной полярности	
Рабочий ток для поляризованного якоря	Не более 83,5% рабочего тока нейтрального якоря при нормальной полярности	Не более 83,5% рабочего тока нейтрального якоря при нормальной полярности	Не более 83,5% рабочего тока нейтрального якоря при нормальной полярности	

шейки их—не менее 2,4 мм. Разность диам. шейки и подшипника—не менее 0,05 мм и не более 0,1 мм.

Рабочий воздушный зазор нейтрального якоря—0,38 мм, а физический зазор—не менее 0,33 мм. То же для поляризованного якоря с двумя нормальными и двумя переведенными контактами—не менее 0,625 мм. Сопротивление катушек при 20° С не должно отличаться больше чем на $\pm 5\%$ для катушек сопротивлением до 5 Ω и ниже и на $\pm 10\%$ для катушек сопротивлением выше 5 Ω .

Начальное сопротивление чистых фронтальных контактов при возбуждении реле рабочим током д. б. не выше 0,18 Ω для контактов уголь—металл и 0,4 Ω для контактов уголь—уголь. После 100 000 срабатываний оно д. б. не выше соответственно 0,3 Ω и 2,0 Ω .

Сопротивления контактов измеряются по способу амперметра-вольтметра при пропускании через них постоянного тока в 1 А. Начальное сопротивление тыловых контактов металл—металл—не больше 0,03 Ω . Контакты всех типов должны выдерживать длительно 3 А, а контакты металл—металл и уголь—металл—5 А в течение 30 сек. Нажим фронтальных контактов при якоря, притянута до упора,—не менее 30 г на один контакт. Скольжение контактов при замыкании—не менее 0,25 мм. Расхождение между подвижными и тыловыми контактами в момент замыкания фронтальных контактов $\leq 0,5$ мм, а при якоря, притянута до упора, $\leq 1,0$ мм. Расхождение для фронтальных контактов нейтральных и для всех контактов поляризованных якорей—не менее 1,27 мм. Испытание на пробивание между всеми изолированными друг от друга токоведущими частями, а также между ними и корпусом производится переменным током в 3 000 В.

Вращающий момент якоря в сторону отпадания без нажима контактных пружинок—не менее 360 г·см, а сила тока через катушки, при к-ром при этих условиях отпадает якорь,—не менее 21 мА для 2 Ω путевого реле.

Табл. 13. Величины токов (в мА) для нейтральных реле.

Сопротивление реле Ω	Ток полного притяжения мА		Ток прямого притяжения только до касания с верхним контактом		Ток отпадания с нажатием пружинок, мА	
	на 3-4 конт.	на 6 конт.	3-4 конт.	6 конт.	3-4 конт.	6 конт.
2	105	134	94	103	53	57
4	70	97	65	74	37	40
250	10,2	14,1	9,4	10,8	5,4	5,9
500	7	9,7	6,5	7,4	3,7	4,1
670	6,1	8,5	5,7	6,5	3,2	3,6
1 000	5,3	7,3	4,9	5,6	2,8	3,1

г) Реле переменного тока. По конструкции и принципу действия реле переменного тока отзываются либо только на переменный ток любой частоты, либо только на переменный ток определенной частоты (частотные реле, применяемые при эл.-тяге переменного тока). Реле первого типа (секторные, дисковые, гальванометрические и моторные) обычно бывают: 1) одноэлементные—двухпозиционные и 2) двухэлементные—двух- и трехпозиционные; реле эл.-магнитные с подъемным якорем—только одноэлементные двухпозиционные. Реле частотные бывают как одноэлементные двухпозиционные, так и двухэлементные двухпозиционные.

Двухэлементные трехпозиционные реле переменного тока реагируют на изменение фазы (перемены направления) тока в одной из обмоток, вызывая вращение подвижной части реле в противоположном направлении, поэтому

Табл. 14. Данные одноэлементных секторных и дисковых путевых реле.

Фирма и тип	Частота перемен. тока Hz	Рабочие		Созф	Для каких дорог
		напряж. V	ток А		
USSC ⁰ , SLV-13 . .	25	2,65	1,5	0,65	Паровых
" " " . .	50	4,3	1,7	0,6	"
" " " . .	60	4,5	1,5	0,65	"
" " " . .	50	2,15	3,4	0,6	Эл. пост. ток
" " " . .	25	0,6	7	0,5	"
" " " . .	50	1,1	7	0,6	"
VES дисковые . . .	50	2,5	4	0,92	Паровых

эти реле применяются в качестве линейных при трехзначной сигнализации. Двухэлементные двухпозиционные реле применяются в качестве путевых, т. к. требуют для работы получения лишь незначительной доли энергии от путевой обмотки. Двухэлементные реле зав. им. Казицкого выпускает под маркой ДСР.

Для эл. ж. д., питаемой от рельсовой цепи, путевая обмотка реле рассчитывается на более низкое напряжение, чем для паровых дорог, чтобы уменьшить утечку через дроссельные катушки.

Одноэлементные двухпозиционные секторные и дисковые реле применяются обычно в качестве путевых реле при паровой и эл. тяге постоянного тока на коротких рельсовых цепях, т. к. они потребляют относительно много энергии. Эти реле нечувствительны к постоянному току, но последний может вызвать насыщение магнитной системы реле и тем сделать их медленно действующими.

Табл. 15. Данные двухэлементных секторных реле фирмы USSC⁰ (модель 15).

Число позиций	Род реле	Число контактов			Путевая или линейная обмотка						Местная обмотка			Число периодов пер. тока Hz	Сопротивления вклоч. послед. в линейн. обм. Ω	
		Ф или Н	Т или П	Средних	нормальная работа		полное притяжение		прямое притяжение		отпадание в % пр. притяжен.	V	А			Cos φ
					V	А	V	А	V	А						
3	Линейное	8	5	2	13	0,518	13	0,518	7,25	0,288	80	110	0,58	0,2	50	16,25
3	Линейное	4	0-6	—	110	0,048	106	0,046	53	0,023	90	110	0,4	0,24	50	2000
3	Путевое	6	6	—	110	0,083	87	0,068	25	0,021	80	110	0,4	0,24	50	900
3	Путевое	6	4	—	0,26	0,32	0,26	0,32	0,18	0,22	90	110	0,4	0,42	50	—
3	Путевое	4	4	—	0,37	0,45	0,42	0,51	0,20	0,24	80	110	0,4	0,42	50	*1
3	Путевое	6	5-6	—	0,29	0,91	0,29	0,91	0,17	0,53	90	110	0,4	0,455	50	—
3	Путевое	4	4	2	0,54	1,66	0,6	1,84	0,26	0,81	80	110	0,4	0,455	50	*2

*1 Для идеального смещения фаз путевое напряжение должно отставать от местного на 72° или опережать на 108°; путевой ток должен отставать от местного напряжения на 86° или опережать на 94°. *2 Для идеального смещения фаз путевое напряжение должно отставать от местного на 65° или опережать на 115°, а путевой ток отставать от линейного (местного) на 39° или опережать на 141°.

Двухэлементные секторные путевые реле благодаря незначительному потреблению энергии в путевой обмотке могут применяться для длинных рельсовых цепей. Их отношение к постоянному току—как и одноэлементных секторных реле. Наибольший момент вращения сектора этих реле создается при разности фаз тока в местной обмотке и тока в секторе, равной 90° .

Моторные, или полифазные, реле, обычно двухэлементные, работают на принципе асинхронного мотора, в котором ротор в виде полого цилиндра увлекается вращающимся полем, созданным двумя обмотками с токами, сдвинутыми друг по отношению к другу на угол, близкий к 90° . Т. к. амплитуды потоков обеих обмоток не равны между собою, то результирующее вращающееся поле является не круговым, а эллиптическим. Область применения этих реле и отношение их к постоянному току—те же, что и секторных двухэлементных реле.

Табл. 16. Данные путевых моторных реле фирмы USSC^o.

Для каких дорог,	Частота перем. тока Hz	Местная обмотка			Путевая обмотка		
		ток А	напряж. V	соэф	ток А	напряж. V	соэф
Паровых {	25 60	2,0 0,12	12 110	0,65 0,7	0,38 0,3	0,32 0,24	0,65 0,65
Эл. на постоянном токе {	25 60	2,0 0,15	12 110	0,4 0,85	0,25 0,17	0,15 0,15	0,65 0,6

Действие гальванометрических реле основано на взаимодействии подвижной и неподвижной катушек. Момент вращения якоря получает свой максимум при разности фаз между токами в обеих катушках $\varphi = 0$ или π . Постоянный ток значительной силы, попавший в путевую обмотку, может вызвать периодические колебания якоря, если масса подвижной обмотки не велика. Строятся гальванометрические реле с железом и без него. Последний тип не боится насыщения, вызываемого попавшим в путевую катушку постоянным током, но требует для работы большей мощности.

Табл. 17. Данные гальванометрических реле фирмы USSC^o.

Тип гальванометрического реле	Для каких дорог	Число периодов перем. тока	Местная обмотка			Путевая обмотка		
			ток.	напряж.	соэф	ток.	напряж.	соэф
С железом	Паровых . . {	25	0,2	110	0,54	1,0	1,0	0,8
		60	0,4	110	0,24	1,0	1,5	0,7
Без железа	Паровых . . {	25	0,33	110	0,7	1,0	1,5	0,9
		60	0,33	110	0,4	1,5	3,0	0,9
Тоже	{ Эл-ческих постоянн. тока	25	0,33	110	0,7	3,0	0,5	0,95
		60	0,43	110	0,34	2,0	0,4	0,9

Частотные реле либо строятся по типу центробежных регуляторов, либо же составляются из нормальных реле переменного тока, включаемых в одну из диагоналей мостика Витстона с омическими и индуктивными со-

противлениями в плечах. Применяются они в качестве путевых при эл.-тяге на переменном токе, при чем второй тип требует большей мощности от рельсовой цепи.

В последние годы в Америке появились (изготовлены и в СССР) реле переменного-постоянного тока, представляющие собой нормальные реле постоянного тока, снабженные купроксными выпрямителями и включаемые в нормальные рельсовые цепи переменного тока. Преимущества таких реле—более низкая стоимость и меньшее потребление энергии сравнительно с обычными одноэлементными реле переменного тока; такие реле не могут применяться в качестве путевых при эл.-тяге на переменном токе и в качестве линейных, где реле требуются на три позиции. Для нормальной работы купроксных реле требуется 0,4 В и 1 А.

д) **Технические требования для реле переменного тока.** В виду чрезвычайного разнообразия конструкций для реле переменного тока имеются лишь общие требования (американские). В отношении механической конструкции реле, диэлектрической прочности и изоляции требования те же, что и для реле постоянного тока. Контакты должны давать скользящий контакт и иметь давление не меньше 14 г. Сопротивление контактов—не больше 0,5 Ω , а их расхождение—не меньше 0,8 мм. Все части подвижных контактов, кроме контактных наконечников, д. б. отделены от других токоведущих и металлических частей пространством не менее 2,5 мм. Контакты должны выдерживать длительно и размыкать токи, обусловленные в заказе.

Все подвижные части в реле, кроме подшипников и контактов, д. б. отделены друг от друга: в радиальном направлении—0,5 мм, в продольном—0,43 мм. Минимум осевой игры—0,25 мм. Напряжение отпадания реле должно соответствовать условиям заказа и д. б. во всяком случае не меньше 45% напряжен. я. при к-ром происходит касание контактов, а последнее д. б. не меньше 50% рабочего напряжения. В двухэлементных реле испытания для получения характеристик производятся путем изменения напряжения только в путевой или линейной, но не в местной обмотке.

Реле должны работать удовлетворительно при напряжениях на обеих обмотках, равных 85% нормального. При указанных выше изменениях смещение фаз токов в обмотках двухэлементных реле д. б. возможно ближе к идеальному; для указанной цели при измерениях реле применяются безындукционные регулируемые реостаты и регулируемые реакторы или же специальные питающие тр-ры с подвижным ярмом.

§ 5. Питание автоблокировочных установок.

а) **Классификация и выбор системы питания.** Для питания рельсовых и линейных цепей, семафорных приводов и светофоров в США при автоблокировке применяются след. системы питания: 1) чисто переменный ток от высоковольтных линий; 2) смешанная (буферная) система переменного тока с аккумуляторами; 3) то же, что и п. 2 для питания линейных цепей и сигналов, но с первичными элементами для рельсовых цепей; 4) чисто переменный ток от линии передачи для питания сигналов и первичные элементы для рельсовых и линейных цепей; 5) первичные элементы.

На ж. д. СССР имеют применение системы, указанные в пп. 1, 2 и 5, к-рые также наиболее распространены и в США.

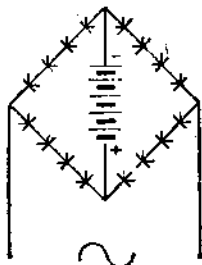
Питание от первичных элементов применяется при отсутствии в районе, подлежащем оборудованию автоблокировкой ж.-д. линий, эл. станций переменного тока, ж.-д., промышленных, местных или районных. Стоимость энергии, получаемой от первичных элементов, очень высока; затраты на первоначальное оборудование относительно низки.

Смешанная система переменного тока применяется при обеспечении установки подачей переменного тока на паровых дорогах. В виду того, что в СССР

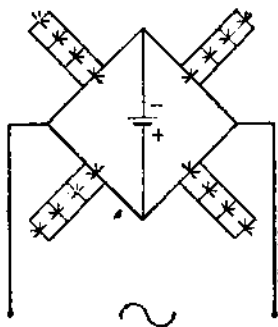
производство первичных элементов большой емкости еще не развито, смешанная система применяется и там, где нет эл. станций переменного тока, прибегая в таких случаях к установке небольших дизельных станций или преобразователей постоянного тока в переменный (при наличии эл. станций постоянного тока). Плечо передачи (длина линии передачи в одну сторону от источника питания) при напряжении в 6 600 V составляет до 80 км при медных и до 50 км при железных проводах. Дизельные ст. должны обязательно иметь резерв.

Питание чисто переменным током применяется только при эл.-тяге на постоянном или переменном токе.

б) Особенности смешанной системы переменного тока. При указанной системе аккумуляторные батареи находятся через выпрямители все время под зарядом, в то же время периодически отдавая энергию для сигнальных устройств (в моменты, когда напряжение выпрямителя ниже напряжения аккумуляторов).



Черт. 64.



Черт. 65.

Лампы светофоров питаются непосредственно переменным током и лишь при аварии сети переменного тока автоматически через аварийные реле переключаются на питание от аккумуляторов. Емкость аккумуляторов подбирается т. о., чтобы они при аварии линии передачи могли питать все устройства минимально 48 час. Для поддержания батарей все время в состоянии полного заряда система регулируется т. о., чтобы среднее напряжение на клеммах включенной аккумуляторной батареи поддерживалось в пределах от 2,1 до 2,2 V (на элемент при свинцовых аккумуляторах). Зарядный ток должен сверх отдаваемой аккумуляторными мощностью покрывать еще ток саморазряда аккумуляторов, составляющий в сутки ок. 1 % их полной емкости. Для заряда в последнее время применяются почти исключительно купроксные выпрямители в соединении с небольшими тр-рами, снабженными для регулировки подвижным ярмом (магнитным шунтом). Для использования обеих полувольт переменного тока выпрямительные элементы включаются по схеме мостика Грца.

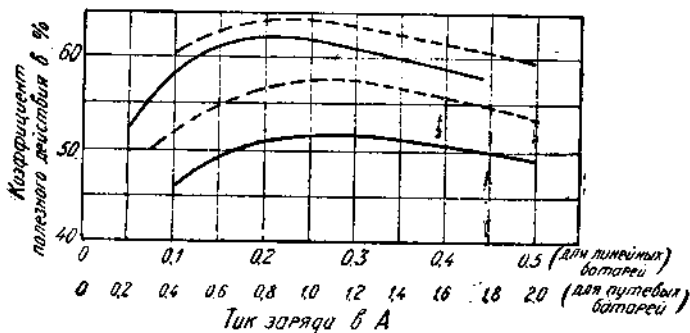
Купроксные выпрямительные элементы для питания линейных цепей соединяются при этом по несколько последовательно в каждом плече мостика Грца (черт. 64), а для рельсовых цепей—параллельно (черт. 65).

Кривые кпд купроксного выпрямителя фирмы USSC даны на черт. 66 (пунктиром—для линейных и сплошными линиями—для путевых выпрямителей). Верхние две кривые относятся к выпрямителям RX-10 без тр-ра, но

с дросселем для регулировки, а нижние две—к выпрямителю RT-10 с регулировкой при помощи подвижного ярма тр-ра.

При низких темп-рах кпд купроксного выпрямителя снижается. Первичное напряжение выпрямительного тр-ра—110 или 220 V. У нас при автоблокировке применяются только купроксные выпрямители. Заводом «Светлана» выпускаются путевые выпрямители ПТВ на 2,2 V и 2,4 A и сигнальные СТВ на 13,5 V и 0,6 A. Линии передачи для смешанной системы устраиваются так же, как и при системе питания переменным током.

Первичные элементы, а также и аккумуляторы при буферной системе помещаются в особые бетонные колодцы. Последние д. б. зарыты на достаточную глубину, чтобы в самые большие морозы темп-ра внутри них держалась



Черт. 66.

лась по возможности не ниже нуля, т. к. низкая темп-ра понижает емкость элементов и аккумуляторов. Колодцы д. б. защищены от проникновения почвенных вод.

в) Подсчет потребной мощности для питания. Руководящие указания о питании даются в руководстве «Эксплуатационные требования и расчеты для составления проекта автоблокировки». При питании первичными элементами путевая батарея составляется из трех параллельно соединенных элементов по 1 000 Ah; линейная батарея для проходных и входных соединенных элементов при номинальном напряжении ламп в 12 V и мощности в 15 W—из 25 последовательно соединенных элементов медноокисных емкостью в 1 000 Ah, имеющих среднее разрядное напряжение ок. 0,6 V. При другом напряжении ламп или ином типе элементов число последних соответственно изменяется.

Табл. 18. Данные для подсчета мощности.

Род сигнальной установки	W Мощность в ваттах	$V = I \cdot \sin \varphi$ (V · A) · sin φ
Одиночная сигнальная установка	70	122
Двойная	100	150
Группа выходных сигналов двухпутного разъезда	110	150
То же трехпутного	125	150
» четырехпутного	195	220
» пятипутного	210	220
Междусигнального питания	50	115

Для совмещенных сигналов ставится по одной линейной батарее на каждый светофор. Для выходных светофоров берется одна линейная батарея из элементов по 1 000 Аh на каждую группу светофоров. Наибольшая длина рельсовой цепи при питании от первичных медноокисных элементов—ок. 800 м.

При смешанной системе на однопутной линии можно грубо-ориентировочно считать сигнальную нагрузку ок. 0,5 kVA на 1 км при $\cos \varphi = 0,6$, считая ее приложенной в середине участка питания. Более точный расчет м. б. произведен, исходя из примерных данных табл. 18.

Для подсчета мощности для каждого участка питания составляется табл. след. вида:

№№ п/п	Род сигналь- ной установки	Расстояние от питающ. станции L	W	$V \cdot I \cdot \sin \varphi$	$L \cdot W$	$L \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi$
1	2	3	4	5	6	7

Просуммировав графы 3—7, по полученным результатам можно вычислить необходимые для расчета линии передачи величины:

$$VA = \sqrt{W^2 + (V \cdot I \cdot \sin \varphi)^2} \text{ и } \cos \varphi = \frac{W}{VA}.$$

Расстояние центра тяжести нагрузки (если считать ее сосредоточенной) от питающей станции:

$$l = \frac{V(LW)^2 + (L \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi)^2}{VA}.$$

Для высоковольтной линии передачи применяются либо медные провода сечением 16 мм², либо, в виду дефицитности меди, железные отожженные провода диам. не менее 5 мм.

Падение напряжения в сигнальных линиях передачи—не более 5%. Колебание напряжения на станции—не выше $\pm 5\%$. Если оно больше, требуется применение регулирующих приборов на отдельных фидерах.

Т. к. сопротивление железного провода переменному току не есть величина постоянная, а изменяется в зависимости от силы тока, то для расчета линии передачи с железными проводами следует пользоваться данными, указанными на стр. 258 справочника «Электротехнические правила и нормы», часть I изд. 1933 г. Механический расчет их в соответствии с данными на стр. 152 тех же правил, с учетом особых условий гололедных районов. В отступление от общих норм, в пределах полосы отчуждения ж. д. наименьшая точка проводов высокого напряжения д. б. выше головки рельса не менее, чем на 4,5 м, а сигнальные провода на тех же столбах не менее, чем на 2,5 м над головкой рельса.

Расчет влияний сигнальных линий передач на линии связи производится в соответствии с указаниями упомянутых выше правил (стр. 274).

Количество и емкость свинцовых аккумуляторов при смешанной системе подбирается след. обр.: 1) путевая батарея—один аккумулятор емкостью в 63—74 Аh при 7½ час. разряде; 2) линейная батарея при тех же условиях, к-рые были приняты выше для первичных элементов,—шесть последовательно соединенных аккумуляторов емкостью в 63—74 Аh. Максимальная длина рельсовой цепи нормально до 1 500 м, а при особо хорошем баласте—до 1 800 м.

§ 6. Расчет рельсовых цепей.

Рельсовая цепь аналогична телеграфной воздушной линии и потому к ней применимы ф-лы для расчета телеграфных линий.

Ф-ла для расчета рельсовой цепи постоянного тока:

$$V_a = V_e \cdot \operatorname{ch} \gamma l + z I_e \cdot \operatorname{sh} \gamma l;$$

$$I_a = I_e \cdot \operatorname{ch} \gamma l + \frac{V_e}{z} \cdot \operatorname{sh} \gamma l,$$

где: $\gamma = \sqrt{R_p \cdot G_0}$ и $z = \sqrt{\frac{R_p}{G_0}}$ — в гиперболических радианах, V_a и I_a — напряжение и ток на рельсах у питающего конца; V_e и I_e — то же у релейного конца; l — длина рельсовой цепи в км.

Табл. гиперболических ф-ций см. т. I справочника.

Пример. Даны: рельсовая цепь длиной $l = 1,2$ км; путевое реле сопротивление 2 Ω ; сопротивление соединительных проводов 0,08 Ω ; $R_p = 0,5$ $\Omega/\text{км}$; $G_0 = 0,28$ $\text{С}/\text{км}$; $I_e = 0,105$ А. Находим:

$$\gamma = \sqrt{R_p \cdot G_0} = \sqrt{0,5 \cdot 0,28} = 0,364; \quad \gamma \cdot l = 0,364 \cdot 1,2 = 0,4368;$$

$$z = \sqrt{\frac{R_p}{G_0}} = \sqrt{\frac{0,5}{0,28}} = 1,335.$$

Учитывая падения напряжения в проводах от реле до рельсов, получим:

$$V_e = 2 \cdot 0,105 + 0,08 \cdot 0,105 \approx 0,219,$$

поэтому:

$$\begin{aligned} V_a &= 0,219 \cdot \operatorname{ch} 0,4368 + 1,335 \cdot 0,105 \cdot \operatorname{sh} 0,4368 = \\ &= 0,219 \cdot 1,096 + 1,335 \cdot 0,105 \cdot 0,454 = 0,304 \text{ В}; \end{aligned}$$

$$I_a = 0,105 \cdot 1,096 + \frac{0,219}{1,335} \cdot 0,454 \approx 0,19 \text{ А}.$$

Для рельсовых цепей переменного тока применяются ф-лы:

$$\begin{aligned} \bar{V}_a &= \bar{V}_e + Z_0 \bar{I}_e + \frac{\bar{Z}_0}{2} \cdot \frac{\bar{G}_0}{1} \cdot \bar{V}_e + \frac{\bar{Z}_0}{3} \cdot \frac{\bar{G}_0}{2} \cdot \frac{\bar{Z}_0}{1} \cdot \bar{I}_e + \\ &+ \frac{\bar{Z}_0}{4} \cdot \frac{\bar{G}_0}{3} \cdot \frac{\bar{Z}_0}{2} \cdot \frac{\bar{G}_0}{1} \cdot \bar{V}_e + \dots; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{I}_a &= \bar{I}_e + \bar{G}_0 \bar{V}_e + \frac{\bar{G}_0}{2} \cdot \frac{\bar{Z}_0}{1} \cdot \bar{I}_e + \frac{\bar{G}_0}{3} \cdot \frac{\bar{Z}_0}{2} \cdot \frac{\bar{G}_0}{1} \cdot \bar{V}_e + \\ &+ \frac{\bar{G}_0}{4} \cdot \frac{\bar{Z}_0}{3} \cdot \frac{\bar{G}_0}{2} \cdot \frac{\bar{Z}_0}{1} \cdot \bar{I}_e + \dots, \end{aligned}$$

где Z_0 и G_0 — кажущееся сопротивление рельсов и проводимость изоляции баласта всей рельсовой цепи.

В приведенной ф-ле все члены представляют векторные величины, что необходимо учитывать при расчете.

Обычно при расчете рельсовых цепей переменного тока применяется графический метод построения приведенных выше ур-ий (рядов). Т. к. проводимость изоляции баласта G_0 считается безындукционной, то каждый вектор второго ряда (начиная со второго члена) совпадает по фазе с предыдущим по счету вектором первого ряда. С др. стороны, т. к. сопротивление рельсов Z_0 индуктивно, то векторы первого ряда (начиная со второго члена) по фазе будут опережать предыдущий по счету вектор второго ряда на некоторый угол, равный фазному углу сопротивления Z_0 .

Сопротивление рельсов Z_0 и соответствующий фазный угол φ м. б. приближенно интерполированием (по заданным длине звеньев, частоте тока и

Табл. 19. Удельное вращающееся сопротивление рельсов (Z_p) на 1 км пути.

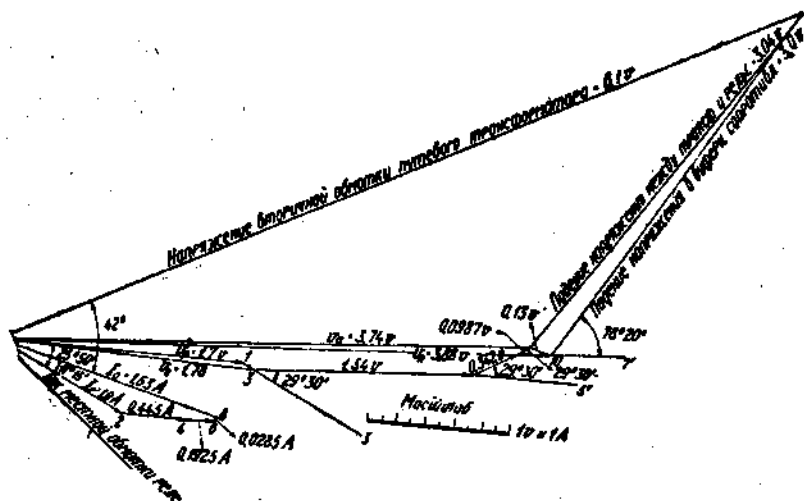
Вес рельсов кг/п. м	8,38				9,14				10,05			
	25		60		25		60		25		60	
	Z_p	cos φ	Z_p	cos φ	Z_p	cos φ	Z_p	cos φ	Z_p	cos φ	Z_p	cos φ
49,7	I	0,328	0,40	0,820	0,328	0,40	0,820	0,40	0,328	0,40	0,820	0,40
	II	0,427	0,72	0,918	0,427	0,70	0,917	0,56	0,427	0,59	0,886	0,54
	III	0,558	0,83	0,985	0,525	0,82	0,985	0,63	0,492	0,79	0,962	0,62
	IV	0,623	0,87	0,985	0,623	0,86	1,050	0,69	0,557	0,84	1,015	0,68
	V	0,820	0,91	1,015	0,722	0,91	1,145	0,74	0,556	0,88	1,115	0,73
	VI	1,312	0,97	1,640	0,88	1,180	0,96	0,87	1,115	0,96	1,443	0,85
44,7	I	0,328	0,45	0,852	0,43	0,328	0,852	0,43	0,328	0,43	0,852	0,43
	II	0,459	0,73	0,952	0,58	0,427	0,920	0,58	0,427	0,70	0,885	0,54
	III	0,558	0,83	1,015	0,67	0,525	1,015	0,64	0,525	0,90	0,952	0,62
	IV	0,623	0,87	0,952	0,71	0,623	1,082	0,70	0,557	0,84	1,015	0,68
	V	0,755	0,91	1,180	0,76	0,853	1,182	0,76	0,656	0,89	1,115	0,73
	VI	1,312	0,97	1,675	0,89	1,215	1,575	0,88	1,148	0,96	1,475	0,86
42,3	I	0,328	0,46	0,852	0,46	0,328	0,852	0,46	0,328	0,46	0,852	0,46
	II	0,459	0,74	0,952	0,50	0,427	0,952	0,50	0,427	0,71	0,918	0,58
	III	0,558	0,84	1,050	0,68	0,537	1,015	0,67	0,525	0,81	0,985	0,65
	IV	0,623	0,88	1,082	0,72	0,623	1,082	0,69	0,590	0,85	1,050	0,70
	V	0,755	0,91	1,214	0,77	0,755	1,182	0,77	0,689	0,89	1,145	0,76
	VI	1,345	0,97	1,705	0,89	1,215	1,605	0,88	1,148	0,96	1,510	0,89
39,8	I	0,361	0,48	0,852	0,48	0,328	0,852	0,48	0,361	0,48	0,852	0,48
	II	0,459	0,75	0,952	0,62	0,459	0,952	0,60	0,427	0,72	0,952	0,60
	III	0,558	0,84	1,050	0,69	0,537	1,015	0,68	0,525	0,82	1,015	0,67
	IV	0,657	0,88	1,115	0,73	0,657	1,115	0,73	0,590	0,85	1,082	0,71
	V	0,755	0,91	1,245	0,78	0,755	1,215	0,78	0,689	0,89	1,176	0,76
	VI	1,345	0,97	1,740	0,89	1,215	1,605	0,88	1,148	0,96	1,540	0,87
34,8	I	0,361	0,52	0,885	0,52	0,361	0,885	0,52	0,361	0,52	0,885	0,52
	II	0,492	0,77	0,985	0,65	0,459	0,985	0,65	0,459	0,75	0,985	0,64
	III	0,590	0,86	1,082	0,72	0,557	1,082	0,71	0,557	0,82	1,050	0,70
	IV	0,657	0,89	1,180	0,75	0,657	1,148	0,75	0,590	0,86	1,115	0,74
	V	0,787	0,92	1,280	0,80	0,787	1,245	0,81	0,722	0,90	1,215	0,78
	VI	1,375	0,97	1,770	0,90	1,245	1,575	0,89	1,180	0,96	1,575	0,87

В этой табл. приняты сл. обозначения типов рельсовых соединителей: I—хорошее соединение большого сечения проводника по типу применяемых при ст. таге; II—соединитель из двух проводов полутвердой меди диам. 4,115 мм каждый; III—соединитель из одной железной проволоки диам. 4,19 мм и одной медной—диам. 4,115 мм; IV—соединитель из двух биметаллических проводов диам. 4,115 мм каждый, проводимость 40%/6; V—соединитель, как по типу IV, но с проводами проводимости 30%/6; VI—соединитель из двух железных оцинкованных проводов диам. 4,19 мм каждый.

типу рельсов с соединителем) взят из табл. 19, составленной на основании американских данных. При эл.-тяге проходящий по рельсам тяговый ток создает нек-рое намагничивание рельсов, в результате чего их проницаемость и кажущееся сопротивление будут ниже указанных в табл. величин. Поэтому при применении табл. для расчетов цепей при эл.-тяге получится погрешность в сторону увеличения надежности работы цепи.

Пример 1. Даны: рельсовая цепь при паровой тяге длиной $l = 1$ км, с рельсовыми вставками длиной 10,06 м; вес рельса 39,8 кг/м.; рельсовые соединители типа VI, проводимость баласта $G_0 = 0,25 \Omega$; реле гальванометрическое двухэлементное, с данными путевого обмоткой 1,7 В, 1,0 А и $\cos \varphi = 0,9$ ($\varphi = 25^\circ 50'$) и местной обмоткой 110 В, 0,3 А и $\cos \varphi = 0,4$ ($\varphi = 66^\circ 25'$) при 60 Н; сопротивления соединительных проводников между рельсами и реле и между рельсами и вторичной обмоткой путевого тр-ра равны 0,08 Ω . Из табл. 19 для принятых типов рельсов и соединителей получим общее кажущееся сопротивление рельсов и проводимость баласта всей цепи (длиной 1 км):

$$Z_0 = 1,540 \text{ при } \cos \varphi = 0,87 (\varphi \approx 29^\circ 30'); \\ G_0 = 0,25 \text{ при } \cos \varphi = 1,0 (\varphi = 0).$$



Черт. 67

Строим векторную диаграмму (черт. 67) след. обр. Проводим в масштабе вектор тока $I_p = I_r = 1,0$ А и напряжения $V_p = 1,7$ В под углом $\varphi = 25^\circ 50'$. Из конца второго вектора строим параллельно первому вектору вектор i -з падения напряжения в соединительных проводах к реле, равный $1,0 \cdot 0,08 = 0,08$ В и совпадающий по фазе с i_e и находим графически вектор напряжения на рельсах у реле $V_r = 1,78$ В.

Подставляя числовые величины в у-ия (ряды) рельсовой цепи переменного тока, получим:

$$\begin{aligned} V_a = & 1,78 + 1,54 \cdot 1 + \frac{1,54}{2} \cdot 0,25 \cdot 1,78 + \frac{1,54}{3} \cdot 0,25 \cdot \frac{1,54}{2} \cdot 1 + \\ & + \frac{1,54}{4} \cdot 0,25 \cdot \frac{1,54}{3} \cdot 0,25 \cdot \frac{1,54}{2} \cdot 1,78 + \dots = 1,78 + 1,54 + 0,342 + 0,0987 + 0,0109 + \dots; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_a = & 1 + 0,25 \cdot 1,78 + \frac{0,25}{2} \cdot \frac{1,54}{1} \cdot 1 + \frac{0,25}{3} \cdot \frac{1,54}{2} \cdot 0,25 \cdot \frac{1,54}{1} \cdot 1,78 + \\ & + \frac{0,25}{4} \cdot \frac{1,54}{3} \cdot 0,25 \cdot \frac{1,54}{2} \cdot 1 + \dots = 1 + 0,445 + 0,1925 + 0,0285 + 0,0062 + \dots \end{aligned}$$

Заканчивая этим построения, получим графически: $V_a = 3,74 \text{ В}$ и $I_a = 1,63 \text{ А}$ и угол между ними ок. 19° . Для определения напряжения V_n на зажимах вторичной обмотки путевого тр-ра из точки 9 проводим вектор 9—10, параллельный I_a и равный $1,63 \cdot 0,08 \approx 0,13 \text{ В}$, получим $V_n = 3,88 \text{ В}$. Во избежание появления слишком сильного тока в тр-ре при шунтировании его поездом включается буферное (ограничивающее) сопротивление, к-рое служит также и для регулировки реле. Приняв его кажущееся сопротивление равным $1,84 \Omega$, а $\cos \varphi = 0,2$ ($\varphi = 78^\circ 20'$), строим из точк. 10 под углом $78^\circ 20'$ к вектору I_a вектор 10—11 падения напряжения в буферном сопротивлении, равный: $1,63 \cdot 1,84 = 3,0 \text{ В}$. Соединяя точки 9 и 11, получим вектор общего падения напряжения между тр-ром и рельсами, равный $3,04 \text{ В}$. Соединяя точки 0 и 11, получим вектор напряжения вторичной обмотки трансформатора, равный $6,1 \text{ В}$. Если от того же тр-ра питается местная обмотка реле, то ток в местной обмотке реле отстает от вектора напряжения тр-ра на угол $66^\circ 25'$ ($\cos \varphi = 0,4$).

Угол между вектором I_d и напряжением тр-ра из диаграммы получается равным 42° . Поэтому при свободном участке тр-р отдаст мощность $W = 6,1 \cdot 1,63 \cdot \cos 42^\circ = 9,95 \cdot 0,743 = 7,38$ Вт. При наличии поезда на питающем конце тр-р замкнут на буферное сопротивление и соединительные провода (если пренебречь сопротивлением поездного шунта), общее сопротивление к-рых, как ясно из векторной диаграммы, равно:

$$\frac{3,04}{1,63} \approx 1,865 \Omega.$$

Ток тр-ра при этом будет равен:

$$\frac{6,1}{1,865} = 3,127 \text{ A.}$$

Так как при этом вектор 0-9 равен нулю, то 0-11 совпадает с 9-11 и отдаваемая мощность вторичной обмотки тр-ра $W = 6,1 \cdot 3,127 \cdot \cos \varphi$, где φ — угол между 9-11 и 9-10 получается по диаграмме равным 76° . Поэтому $W = 4,57$ Вт, т. е. меньше, чем при незанятом участке (за счет увеличения фазного угла между током и напряжением).

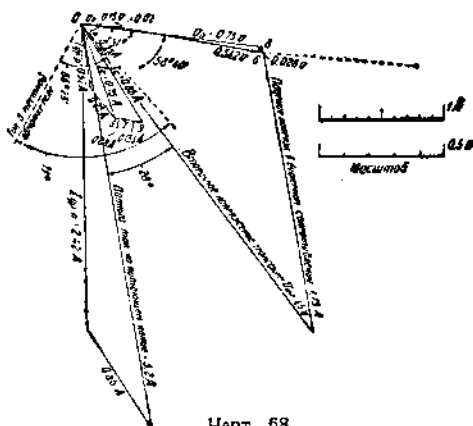
Пример 2. Даны: рельсовая цепь при эл.-тяге на постоянном токе длиной $l = 2$ км, с рельсами длиной 10 м, весом 34,8 кг/м.с, с рельсовыми соединителями типа 1; проводимость баласта на весь участок $G_{\text{бл}} = 0,5$ Ω ; реле моторное двухэлементное с путевой обмоткой 0,15 В, 0,25 А и соэф. $\kappa = 0,65$ ($\varphi = 49^\circ 30'$) и местной обмоткой 12 В, 0,2 А и соэф. $\kappa = 0,4$ ($\varphi = 66^\circ 25'$) при 25 пер./сек.; сопротивление соединительных проводов между рельсами и реле и между рельсами и тр.-ром 0,08 Ω . При существующей неуравновешенности распределения тяговых токов между обеими нитками дроссельная катушка для обратного тягового тока представляет для переменного сигнала 25-периодного тока кажущееся сопротивление 0,31 Ω при соэф. $\kappa = 0,15$ ($\varphi = 81^\circ 20'$).

По табл. получаем характеристики всей рельсовой цепи (длиной 2 км):

$$R_{\phi} = 0,361 \cdot 2 = 0,722 \text{ }\Omega \text{ при } \cos \varphi = 0,52 (\varphi = 58^{\circ}40')$$

$$G_0 = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ O.}$$

Строим векторную диаграмму (черт. 68) и, как для первого примера, строим сначала под углом $\varphi = 49^{\circ}30'$ векторы $I_p = 0,25$ А и $V_p = 0,15$ В, из конца вектора V_p строим вектор, параллельный I_p , откладываем падение напряжения в соединительных проводах $0,25 \cdot 0,08 = 0,02$ В и получаем вектор напряжения $V_e = 0,16$ В. Ток в дроссельной катушке у релейного конца $I_{др.р} = \frac{0,16}{0,31} = 0,52$ А. Строим его из точки 0 под углом $81^{\circ}20'$ к вектору V_e и, складывая геометрически с вектором I_e , получим общий ток на релейном конце цепи I_e (вектор 0-5) $= 0,75$ А.



Черт. 68.

Подставляя полученные и заданные величины в уравнения рельсовой цепи, получим:

$$\begin{aligned} \bar{V}_a = & \overline{0,16} + \overline{0,722} \cdot \overline{0,75} + \frac{\overline{0,722}}{2} \cdot \frac{\overline{0,5}}{1} \cdot \overline{0,16} + \frac{\overline{0,722}}{3} \cdot \frac{\overline{0,5}}{2} \cdot \frac{\overline{0,722}}{1} \cdot \overline{0,75} + \\ & + \frac{\overline{0,722}}{4} \cdot \frac{\overline{0,5}}{3} \cdot \frac{\overline{0,722}}{2} \cdot \frac{\overline{0,5}}{1} \cdot \overline{0,16} + \dots = \overline{0,16} + \overline{0,542} + \overline{0,0289} + \overline{0,0325} + \\ & + \overline{0,00087} + \dots; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_a = & \overline{0,75} + \overline{0,5} \cdot \overline{0,16} + \frac{\overline{0,5}}{2} \cdot \frac{\overline{0,722}}{1} \cdot \overline{0,75} + \frac{\overline{0,5}}{3} \cdot \frac{\overline{0,722}}{2} \cdot \frac{\overline{0,5}}{1} \cdot \overline{0,16} + \\ & + \frac{\overline{0,5}}{4} \cdot \frac{\overline{0,722}}{3} \cdot \frac{\overline{0,5}}{2} \cdot \frac{\overline{0,722}}{1} \cdot \overline{0,75} + \dots = \overline{0,75} + \overline{0,08} + \overline{0,135} + \overline{0,0048} + \overline{0,0041} + \dots \end{aligned}$$

Построив первые три члена каждого уравнения, мы получим $V_a = 0,75$ В и $I_a = 0,86$ А при разности фаз в 51° . Ток в дроссельной катушке у питающего конца $I_{др.п} = \frac{0,75}{0,31} = 2,42$ А. Строим его вектор из точки O под углом $81^\circ 20'$ к вектору V_a и, складывая геометрически с вектором I_a , получим общую величину тока на питающем конце $3,2$ А. Для создания требуемого сдвига фаз между токами в местной и путевой обмотках реле включим на питающем конце в качестве буферного сопротивления омическое сопротивление $= 0,36 \Omega$. Вектор падения напряжения в этом сопротивлении совпадает по фазе с I_a ; падение напряжения в нем будет: $3,2 \cdot 0,36 = 1,15$ В (вектор $8-12$). Складывая векторы $8-12$ и $0-8$, получим вектор вторичного напряжения тр-ра $V_{тр} = 1,5$ В. Построив вектор тока в местной обмотке реле (отстает от $V_{тр}$ на $66^\circ 25'$), получим разность фаз между токами в обеих обмотках около 71° .

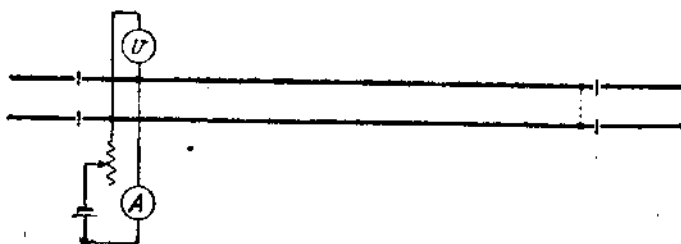
Можно было бы еще ближе подойти к идеальному сдвигу для моторных реле (в 90°), но для этого пришлось бы еще больше увеличить буферное сопротивление и напряжение $V_{тр}$, а значит и расход энергии в рельсовой цепи.

Из диаграммы угол между полным током на питающем конце и вторичным напряжением тр-ра равен 28° . Поэтому при незанятом участке тр-р отдает мощность:

$$W = V_{тр} \cdot I_a \cdot \cos 28^\circ = 1,5 \cdot 3,2 \cdot 0,883 = 4,25 \text{ Вт.}$$

§ 7. Измерения и подсчеты в рельсовых цепях постоянного тока.

а) Определение характеристики рельсовой цепи. Наиболее распространенный и точный способ, основанный на применении метода холостого хода



Черт. 69.

и короткого замыкания, исходит из предположения распределенной утечки тока через балласт. Схема включения при измерении — на черт. 69. Один отсчет тока и напряжения производится при разомкнутой рельсовой цепи (I_x и V_x), а другой — при закороченной со стороны, противоположной месту установки батареи (на чертеже шунт сопрот. $\sim 0,003 \Omega$ показан пунктиром) (I_k и V_k). Сопротивления рельсовой цепи получаются:

а) при разомкнутой цепи: $R_x = \frac{V_x}{I_x}$;

б) при коротком замыкании: $R_k = \frac{V_k}{I_k}$.

Сопротивление рельсов с соединителями в $\Omega/\text{км}$ (обе нитки последовательно):

$$R_p = \frac{A \cdot B}{L};$$

сопротивление баласта в $\Omega/\text{км}$:

$$R_b = \frac{A \cdot L}{B},$$

где:

$$A = \sqrt{R_x \cdot R_k}, \quad B = 1,15 \cdot \lg \frac{A + R_k}{A - R_k}$$

и L —длина рельсовой цепи в км.

Пример. При измерении получено:

Находим: $I_x = 0,3 \text{ A}$; $V_x = 1,47 \text{ V}$; $I_k = 1,09 \text{ A}$; $V_k = 0,14 \text{ V}$; $L = 0,41 \text{ км}$.

$$R_x = \frac{V_x}{I_x} = \frac{1,47}{0,3} = 4,9 \Omega;$$

$$R_k = \frac{V_k}{I_k} = \frac{0,14}{1,09} = 0,128 \Omega;$$

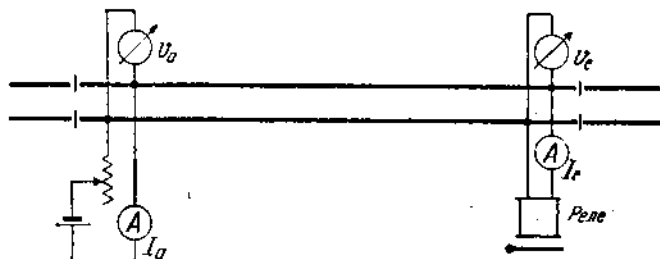
$$A = \sqrt{R_x \cdot R_k} = \sqrt{4,9 \cdot 0,128} = 0,79;$$

$$B = 1,15 \cdot \lg \frac{0,79 + 0,128}{0,79 - 0,128} = 0,162;$$

$$R_p = \frac{A \cdot B}{L} = \frac{0,79 \cdot 0,162}{0,41} = 0,312 \Omega/\text{км};$$

$$R_b = \frac{A \cdot L}{B} = \frac{0,79 \cdot 0,41}{0,162} = 2,0 \Omega/\text{км}.$$

При измерениях в работающих цепях, когда не требуется большой точности измерений и длина цепи не очень велика, можно применить способ,



Черт. 70.

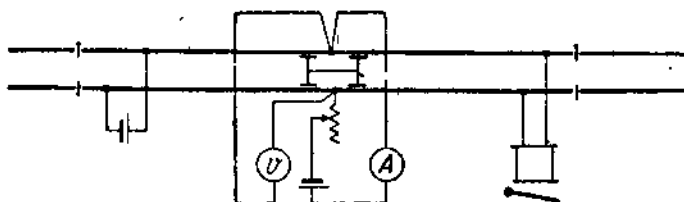
исходящий из предположения сосредоточенной утечки посреди цепи. Схема для измерений—на черт. 70. Отсчеты производятся двумя лицами одновременно на обоих концах. Подсчет характеристик производится по ф-лам:

$$R_b = \frac{0,5 (V_a + V_b) L}{I_a - I_b} \Omega/\text{км}$$

$$R_p = \frac{2 (V_a - V_b)}{(I_a + I_b) \cdot L} \Omega/\text{км}.$$

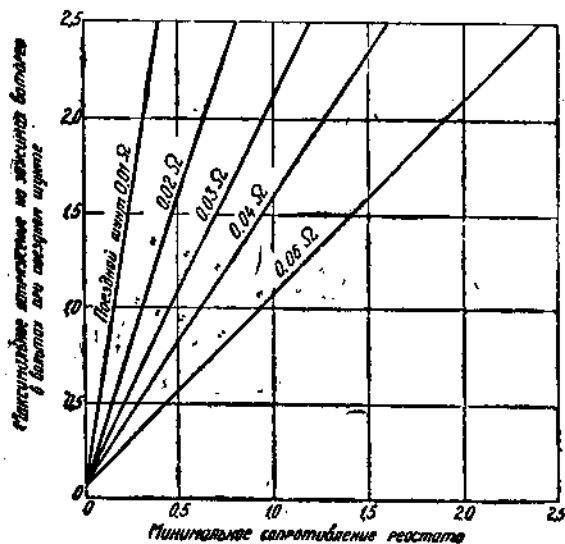
При всех измерениях в рельсовых цепях необходимо проверять исправность изолирующих стыков с обоих концов рельсовой цепи, т. к. большая

утечка через них может исказить полученные результаты. Проверка производится приключением вольтметра между рельсами за изолирующими стыками (при включенной батарее) или же измерением сопротивления изолирующего стыка.



Черт. 71.

б) Измерение сопротивления поездного шунта. Измерение производится по схеме черт. 71, при чем питание и путевое реле отключаются; производится два измерения: при свободном участке и при наличии подвижного состава (для к-рого определяется поездной шунт) у места присоединения



Черт. 72.

измерительных приборов и батареи. Если обозначить отсчеты при первом измерении соответственно через V_x и I_x , а при втором $V_{ш}$ и $I_{ш}$, то сопротивление поездного шунта:

$$R_{ш} = \frac{1}{\frac{I_{ш}}{V_{ш}} - \frac{I_x}{V_x}} \Omega.$$

в) Подсчет величины буферного регулирующего сопротивления. Минимальное значение указанного сопротивления, включаемого последовательно с путевой батареей, определяется по ф-ле:

$$X = \frac{V_a - I \cdot R}{\frac{I \cdot R}{R_{ш}} + I} \Omega,$$

где: V_a — максимальное напряжение на зажимах свежей батареи при разрядном токе: 2,03 А для $R_{ш} = 0,3 \Omega$; 1,53 А для $R_{ш} = 0,04 \Omega$; 1,23 А для $R_{ш} = 0,05 \Omega$ и 1,03 А для $R_{ш} = 0,06 \Omega$; I — наименьший допустимый в эксплуатации ток отпадания реле (для наших двухомных реле $I = 30 \text{ мА}$); R — сопротивление реле (равное обычно 2Ω); $R_{ш}$ — сопротивление поездного шунта.

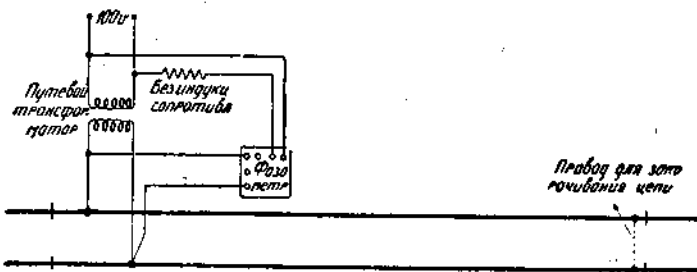
Приведенная ф-ла составлена в предположении, что $R_0 = \infty$; $R_p = 0$ и сопротивление проводов между батареей и рельсами и между реле и рельсами также равно 0; такое допущение дает результаты, отличающиеся от действительных в сторону безопасности.

Для определения минимальной величины буферного сопротивления можно также пользоваться графиком черт. 72.

г) Проверка состояния рельсовых соединителей. Проще всего производить проверку в работающей рельсовой цепи измерением напряжения между рельсами в разных точках цепи; если падение напряжения вдоль рельсовой цепи происходит равномерно, без скачков, то сопротивление всех рельсовых соединителей можно считать одинаковым. Измерение сопротивления отдельных стыков производится специальными испытателями стыков, работающими либо по методу вольтметра-амперметра, либо по методу моста Витстона.

§ 8. Измерения в рельсовых цепях переменного тока.

а) Определение характеристик цепи. До приступа к измерениям д. б. отсоединены реле и дроссельные стыки, если последние имеются. Для изме-

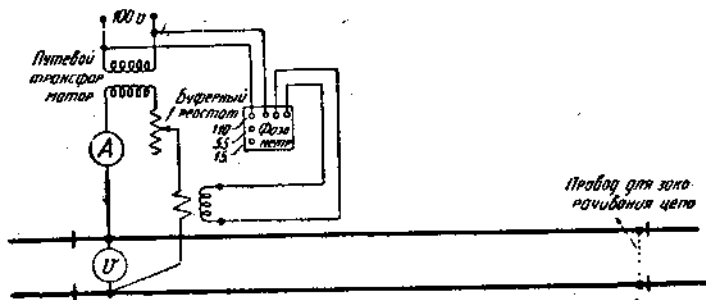


Черт. 73.

рений требуются амперметр и вольтметр переменного тока, тр-р тока и специальный фазометр, имеющий токовую катушку на 5 А и несколько выводов для напряжений (15, 55 и 110 В). Измерения производятся по схемам черт. 73 и 74 аналогично измерениям в цепях постоянного тока, методом холостого хода и короткого замыкания. По черт. 73 получают для холостого хода V_x и I_x и для короткого замыкания V_k и I_k и кроме того по фазометру: φ_1 — угол между V_x и линейным напряжением, φ_2 — угол между V_k и линейным напряжением.

При этом измерении безындукционное сопротивление в токовой цепи фазометра подбирается т. о., чтобы ток в цепи равнялся 5 А.

Затем по схеме черт. 74 при холостом ходе и коротком замыкании определяют по фазометру: φ_x —угол между I_x и линейным напряжением, φ_k —угол между I_k и линейным напряжением.



Черт. 74.

Если ток или напряжение опережают линейное напряжение, соответствующие им фазовые углы получают знак плюс, а если отстают—знак минус.

Кажущееся сопротивление цепи при холостом ходе:

$$Z_x = \frac{V_x}{I_x};$$

то же при коротком замыкании:

$$Z_k = \frac{V_k}{I_k};$$

фазовый угол для Z_x :

$$\varphi_x = \varphi_2 - \varphi_1;$$

то же для Z_k :

$$\varphi_k = \varphi_4 - \varphi_3.$$

Отсюда:

фазовый угол кажущегося сопротивления рельсов:

$$\varphi_p = \varphi_x + \varphi_k;$$

сопротивление баласта:

$$R_0 = \frac{Z_x \cdot Z_k}{Z_p} \text{ } \Omega/\text{км},$$

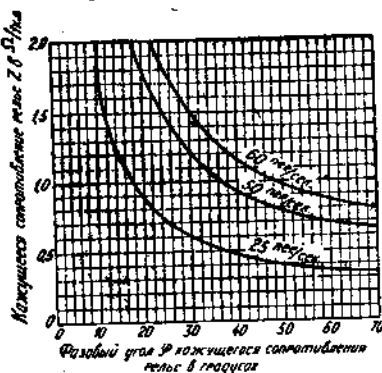
где: Z_p —кажущееся сопротивление рельсов $\Omega/\text{км}$ и может быть взято из черт. 75 по найденному углу φ_p .

Пример: При измерении получено: $V_x = 4,35 \text{ В}$; $V_k = 3,4 \text{ В}$; $I_x = 3,2 \text{ А}$; $I_k = 3,1 \text{ А}$; $\varphi_1 = -45^\circ$; $\varphi_2 = -58^\circ$; $\varphi_3 = -30^\circ$ и $\varphi_4 = -67^\circ$; $L = 1,525 \text{ км}$; число периодов 60 Гц.

Находим:

$$Z_x = \frac{V_x}{I_x} = \frac{4,35}{3,2} = 1,36;$$

$$Z_k = \frac{V_k}{I_k} = \frac{3,4}{3,1} = 1,1;$$



Черт. 75.

$$\varphi_x = \varphi_2 - \varphi_1 = -58^\circ - (-45^\circ) = -13^\circ;$$

$$\varphi_k = \varphi_4 - \varphi_3 = -67^\circ - (-30^\circ) = -37^\circ.$$

Поэтому:

фазовый угол кажущегося сопротивления рельсов:

$$\varphi_p = \varphi_x + \varphi_k = -13^\circ - 37^\circ = -50^\circ;$$

кажущееся сопротивление рельсов (по кривым черт. 75):

$$Z_p = 0,98 \text{ } \Omega/\text{км};$$

сопротивление баласта:

$$R_b = \frac{Z_x \cdot Z_k}{Z_p} = \frac{1,36 \cdot 1,1}{0,98} = 1,525 \text{ } \Omega/\text{км}.$$

§ 9. Регулировка рельсовых цепей.

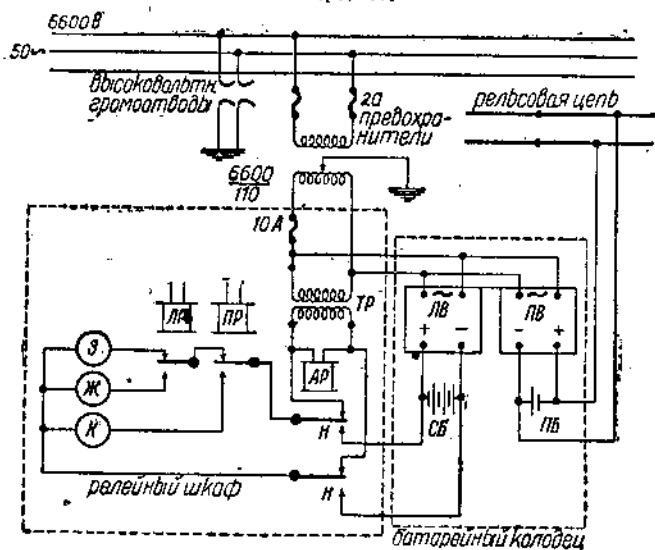
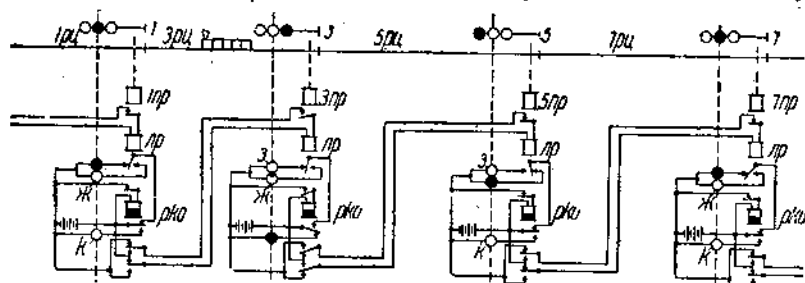
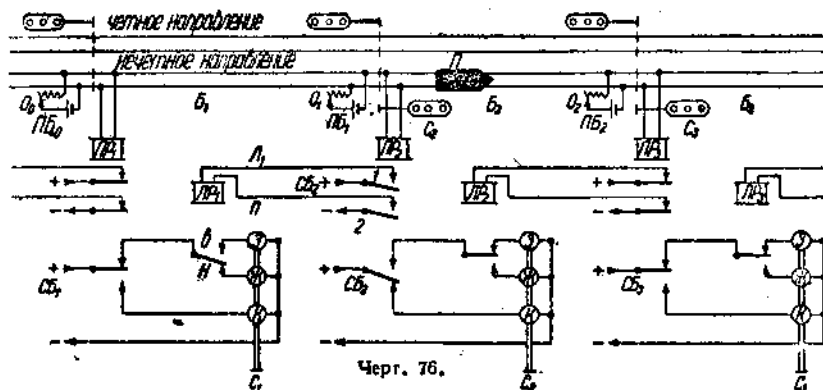
а) Для цепей постоянного тока. В зависимости от изменения сопротивления баласта в разное время года приходится производить сезонную регулировку рельсовой цепи. Для этого при состоянии баласта, соответствующем среднему состоянию его для данного сезона, при помощи регулируемого реостата в цепи питающей батареи устанавливают на зажимах реле такое напряжение, которое соответствует рабочему току реле (т. е. притяжению якоря до упора). Обычно дается запас напряжения на 10% выше указанного—на случай уменьшения сопротивления баласта против имевшегося в момент регулировки.

Следует избегать протекания через реле тока, значительно превышающего рабочий ток, т. к. в таком случае при плохом поездном шунте (при загрязненных рельсах) реле может не отпасть при наличии поезда на рельсовой цепи. Т. к. реле и батареи с регулируемым реостатом находятся на разных концах рельсовой цепи, то рекомендуется производить регулировку след. обр: измеряют напряжение на рельсах у реле V_e , затем на рельсах у батареи V_a . Если необходимо повысить или понизить напряжение на реле на $n\%$, то достаточно реостатом повысить или понизить на $n\%$ напряжение на рельсах у батареи.

В рельсовых цепях с повторительным реле (черт. 59) регулирующие реостаты включаются последовательно с батареей и с повторительным реле. Для регулировки цепь повторительного реле следует временно отключить и регулировать, как указано ранее. Промерив вольтметром напряжение V_n в точках присоединения повторительного реле, отключают основное путевое реле и регулируют включенным последовательно с повторительным реле реостатом напряжение на зажимах последнего реле так, чтобы в точках присоединения его к рельсовой цепи получилось замеченное выше напряжение V_n . После этого снова приключают оба реле и реостатом в цепи батареи поднимают упавшее после включения напряжение V_n до прежней величины.

б) Для цепей переменного тока. Напряжение на зажимах путевой обмотки реле должно на 10% превышать номинальное значение, а на зажимах местной обмотки—быть возможно ближе к номинальному значению. Напряжение на рельсах у трансформаторного конца д. б. не больше половины напряжения вторичной обмотки путевой тр-ра при наихудших условиях рельсовой цепи и должно обеспечивать указанный выше 10%-й запас на путевой обмотке реле.

Для проверки чувствительности цепи на шунтовой эффект закорачивают рельсовую цепь рельсовыми зажимами с соединительным проводом общим сопротивлением в 0,1 Ω как у релейного, так затем и у трансформаторного конца. Если реле в обоих случаях отпускает якорь, то чувствительность цепи на шунтовой эффект удовлетворительна. Проверка фазовых углов на обеих обмотках при помощи фазометра (см. выше) дает возможность в



нужных случаях произвести регулировку с целью добиться возможного приближения к идеальным фазовым углам. При эл. тяге на постоянном токе проверяется равномерность распределения тяговых токов между обеими нитками. Неравномерное распределение тяговых токов указывает на неисправность рельсовых соединителей.

§ 10. Схемы автоблокировки.

а) **Условные обозначения.** При вычерчивании схем у нас применяется в основном американский метод как в отношении графических и буквенных обозначений, так и в отношении нумерации. В табл. 20 даны графические обозначения, в табл. 21 буквенные обозначения, а в табл. 22 метод нумерации, применяемые проектирующими организациями в схемах автоблокировки.

б) **Схемы двухпутной и однопутной автоблокировки.** Принципиальная схема двухпутной трехзначной автоблокировки с нейтральными линейными реле дана на черт. 76, а с поляризованными — на черт. 77; схема питания по смешанной системе приведена на черт. 78; типовые схемы однопутной автоблокировки даны на черт. 79 и 80.

Х. Механическая централизация.

§ 1. Общие понятия и классификация.

Централизацией стрелок и сигналов называется управление из центрального поста стрелками, сигналами, сбрасывающими башмаками и пр., расположенными в пределах всей станции или части ее. Различают след. виды централизации: а) полная централизация стрелок и сигналов с установлением между ними принудительной зависимости при установленных маршрутах для пропуска организованных поездов; б) централизация только стрелок, иногда без установления зависимости между ними (напр., на сортировочных ст.); в) централизация только сигналов с центральным замыканием переводимых вручную стрелок при помощи стрелочных приводных замков и г) централизация только сигналов с установлением зависимости между ними. Кроме того по роду движущей силы различают централизацию механическую и силовую. При последней в качестве движущей силы применяют: 1) электричество, 2) сжатый газ (пневматическая) и 3) жидкость (гидравлическая). В СССР имеет преимущественное значение механическая и эл.-механическая централизация.

При переустройствах централизации стрелок и сигналов, а также на разъездах со слабым движением и на временных постах применяется обеспечение положений стрелок посредством контрольных переносных замков.

Если управление всеми стрелками и сигналами на станции производится из нескольких постов, то между центральными постами устанавливается зависимость в виде станционной блокировки.

§ 2. Стрелочные контрольные ключевые замки.

Ключевые замки применяются при местном обслуживании стрелок для обеспечения прилегания остряков к рамным рельсам в надлежащем положении во время прохода поезда. Замки бывают ординарные и двойные. Существует ряд систем для установления ключевой зависимости как между стрелками и сигналами, так и между стрелками и жезловыми аппаратами.

В СССР принят в качестве нормального тип замка системы Мелентьева. ТУ на контрольные стрелочные ключевые замки 746-ТУ-27 предъявляют к ним основные требования: конструкция д. б. проста, солидна, гаранти-

Табл. 20. Графические условные обозначения для автоматической блокировки и переездной сигнализации.

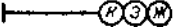
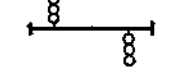
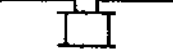
Обозначение приборов	Пояснения
	Трехзначный проходной светофор (абсолютный). Буквы в кружках К, З и Ж обозначают: красный, зеленый и желтый фонари.
	Трехзначный проходной светофор (пермиссивный); кружок с буквой Б обозначает синий отличительный огонь.
	Входной светофор.
	Выходные светофоры.
	
	То же с индикатором.
	Маневровый светофор; буквы в кружках С и Б обозначают молочно-белый и синий фонари.
	Светофоры на мостике.
	Нарликовый светофор.
	Переездные сигналы.
	Реле постоянного тока.
	Медленно действующее реле постоянного тока.

Табл. 20 (продолжение).

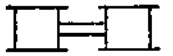
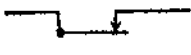
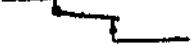
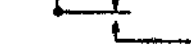
Обозначение приборов	Пояснения
	Одноэлементное реле переменного тока.
	Двухэлементное реле переменного тока; (М—местная обмотка).
	Медленно действующее реле переменного тока.
	Взаимозамыкающее реле.
	Мигающее (проблесковое) реле.
	Термическое реле.
	Независимый фронтальный контакт реле.
	Независимый тыловой контакт реле.
	Зависимые контакты реле.
	Независимые поляризованные контакты реле.
	То же зависимые.
	Зависимые поляризованные контакты на три положения для реле переменного тока.

Табл. 20 (продолжение).

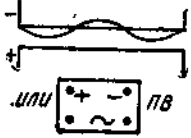
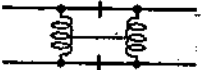
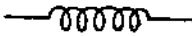
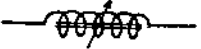
Обозначение приборов	Пояснения
	Батарея с последовательным включением элементов для линейных цепей и освещения сигналов. З—первичный элемент; А—аккумулятор.
	То же с параллельным для рельсовых цепей.
	Выпрямительный комплект. Выпрямитель с трансформатором. ПВ—путевой (также СВ—сигнальный).
	Выпрямительный столбик или элемент без трансформатора.
	Трансформатор.
	Тр-р с промежуточными выводами во вторичной обмотке.
	Тр-р с двумя вторичными обмотками.
	Дроссельный стик.
	Реостат.
	Регулируемый реостат.
	Реактивные катушки без железа (реакторы).
	То же с железом, регулируемые.

Табл. 20 (продолжение).

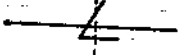
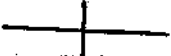
Обозначение приборов	Пояснения
	Конденсатор.
	Плавкий предохранитель.
	Громоотвод.
	Звонок.
	Кнопка с нормально разомкнутым контактом.
	То же с замкнутым.
	Двойная клемма.
	Ординарная клемма.
	Присоединение одного провода к другому.
	Пересечение проводов.
	Заземление.
	Контакт стрелочного контроллера, замкнутый при минусовом положении стрелки.
	То же при плюсовом.

Табл. 20 (продолжение).

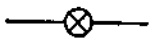
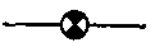
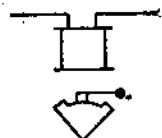
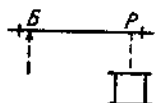
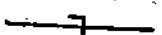
Обозначение приборов	Пояснения
	Контакт централизатора, работающий при повороте рукоятки влево; в круге отмечается, на каких градусах поворота происходит замыкание контактов.
	То же вправо.
	Лампочка накаливания.
	Мигающая лампочка.
	Оптический указатель.
	Шкаф для реле и пр. приборов с указанием типа шкафа (I).
	Батарейный колодец с указанием типа (II).
	Контакт-ключ жезла.
	Эл.-защелка (форма сектора м. б. различной).
	Рельсовая цепь, изображаемая одной линией (Б—присоединение батарей, Р—реле).
	Рельсовая цепь только влево, но не вправо.

Табл. 21. Буквенные условные обозначения для схем автоблокировки.

Краткая характеристика работы прибора	Название реле	Буквенные русские обозначения	Буквенные английские обозначения
Реле рельсовой цепи	Путевое реле (track-relay)	ПР	TR
Реле, при помощи которого устанавливается связь между соседними попутными сигналами	Линейное реле	ЛР	HR
Медленно действующее реле-повторитель линейного реле. Управляет красным огнем	Линейно-сигнальное реле	ЛСР	HP
Самозамыкающее (блокирующее) реле, от которого зависит установление на перегоне сигнализации одного направления	Самозамыкающее реле (stick relay)	БР	SR
Реле, от которого зависит установление на перегоне сигнализации при обозначенном движении	Реле направления (Richtungs relais)	РН	
Реле, включаемое в рельсовую цепь на стороне питания	Дополнительное путевое реле (floater relay)	ДПР	FR
Реле, переключающее питание на батарею при неисправности линии передачи	Аварийное реле (power off relay power transfer relay)	АР	ANL, PO
Реле, зажигающее сигналы при подходе к ним поезда (за блок-участок)	Реле-предварительного зажигания	ВР	DNL
Реле, включаемое в осветительные провода сигналов для контроля горения	Указательное реле красного огня желтого " " зеленого " "	КУР ЖУР ЗУР	LOR
Реле, управляющее станционным полуавтоматическим сигналом в зависимости от заданного маршрута	Маршрутно-сигнальное реле	СР	
Повторитель путевого реле	Повторитель путевого реле	ППР	
Реле, которое служит для самозамыкания станционного сигнала (stick-signal) и для возможности переводом стрелки закрыть один выходной сигнал и одновременно открыть другой	Реле самозамыкания сигнала	ИР	
Реле, управляющее маневровым сигналом	Маневровое реле	МНР	

Табл. 21 (продолжение).

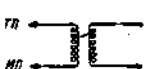
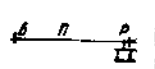
Краткая характеристика работы прибора	Название реле	Буквенные русские обозначения	Буквенные америк. обозначения	Примеры
Положительный полюс путевой батареи		ПП		
То же отрицательный		ПМ		
Положительный полюс линейной батареи		ЛБ		
То же отрицательный		ЛМ		
Провод от линейной батареи к сигнальным лампочкам		БС МС		
Зажимы путевого трансформатора		ТП МП		
То же осветительного на 12 V		П × 12 О × 12		
То же изолирующего		ТИ МИ		
Общий провод		О		
Общий провод в цепях освещения сигналов		ОС		
Изолированный участок (рельсовая цепь)		П		

Табл. 22. Нумерация приборов для схем автоблокировки.

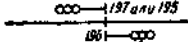
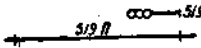
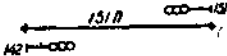
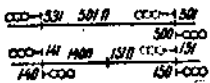
Нумеруемый прибор или устройство	Пояснение	Примечание и примеры
	Сигнал, установленный на 11-м км, 3-м пикете.	Сигнал одного направления получают только четные номера, а другого — нечетные. Если четный сигнал получается на нечетном пикете или нечетный сигнал на четном пикете, номер увеличивается на единицу.
	Нумерация совмещенных сигналов двух направлений.	Номера сигналов должны отличаться на единицу друг от друга.
	Выходной сигнал для отправления с первого пути на левой стороне станции.	Трансигнальстроим эти сигналы обозначаются Ч ₁ , Н ₁ и т. д. (для четного и нечетного направления).
	Входной сигнал левой стороны станции.	Трансигнальстроим этот сигнал обозначается через Н или Ч.
	Маневровый сигнал левой стороны станции.	
	Изолированный участок получает номер ограждающего его сигнала.	
	В случае, если участок ограждается двумя сигналами разных направлений, рельсовой цепи присваивается номер нечетного сигнала.	
	Случай, когда для нумерации изолированного участка приходится предположить наличие несуществующего в действительности сигнала.	
	Стрелочный изолированный участок правой стороны станции по первому пути.	

Табл. 22 (продолжение).

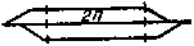
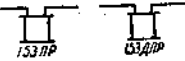
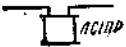
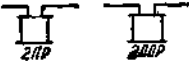
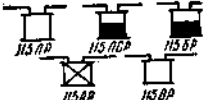
Нумеруемый прибор или устройство	Пояснение	Примечание и примеры
	Изолированный путь станции нумеруется цифрой соответствующего пути.	
	Путевые реле получают номера своих изолированных участков.	
	Путевые реле стрелочного участка левой стороны по первому пути станции.	
	Путевые реле изолированного пути станций и их повторители получают номера этого пути перед буквенным обозначением.	
	Линейные реле, реле красного огня, самозамыкающее реле, аварийные реле и реле зажигания получают перед буквенным обозначением номер сигнала, к которому они относятся.	Например, 115 ЛР—линейное реле 115-го сигнала.
	Линейное реле группы выходных сигналов левой стороны станции.	
	Маршрутное реле группы выходных сигналов левой стороны станции.	
	Маршрутно-сигнальное реле приема на главный путь левой стороны станции.	
	То же на боковой путь.	
	Маршрутно-сигнальное реле выходного сигнала левой стороны станции со 2-го пути.	

Табл. 22 (продолжение).

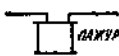
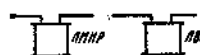
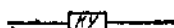
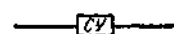
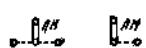
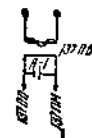
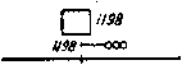
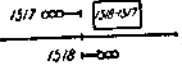
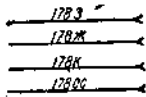
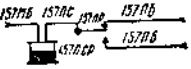
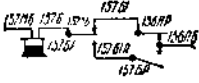
Нумеруемый прибор или устройство	Пояснение	Примечание и примеры
	Указательное реле желтого огня левой стороны станции входного сигнала.	
	Реле маневровые и вспомогательные сигналов левой стороны станции.	
 ПУ — ВЕРХНИЙ УКАЗАТЕЛЬ	Оптический указатель, показывающий присутствие или отсутствие встречных поездов на перегоне.	
	Указатель красного огня выходного светофора.	КУ — указатель красного огня.
	Оптический указатель, показывающий нахождение или отсутствие состава на стрелочном изолированном участке.	СУ — указатель стрелочного участка.
	Полюсы путевой батареи получают номер своей рельсовой цепи. Число элементов указывается цифрой.	
	Контакты сигнальной и маневровой рукояток левой стороны станции	
	Полюсы линейных батарей нумеруются по сигналам, к которым они относятся. Число элементов указывается цифрой.	
	Полюсы линейных батарей выходных сигналов левой стороны станции.	
	Путевая выпрямительная установка (выпрямитель с тр-ром) нумеруется по рельсовой цепи, к-рую она питает, с добавлением к номеру букв ЛВ.	

Табл. 22 (продолжение).

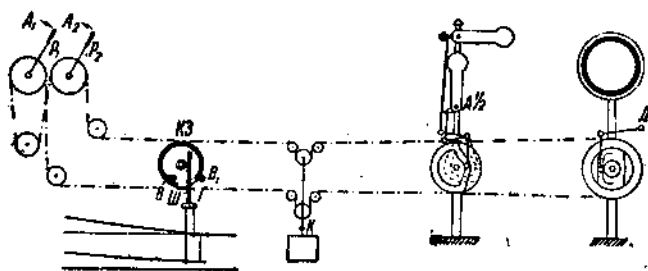
Нумеруемый прибор или устройство	Пояснение	Примечание и примеры
	Линейно-сигнальная выпрямительная установка нумеруется по сигналу, к которому относится, с добавлением букв СБ.	
Батарейный колодец 1320 	Нумерация батарейных колодцев производится по сигналу, у которого они стоят.	
Батарейный колодец 1208-1207 	Батарейный колодец, установленный у междусигнальной изоляции, получает номер рельсовых цепей.	
Одиночный релейный шкаф 1198 	Нумерация релейных шкафов производится по сигналам (одиночный сигнал).	
Двойной релейный шкаф 1318-1317 	При совмещенных сигналах релейный шкаф получает номер обоих сигналов.	
	Нумерация сигнальных проводов производится по своему сигналу с добавлением буквы соответствующего огня, где буквы З, Ж и К соответственно обозначают зеленый, желтый и красный огни, ОС—общий осветительный сигнальный провод.	
	Провод обозначается номером и главной буквой того реле, в цепи которого он находится.	Например, провод 157 ЛС, идущий от реле 157 ЛСР.
	Провод после первого контакта обозначается так же, но с добавлением цифры 1, после второго—с добавлением цифры 2 и т. д.; к номеру провода параллельной цепи добавляется буква А, второй параллельной цепи Б и т. д.	Например, провод 157 Б1, идущий от реле 157 Б после первого контакта.

ровать от попадания внутрь замка воды и/от возможности легкого отмыкания отверткой или отмычкой. При отомкнутом состоянии не должно иметься возможности вынуть ключ из замка. Поломка пружин не должна вызывать или допускать самопроизвольного отпирания или отпирания без ключа. Число разновидностей ключей д. б. не менее 21.

Установка замка на стрелке д. б. простой, не выходящей за пределы габарита. Д. б. исключено замыкание замка при недоходе пера в 4 мм и более. Зазор между ригелем и замыкаемой частью стрелки д. б. ок. 1 мм. Замок должен допускать угон острия до 5 мм без нарушения правильного замыкания и до 50 мм без поломок замка и размыкания стрелки.

§ 3. Приводные стрелочные замки.

Приводные замки служат для центрального запираания переводимых вручную стрелок или в качестве дополнительной (второй) гарантии для запираания централизованных противощерстных стрелок, проходимых люд-



Черт. 81.

скими поездами. В первом случае замки снабжаются одним запорным ригелем, а во втором случае двумя (на каждое перо). По способу включения в тяги замки делятся на оконечные и промежуточные. Последние включаются в семафорную тягу или впереди другого замка (черт. 81) в общую тягу. Запирание осуществляется в замках обычно ребордой, заходящей в вырезы ригелей. Промежуточные замки должны без нарушения действия допускать выравнивание удлинений тяг при температурных колебаниях (снабжаются дифференциальной зубчатой передачей).

Приводные замки д. б. жестко, металлически, соединены с рамным рельсом стрелки. Вырезы в их ригелях делают на монтаже в зависимости от требуемых маршрутами замыканий между стрелкой и семафором. На черт. 81 обозначены: P_1 и P_2 — рычаги для открытия сигналов A_1 и A_2 ; КЗ — контрольный замок; В и B_1 — выступы замка; Ш — шкив его; I — тяги к стрелке; К — компенсатор; Д — предупредительный диск.

§ 4. Стрелочные приводы и замыкатели.

Замыкатели служат для обеспечения плотного прилегания острия к рамному рельсу, а приводы — для передачи движения от гибких тяг к стрелочным перьям. Приводы и замыкатели м. б. как в виде отдельных приборов, так и в виде комплекта, составляющего нераздельный прибор привод-замыкатель.

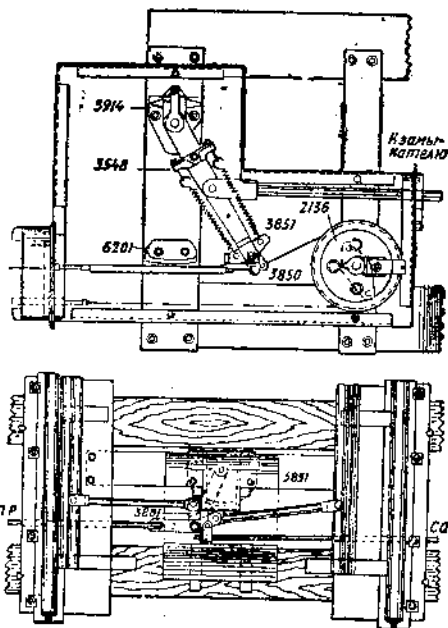
В СССР применяются замыкатели взрезные, т. е. допускающие пошерстный взрез неправильно установленной стрелки, нормально без поломки прибора и перьев.

По способу замыкания прижатых острия различают замыкатели:

1) шарнирно-упорные (М. Юделя), 2) упорно заклинивающие (Гордеенко и Циунелиса), 3) крюковые (стандарт германских ж. д.) и 4) ребордные (Сименс и Гальске). На черт. 82 внизу показан один из ходовых типов замыкателей (шарнирно-упорный; сверху—соответствующий привод). На черт. 82 обозначают: 3914—станина привода; 3548—поперечина для пружины 3851; 6201—упор; 3850—собачки для застопоривания; 2136—шків; 5831—станина замыкателя; 3881—шарниры; ПР—переводная тяга; СА—тяга к флюгарке. На черт. 83 обозначены: 1—штанги замыкателя; 3 и 4—палец с роликом; 5—болт переводной; 6—корпус; 7—упорная пластина; 8—отверстия для прикрепления; 9—ребра для усиления; 10—закрывающая пластинка. Все указанные замыкатели—врезные; при установке их требуется разъединение хода обоих перьев, т. к. последние при переводе передвигаются не одновременно. Полный ход перевода замыкателей колеблется от 205 до 240 мм, из коих ход острия составляет от 102 до 180 мм, а ход замыкания—от 53 до 70 мм.

Приводы должны обеспечивать неподвижность стрелочных перьев в случае обрыва тяги в одном из крайних положений стрелки или доведение перьев в одно из крайних положений, если обрыв тяг произошел во время перевода стрелки. Недоход острия до рамного рельса больше чем на 4 мм, обрыв одного или обоих проводов тяги и взрез стрелки должны автоматически сигнализироваться (оптически и акустически) на посту и вызывать запираание всех маршрутов, в к-рые входит данная стрелка (применение взрезных переводных рычагов).

В виду серьезного значения исправной работы привода-замыкателя и стрелочного переводного рычага устройства гибких тяг должны периодически подвергаться испытаниям на обрыв провода и закладку пластинки в 4 мм между пером и рамным рельсом. Испытание на обрыв производится при обоих крайних положениях переводного рычага, при чем искусственный обрыв делается в самом неблагоприятном месте (у самого поста рвется провод, к-рый до того был тянущим). При всяком искусственном обрыве необходимо тщательно проверить надежность застопоривания перьев стрелки стопорным механизмом привода в положении стрелки до обрыва и получение контроля в аппарате с запираанием маршрутов. Закладка 4-мм пластинки делается между пером и рамным рельсом против сережки в обоих положениях стрелки, при чем каждый раз проверяются возможность доведения рычагов до упора и получение взреза рычага в аппарате (с запираанием маршрутов).

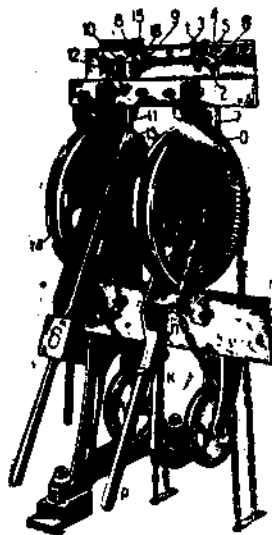
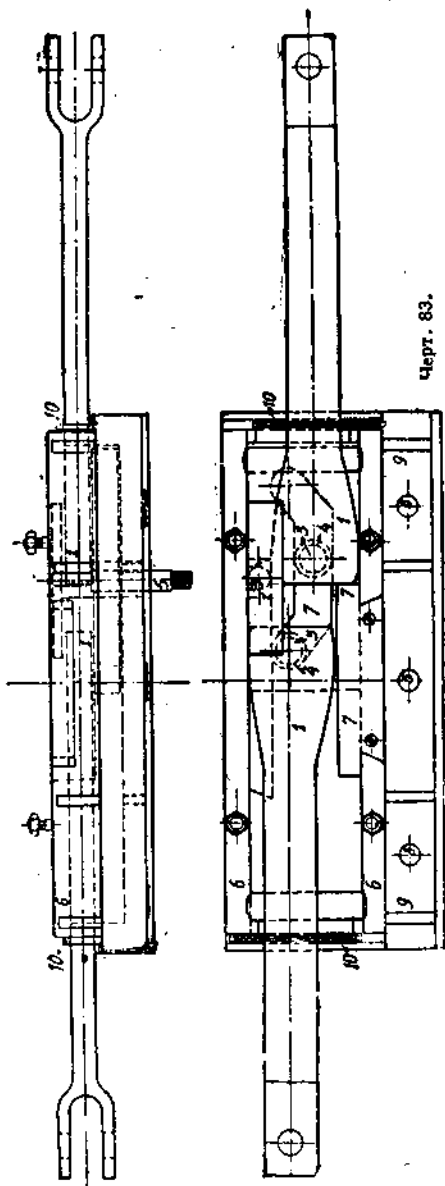


Черт. 82.

§ 5. Переводные рычаги.

Переводные рычаги: 1) для сигналов—простые и спаренные и 2) для стрелок—врезные. В простых сигнальных рычагах для управления однокрыльми семафорами шкив жестко соединен с рычагом; для управления двухкрылыми семафорами служат два спаренных рычага (в старых установках один рычаг на три положения). В спаренных рычагах нет постоянной связи рычага со шкивом: она создается лишь при переводе рычага. Спаренными рычагами сообщается гибким ттягам двухстороннее пере-

черт. 83.



Черт. 84.

движение (в обе стороны от нормального положения по 500 мм). Для перевода стрелок и для сцепления третьего крыла семафора (при механическом сцепляющем приводе), применяются врезные стрелочные рычаги, имеющие переводные шкивы каждый из двух половинок, пружинно связанных

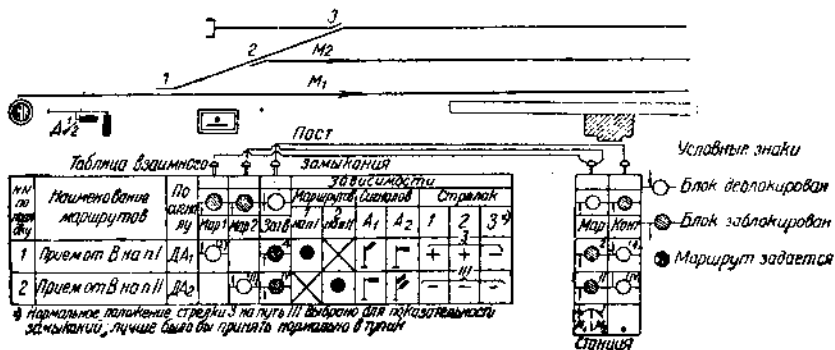
между собою и с рычагом. Врезной рычаг должен врезаться: 1) при 4-мм закладке между пером и рамным рельсом, 2) при врезе стрелки,

3) обрыве одной или обеих тяг, при чем должно происходить разъединение шкивов рычага с запирающим как самого рычага, так и всех маршрутов, в к-рые входит данная стрелка.

Взаимозамыкание стрелочных и семафорных рычагов осуществляется при помощи линеек ящика зависимости и маршрутных рукояток; на черт. 84 показано такое замыкание для рычагов сист. С. и Г., где 0, 7 и 11—замыкающие стержни, 1—маршрутная рукоятка, 3—линейка зависимости, 4, 5, 6, 10, 15 и 16—замычки, 13 и 14—вырезы для замыкания; В₁, В₂ и В₃—выталкивающие рычажки, 3—защелка, К—прижимная ручка и Р—рукоятка.

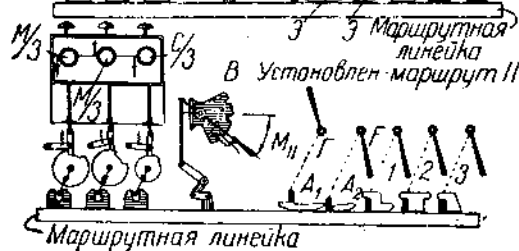
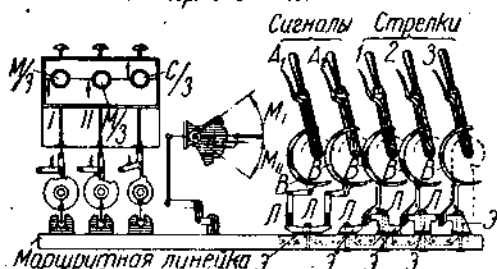
§ 6. Централизионные аппараты, станционная блокировка и связь с путевой блокировкой.

Централизионные аппараты собираются по числу рычагов, при чем для рычага требуется по длине в аппаратах С. и Г. 100 мм, Гордеенко—120 мм, ВЭК и Юделя—140 мм. При наличии на станции нескольких централи-



ционных постов (одного распорядительного и нескольких исполнительных) для координирования работы их при механической централизации устанавливается между ними принудительная эл. зависимость при помощи блок-механизмов переменного тока типа, применяемого для путевой блокировки. Имеется два основных типа станционной блокировки: 1) простая маршрутно-сигнальная и 2) раздельная (двойная) маршрутная и сигнальная блокировка. В первом типе на каждый маршрут имеется по одному блоку в распорядительном и исполнительном аппаратах; при наличии же ящика зависимости в распорядительном аппарате в нем должно иметься по одному очку на каждую группу враждебных маршрутов. Нормальное положение блоков: в распорядительном аппарате все маршрутные блоки деблокированы, а в исполнительном заблокированы. Второй тип блокировки требует на исполнительном посту для каждого маршрута отдельного маршрутно-затворного блока и одного общего сигнально-затворного блока для группы враждебных маршрутов, а на распорядительном—по одному маршрутному и одному сигнальному блоку на каждую группу враждебных маршрутов. Все блоки на исполнительном посту и сигнальные блоки на распорядительном посту нормально заблокированы, а маршрутные блоки на распорядительном посту деблокированы.

А Нормальное состояние.

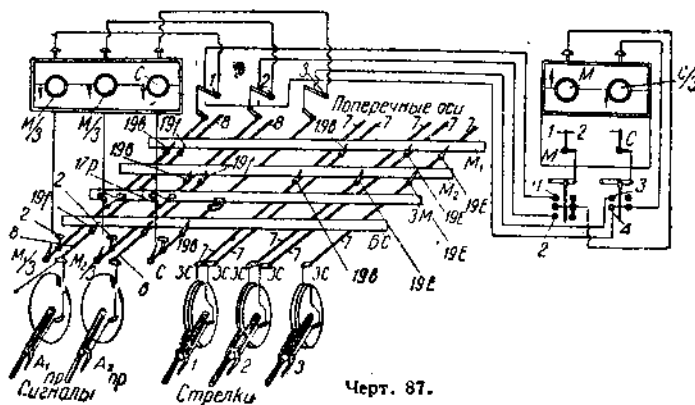


Черт. 86.

Если примыкающая к станции линия оборудована путевой полуавтоматической блокировкой, то путевые очки помещаются в блок-аппарате распорядительного поста. Путевой блок отправления заблокировывается одновременно с подачей распорядительному посту разрешения (блокировки) на открытие выходного сигнала, путевой блок прибытия — по проходе поезда при открытом входном сигнале по входной педали, после закрытия входного сигнала.

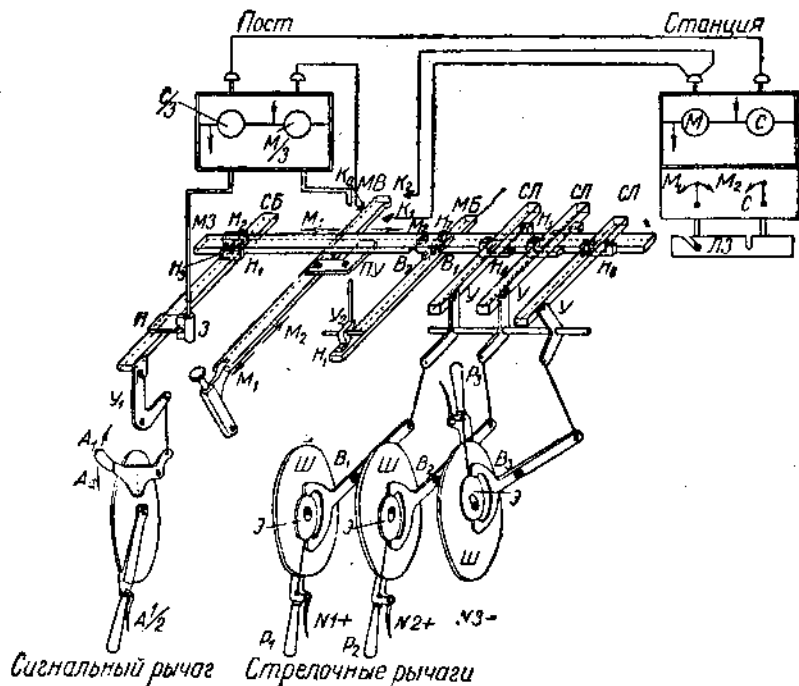
План и схема взаимного замыкания для одной стороны небольшой централизованной станции даны на черт. 85, а на черт. 86, 87 и 88 даны схемы ящиков зависимости централизационных аппаратов для этой же станции систем М. Юделя, С. и Г. и Гордеенко.

На черт. 86 обозначены: $M/3$ и $C/3$ блок-механизмы маршрутно- и сигнально-затворные; M_1 — M_{11} —положение маршрутной рукоятки; B —вилка; L —поперечная линейка; $\mathcal{E}$ —элементы замыкания; Γ —сигнальный рычаг. На черт. 87 обозначены: $M/3$, $C/3$ и C и M —блок-механизмы; 1, 2, 3 и 4—контакты рукояток M и C ; $3C$ —замыкающие стержни;



ПР—переводные рычаги; $M_1, M_2, 3M$ и БС—линейки ящика зависимости; 2, 19 E, 19 b, 19 f, 17 p—типы замочек; 7 и 8—оси с замочками.

На черт. 88 обозначены: М, С, М/З и С/З—блок-механизмы; M_1, M_2 и С—рукоятки; ЛЗ—линейка зависимости; МЗ—линейка с вырезами B_1 и B_2 ; $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_7$ —наклейки; З—замычка; У, $У_1, У_2$, ПУ—угольники; K_0, K_1 и K_2 —контакты; Ш—шкивы с вилками B_1, B_2 и B_3 ; Э—эксцентрики.



Черт. 88.

§ 7. Постовые здания.

Размер постового здания зависит от размеров требуемого аппарата по числу рычагов плюс ожидаемое развитие его (на 30—50%). Длина аппаратов L в мм для разных систем определяется по след. ф-лам:

для аппаратов Сименса: $L = 100n + 244$;

» » Гордеенко: $L = 120n + 244$;

» » ВЭК и Юделя: $L = 140n + 530 + 100 m$,

где n —число переводных рычагов, а m —число блок-очков.

Длина здания д. б. на 3 м длиннее L , чтобы допустить свободный проход с обеих сторон аппарата. Ширина поста д. б. равна ширине аппарата плюс 1,5 м перед аппаратом и плюс 1 м за аппаратом. Высота первого этажа (при наличии компенсаторов)—не меньше 4 м, а второго—3 м. В здании предусматриваются балкон и окна, обеспечивающие видимость путей в пределах управления данного поста. Освещенность аппарата—от 50 до 100 лк.

§ 8. Правила проектирования.

Проектирование устройств механической централизации, станционной и путевой блокировки производится в соответствии с изданным НКПС «Наставлением по проектированию ж.-д. сигнализации, централизации стрелок и сигналов и станционной и путевой блокировки», III—213.

XI. Электрическая централизация.

§ 1. Общие свойства и классификация разновидностей.

При эл. централизации расстояние стрелок и сигналов от центрального поста не играет никакой роли; в диспетчерской централизации это расстояние исчисляется десятками км.

Управляемые приборы переводятся с поста одинаково легко, независимо от расстояния, почему район обслуживания центрального поста определяется в основном видимостью управляемых приборов с поста, но и в последнем случае возможны без ущерба безопасности движения значительные отступления, т. к. невидимые с поста приборы м. б. обеспечены дополнительным эл. контролем (табл.).

Работа эл. передачи при эл. централизации не зависит от условий погоды; для обеспеченной работы требуется только очистка стрелок и обеспечение отвода воды от них.

Всякая неисправность в устройствах эл. централизации немедленно обнаруживается на посту в виде подачи того или иного сигнала. В случае взреза стрелки после открытия сигнала при эл. централизации он сейчас же автоматически закрывается.

Размеры постового здания, приходящиеся на одно место при эл. централизации, меньше, чем при механической, т. к. одиночное поле эл. централизации составляет всего 75 м против 100 м (минимально) при механической централизации.

Бронированные кабели, зарываемые на станциях в землю и не требующие никакого ухода, не загромождают путей станций и не мешают ремонтным работам.

Стоимость эксплуатации эл. централизации не велика, стоимость же устройств эл. централизации превосходит почти вдвое стоимость механической. Однако в виду получаемой экономии на штате сигнальщиков, а равно в виду выгод, получаемых от быстроты пропуска поездов, во многих случаях целесообразно идти на повышенные затраты по устройству эл. централизации, т. к. последние будут оправданы повышением эксплуатационного эффекта в работе станции с одновременным повышением безопасности движения поездов. По району обслуживания различаются эл. централизации:

а) **с т а н ц и о н н а я**, охватывающая устройства в пределах одной станции с обеспечением требуемых безопасности движения зависимостей либо в центральном аппарате (одном или нескольких), либо в коммутации системы разного вида реле (релейная централизация);

б) **у д а л е н н а я**, управляющая устройствами за пределами распределительной станции, имеющей лишь аппарат с приборами управления и контроля, в то время как требуемая взаимозависимость осуществляется на месте, у управляемых устройств;

в) **д и с п е т ч е р с к а я**, объединяющая в одном пункте управление централизованными станциями и разъездами целого участка дороги и построенная преимущественно на управлении и контроле приборов по методу селекции.

В зависимости от осуществления взаимозависимости станционная эл. централизация м. б.: а) с механическим ящиком зависимости и б) без него. В последнем случае м. б. разновидности: 1) с запирающим рукояток эл.

зашелками и 2) без указанного запираания, когда при неправильном повороте рукоятки возможность опасных последствий исключается лишь коммутацией схемы (релейная централизация).

В отношении питания стрелок и сигналов рабочим током различают эл. централизации:

а) с центральным питанием, подаваемым к каждому прибору или группе спаренных приборов по отдельным проводам;

б) с магистральным питанием по общим проводам для всей станции, к к-рым посредством центрально управляемых пусковых приборов присоединяются на время перевода эл. приводы;

в) с местным питанием, в виде обычно низковольтных батарей в колодцах или шкафах у самых эл. приводов, от к-рых через посредство пусковых приборов при переводе питаются эл. приводы.

Контроль состояния централизационных приборов м. б.: а) непрерывный, осуществляемый постоянно, за исключением моментов перевода или случаев повреждения; б) периодический, осуществляемый лишь в моменты участия приборов в обеспечении движения поездов, и в) динамический, осуществляемый за счет выбега моторов эл.-приводов после каждого перевода.

Из перечисленных разновидностей на ж. д. СССР до сего времени была распространена станционная эл. централизация, с ящиком зависимости, с центральным питанием и непрерывным контролем. В целях экономии кабелей начаты устройства эл. централизации с магистральным питанием.

В виду легкой приспособляемости аппаратов без ящика зависимости к изменениям в плане станционных путей проводятся опытные установки эл. централизации без ящика зависимости с запираанием эл. зашелками. Имеются опытные установки и релейной централизации.

§ 2. Кабели и питание электрической централизации.

В устройствах эл. централизации применяется преимущественно постоянный ток вследствие: а) возможности применения при этом аккумуляторных батарей, делающих работу централизации независимой от перерывов в подаче питания; б) значительного начального момента вращения, развиваемого применяемыми серийными моторами постоянного тока.

Напряжение на зажимах сигнальных и стрелочных приводов при работе не д. б. ниже 100 В; нормально—120 В; учитывая потери напряжения в проводах, на зажимах рабочей батареи напряжение д. б. около 135 В. Для работы контрольных и известительных эл.-механизмов централизации в целях экономии в расходе энергии применяется более низкое напряжение—в 30 В на зажимах приборов; соответствующая питающая батарея, называемая контрольной, на своих клеммах должна иметь напряжение ок. 34 В.

При проектировании силовой установки считают в среднем, что на 1 перевод стрелки или сигнала требуется 10 А/сек., а для контроля (при 30 В) на одну стрелку или семафор—непрерывный ток в 0,05 А. Кроме того учитывается расход на работу зашелоков изолированных рельсов, реле и пр. Для подсчета можно пользоваться данными табл. 23.

Емкость батарей, учитывая кпд ее, берется равной двухсуточной потребности при максимальном числе переводов, соответствующем максимальному графику. Для питания берется три батареи, из к-рых одна дает рабочий, другая—контрольный ток, а третья заряжается и находится в резерве; работа батарей чередуется. Зарядная установка должна иметь мощность, достаточную для полной зарядки одной батареи в течение не более 6 час. Д. б. предусмотрена возможность непосредственного питания рабочих и контрольных цепей непосредственно от зарядной установки.

Табл. 23. Данные катушек электромоторов и реле электрической централизации.

Название эл.-магнита или реле	Сопротивление * Ω	Норм. ток в φА	Число витков
Сигнальный затворный эл.-магн.	20	140	2 350
Маршрутный затворный эл.-магн.	30	130	2 750
Реле-ротор	600	40	10 950
Стрелочный контрольный эл.-магн.	340	40	9 350
Стрелочный замыкающий эл.-магн.	48	80	3 300
Двойное реле	340	60	9 350
Педальное реле	8	250	1 500
Звонковое реле	8	140	—
Сигн. привода:			
а) однокрылый	190	160	6 100
б) двукрылый	62	400	3 920
в) трехкрылый	25	700	2 400

* Допуски в сопротивлении $\pm 5\%$.

От поста кабели идут к стрелочным и сигнальным приводам либо в виде отдельных кабелей, либо в виде групповых; в последнем случае кабель подводится к групповой муфте, от которой далее отходят одиночные кабели к отдельным приводам. Кабели состоят из различного числа жил. Если сечение одной жилы является недостаточным для передачи энергии к удаленным приборам, то включают параллельно несколько жил.

Данные кабелей и аккумуляторов приведены в табл. 24—27.

Аккумуляторы устанавливаются на однопроводных (черт. 89) и двух-

Табл. 24. Данные силовых бронированных кабелей до 1 000 В марки СБ. (Строит. длина 1 000 м.)

Число жил	Сечение жилы мм ²	Диам. наружный	Вес 1 п. м в кг	Число жил	Сечение жилы мм ²	Диам. наружный	Вес 1 п. м в кг
1	4	15,6	0,76	2	4,0	19,3	1,12
1	6	16,1	0,81	2	6,0	20,5	1,27
1	10	16,9	0,91	3	1,5	17,8	0,48
1	16	17,9	1,05	3	2,5	18,7	0,55
1	25	20,1	1,32	3	4	19,7	0,64
2	1,5	17,7	0,93	3	6	21,1	0,74
2	2,5	18,5	1,02				

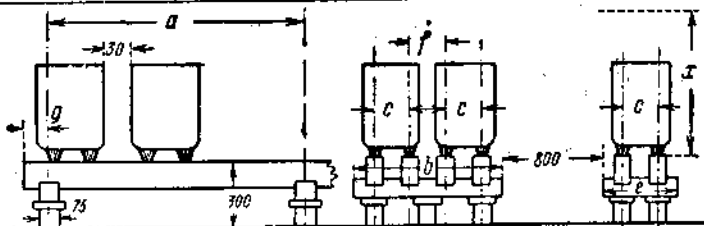
Табл. 25. Данные силовых бронированных кабелей до 1 000 В марки СБС.

Число жил	Сечение жилы мм ²	Диам.* наружный	Вес 1 п. м. в кг	Строит. длина м	Число жил	Сечение жилы мм ²	Диам.* наружный	Вес 1 п. м. в кг	Строит. длина м
2	10	19,5	1,23	1 000	3	10	21,1	0,82	1 000
2	16	22,6	1,46	1 000	3	16	21,9	1,04	1 000
2	25	25,3	2,03	1 000	3	25	27,9	1,75	800
2	35	27,3	2,29	850	3	35	28,9	2,08	625
2	50	29,4	2,75	725	3	50	32,5	2,56	550
2	70	33,3	3,42	650	3	70	36,8	3,51	475
2	95	35,9	4,14	550	3	95	40,0	4,5	425
2	120	39,2	5,00	500	3	120	43,7	5,56	375

* Без оплетки на 3 мм менее; без оплетки и брони — на 8—10 мм менее.

Табл. 26. Данные телеграфных освинцованных бронирован. кабелей с бумажной пропитанной изоляцией и диам. жил 1,2 мм, применяемых в эл. централизации (марки СОВ).

Число жил	Диам. жилы мм	Наружный диаметр кабеля в мм	Вес погонного метра в кг	Строит. длина	Число жил	Диам. жилы мм	Наружный диаметр кабеля в мм	Вес погонного метра в кг	Строит. длина
2	1,2	15,3	0,56	1 000	24	1,2	27,3	1,92	800
3	1,2	15,7	0,60	1 000	27	1,2	28,9	2,16	600
4	1,2	16,4	0,66	1 000	30	1,2	33,9	2,74	600
5	1,2	18,1	0,82	1 000	33	1,2	35,0	—	600
7	1,2	18,8	0,91	1 000	37	1,2	35,8	3,02	500
9	1,2	20,7	1,12	1 000	44	1,2	39,2	3,58	500
10	1,2	21,7	1,21	1 000	48	1,2	39,4	3,8	500
12	1,2	22,1	1,27	1 000	52	1,2	40,2	3,95	450
14	1,2	22,8	1,35	1 000	56	1,2	40,8	—	—
16	1,2	23,7	1,45	1 000	61	1,2	41,8	4,4	400
19	1,2	24,4	1,54	1 000	75	1,2	46,2	5,2	350
21	1,2	25,2	1,64	800					



Черт. 89.

ярусных стеллажах в один или два ряда. При расположении аккумуляторов в два яруса расстояние от верхней плоскости лаги до нижней плоскости поперечины (размер X) должно равняться 750 мм для батарей типов I_1 — I_6 и 1 020 мм для типов I_6 — I_8 , прочие размеры указаны в табл.:

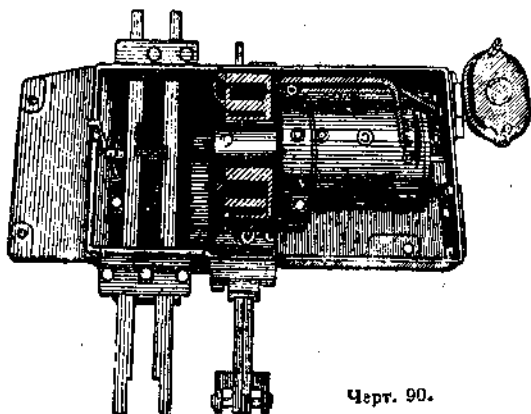
§ 3. Стрелочные и сигнальные электрические приводы.

Стрелочные эл. приводы бывают: а) нормальными, б) быстро действующими (для

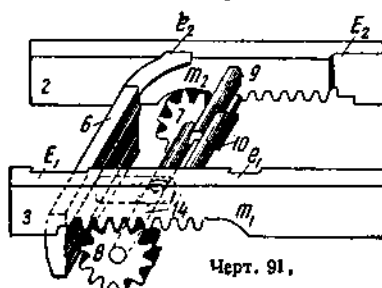
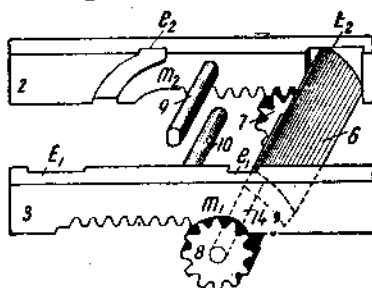
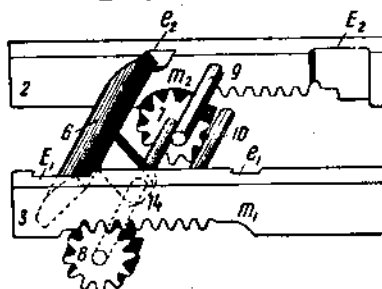
Тип аккумуля.	Размеры в мм					
	a	b	c	e	f	g
I_1	до 1 700	600	125	295	240	до 160 мм
I_2		600	125	295	240	
I_3		600	125	295	240	
I_4		625	125	295	205	
I_5		625	125	295	205	
I_6	до 1 500	570	165	295	190	
I_8		570	165	295	190	

Табл. 27. Данные аккумуляторов для электрической централизации.

Тип батареи	Гарант. емкость в А/ч при разряде:				Макс. зарядный ток	Наружн. размеры сосуда в мм			Вес без кислоты кг	Кислота 22° Боле л
	3 ч.	5 ч.	7,5 ч.	10 ч.		длина	ширин.	высота		
I_1	27	30	33	36	9	80	215	270	8,6	4
I_2	54	60	66	72	18	130	215	270	14,1	6,5
I_3	81	90	99	108	27	180	215	270	18,5	9
I_4	108	120	132	144	36	215	230	270	22,4	11
I_5	135	150	166	180	45	215	230	270	28	10,5
I_6	162	180	198	216	54	215	195	400	31,9	16
I_8	216	240	264	288	72	215	195	480	41,9	15,5



Черт. 90.



Черт. 91.

сортировочных станций) и в) медленно действующими (низковольтными, 24 В, для удаленной централизации); из них первый переводит нормально нагруженную (до 150 кг) стрелку в 2—2,5 ск., второй—в 0,85 ск. и третий—в 6—10 ск.

Мотор стрелочного нормального привода—с двумя обмотками серийного возбуждения для реверсирования. Двигатель должен иметь небольшой холостой ход в начале и конце хода и

д. б. снабжен фрикционным сцеплением. При взрезе стрелки должен перегорать предохранитель на посту. Восстановление нормальной работы стрелки д. б. возможно с поста.

Ускорение перевода стрелки для быстроходного привода м. б. достигнуто повышением напряжения на клеммах мотора до 200—220 В.

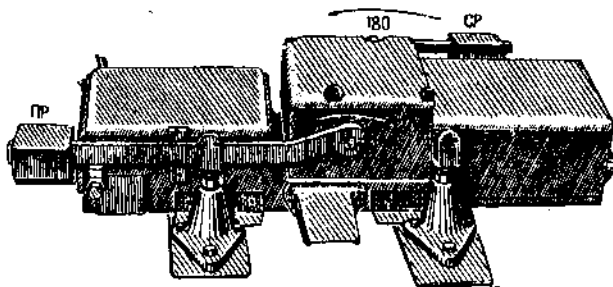
Стрелочные эл. приводы связываются со стрелочными перьями либо посредством наружных замыкателей (тип. М. Юделя, Циунелиса и пр.), либо имеют замыкание внутри себя. Пример привода с внутренним замыканием голландского типа дан на черт. 90, а схема его замыкания на черт. 91, где обозначены: 2 и 3—шибера; 6—закрывающий кулак; 7 и 8—приводные шестеренки; 9 и 10—пальцы; 14—ось; e_1 и e_2 , а также E_1 и E_2 —вырезы в шиберах; m_1 и m_2 —выточки в шиберах.

В удаленной и диспетчерской централизации применяются эл. приводы с двойным управлением (электрическим и ручным).

Американский стрелочный привод с двойным управлением показан на черт. 92; рычаг СР служит для отключения переводной штанги от эл. привода и переключения на ручной; перебросив СР на 180°, получают возможность переводить рычагом ПР стрелку в потребные для маневров положения.

Зависимость скорости перевода и забираемого пускового тока от напряжения и нагрузки эл. привода, изготовляемого заводом им. Казицкого, видна из кривых черт. 93.

Мотор семафорного привода—такого же типа, как и для стрелочного; он должен иметь мощность, достаточную для открытия одновременно всех крыльев (трех) семафора. Длительность перевода—не более 2 ск.



Черт. 92.

Связь мотора с крыльями должна позволять открытие последних лишь при наличии тока в сцепляющих эл.-магнитах. Закрытие сигнала должно происходить: а) автоматически при перерыве сцепляющего тока и б) вращением мотора в обратную сторону. В настоящее время семафоры с эл. приводом в новых устройствах эл. централизации на ж. д. СССР целиком вытеснены светофорами.

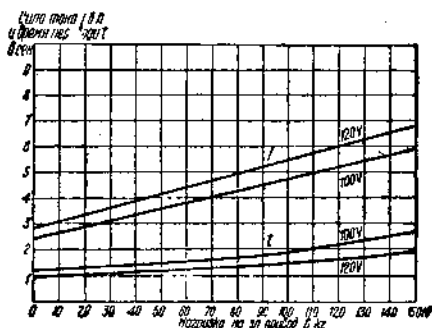
§ 4. Аппарат электрической централизации (станционного типа).

Аппарат состоит из: а) переводных рукояток (коммутаторов) для стрелок, приборов путевого заграждения и сигналов; б) эл. защелок для разного рода замыканий; в) оптических и акустических индикаторов; г) ящика зависимости и д) ножной педали, муфт, клемм и др. деталей. Все рукоятки должны пружинно защелкиваться в крайних положениях, а при рукоятках на три положения—и в среднем положении.

Стрелочный коммутатор состоит из переключателей для рабочего и контрольного токов, эл.-защелки и контрольного эл.-магнита.

Эл.-защелки служат для предупреждения перевода стрелки под поездом; включаются они в цепь изолированного стрелочного рельса нажимом на ножную педаль, обслуживающую группу стрелок.

Эл.-защелка и эл.-магнит должны иметь оптический знак, указывающий получение (белый цвет) или разрыв (синий цвет) контроля положения стрел-



Черт. 93.

ки. При синем цвете в очке контрольного эл.-магнита звонит звонок. Рабочие и контрольные провода защищаются предохранителями. Одним коммутатором допускается управление двумя спаренными стрелками. Число соединительных проводов между аппаратом и одиночной стрелкой не более четырех плюс обратный.

Маршрутно-сигнальные рукоятки (коммутаторы), по одному на два враждебных маршрута, имеют:

а) маршрутную и сигнальную эл.-защелку;
б) переключатели для рабочего и сцепляющего токов семафорных проводов;

в) вертикальные контакты для установления зависимостей и пр.

При повороте маршрутно-сигнальной рукоятки исключаются враждебные маршруты, механически замыкаются стрелочные рукоятки, закрепляется установленный маршрут и дается ток для открытия семафора или зажигания соответствующего огня светофора. Маршрутная эл.-защелка запирает переведенную на 45° рукоятку до автоматического освобождения поездом установленного маршрута. Сигнальная эл.-защелка допускает дальнейший (сверх 45°) перевод рукоятки для открытия сигнала лишь при надлежащем положении всех враждебных сигналов. Обратный перевод рукоятки для закрытия сигнала возможен в любой момент.

Эл.-защелки имеют оптические знаки: маршрутная — белый цвет при не замыкающем и зеленый при замыкающем положении, сигнальная — при отсутствии тока белый цвет, а при наличии тока — красный.

Каждому сигналу в аппарате соответствует эл. повторитель — либо в виде индикатора, либо в виде контрольной лампочки. Предупредительный сигнал открывается той же рукояткой, что и основной — после него, а закрываются они одновременно.

При наличии станционной блокировки вторичное открытие семафора для пропуска поезда по уже использованному маршруту не д. б. возможно до возвращения маршрутно-сигнальной рукоятки в нормальное (среднее) положение и до получения нового распоряжения распорядительного поста. Размыкание установленного маршрута м. б. произведено вручную вспомогательной кнопкой, нормально запломбированной.

Для открытия или закрытия открытых сигналов дежурным по путям на пассажирских платформах устанавливаются специальные платформенные выключатели.

Станционная блокировка при эл. централизации осуществляется обычно постоянным током, при чем на распорядительном посту устанавливается аппарат, конструктивно идентичный с аппаратом исполнительного поста. Связь путевой полуавтоматической блокировки с аппаратом эл. централизации осуществляется чисто электрически, и блок-аппарат с путевыми очками может устанавливаться отдельно от централизационного аппарата. Связь маршрутно-сигнальных рукояток с путевым блоком отправления д. б. такова, чтобы: 1) открыть один из выходных сигналов было возможно лишь при деблокированном блоке; 2) заблокирование блок-очка было возможно лишь после возвращения рукоятки в нормальное положение; 3) на основании одной деблокировки блок-очка можно было лишь раз открыть один из сигналов и затем закрыть его.

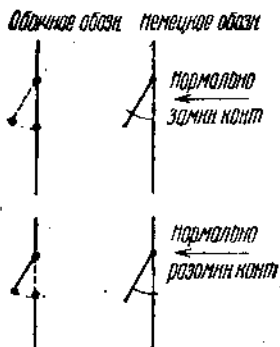
Связь тех же механизмов для выходных сигналов с путевым блоком приема д. б. такой, чтобы размыкание эл.-замычки нажимного стержня происходило лишь после прохода определенных пунктов станции при открытом положении сигнала, а самая блокировка была бы возможна лишь после закрытия сигнала.

§ 5. Условные обозначения и схемы электрической централизации.

Для схем эл. централизации применяется специальный способ изображения, известный под названием развернутых схем. При этом способе соединительные провода вычерчиваются короткими прямыми, по возможности без пересечений, и на них изображаются условными знаками все приборы, контакты, зажимы и пр. в порядке их последовательного прохождения током. При таком изображении части приборов, составляющие одно целое, оказываются в разных частях схем и для отличия снабжаются условными значками и обозначениями.

Условные обозначения для развернутых схем, применяемые при эл. централизации, приведены в след. табл. 28.

Кроме вышеприведенных условных обозначений контактов весьма широко применяются в развернутых схемах немедкие обозначения контактов (черт. 94).



Черт. 94.

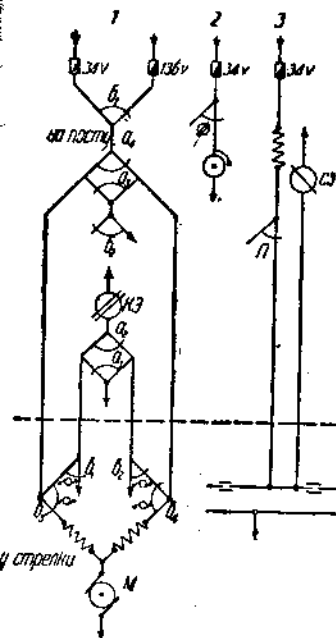
Для указания нахождения контакта при том или ином приборе у обозначения ставятся значки, аналогичные приведенным в таблице 28.

На черт. 95 даны схемы включения одиночной стрелки, взрезного звонка и стрелочного изолированного рельса. На черт. 96 дано включение спаренных стрелок. Расположение контактов соответствует нормальному (плюсовому) положению стрелок. На черт. 95 и 96 толстой линией изображено прохождение контрольного тока; контакты a_1, a_2, a_3 и a_4 — осевые контакты стрелочного коммутатора; контакты b_1, b_2, b_3 и b_4 — батарейные контакты, действующие от якоря контрольного эл.-магнита КЭ. Контакты c_1, c_2, c_3 и c_4 — контакты автопереключателя эл. привода, переключаемые: c_1 и c_2 одновременно в начале перевода, c_3 и c_4 — одновременно в конце перевода; M_1, M_2 — моторы эл. приводов; СЗ — стрелочная защелка.

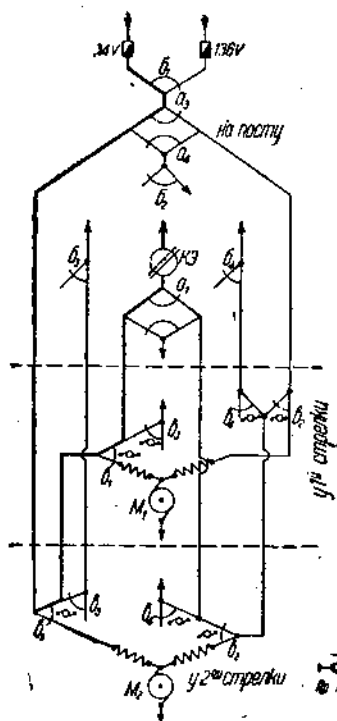
На черт. 97 и 98 даны схемы включения трехкрылого семафора и семафора с предупредительным диском, где Э, Э₁, Э₂ и Э₃ — сцепляющие электромагниты, С₁ и С₂ — сопротивления.

При применении светофоров вместо сцепляющего эл.-магнита включается управляющее реле, к-рое переключает огни светофора; схемы включения светофорных огней показаны далее на черт. 101 и 104.

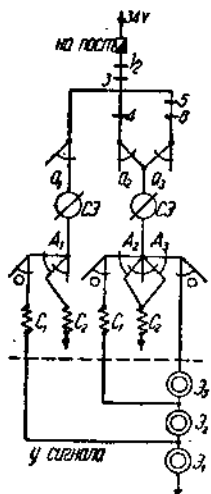
Схемы станционной блокировки при эл. централизации весьма разнообразны. Маршрутный механизм, нормально свободный, при переводе комму-



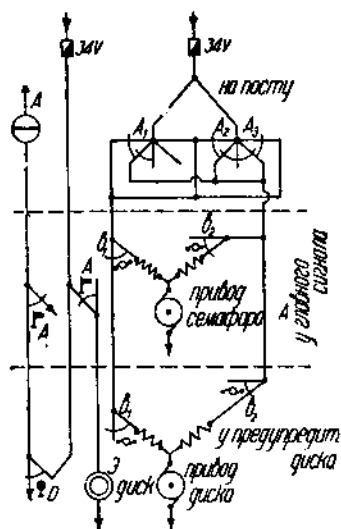
Черт. 95.



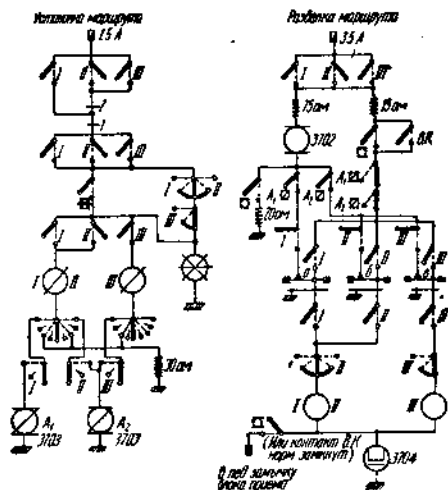
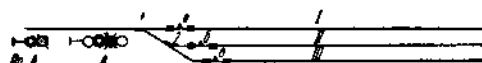
Черт. 96.



Черт. 97. Схема сцепляющего тока.



Черт. 98.
Схема управления семафором с предуп. диском.



Черт. 99. Схемы маршрутов приема распорядительно-исполнительного аппарата.
Б.з. изоляции путей, при полуавтоматической блокировке на перегонах.

Табл. 28. Условные обозначения в схемах электрической централизации.

I. Реле или электромагниты и контакты.

Обозначения		Название реле или эл.-магнитов и контактов	Обозначения		Название реле или эл.-магнитов и контактов
реле или эл.-магнита	контактов		реле или эл.-магнита	контактов	
		Сигнально-затворный эл.-магнит.			Реле в цепи фиолетовой лампы.
		Семафорный повторитель.			Эл.-магнит блокировки.
		Звонковое реле.			Вспомогательное реле.
		Педальное реле.			То же для секционного размыкания.
		Стрелочная эл.-защелка.			То же для замыкания заданного маршрута.
		Противоповторное реле.			То же, повторительн. контр. эл.-магнит стрелочного коммутат.
		Маршрутно-затворный эл.-магнит и его падающий контакт.			Повторно-исключающее реле.
		Контроль эл.-магнит стрелочного коммутатора.			Стык-реле в схемах с изоляцией.
		Вспомогательная эл.-защелка маршрутно-сигнального коммутатора.			Путевое реле.
		Управляющее реле для включения светофоров.			Мотор с обмотками возбуждения и контакты на его автопереключа-теле.

Табл. 28 (продолжение).

Обозначения		Название реле или эл.-магнитов и контактов	Обозначения		Название реле или эл.-магнитов и контактов
реле или эл.-магнита	контактов		реле или эл.-магнита	контактов	
		Реле для включения индикаторов.			
		Реле в цепи красной лампы.			Контакт на крыле семафора.
		Реле в цепи зеленой лампы.			Трущийся контакт в приводе, связанный с крылом семафора.
		Реле в цепи желтой лампы.			Контакт вспомогательной кнопки.
		Реле в цепи молочно-бел. лампы.			Контакт ножной педали изолированного рельса.
		Эл.-магнит контроля выполнения заданного маршрута.			Контакт платформенного выключателя сигнала А.

татора автоматически запирается, когда маршрутно-сигнальная рукоятка на посту будет повернута на 45°; после этого указанная рукоятка автоматически запирается против обратного поворота. При выходе поезда за изолированный рельс маршрутный механизм освобождается и может быть возвращен в нормальное положение.

На черт. 99—109 даны схемы эл. централизации, применяемые Транссигнальстроем при проектировании указанных установок (составлены инж. Кусковым).

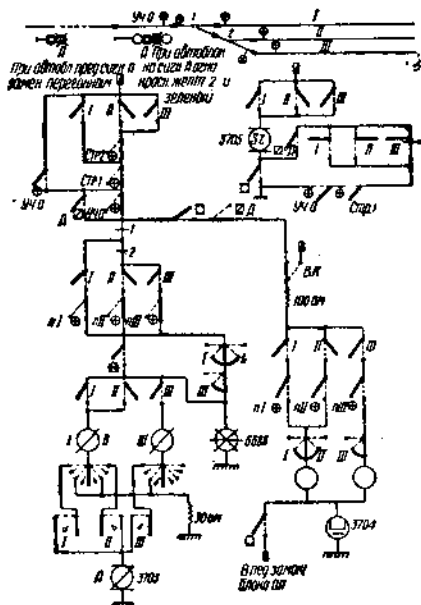
На черт. 99 даны схемы маршрутов приема на станцию без изоляции путей при полуавтоматической блокировке на перегоне. При установке маршрута ток проходит от предохранителя через: осевые контакты 10°—90°, контакты стрелочно-контрольных эл.-магнитов, контакт повторно-исключающего реле, осевые контакты, сигнально-затворный магнит, сопротивление.

Табл. 28 (продолжение).

II. Контакты коммутаторов и другие обозначения.

Условные обозначения	Название	Условные обозначения	Название
	Контакт нажимного стержня блок-механизма.		Горизонтальный контакт группового коммутатора.
	То же ригельного стержня.		Контакт контрольного эл.-магнита группового коммутатора.
	1. Вертикальные контакты маршрутно-сигнального коммутатора:		Сопротивление.
	а) Замыкающийся от 10 до 90°.		Заземление.
	б) Замыкающийся от 45 до 90°.		
	в) Замыкающийся при 90°.		Предохранитель.
	г) Размыкающийся при 60°.		Звонок.
	д) Размыкающийся при повороте в одну сторону в начале перевода, а в др. сторону при 60°.		Сигнальный трансформатор с лампой.
	2. Горизонтальные осевые контакты:		Изолированный рельс с педалью.
	а) Замыкающийся при 10° и 55° и размыкающийся при 60°.		Блок-репитер.
	б) Замыкающийся при 90°.		Повторители ламп: зеленой красной,
	в) Замыкающийся при 45° и размыкающийся при 90°.		желтой, фиолетовой, молочно-белой.

ние 30Ω и в землю. При дальнейшем повороте при замыкании горизонтального контакта $80-90^\circ$ возбуждается управляющее реле и переключает огни сигнала. При наезде поезда на изолированный рельс срабатывает pedalное реле, подготавливая разделку маршрута своими контактами. По сходе поезда всем составом с изолированного рельса ток разделки идет от предохранителя через: осевые контакты $10-90^\circ$, сопротивление 15Ω , контакты pedalного реле, рельс, осевые контакты, маршрутно-затворный эл.-магнит, звонковое реле и в землю. Параллельно со звонковым реле ток протекает через: контакты pedalного реле, ригельный контакт блока ПП, pedalную замычку, контакт ее и в землю.



Черт. 100. Схема маршрутов приема распор.-испол. аппарата с полной изоляцией путей, при полуавтоматической блокировке.

(Гашение сигнала хвостом поезда.)

При автоблокировке на перегоне (гашение сигнала от головы поезда) из схемы управляющего реле выбирается шунт контакта реле уч. а, а из схемы стык-реле контакт управляющего реле.

Участок а при большом числе изолированных участков не нужен. При автоблокировке отсутствует цепь блок-замычки.

Разделка маршрута получается при срабатывании pedalного реле от наезда поезда на pedal, после схода последнего с изолированного рельса и по закрытию сигнала. Pedальное реле возбуждается только при открытом сигнале.

Повторно-исключающее реле введено с целью устранить автоматическое зажигание разрешительного огня сигнала в случае кратковременного поворота дежурный по станции должен повернуть рукоятку обратно на 45° и вновь зажечь сигнал.

В схеме черт. 100 разобран маршрут приема на станции с полной изоляцией путей. При установке маршрута ток от предохранителя идет через: осевые контакты, контакты путевых реле, контакты контрольных стрелоч-

ных эл.-магнитов, контакты (нормально замкнутые) путевых реле приемных путей, контакт повторно-исключающего реле, сигнально-затворный электромагнит, горизонтальные контакты, сопротивление в 30Ω и в землю. Горизонтальный контакт при повороте в $78-80^\circ$ переключает ток с земли на управляющее реле.

При полуавтоматической блокировке на перегоне сигнал должен перекрываться на запрещающий огонь по проходе входного сигнала всем составом; для этого у входного сигнала устроен изолированный участок *a* длиной в два звена, контакты реле *к*-рого входят в цепь установки маршрута, и контролируется исправность его при повороте рукоятки. После срабатывания управляющего реле контакт реле участка *a* шунтируется контактом управляющего реле, т. е. при наезде поезда на участок *a* и размыкании контакта реле участка *a* управляющее реле продолжает поддерживать свой якорь, питаясь через собственный контакт.

Одновременно при отпадании якоря реле участка *a* шунтируются контакты реле всех изолирующих участков и наезд поезда на последующие изолированные участки не вызывает перекрытия сигнала. По сходе поезда последним скатом с участка *a* реле притягивает свой якорь, шунт обрывается и на сигнале загорается запрещающий огонь.

При нахождении поезда на первых двух изолированных участках (участок *a* и стрелка *l*) работает стык-реле, контактом *к*-рого подготавливается разделка маршрута. Стык-реле остается на самозамыкании и лишается тока при постановке рукоятки в нормальное положение (0°).

Цель разделки маршрута при полной изоляции путей отличается от цепи разделки маршрута без изоляции тем, что не имеет специального предохранителя, а ток ответвляется от цепи установки маршрута ниже всех контактов путевых реле (чтобы не повторять эти контакты дважды). Контакты путевых реле приемных путей находятся ниже точки ответвления в виду того, что в задание маршрута они входят нормально замкнутыми, а в разделку — нормально разомкнутыми.

После установки поезда на соответствующем приемном пути и после схода всеми скатами со стрелочных участков ток разделки проходит от предохранителя через: осевые контакты, контакты путевых реле всех изолированных участков, контакт стык-реле, контакт управляющего реле, вспомогательную кнопку (для искусственной разделки), сопротивление 100Ω , осевые контакты, замкнувшиеся контакты путевого реле приемного пути, через маршрутно-затворный эл.-магнит, звонковое реле к др. полюсу батареи; т. о., маршрут разомкнут. Параллельно звонковому реле работает педальная замка приемного блока. При автоблокировочном подходе к станции схема изменяется весьма незначительно: выбрасывается шунт на контакт реле участка *a* (жирно начерченная часть схемы) и из схемы стык-реле выбрасывается контакт управляющего реле в виду того, что в противном случае стык-реле не притянет свой якорь, т. к. управляющее реле останется без тока и разомкнет свой контакт ранее, чем поезд попадет на след. секцию.

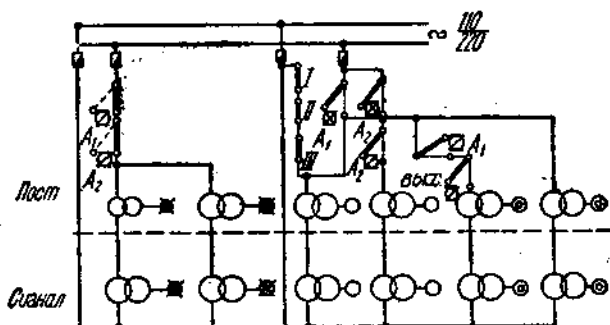
При автоблокировке на входном сигнале вместо входных зеленых огней будут желтые, а вместо белого огня сквозного пропуска — зеленый.

На черт. 101 дано включение входных светофоров по схемам: а) с двумя управляющими реле на сигнал (по черт. 99) и одним способом включения сигнала и б) с одним управляющим реле на сигнал (по схеме черт. 100) и др. способом включения сигнала в качестве контроля.

Мгновенные контакты приемных маршрутов (*I*, *II* и *III*) между прямыми и обратными проводами введены для устранения возможности появления разрешительного огня на сигнале от случайных притяжений якоря управляющего реле; если при неустановленном маршруте управляющее реле окажется притянутым, то перегорает предохранитель.

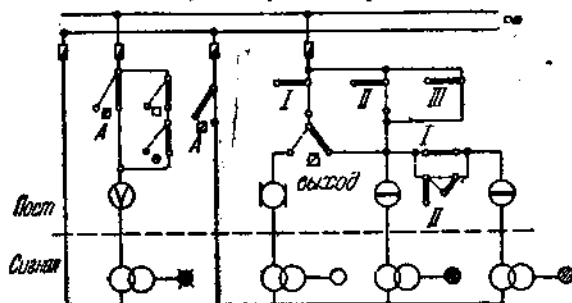
Красный огонь сигнала тухнет в том случае, когда установлен маршрут (управляющее реле под током) и загорается один из разрешительных огней. При перегорании лампы разрешительного огня загорится красный огонь.

а) С контрольными трансформаторами.

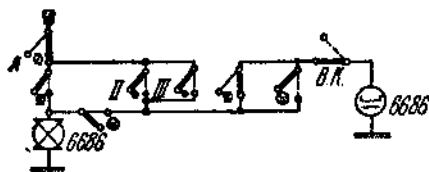


Сигнал $A^{1/2}$ с пред. А (к схеме черт. 99).

б) С контрольными реле.



Сигнал А к схеме черт. 100 для станции с автоблокировочными подходами.



Включение сигнала приближения при автоблокировке (к схеме черт. 100).

Черт. 101. Схема включения сигналов (светофоров).

У входного сигнала м. б. пригласительный сигнал (на схеме не показан), к-рый м. б. заожен через нормально заплombированный рубильник и заменяет собою проводника для ввода поезда на станцию при красном огне или при отсутствии подачи переменного тока (лампа пригласительного сигнала питается постоянным током).

На черт. 101 дано также включение сигнала приближения при автоблокировке: при вступлении поезда на II или III от станции блок-участок работает реле сигнала приближения и звонит звонок, к-рый дежурный по ст. может выключить, оставив в качестве сигнала только оптический указатель. При открытии сигнала самозамыкание снимается и сигнал приближения выключается.

На схеме черт. 102 разобраны маршруты отправления на станции без изоляции путей с полуавтоматической блокировкой на перегоне. Цепь установки маршрута аналогична цепи установки приемного маршрута, с той разницей, что вместо контакта повторно-исключающего реле включен контакт противоположного реле и в цепи добавлен ригельный контакт блока отправления (нормально замкнутый при двухпутной блокировке) или нормально разомкнутый ригельный контакт блока получения согласия (при однопутной блокировке).

Противоповторное реле в отличие от повторно-исключающего реле разрешает открыть сигнал только один раз; для открытия вновь необходимо сработать блоком отправления и получить прибытие с соседней станции.

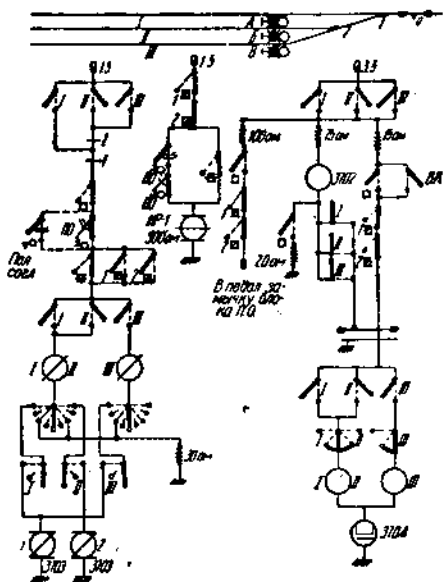
При заблокированном блоке и отпущенной блок-клавише возбуждается через контакты управляющих реле противоположное и включает себя на самозамыкание; при открытии сигнала противоположное реле лишается тока, а управляющее реле остается на самозамыкании. Любое повреждение в цепи гасит сигнал без восстановления.

Автоматическое гашение выходного сигнала производится контактом педального реле.

В маршрутах отправления на всю группу можно использовать два управляющих реле, — левое и правое, т. е. для поворотов рукоятки влево и вправо.

Педальная замыкалка блока отправления работает через контакты управляющих реле, сопротивление, контакт педального реле и контакты 10—90°; т. о., блокировка дается сразу после закрытия выходного сигнала по наезде поезда на выходную педаль. Разделка маршрута отправления совершенно аналогична разделке маршрутов приема.

На схеме черт. 103 даны маршруты отправления при полной изоляции путей станции. Цепь задания проходит через: осевые контакты, контакты путевых реле, стрелочных секций, ригельный контакт блока отправления, контакт противоположного реле, шунтированный контактами управляющих реле и далее по обычной схеме. Включение стык-реле отличается от включе-



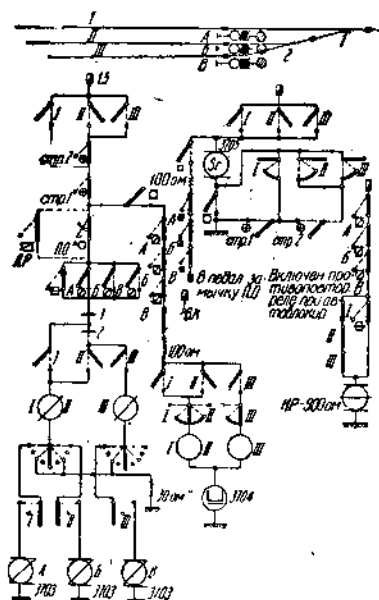
ния педального в том, что стык-реле включено не через контакты 90°, а 45—90°; путевые реле взяты два последних по маршруту. Разделка маршрута построена по тому же принципу, как и разделка маршрутов приема, с той разницей, что отсутствует контакт занятого пути, т. к. на пути может остаться часть состава, и при нормальной работе схемы придется пользоваться кнопкой для искусственной разделки.

Противоповторное реле включено по ранее приведенной схеме (черт. 102), а pedalная замычка подключена к цепи стык-реле так же, как и к pedalному реле.

Блокировка дается после работы стык-реле, а управляющее реле лишается возбуждения при вступлении поезда на первый же изолированный участок (сигнал меняет огонь с разрешительного на красный). При автоблокировке схемы остаются аналогичными, только вместо контакта блока в цепи установки маршрута включается нейтральный контакт линейного реле (включение см. черт. 109).

Противоповторное реле включается не через контакты блока, а через мгновенные контакты маршрутов, что делает невозможным игру сигналами. Для надежности работы схемы в качестве противоповторного реле лучше брать реле типа НР-1-900 с медленного отпадания.

На схеме черт. 104 дано включение сигналов с двумя управляющими реле на группу и с управляющим реле на каждый сигнал. В первом случае работа происходит след. обр.: при работе «левого» управляющего реле рвется цепь красной лампы всех сигналов «левых», но меняет свой знак лишь тот сигнал, к-рый соответствует повернутой рукоятке (благодаря шунту контактом 0—45°); при работе «правого» управляющего реле происходит аналогичное действие. При одном управляющем реле пришлось бы ставить шунт контактом 45—90° на все контакты 0—45° противоположной половины коммутатора, что сделало бы схему менее надежной.



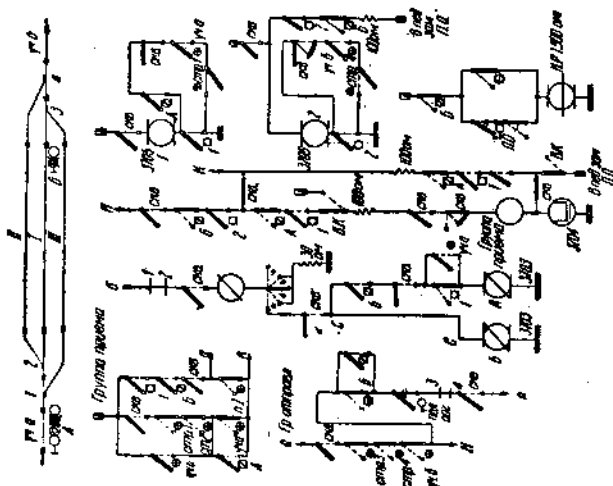
Включение повторного реле при полуавтоматике (см. схему черт. 104).

При автоблокировке в цепи управляющего реле вместо контакта ригельного стрелника—контакт повелителя линейного реле первого участка. При автоблокировке на выход сигналах добавляется желтый огонь.

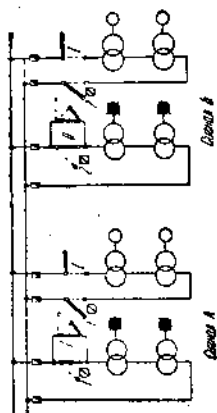
Черт. 103. Схема маршрутов отправления с полной изоляцией путей при полуавтомат. блок. на перегоне.

На схеме черт. 105 разбирается маршрут сквозного пропуска на отдельной рукоятке, не секционированный, на станции с полной изоляцией путей при полуавтоматической блокировке на перегоне. Рукоятка помещена в группе приема. Ток установки маршрута идет от предохранителя через: делительные контакты, путевые контакты приемной части сквозного маршрута, проводами *а—а* передается в отправочную группу, пройдя ее проводом *б—б*, возвращается в приемную часть в сигнально-затворный элемент; после контакта *с—с* в управляющее реле отправления. После срабатывания последнего идет: от провода *с* через контакт управляющего реле

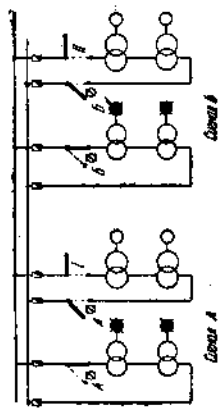
Б, контакт стык-реле, шунтированный путевым контактом участок *a*, в управляющее реле приема А. При вступлении поезда на участок *a* шунтируются все приемные путевые реле; при вступлении на след. участок работает стык-



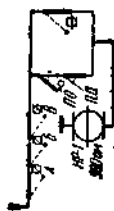
Черт. 105. Схемы сквозных нашрутов не секционированных, при полной изоляции путей, с полуавтоматической блокировкой на перегоне.



К схеме черт. 102.



К схеме черт. 103.



Включение противоповторного реле; к схеме черт. 103 (для случая полуавтоматической блокировки).

Черт. 104. Схема включения сигналов (светофоров).

реле *Г* и создается новый шунт для поддержания горения выходного сигнала через контакт управляющего реле Б (провод *a*); по сходе поезда с участка *a* входной сигнал меняет огонь на красный, стык-реле и реле участка *a*

разорвали цепь управляющего реле; выходной сигнал горит через новый шунт.

При наезде на выходные участки меняет показание выходной сигнал. Противоповторное реле, стык-реле приема и отправления и pedalная замычка отправления работают аналогично ранее описанным схемам. Блокировка подается после срабатывания pedalной замычки в обе стороны. Pedальная замычка приема срабатывает по вступлении поезда на приемный путь (предохранитель группы приема, контакты путевых реле, провод к—к, сопротивление 100 Ω , управляющее реле А, стык-реле 1 и в pedalную замычку).

Нормально pedalная замычка работает параллельно с разборкой маршрута, при сквозном же она переключается на описанную цепь.

По уходе поезда за пределы станции ток разделки идет от предохранителя через: контакты путевых реле приема, провод а—а, контакты путевых реле отпадения, провод Н—Н, управляющее реле Б, стык-реле 2, управляющее реле А, стык-реле 1, через контакты в м/з эл.-магнит, звонковое реле и другой полюс батарей. Маршрут, т. о., разобран. При приемных маршрутах разделка идет из цепи установки маршрута проводом к—к.

Данное решение употребляется на малых станциях при слабом движении; держать же станцию занятой на все время прохода сквозного поезда на крупных станциях с большим движением нерационально.

Черт. 106. Схема сквозного маршрута на одной рукоятке, секционированного, при полной изоляции путей, с автоблокировкой на перегоне.

На схеме черт. 106 разобран сквозной маршрут на одной рукоятке, секционированный электрически, а не механически (при двух рукоятках I и II секций) при полной изоляции путей, с автоблокировкой на перегоне.

Установка маршрута—обычным способом при станции с изоляцией путей. При наезде на участок а обесточивается секционное реле, отключает управляющее реле Б от основной цепи и поддерживает реле управления Б через самозамыкание от вспомогательной цепи, в к-рую входит вся отправочная часть, за исключением контакта противоповторного реле.

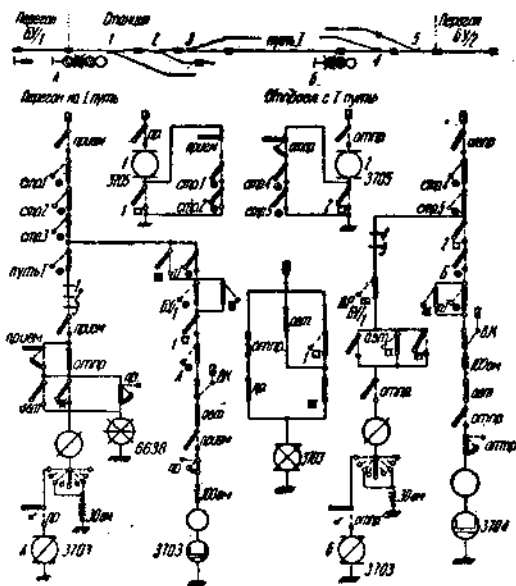
Секционное реле обесточивается вследствие разрыва установочной мгновенных контактов, самозамыкание же оборвано контактом путевого реле участка а. Для устранения возможности обесточивания выходного управ-

ляющего реле *Б* контакт участка *а* шунтирован контактом управляющего реле *А*. При наезде на след. участок перекрывается на запрещающий огонь входной сигнал и работает стык-реле. Контакт секционного реле оставлен для контроля работы. По сходе поезда со всех приемных изолированных участков при возбуждении стык-реле и при отпавших якорях стрелочных защелок получается разделка маршрута. Рукоятка ставится в нормальное положение, выходной сигнал горит по вспомогательной цепи; эл.-защелки стрелок, входящих в отправочную часть маршрута, обесточены и обрывается их цепь контактом секционного реле; цепи всех враждебных маршрутов обрываются в цепи установки маршрута контактами секционного реле. По уходе поезда за пределы секции питание секционного реле восстанавливается через контакты путевых реле, красной лампы сигнала и мгновенные контакты секции данного маршрута. Данная схема м. б. употребляема во всех случаях как сквозных пропусков, так и приемов и отправок.

В разобранный схеме требуется специальная рукоятка сквозного пропуска. В схеме черт. 107 сквозной маршрут осуществляется без специальной рукоятки, составляясь из маршрутов приема и отправления.

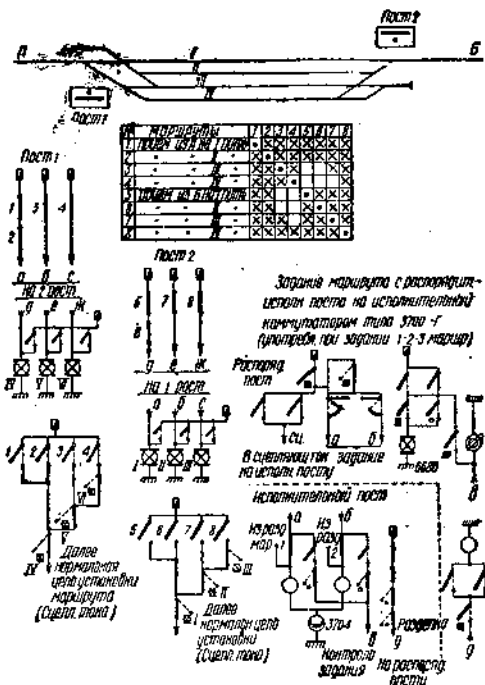
Установка маршрутов приема и отправления—нормальная (см. выше), с тем добавлением, что при установленном маршруте приема поставить маршрут отправления возможно, при установленном же отправлении задать прием невозможно. В ящике зависимости враждебность между приемом и отправлением с одного пути снята. Для того, чтобы иметь возможность пропускать поезда пачками, не устанавливая каждый раз маршрута для след. поезда, вводится рукоятка автоматического движения по станции, к-рая производит такие изменения в схеме, при к-рых сигналы на станции работают автоматически, без участия дежурного по станции, по принципу работы перегонных сигналов.

Автоматическая рукоятка нормально замкнута в ящике маршрутами приема и отправления и м. б. поставлена только при установке обоих маршрутов. Автоматическая рукоятка шунтирует в приемной группе контакт повторно-исключающего реле, а в группе отправления контакт протиповторного реле. После прохода первого поезда стык-реле приема и отправления притягивают свои якоря; разборка маршрутов подготовлена. Чтобы исключить звонок, в цепь разделки маршрутов приема и отправления введены мгновенные контакты автоматической рукоятки.



Черт. 107. Схема сквозного маршрута из маршрутов приема и отправления, с рукояткой автоматического движения (при автоблокировке на перегоне).

Для того, чтобы не разделять маршрута перед след. поездом, включено вспомогательное реле (нормально под током), к-рое работает от первого стык-реле при установленной автоматической рукоятке. В разделе приема введен контакт БУ/1, шунтированный контактом вспомогательного реле, а в разделе отправления введен контакт приемного пути, шунтированный контактом вспомогательного реле.



Черт. 108. Схема работы двух постов с взаимным исключением.

Для возможности разборки приемного маршрута по уходе поезда за пределы станции нормально разомкнутый контакт путевого реле приемного пути шунтирован разомкнутым контактом вспомогательного реле. Вспомогательное реле восстанавливается после установки в нормальное положение рукоятки маршрутов приема и отправления. Автоматическая рукоятка не замыкается в переведенном положении и в любое время м. б. поставлена обратно в нормальное положение.

На черт. 108 даны элементы схемы работы станции с двумя постами без задания маршрутов, с взаимным исключением. При установке маршрута приема из Б на 1-м посту исключаются посредством контактов реле исключения в цепи установки маршрута враждебные маршруты и, наоборот, при установке на 1-м посту исключаются при помощи реле исключения все враждебные маршруты на 2-м посту.

При установленном маршруте исключающее реле питается через свои контакты, чтобы другой пост не мог погасить сигнал, поворачивая рукоятку на угол пробы 30°. Указанный способ связи постов друг с другом является во многих случаях совершенным при полной изоляции путей. Для удобства работы при такой системе устанавливается под окошечком м/с коммутаторов извещатель исключения маршрутов.

Кроме указанной схемы применяется схема задания с распорядительно-исполнительного поста на исполнительный посредством коммутатора типа 3700-Г. Ток задания идет через: вспомогательный контакт, контакт контрольного реле, контакты 45—90°, проводами а или б попадает в м/з эл.-магнит на исполнительном посту; сцепляющий ток дается на посту одним проводом на всю группу. После поворота рукоятки на 45° на исполнительном посту ток возвращается на распорядительный, как контроль выполненного задания. На распорядительном посту притягивает свой якорь контроль-

ный эл.-магнит (эл.-магнит коммутатора 3700-Г), включая себя на самозамыкание, и выключает ток задания.

Для того, чтобы задание не могло поступить на исполнительный пост через незамкнутый коммутатор распорядительного поста, ток задания проходит через контакт вспомогательного реле, к-рое притягивает свой якорь через падающий контакт коммутатора и держится на самозамыкании до использования маршрута. Разделав обычным способом по обычной схеме маршрут, исполнительный пост ставит рукоятки в нормальное положение. Через мгновенные и падающие контакты коммутаторов исполнительного поста на распорядительный пост поступает разделка маршрута (провод $\delta-\delta$), после чего распорядитель ставит коммутатор в нормальное положение и вся схема возвращается в исходное положение.

Коммутатором 3700-Г задаются группы маршрутов, один, два, три маршрута; при больших группах целесообразнее задавать маршруты маршрутоизбирателями с групповым коммутатором. В настоящее время задание маршрутов групповым коммутатором мало применяется.

Связь схем эл. централизации с путевой блокировкой дана на черт. 109. При однопутной полуавтоматической блокировке согласие можно вернуть только до открытия сигнала; блокировку отправления нельзя дать, не открыв сигнала как в двухпутной, так и в однопутной блокировке благодаря механическому переменному замыканию. Цепь индукторного тока в маршрутах отправления проведена через контакты $0-45^\circ$, а в маршрутах приема—через 0° .

Для связи с автоматической блокировкой на однопутном перегоне имеется три провода к первому релейному шкафу на перегоне.

Нечетное линейное реле питается через управляющее реле, через контакт противоположного реле и через путевое реле последнего блок-участка.

Контакт противоположного реле служит для гашения огня противоположного направления при зажигании выходного сигнала на станции.

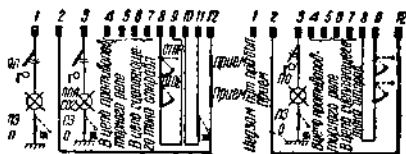
Станционное линейное реле отправления питается через контакты первого четного линейного реле, через контакты путевого реле первого блок-участка; для гашения сигналов обратного направления введен контакт блок-реле.

При двухпутной автоблокировке к первому релейному шкафу идут четыре провода,—независимо два приемных и два отправочных.

Приведенная на черт. 110 схема ящика зависимости дает представление об осуществлении таблицы замыкания в виде замыканий между осями ящика

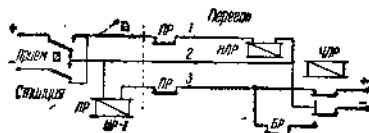
1) Полуавтоматическая блокировка:

- а) Однопутная б) Двухпутная

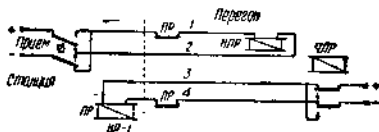


2) Автоматическая блокировка:

- а) Однопутная

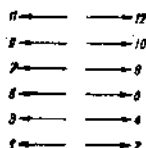
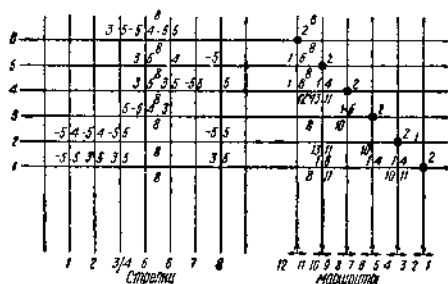


- б) Двухпутная



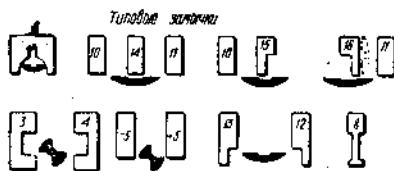
Черт. 109. Схемы связи электрической централизации с путевой блокировкой.

зависимости. Стрелки на концах маршрутных осей указывают, в какую сторону поворачивается рукоятка при установке того или иного маршрута. При повороте оси влево линейка с насаженными на нее замычками ведется вправо ведущей замычкой 2 (стрелки справа указывают движение линейек при установке того или иного маршрута). Замычки 14, 15 и 16 стоят над серединой оси; замычки 10 и 11—по краям оси, не мешая в нормальном положении повороту оси; при сдвинутой же линейке замычки становятся на пути поворота оси, чем и осуществляют замыкания.



При совпадении замычки 10 или 11 с замычкой 8 последняя не ставится, а взамен 10 и 11—ставятся соответственно 13 и 12.

Таблица замыкания.



Входные данные маршрута															Выходные данные																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</

Черт. 110. Схема ящика зависимости, соответствующая таблице замыкания.

§ 6. Особенности сигнализации и централизации на участках с автоблокировкой.

Станционные сигналы (входные и выходные) обычно делают полуавтоматическими, нормально закрытыми, т. е. зависящими как от состояния блок-перегонов, так и от воли дежурного по ст. Лишь после установки заданного маршрута и перевода дежурным по ст. сигнальной рукоятки аппарата сигнал переводится из заграждающего в разрешающее положение, если лежащий впереди блок-участок свободен.

Полуавтоматические сигналы м. б. с самозамыканием и без него. Первые за проходом поезда принимают заграждающее положение и сохраняют его и после освобождения поездом ограждаемого ими блок-участка; для нового открытия сигнала требуется возвращение дежурным по ст. сигнальной рукоятки в нормальное положение, а затем в переведенное, при чем сигнал будет давать показание, соответствующее состоянию ограждаемого им блок-участка. Полуавтоматические сигналы без самозамыкания, приняв за прошедшим поездом заграждающее положение, затем меняют свои показания, как чисто автоматические. На ж. д. СССР на ближайшее время

принято на станциях применять полуавтоматические сигналы с самозамыканием.

В отношении маршрутов при автоблокировке надо заметить след.: допускается одновременный прием на разъездной пункт двух встречных поездов при наличии не менее 14—16 осей на автотормозах в голове поезда при любом профиле, а при числе осей на автотормозах менее 14—16 или при чисто ручных тормозах—лишь при расположении станции во впадине с подходом на уклонах ниже половины руководящего уклона. Попутные маршруты д. б. враждебными в тех случаях, где не допускается одновременный прием для скрещения.

Сквозной пропуск по боковым путям д. б. предусмотрен на разъездах американского типа со сдвинутыми путями и на разъездах с удлинненными параллельными путями; при обычном же типе разъездов желательно предусмотреть сквозной проход по боковым путям со стороны подхода поездов с меньшими скоростями; напр., со стороны подхода поездов под уклон желательно предусматривать сквозной пропуск поездов по главному пути, а со стороны подхода по подъему—по боковому пути.

Изоляция путей предусматривается для предупреждения приема на занятый путь и для обеспечения сквозного прохода по намеченным путям. Изоляция разъездных путей в последнем случае необходима: на автоматических разъездах, на разъездах американского типа со сдвинутыми путями, на разъездах с удлинненными параллельными путями и на обычного типа разъездах при маршрутах сквозного прохода по боковым путям.

При систематическом пакетном движении для маневров предусматриваются особые вытяжные тупики, допускающие одновременно с маневрами прием и отправление поездов. При отсутствии тупиков, когда маневры производятся с вытяжкой на главный путь, обязательна установка за выходной стрелкой на особой мачте или на мачте входного сигнала маневрового сигнала, показывающего в сторону станции молочного-белый огонь при разрешении вытяжки и синий при запрещении. Маневровый сигнал может загораться молочного-белым огнем лишь в случае, если два прилегающих к станции блок-участка свободны. Нормально маневровый сигнал не горит, а зажигается лишь при повороте особой рукоятки; одновременно появляется красный огонь на входном, предупредительном, а иногда и следующем проходном сигнале.

При наличии централизации на станциях устанавливается зависимость сигнальных цепей автоблокировки с управлением стрелками и сигналами посредством централизационного аппарата.

На черт. 109 показаны схемы связи автоблокировки с эл. централизацией.

§ 7. Автоматическая централизация пересечений ж. д. на одном уровне и сплетений путей.

В США, где широко распространено пересечение ж.-д. линий на одном уровне, в последнее время вместо устройства центрального поста для управления сигналами у пересечения стали применять автоматическую зависимость между сигналами, обеспечивающую при подходе к пересечению поезда по одной из дорог автоматическое закрытие сигналов на второй. Аналогичные устройства применяются в США и для сплетения двух путей (напр., в тоннеле или на мосту). План такого сплетения и схема токопрохождения даны на черт. 111, где *EU* и *NWU*—управляющие реле главных сигналов *E* и *W*, *ES* и *WS*—самоудерживающие (блокирующие) реле этих сигналов, *ESR* и *WSR*—реле размыкателей времени *ESR* и *WSR*. Цепи внизу чертежа показывают управление огнями (красным и лунно-белым) сигналов *E* и *W*.

реле СУР и контрольного поляризованного реле положения перьев КР и 3) переводно-пусковая часть, состоящая из эл. привода П с контактами, действующими при переводе на ручное обслуживание (от селекторного рычага), контактами автопереключателя АВ, контролирующими положение перьев, и пускового поляризованного реле ПУР, пускающего в ход привод.

При нормальном положении стрелки: 1) на посту горит лампа СЛ через контакт 1 реле СКР; 2) цепь замкнута на пути: + на посту, рукоятка Н, реле СКР, контакт путевого реле СПР стрелочной секции, провод а, контакты 10 и 11 реле КР, контакты 8, 4 и 5 реле СУР, контакт 2 реле СБР, реле СУР и обратный провод. Реле СБР шунтировано цепью контактов 10, 11, 8 и 4. При переводе из нормального положения рукоятка переводится в положение П, якорь реле СКР отпадает, лампа СЛ гаснет; отпадает также на время перемены полярности якорь реле СУР.

Пусковое реле ПУР, питавшееся от + через контакт 9 и верхний контакт 7, получит такой же полярности питание от + через контакт 13 и нижний контакт 7, а потому якорь реле ПУР своего положения не изменит. Далее когда рукоятка будет в положении П, образуется цепь: — на посту, рукоятка П, реле СКР (замедленного действия на притяжение якоря), контакт СПР, провод а, контакт 6, 5, 2 и реле СУР; последнее возбудится током обратной полярности и перебросит свои контакты 8 и 9 поляризованного якоря. После этого питание реле СУР будет происходить от минуса через контакты 12, 8, 4, 5 и 2; цепь реле СКР будет разорвана на контакте, переброшенном вправо, т. е. лампочка СЛ гореть не будет.

Реле ПУР теперь получит питание от минуса через правый контакт 9 и верхний контакт 7, в результате чего контакты 13, 14 и 15 его поляризованного якоря переберются вправо и в мотор привода П поступит рабочий ток от + через параллельно включенные контакты 16, 17, 18 и 19, далее через контакт 14, якорь П, контакты 15, 20 и 21, обмотку возбуждения ОБ и — рабочей батареи. Стрелка переведется на минус, контакты автопереключателя после полного перевода займут положение, показанное пунктиром, в результате чего переключится полярность питания реле КР и поляризованный якорь его перебросит контакты 11 и 12 в правое положение. После указанной переброски установится цепь: минус на посту, рукоятка П, реле СКР, контакт СПР, провод а, контакты 10, 12 (правый), 8 (правый), 4, 5, 2 и реле СУР; контрольная лампочка вновь загорится, указывая на полностью выполненный перевод и правильное положение перьев стрелки. При обратном переводе происходят аналогичные действия. При недоходе пера контакты автопереключателя находятся в среднем положении, реле КР лишено возбуждения и контрольная лампочка СЛ не горит.

При удаленном управлении кроме перевода стрелки необходимо обеспечить ее: 1) от перевода под составом (маневровым); 2) исключить возможность перевода, когда стрелка стоит в маршруте, для к-рого открыт сигнал, и 3) исключить возможность перевода при подходе организованного поезда к стрелке.

Перечисленные исключаяющие зависимости производятся чисто электрическим путем, а именно: в провода, идущие к реле ПУР, очерченные пунктиром А, включаются контакты разного рода реле, разрывающие цепь пускового реле ПУР и тем исключаяющие возможность перевода стрелки.

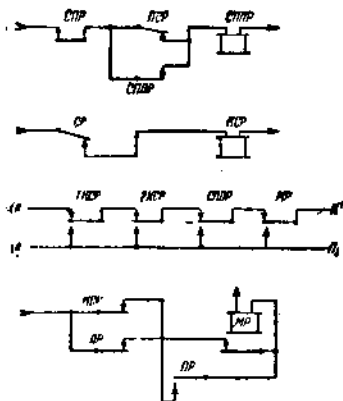
Принципы указанных зависимостей даны на черт. 114; из них осуществляются: 1) первая зависимость посредством самоблокирующегося реле СППР, повторителя путевого реле СПР стрелочной секции; 2) вторая — посредством реле КСР, контролирующего закрытое положение сигналов (управляется через нижний контакт сигнального реле СР), и 3) третья — посредством маршрутного реле МР, возбужденного при закрытых сигналах (замкнут верхний контакт КСР) и свободном участке приближения (замкнут

верхний контакт реле приближения *AP*); при открытых сигналах и наличии приближающегося поезда—реле *MP* не возбуждено и может восстановить свое возбуждение лишь по прибытии поезда на предназначенный путь (смыкание нижнего контакта *PP*).

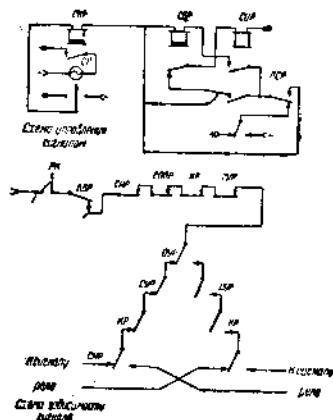
Контакты реле **СППР**, **КСР** и **МР** включаются в разрез проводов, идущих к реле **ПУР** (пунктир А на черт. 113), как указано на схеме 3 черт. 114. При таком включении нельзя переводить стрелку при наличии опасных положений, указанных выше.

Для искусственной разделки маршрута применяется шунтирование контакта реле *МР* либо специальной кнопкой, либо посредством контактов реле с выдержкой времени.

Управление сигналами производится по схемам черт. 115, которые работают аналогично схеме управления стрелкой.



Черт. 114.



Черт. 115.

Возбуждение сигнально-избирательного реле *СИР* током той или другой полярности производит выбор входного или выходных сигналов конца станции. Контроль выполнения, — зажигание лампочки *СЛ*, — произойдет лишь после срабатывания контакта *ПСР* — повторителя сигналов, работающего в связи с действием сигналов.

Кроме контактов реле *СИР*, в цепи зависимости сигнального реле (черт. 115) включаются контакты ряда реле: 1) *РК*—контакт ручного управления стрелкой, исключающий возможность открытия сигнала при ручном обслуживании стрелки; 2) *ВВР*—реле с выдержкой времени, исключающий управление сигналом при предварительном замыкании; 3) *СППР*, *КР*, *СУР*, контролирующие правильность прилегания перьев стрелки, незанятость стрелочной секции и пр., и 4) *СУР*, *КР*, *ПУР*—правильность положения стрелки.

Контроль известительных цепей приближения поезда на табло получается в зависимости от упомянутого реле AP , управляющего работой контрольного реле приближения.

§ 9. Диспетчерская централизация.

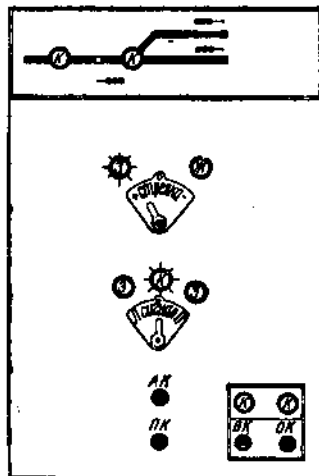
В распространенных системах диспетчерской централизации в целях экономии проводов выбор управляемого пункта и того или иного действия

на нем (перевод стрелки, открытие сигнала и т. п.) производится посредством селекции, построенной на применении кодов.

В США действуют след. системы диспетчерской централизации: а) двухпроводные USSC^o на 12 и 35 управляемых пунктов (концевых разъездах или станциях со стрелкой и группой сигналов); построенные на принципе «кода времени»; б) трехпроводная USSC^o на 81 управляемый пункт, работающая по «схемному коду»; и в) трех-четырёхпроводная GRS до 125 управляемых пунктов, построенная по «полярзованному коду».

Быстрота прохождения кода изменяется в зависимости от системы от 10 ск. (система на 12 пп.) до 2—2,5 ск. (трех-четырёхпроводные системы).

Оформление одного места (панели) аппарата диспетчерской централизации фирмы USSC^o на 35 пп. указано на черт. 116.



Черт. 116.

На панели расположены сверху вниз: а) табло с планом путей и контрольными лампочками занятости их; б) стрелочные рычажки с контрольными лампочками положения стрелок: нормального (+) левой, зеленой, и переведенного (→) правой, желтой; в) сигнальные рычажки с тремя контрольными лампочками над ними: средней — красной — для закрытого положения управляемых сигналов, левой — зеленой — для открытого положения, разрешающего движение влево, и правой — зеленой — для разрешения движения вправо; г) кнопки АК перевода станции на автоматическое действие; д) кнопки ПК пуска управляющего кода, т. е. для послышки определенных импульсов тока для выбора управляемого пункта и производства на нем определенного действия (перевод стрелки, открытие сигнала и т. п.). Кроме того в правом нижнем углу находятся две контрольные лампочки, сигнализирующие прохождение кода управляющего и ответного об исполнении (контрольного), а также две кнопки: одна ОК для отмены (прекращения) действия по-

сланного кода и другая ВК — для выключения действия звонкового сигнала о проходе поездом стрелочных изолированных участков.

При работе на аппарате диспетчерской централизации распорядитель движения, желая на определенном пункте произвести то или иное действие (напр., перевести стрелку на минус), поворачивает на минус стрелочный рычажок на панели соответствующего управляемого пункта; действие рычажком должно повести к послышке на линию кодированного тока, состоящего из ряда (14) длинных и коротких импульсов. Отдельные импульсы имеют разное назначение: так, напр., первый импульс, всегда длинный, служит для занятия линии, при чем при послышке этого импульса от распорядительного аппарата передатчики контрольных импульсов от управляемых пунктов отключаются от линии, к-рую они могут занять лишь после передачи управляющего кода с распорядительного поста; семь последующих импульсов, от 2-го до 8-го, могут состоять из 35 различных сочетаний трех длинных и четырех коротких импульсов, как это указано в табл. 29. Назначение импульсов с 9-го до 14-го для управляющего кода и с 9-го до 16-го для контрольного кода видно из табл. 30.

Упомянутые импульсы служат для управления и контроля стрелок и

Табл. 29. Последовательные послылки импульсов (от 2-го до 8-го) для выбора управляемого пункта.

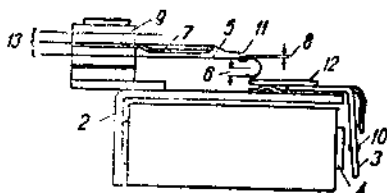
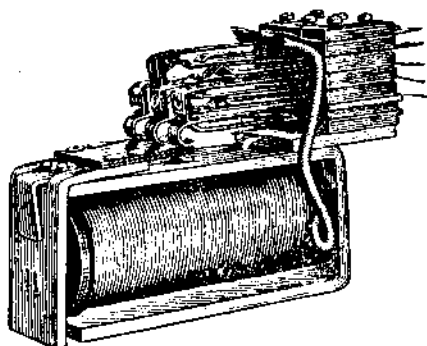
№№ по пор.	Обозначение изобретательного кода	Состав импульсов кода по номерам						
		2	3	4	5	6	7	8
1	234				.	.	.	.
2	235				.	.	.	.
3	236				.	.	.	.
4	237				.	.	.	.
5	238				.	.	.	.
6	245				.	.	.	.
7	246				.	.	.	.
8	247				.	.	.	.
9	248				.	.	.	.
10	256				.	.	.	.
11	257				.	.	.	.
12	258				.	.	.	.
13	267				.	.	.	.
14	268				.	.	.	.
15	278				.	.	.	.
16	345				.	.	.	.
17	346				.	.	.	.
18	347				.	.	.	.

№№ по пор.	Обозначение изобретательного кода	Состав импульсов кода по номерам						
		2	3	4	5	6	7	8
19	348	.			.	.	.	.
20	356	.			.	.	.	.
21	357	.			.	.	.	.
22	358	.			.	.	.	.
23	367	.			.	.	.	.
24	368	.			.	.	.	.
25	378	.			.	.	.	.
26	456	.	.			.	.	.
27	457	.	.			.	.	.
28	458	.	.			.	.	.
29	467	.	.			.	.	.
30	468	.	.			.	.	.
31	478	.	.			.	.	.
32	567	.	.			.	.	.
33	568	.	.			.	.	.
34	578	.	.			.	.	.
35	678	.	.			.	.	.

Табл. 30. Импульсы управляющего и контрольного узлов.

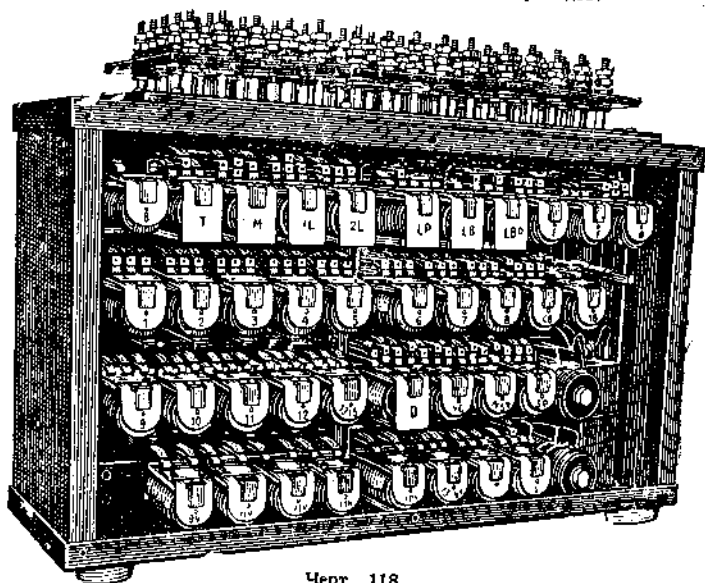
[illegible]

сигналов, перевода с полуавтоматического на автоматическое действие сигналов, проверки занятости участков приближения и для пуска в действие выбранного объекта.



Черт. 117.

1—катушка, 2—ядро, 3—якорь, 4—сердечник, 5—контактные пружины, 6—ход якоря, 7—упор контактной пружины, 8—зазор между контактными наклепками, 9—изоляция контактных пружин, 10—наклейка на якорь, 11—серебряная накладка на контактных пружинах, 12—верхнее плечо якоря в виде изоляционной пластинки, 13—концы пружинок для припаивания подходящих проводов.

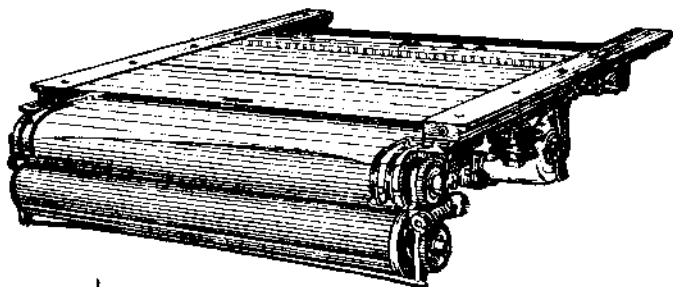


Черт. 118.

Как посылки, так и получение разного рода кодов осуществляются в системе диспетчерской централизации посредством ряда реле, подобных указанному на черт. 117, к-рым сообщены различные степени замедления по-

средством либо применения той или иной магнитной системы, либо посредством купроксных выпрямителей. Реле, собранные в отдельном кожухе, составляют отдельную код-ячейку. Различают код-ячейки: линейные аппаратные, аппаратные зарядные, основные линейные и дополнительные линейные. На черт. 118 дан вид кодовой ячейки.

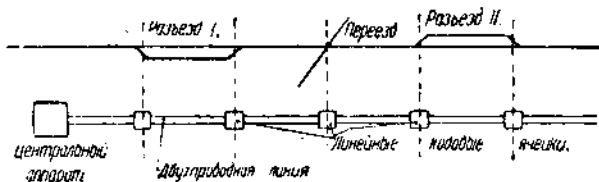
Оборудование (реле типа автоблокировочных, тр-ры, выпрямители, аккумуляторы, конденсаторы и т. п.) управляемого диспетчерской централизацией пункта устанавливается в бетонной будке.



Черт. 119.

Американский стрелочный привод с двойным управлением показан на черт. 92; рычаг *СР* служит для отключения переводной штанги от эл. привода и переключения на ручной; перебросив *СР* на 180° , получают возможность рычагом *ПР* переводить стрелку вручную в потребное для маневров положение.

При аппарате диспетчерской централизации находится прибор для автоматической записи движения поездов (поездограф), располагаемый на столе перед панелями аппарата диспетчерской централизации (черт. 119). Он имеет отдельное записывающее перо для каждого управляемого конца



Черт. 120.

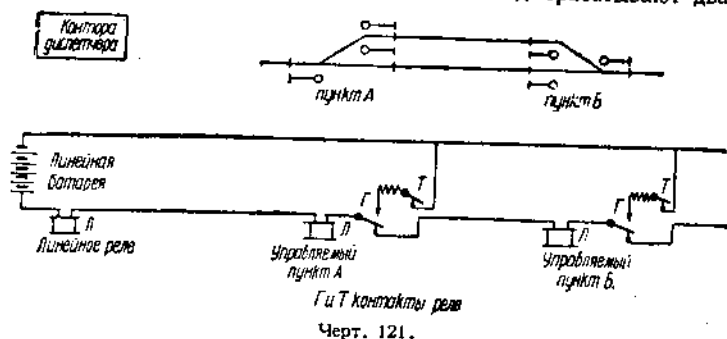
станции; перо пишет на движущейся ленте нормально прямую линию вдоль часового движения ленты. При входе поезда на станцию перо отклоняется в сторону и делает зигзаг, оставаясь в отклоненном положении до выхода поезда с занятой секции. Т. о., зигзагами отмечается время нахождения поезда на разных станциях; соединяя соответствующие зигзаги наклонными линиями, диспетчер получает график выполненного движения.

Принципы работы диспетчерской централизации на 35 управляемых пунктов след: центральный аппарат по двум проводам связывается с кодовыми ячейками, установленными на линиях у управляемых пунктов (черт. 120). В каждой кодовой ячейке осуществлена схема, приведенная

на черт. 121 и состоящая: а) из линейного реле-повторителя *Л*, повторяющего посылаемые в линию импульсы кода; б) контактов главного реле *Г*, находящегося в нижнем положении для приема управляющего кода и в верхнем для передачи контрольного кода. При посылке кода диспетчером на линию контакты реле *Г* в нижнем положении и все реле *Л* повторяют посылаемый код. При передаче с линии контрольного кода в центральный аппарат диспетчерской централизации контакты реле *Г* передающего пункта в верхнем положении, все дальнейшие пункты отключены, поднятием и опусканием контакта реле *Т* передается контрольный код в аппарат диспетчера.

Селекция определенного управляемого пункта и затем на этом пункте определенного действия производится посредством системы реле счетчиков (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4 и 5 на черт. 122) и ряда реле замедленного действия (*НД*—реле нечетных длинных импульсов, *ЧД*—четных длинных импульсов, *ПД*—реле, перекрывающего длинные импульсы).

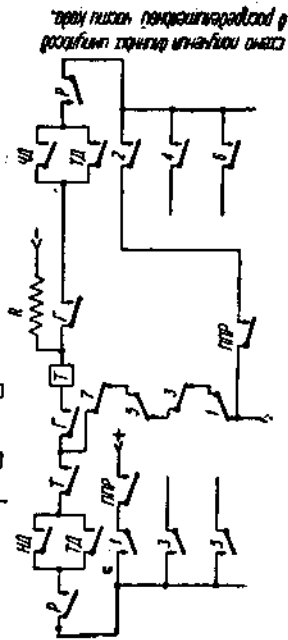
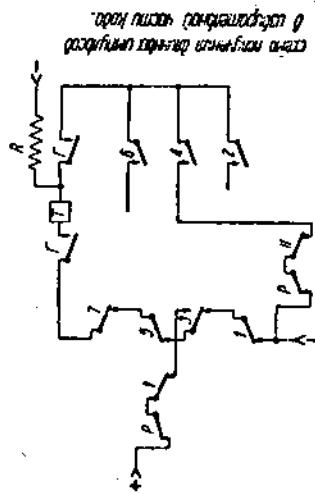
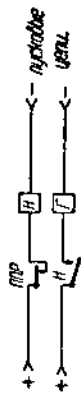
Селекция при коде происходит в два приема: сперва выбирается пункт, затем требуемое действие на нем; счетчики за код срабатывают дважды.



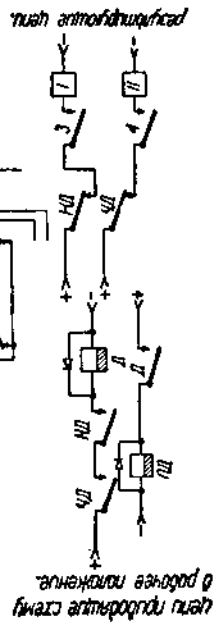
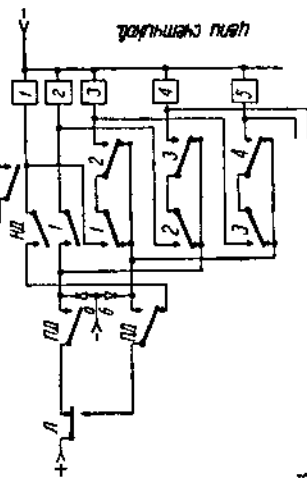
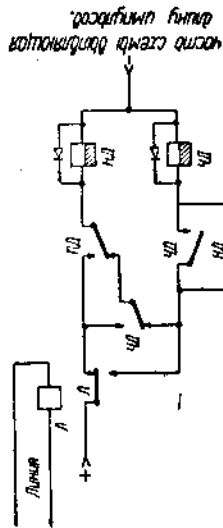
Специальное реле (*РПС*, или *СР*—по американской терминологии) служит для разделения одной части селекции от другой.

Селекция происходит след. обр. (черт. 122): селективное действие, к-рое д. б. осуществлено по черт. 122,—возбуждение реле *1*,—должно происходить при смыкании верхнего контакта 3-го счетчика и нижнего контакта реле *НД*. Реле *НД*, *ЧД* и *ПД* имеют купроксные шунты, увеличивающие замедление отпадания якорей реле, при чем замедление реле *ПД* перекрывает продолжительность длинных импульсов; при длинных импульсах (нечетных или четных) одно из реле, *НД* или *ЧД*, отпадает; несмотря на это, реле *ПД*, возбуждвшись, еще не отпускает своего якоря в течение некого времени.

Если под влиянием импульса в линии (перерыв тока) реле *Л* отпустит якорь, то возбуждается сперва реле *НД*, затем *ЧД*, а следовательно, и *ПД*. При первом же возбуждении реле *НД* возбуждается также счетчик 1, а затем после след. притяжения якоря реле *Л* через контакты реле 1, *ПД* и *Л* возбуждается реле 2, разрывая цепь реле 1; при след. отпадании якоря реле *Л* возбуждается реле 3 и лишается возбуждения реле 2; далее аналогично работают и последующие счетчики. Если третий импульс будет длинным, то при нем одновременно окажется отпавшим якорь реле *НД* и притянутым якорь реле 3, а следовательно, возбуждятся реле 1 (последнее обычно делается самоудерживающимся). Возбуждение реле 1 может быть использовано в качестве селекции либо управляемого пункта, либо определенного действия на нем.



Черт. 123.



Черт. 122.

При передаче контрольного кода (закрытие сигнала, отпадание реле приближения и пр.) действие происходит так (черт. 123): а) по отпадании якоря реле ППР возбуждается реле Н, а за ним и реле Г; возбуждение реле Г переключает линию на передачу; далее возбуждается реле Т, к-рое своим контактом разрывает линию, посылая тем первый импульс контрольного кода; на этот импульс отзывается реле Л и начинается работа реле счетчиков аналогично схеме черт. 122; работа счетчиков отзывается на возбуждении реле Г (закрывание или размыкание его), благодаря чему в линии окажется посланным ряд импульсов, длина к-рых может варьироваться. Посланный контрольный импульс селективно отзывается в аппарате диспетчера и дает соответствующее контрольное показание.

§ 10. Поставые здания при электрической централизации.

В отношении выбора местоположения, размеров, конструкции и освещения поставые здания станционной эл. централизации должны удовлетворять: «Основным ТУ на устройство эл. централизации», Ш—136. На посту во втором этаже устанавливается централизационный аппарат; под ним для распределения входящих в пост кабелей должно иметься помещение высотой не менее 1 м. В том же здании (в первом этаже) часто располагаются аккумуляторная, зарядный агрегат и распределительное устройство.

XII. Автоконтроль поездов.

§ 1. Классификация типов.

Автоконтролем называются устройства, при помощи к-рых поезд автоматически останавливается или скорость его снижается без участия машиниста. Автоконтроль осуществляется в виде: 1) автоостанов, к-рые приводят в действие поездные тормоза для полной остановки поезда, и 2) авторегулировки, к-рая регулирует автоматически скорость движения поезда в известных пределах (вплоть до остановки) в зависимости от состояния путевых устройств. С автоконтролем почти всегда связывается устройство кзб-сигналов, т. е. эл. световых сигналов в будке машиниста, дающих показания о движении поезда либо дополнительно к путевым сигналам, либо иногда и без них. В зависимости от передачи импульсов и сигналов на п/в системы автоконтроля м. б. точечными и непрерывными. В первых передача на п/в импульсов производится тем или иным способом в определенных точках, располо-

Табл. 31. Классификация устройств автоконтроля Американской ж.-д. ассоциации.

Характер воздействия	Характер связи с паровозом	Тип устройства связи с п/в
I. Точечный	A. Контактная	1. Чисто механический: установка у поверхности земли или над подвижным составом. 2. Механический останов с эл. управлением (у поверхности земли или над подвижным составом). 3. Точечный эл. контакт. 1. Изолированная тележка п/в и короткая рельсовая цепь. 1. Индукционная связь. 2. Инертный путевой элемент. 3. Немагнитный рельс. 1. Третий рельс или специальный провод. 1. Индукционная связь. 2. Беспроводная связь.
	B. Контактная (с рельсовой цепью)	
	C. Неконтактная	
II. Непрерывный	A. Контактная	1. Третий рельс или специальный провод. 1. Индукционная связь. 2. Беспроводная связь.
	B. Неконтактная	

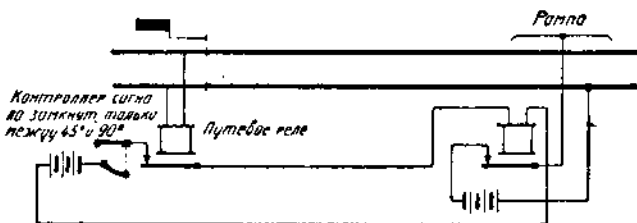
женных вдоль пути на известном расстоянии друг от друга; в системах же непрерывных передача производится непрерывно на всем протяжении пути так, что всякое изменение состояния впереди лежащих блок-участков немедленно передается на п/в.

В Германии производятся опыты с устройствами автоконтроля, в к-рых передача на п/в сигналов производится оптическим и акустическим способами.

§ 2. Точечные контактные системы.

Точечные контактные системы автоостопов характеризуются тем, что:

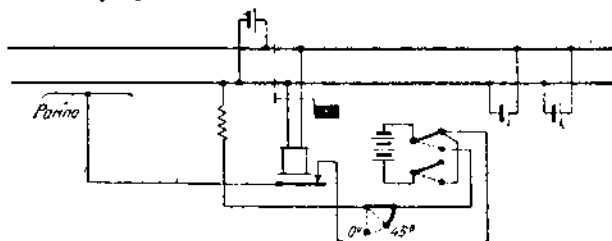
- 1) воздействие путевых устройств на поезд производится чисто механическим



Черт. 124.

- 2) удары между поездными и путевыми устройствами неизбежны;
- 3) при эл. приводе автоостоп (аналогичном приводам эл. централизации) расход энергии невелик;
- 4) уход сравнительно прост;
- 5) т. к. путевые и поездные устройства должны для воздействия выходить за пределы габаритов, то они подвержены повреждениям.

Чисто механический автоостоп применялся ранее на подземных и надземных линиях; в настоящее время он почти полностью вышел из употребления. Механический автоостоп с эл. управлением находит применение лишь на эл. пригородных ж. д. с не очень высокими скоростями, т. к. и при этом типе неизбежны удары.



Черт. 125.

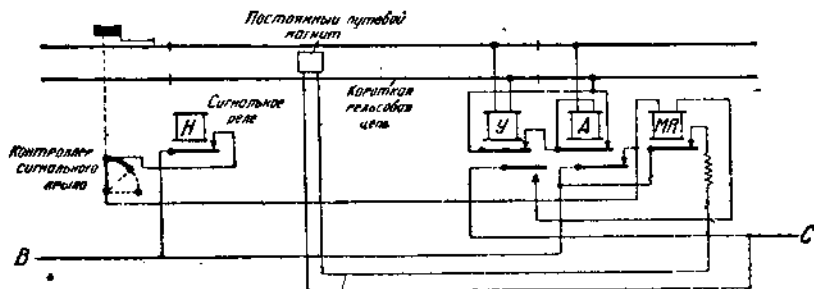
При точечной эл. контактной системе вдоль полотна устанавливается определенной длины (от 20 до 60 м) металлическая полоса (рампа) на расстоянии тормозного пути самого быстрого поезда от сигнала. При автоостопе системы Миллера рампа (черт. 124) получает питание от местной батареи через фронтальный контакт линейного реле, получающего питание через фронтальный контакт путевого реле ПР и контроллер семафорного крыла лишь при свободном блок-участке и положении крыла сигнала под 45° или

90°. При проезде п/в мимо рампы укрепленный на п/в башмак принудительно приподнимается и приводит в действие воздушные тормоза, если рампa не включена на местную батарею, т. е. при занятости следующего блок-участка.

Точечная система Регана дает две степени снижения скорости поезда, в зависимости от состояния двух впереди лежащих блок-участков, для чего: 1) на п/в имеется соединенный с паровозной осью центробежный регулятор и 2) рампa питается током разной полярности через переключатель полюсов *П* и через выключатель *К* на semaфорном крыле; последний замкнут лишь при крыле под углом 45° и 90° к горизонту (черт. 125).

§ 3. Точечные неконтактные системы с постоянным путевым магнитом.

Эти системы характеризуются тем, что: 1) работа их зависит от состояния магнита; 2) эл. энергия для нейтрализации поля постоянного магнита довольно значительна; 3) при схемах с нормально не заграждающим положением системы требуется для уменьшения расхода тока устройств коротких рельсовых цепей перед сигналами; 4) расположение магнита между рельсами (по условиям габарита) создает опасность его повреждения при путевых работах; 5) незначительное количество магнитной энергии, передаваемой



Черт. 126.

от путевого магнита к приемнику на п/в, требует применения в последнем подвижных частей с возможно малой инерцией; 6) расположение путевого магнита между рельсами дает возможность использования его для обоих направлений на однопутных дорогах и дорогах с обозначенным движением.

При открытом сигнале через катушки постоянного путевого магнита течет ток, нейтрализующий поле магнита, вследствие чего в проходящий над магнитом приемник паровоза не попадает достаточного для действия магнитного потока и торможения не произойдет. При закрытом сигнале тока в катушках путевого магнита нет, нормальное поле путевого магнита замкнется через приемник на п/в и приведет в действие автотормоза. По указанному принципу строятся системы в США фирмами: National Safety Appliance Co и Sprague Safety Control and Signal Corporation.

Схема путевых устройств указанной системы для однопутной дороги дана при несовмещенных сигналах на черт. 126, где *А* и *У*—путевые реле для нормальной и добавочной короткой рельсовой цепи, *Н*—нормальное реле, управляющее сигналом, и *MR*—реле путевого магнита. При движении поезда справа налево отпадает якорь *А*, а затем и *У*. Первое реле при отпавшем якоре может возбудиться только через фронтальный контакт реле *У*, и потому его якорь притянется лишь тогда, когда последняя ось поезда оставит короткую рельсовую цепь.

Реле *MR* получает теперь питание от положительного провода батареи

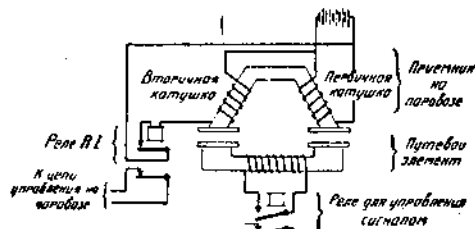
В, через фронтальный контакт реле H , контроллер сигнального крыла, катушку MR , тыловой контакт $У$ и к отрицательному проводу $С$.

Путевой магнит получает питание от провода $В$, через фронтальный контакт MR , реостат, катушки путевого магнита и к отрицательному полюсу. При движении поезда в обратном направлении реле MR будет возбуждено через тыловой контакт реле $У$.

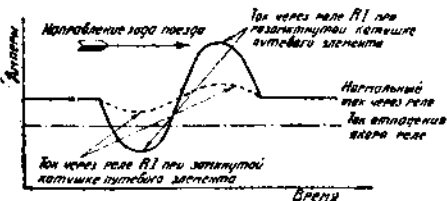
§ 4. Точечные неконтактные системы с инертным путевым элементом.

Эти системы характеризуются тем, что: 1) не требуют эл. или магнитной энергии в путевом устройстве, к-рое м. б. установлено легко в любой точке пути; 2) ослабление постоянного тока в приемнике, вызванное путевым устройством, аналогично шунтовому эффекту при автоблокировке; 3) на паровозный приемник могут оказывать действие железные массы, находящиеся на полотне пути приемника.

Принципиальная схема связи путевого инертного элемента с устройствами на п/в дана на черт. 127. На паровозном приемнике имеются две катушки: первичная катушка—для намагничивания сердечника приемника и вторичная—для восприятия импульсов с пути и передачи их через реле R_1 в цепь управления эл.-пневматическим клапаном тормозного устройства. На черт. 128 линией ——— показан ток отпадания якоря реле R_1 . Когда приемник проходит над путевым элементом при замкнутой его обмотке, то в силу реакции последней магнитный поток в приемнике изменится очень незначительно и ток через вторичную катушку и реле изменится почти незаметно (пунктир на черт. 128). При разомкнутой обмотке путевого элемента магнитный поток в приемнике значительно усилится, и во вторичной катушке приемника индуцируется полная волна тока с большой амплитудой (сплошная синусоида), в результате чего получается момент, когда ток через реле R_1 окажется меньше тока отпадания якоря реле, последний отпадает и через промежуточное реле приведет в действие тормоза. Полная схема эл. устройств на п/в дана на черт. 129, где Q —нормаль-



Черт. 127.



Черт. 128.

ный турбогенератор для освещения п/в, R_1 , R_2 и R_3 —реле, WV —эл.-пневматический клапан для свистка, $Z-X-Y$ —контакты для предотвращения действия автоторможения, RC —контакты для возвращения устройства в нормальное положение после того, как получилось действие автоторможения, EPV —главный тормозной эл.-пневматический клапан, LL —балластные лампы.

Связь эл.-пневматического клапана с тормозной системой осуществляется посредством особого прибора, называемого а к т у а т о р о м, устанавли-

на п/в. Системы непрерывной авторегулировки характеризуются тем, что: 1) для питания рельсовых цепей требуется источник переменного тока небольшой мощности; 2) нет путевых устройств, выходящих за пределы габарита; 3) работа систем зависит непосредственно от рельсовых цепей; 4) на п/в требуются усилители для воспринимаемого слабого тока; 5) изменение передаваемых на паровоз сигналов может производиться путем применения кодовых рельсовых токов.

Строятся эти системы в США фирмами USSC[®] и GRS в следующих видах: 1) непрерывный автостоп с двух- или трехзначными кэб-сигналами; 2) непрерывная авторегулировка с одной скоростью; 3) то же с двумя скоростями; 4) то же с тремя скоростями; 5) непрерывная кодовая система автостопа или авторегулировки; 6) кэб-сигнализация без авторегулировки.

При непрерывной трехзначной авторегулировке USSC[®] на паровозе имеется двухэлементное трехпозиционное реле AP (черт. 131) переменного тока, одна из обмоток к-рого питается переменным током, воспринимаемым приемником P от рельсовой цепи автоблокировки (т. н. осевой ток, потому что он замыкается через оси поезда; показан сплошными стрелками), а вторая—от тока в приемнике P_2 , возбужденного током, идущим нормально через оба путевых рельса (т. н. сквозной ток; показан стрелками слева).

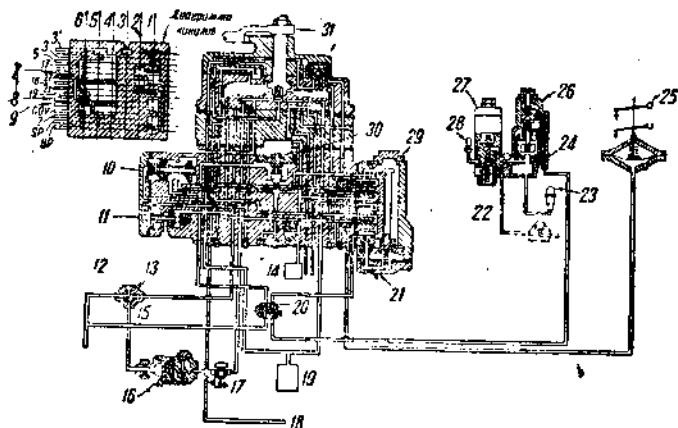
Восприимчивые приемниками п/в токи усиливаются каждый двухламповым усилителем $У_1$ и $У_2$. При положении контактов реле AP вправо кзб.-сигнал показывает зеленый огонь; при изменении направления тока в рельсовой цепи благодаря переходу путевого сигнала в положение «внимание» (крыло 45° или желтый огонь) контакты реле AP переходят влево, кзб.-сигнал показывает желтый огонь и получается слабое торможение. При перерыве одного из двух токов в рельсовой цепи контакты реле AP становятся в среднее положение, кзб.-сигнал показывает красный огонь и происходит служебное торможение. Машинист, поворачивая особую рукоятку (предваряющую), может предотвратить автоторможение, взяв инициативу в свои руки. Система дополняется регулятором скорости, связанным с осью п/в и ограничивающим скорость поезда в соответствии с показанием сигналов. Схема паровозного устройства приведена на черт. 132.

Кодовая авторегулировка сист. USSC[®] передает на п/в четыре сигнала посредством посылок в рельсовую цепь 100-периодного тока с перерывами в 80, 120 и 180 в мин. Кодовый ток получается от трансмиттера, представляющего собою синхронный моторчик, пускаемый в ход линейным реле V при входе поезда на блок-участок; моторчик приводит в движение ось с тремя дисками, имеющими 4, 6 и 9 выступов и дающими при 20 оборотах оси 80, 120 и 180 перерывов 100-периодного тока в мин. Схема путевых устройств кодового автоконтроля дана на черт. 133.

Если блок-участок, ограждаемый сигналом 1, свободен, то путевое двух-элементное реле при входе на блок-участок возбуждено, медленно действующий повторитель его также возбужден, линейное реле V , к-рое получает питание через контакт путевого реле блок-участка, лежащего перед сигналом

В зависимости от поступления той или др. частоты кодового тока через приемник п/в будут замыкаться контакты либо реле *A* и *L* (кзб.-сигнал—свободно), либо реле *R* и *L* (кзб.-сигнал—приближение ограничительно), либо только реле *L* (кзб.-сигнал—приближение). При отсутствии тока в рельсовой цепи все реле (*A*, *R* и *L*) не возбуждены и на п/в получается кзб.-сигнал—«внимание! низкая скорость».

Пневматическое тормозное оборудование п/в показано на черт. 135. Управление торможением осуществляется через клапан (*H* на черт. 134 или 27 на черт. 135), медленно действующий клапан выдержки (*TR* на черт. 134 и 26 на черт. 135) и пневматическое реле (25 на черт. 155).



Черт. 135.

При работе переключателем бдительности (черт. 134) посредством реле бдительности м. б. предупреждено автоторможение.

ХIII. Автоматическая переездная сигнализация.

§ 1. Система сигнализации в США.

Большинство пересечений шоссе с ж. д. оборудовано в США автоматической световой сигнализацией; в нек-рых штатах добавляется акустический сигнал (колокол). Автоматические и неавтоматические шлагбаумы применяются лишь при очень оживленном движении. Оптическая сигнализация бывает двух типов: маятниковая (автофлаги) и проблесковая. В первой на конце качающегося в виде маятника диска при приближении поезда горит в сторону шоссе красный огонь; во второй на поперечине сигнальной мачты на расстоянии 0,8 м друг от друга установлены два красных огня, к-рые при приближении поезда поочередно загораются и дают сигнал в направлении шоссе. Число вспышек огня и число периодов колебания маятника—от 30 до 45 в мин. Дальность видимости в пределах угла рассея-

ния—не менее 90 м в ясный день при солнце в зените. Угол рассеяния, считая крайними лучами те лучи, сила света которых равна 50% силы света центрального луча, д. б. не меньше 3°. Длина хорды, стягивающей дугу, описываемую лампой маятникового сигнала, должна равняться 0,8 м. Минимальная высота расположения сигнальных фонарей—2,1 м над поверхностью земли. Над лампами на том же столбе помещается косой крест с надписью: «Железнодорожный переезд». Ниже сигнальных огней устанавливается белый щит с надписью: «Стои при красном сигнале». Буквы надписи часто набираются из рефлексных шариков, светящихся отраженным светом автомобильных фонарей. Вместо щита применяется иногда трафаретный сигнал «стои», набранный из фонарей. При числе переезжаемых путей более одного устанавливается на мачте доска с указанием числа переезжаемых путей.

Оптические сигналы устанавливаются с обеих сторон ж.-д. пути. В последнее время приняты стандартные фонари, дающие показания в обе стороны для предупреждения остановившегося на рельсах экипажа (особенно при наличии нескольких путей). Питание сигналов осуществляется по тем же системам, что и при автоблокировке. Работают сигналы от рельсовых цепей. Они начинают действовать за определенное время (не менее 20 сек.) до подхода к переезду самого скорого поезда.

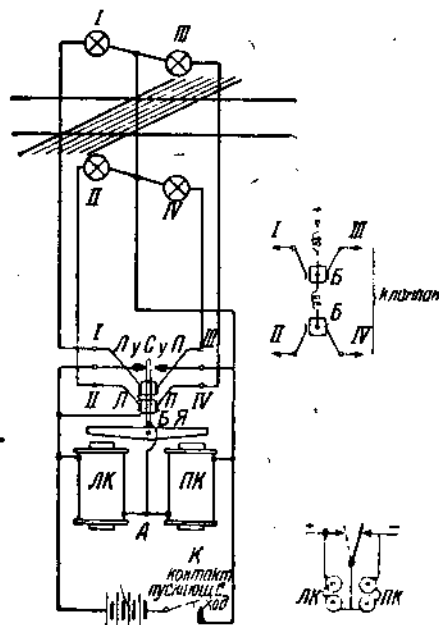
§ 2. Временные ТУ на переездную сигнализацию НКПС.

Переездная сигнализация разделяется: на нормальную, упрощенную и специальную; первая—для линий с густым движением поездов, вторая—на малодействительных переездах и третья—для особых случаев и для пересечений с трамвайными линиями.

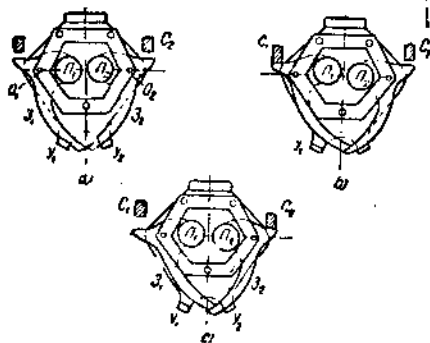
Нормальная переездная сигнализация состоит из двух сигналов, устанавливаемых с правой стороны проезжей дороги по обе стороны ж.-д. пути на расстоянии 10 м от ближайшего рельса. Сигнал состоит из столба, на котором на высоте 2,5 м помещается косой крест с надписью: «Берегись поезда»; над ним фонарь с красным огнем, а над фонарем колокол или сирена. Для переездов с регулярным автомобильным движением сверх того на особом столбе, установленном с правой стороны проезжей дороги на расстоянии от 150 до 250 м от ближайшего рельса полотна, укрепляется автомобильный сигнал образца, установленного Международной конвенцией и утвержденной по журн. технич. совещ. ЦУМТ'а от 12/XI 1926 г. на основании постановления СНК СССР по протоколу № 166 в заседании от 22/VI 1926 г. (прик. НКПС № 3990 от 22/X 1926 г.). Фонарь переездного сигнала д. б. виден при солнце в зените на расстоянии не менее 150 м. Угол рассеяния: в горизонтальной плоскости—не менее 30°, в вертикальной—ок. 8°. Лампа должна загораться и акустический сигнал должен начать действовать не менее, чем за 30 сек. до подхода пассажирского поезда. Система может работать от pedalей или изолированных рельсов; она должна работать на постоянном включенном токе, при повреждении давать в стороны шоссе сигнал осторожности или тревоги и не должна нарушать исправной работы: а) если поезд не дошел до самого переезда; б) если он возвратился обратно после прохода переезда; в) если поезд прошел, а подталкивающий п/в вернулся обратно через переезд.

Упрощенная сигнализация соответствует выше приведенной нормальной, с той лишь разницей, что: а) допускается работа на рабочем токе (при кабельной проводке); б) акустический сигнал необязателен; в) необязательно специальное требование о правильной работе системы при ненормальных условиях движения поездов по переезду (см. выше пп. «а» и «в» предыдущего абзца.).

При специальной сигнализации сохраняются световые и акустические сигналы нормальной сигнализации с добавлением зеленого огня в сторону проезжей дороги для указания об отсутствии подходящего к переезду поезда. На полотне дороги устанавливаются светофоры, сигнализирующие поезду зеленым цветом свободное состояние переезда, а красным — о проходе через переезд трамвайного вагона.



Черт. 136.



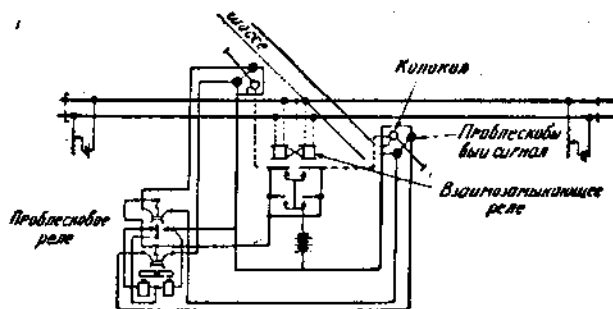
Черт. 137.

Сигнализация как в сторону трамвайной, так и ж.-д. линии должна работать на постоянно включенном токе при помощи рельсовых сигнальных цепей. Устанавливаемые в случае необходимости шлагбаумы должны работать при помощи эл. приводов автоматически от рельсовых цепей, иметь в сторону экипажного или трамвайного движения красный огонь, к-рый не горит лишь при полностью открытом шлагбауме, и акустический сигнал, действующий перед опусканием шлагбаума. Оба шлагбаума должны закрываться одновременно и не допускать открытия их путем приложения усилия извне. Недоход шлагбаума до закрытого положения или вывод его из этого положения должны вызвать появление красных огней на светофорах. Работа шлагбаума должна начинаться за 35 сек. до подхода пассажирского поезда.

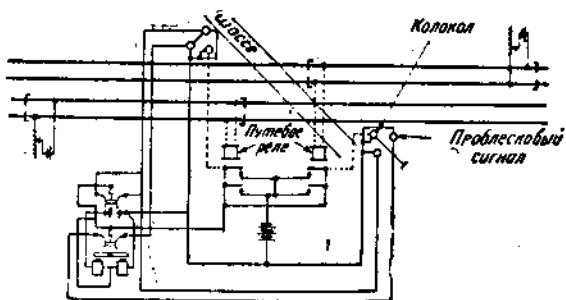
§ 3. Специальные реле и схемы переездной сигнализации.

Проблесковое реле постоянного тока для переездной сигнализации состоит из двухплечего якоря Я и катушек ЛК и ПК (левых и правых), возбуждаемых каждая через контакт якоря С при одновременном шунтировании другой (чертеж 136); на черт. 136 обозначены: Л и П — левый и правый контакты; С — средний контакт; у — уголь.

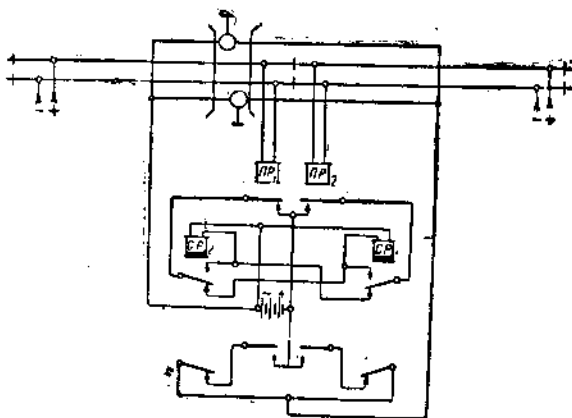
Взаимозаключающие реле постоянного тока для переездной сигнализации представляют собою комбинацию двух нейтральных путевых реле постоянного тока, якоря к-рых посредством взаимозаключающих



Черт. 138.



Черт. 139.



Черт. 140.

частей так связаны друг с другом, что при последовательном отпадении обоих якорей замыкаются лишь тыловые контакты первого отпавшего якоря. На черт. 137 дана конструкция взаимозамыкающих частей реле фирмы GRS, где C_1 и C_2 — стержни, соединенные с якорями путевых реле, $З_1$ и $З_2$ — взаимозамыкающие замычки, P_1 и P_2 — противовесы, O_1 и O_2 — оси вращения, $У_1$ и $У_2$ — ограничивающие упоры.

На черт. 138 и 139 даны соответственно схемы переездной сигнализации с проблесковыми реле для однопутного и двухпутного участков дороги.

Вместо применения механического взаимозамыкания можно применить эл. схему с взаимозамыканием, осуществляемым посредством дополнительных самоудерживающих реле (CP_1 и CP_2 на черт. 140).

Литература.

а) Иностранные книги.

Adams B. B., The Block System of Signaling on American Railroads, New-York 1901; Adams B. B. & Hitt R., The Railway Signal Dictionary, New-York, 1911; American Railway Signaling, Principles and Practices, Издание «American Railway Association, Signal Section» (вышли главы II, V—XIII, XVIII и XXIII); Arndt H., Die Zugfolge auf Schnellbahnen unter besonderer Berücksichtigung des Streckenblocksystems, Dissert. Sonderdr. a. d. Verkehrstechnische Woche, Berlin, 1916; Barry, Railway Appliances, Kap. IV u. V, Signals and the Block System, London, 1878; Becker K., Die Eisenbahnsicherungsanlagen, Berlin—Wiesbaden, 1920, C. W. Kreidel's Verl., Behrens & Schubert, Taschenbuch für das Eisenbahnsicherungswesen, Berlin, 1921, Verl. v. H. Apitz; Birk, Signal- und Sicherungsanlagen bei Eisenbahnen (Der Wegebau. Th. VI) Verl. v. F. Deuticke, 1924, Leipzig; Bod a M., Die Sicherung des Zugverkehrs auf den Eisenbahnen 1898—1903; Prag. Verl. v. A. Wiesner, 2 Bände; Bothe A., Die Selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, Verl. J. Springer, Berlin, 1928; вышла в переводе в издании Гострансиздата. Byles C. B., The first principles of Railway Signaling, London 1918; Bartels H., Betriebs-einrichtungen auf amerikanischen Eisenbahnen, Bd. I, Bahnhofsanlagen und Signale, Berlin, 1879, Zweite Abteilung, Das Signalwesen; Becker M., Strassen- und Eisenbahnbau, Stuttgart, 1876; Beckmann, Telefon- und Signalanlagen, Berlin, 1914; Boschetti, Centralizzazione della manovra degli scambi e segnali, Torino, 1905; Bricka C., Cours de chemins de fer professé à l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 1894; Caue r W., Sicherungsanlagen im Eisenbahnbetriebe (Handbibliothek für Bauingenieure), Berlin, 1922; Verl. v. J. Springer; Clauss, Ueber Weichenwerke und verwandte Sicherheitsvorrichtungen für Eisenbahnen, Braunschweig, 1878; Croft T., Signal Wiring, New-York, 1926, Mc. Graw-Hill Book Co; Cready Mc., A. C. Signaling, 1915, Изд. фирмы «Union Switch and Signal Co»; Dautry, Pervet et Massé, Cours de Chemins de fer. Exploitation technique, Paris, 1923; Deharme, Chemins de fer. Superstructure, Paris, 1890, VI Kap-Signaux; Dufour L., Hetsewesen op de Nederlandsche spoorwegen, Keming & Zoon, Utrecht, 1916; The Engineering Staff of General Railway Signal Co., Electric Interlocking, Handbook, 1924, Rochester, издание фирмы GRS; Tindlay G., The working and management of an English railway 6 ed. London, 1899. V and VI Chapt. Frahm I., Das englische Eisenbahnsicherungswesen, Berlin 1911. Julius Springer, Abschnitt: Signal- und Sicherungsanlagen. Gadow, Die Kraftstellwerke, Handb. d. Ing.-Wissensch. V. 6. Anhang, Leipzig und Berlin, 1913; Galline L., Exploitation technique des chemins de fer. Signaux, Paris, 1901; Gerstenberg F., Blockeinrichtungen, Weichen- und Gleissperrsignale, Zugsicherung, selbsttätige in Lueger, Lexikon der gesamten Technik, 2 Aufl., Ergänzungsband, Stuttgart; Gollmer E., Die Blocksicherungseinrichtungen auf den Preussischen Staatsbahnen, Berlin, 1910; Gollmer E., Die elektrische Schwachstrom und seine Anwendung bei der Eisenbahn, 1926, Berlin, Verl. u. O. Elsner; Gollmer E., Die Grundlagen der Elektrizitätslehre und die elektromagnetischen Eisenbahneinrichtungen, 2 Aufl., Berlin, 1920; O'neill P., Versuche und Vorrichtungen zur Verhinderung des Überfahrens der Haltsignale, unter besonderer Berücksichtigung von selbsttätigen Zugsicherungsapparaten nebst Literaturauszug, Berlin, 1909; Goszmann, Installation hydrodynamique (System Blaich und Sarvettaz); Orning, The ways of our railways, London, 1905; Günther K., Sicherung einer Zugfahrt auf einer zweigleisigen Bahnlinie mit Streckenblockeinrichtungen, München, 1919; Gutzwiler A., Stationsdeckungs- und Blocksignale, Dissert. Zürich und Leipzig, 1915; Haszler, Die elektrischen Eisenbahnsignale mit besonderer Berücksichtigung der Einrichtungen der kgl. Württemb. Staatsbahnen, Stuttgart, 1895; Hentzen E. H., Das Einheitstellwerk, Verl. Artur Tetzlaff, Berlin-Schöneberg, 1927; Hoogen, Das Signal- und Sicherungswesen, Kap. V in: Das Deutsche Eisenbahnsicherungswesen der Gegenwart, Bd. I, Berlin, 1922/1923; Howson E. T., Railway Engineering and Maintenance Cyclo-pedia, New-York; Hoogen, Rückblick auf die Entwicklung des Eisenbahnsicherungswesens bei den preussischen Bahnen seit 1870, Sonderdr. aus d. Verkehrst. Woche, Berlin,

1914; Hornbostel, Ritter, Zur Einführung des Blocksystems auf der Wiener Stadtbahn, 1884; Kemmann G., Der Verkehr Londons mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen, Berlin 1892, L. Springer; Ero же, Vorstudien zur Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, Sonderdr. aus der ETZ, 1914; Berlin, 1914. S. Springer. Ero же, Die Selbsttätige signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn nebst einigen Vorläufern. Ergänz. Sonderdr. aus der Zeitschr. f. Kleinbahnen, Berlin, 1921; Kerst., Die Streckenblockung auf eingleisigen Bahnen, Sonderdruck aus Stellwerk, 1907; Kochenrath, Grundzüge des Eisenbahnbaues. 2 Teil—Stations- und Sicherungsanlagen, Leipzig, 1912; Köhlfürst L., Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. Wien, Pest, Leipzig, 1883; ero же, Die elektrischen Telegraphen- und Signalmittel sowie die Sicherungs-, Kontroll- und Beleuchtungseinrichtungen für Eisenbahnen auf der Frankfurter Internationalen Elektrischen Ausstellung, 1891, Stuttgart, 1893; ero же, Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen, Wien, 1883; ero же, Signal- und Telegraphenwesen. Geschichte der Eisenbahnen, Wien, 1898; ero же, Die selbsttätige Zugdeckung auf Straßen-, Leicht- und Vollbahnen, Stuttgart, 1903; ero же Über electric betriebene zur Verschärfung des Haltsignals dienende Vorrichtungen, Stuttgart, 1905; ero же, Neues auf dem Gebiete der elektrisch selbsttätigen Zugdeckung, Stuttgart, 1906; King E. E., Railway Signaling, New-York, 1921, Mc. Graw-Hill Book Co; Knauer, bahnhofsanlagen nebst Signal- und Sicherungswesen (Der Eisenbahnbau II Teil); Latimer I. B., Railway Signaling in Theory and Practice, 1909. Chicago, Mc. Kenzie—Klink Publ. Co; Lewis L. P., Railway Signal Engineer (mechanic), London, 1920; Manual of American Railway Association Signal Section (эжеродник); Martens H., Grundlagen des Eisenbahnsignalwesens für den Betrieb mit Hochgeschwindigkeiten unter Berücksichtigung der Bremswirkung, Wiesbaden, 1909, C. W. Kreidels Verl. Möllering, Die Sicherungs-Einrichtungen für den Zugverkehr auf d. deutschen Bahnen. Verl. v. Hirtzel, Leipzig, 1927; (вышла в переводе в издании Гострансиздата); Marril W. Mars, The Track circuit Handbook, изд. фирмы «Ohio Brass», Америка; Oehme, Signal- und Weichensicherungseinrichtungen. In Taschenbuch f. Bauingenieure, 4 Aufl. II. Teil. S. 1557 ff. Berlin, 1921, J. Springer; Olson H., Växjö och Signal-Säkerhetsläggningar (Banlära), 2 Bt), Stockholm, 1916; Proske L., Einrichtungen der Sicherung des durchgehenden Zugverkehrs in Stationen, 1882; Rank, Die Sicherung von Bahnabzweigungen mit besonderer Berücksichtigung der Industriegleise, Wien, 1894; Schau A. Stationsanlagen und Sicherungswesen (D. Eisenbahnbau, I Th.) Leipzig-Berlin, Verl. v. Teubner, 1921; Scheibner S., Die mechanischen Sicherheitsstellwerke im Betriebe der vereinigten preussisch-hessischen Staatseisenbahnen. Bd I und II, Berlin, 1904 u 1906; ero же, Betriebs-einrichtungen. Mittel zur Sicherung des Betriebes. Handb. d. Ing.-Wissensch. V, 6. Abt. 1—3, Leipzig, 1913; ero же, Die mechanischen Stellwerke der Eisenbahnen. 3 Bänden der Sammlung Götschen, Berlin und Leipzig, 1913, 1914, ero же, Die Kraftstellwerke der Eisenbahnen. 2 Bänden der Sammlung Götschen, Berlin und Leipzig, 1913; ero же, Die mechanischen Stellwerke der Eisenbahnen, Berlin-Leipzig, 1914—1920 (Sammlung Götschen); Schmitt Ed., Das Signalwesen, Winklers Vorträge über Eisenbahnbau, Prag, 1878; Schöler und Mitsching, Die Sicherungsanlagen der Eisenbahnen, Leipzig, 1913; Scholkmann, Signal- und Sicherungsanlagen. Eisenbahn der Gegenw. II, 4, Wiesbaden, 1901 u. 1904; Kreidels Verl.; Schubert E., Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. 4 Aufl. Wiesbaden, 1903; Schubert—Roudolf, Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. L. Bd., 5 Aufl. Berlin u. Wiesbaden, 1921 u 1925; Kreidels Verl.; Schwerin H., Elektrische Eisenbahnsignale und Weichen. In Handb. d. Elektrotechnik XI, 2, Leipzig, 1908; Seyberth, Anleitung zur Aufstellung von Blockplänen, Leipzig, 1914; Signal Dictionary, 2 изд. New-York, 1911; Signal Section ARA, the invention of Track circuits, New-York, 1922; Scott R., Automatic Block Signal and Signal Circuits, New-York, 1900 Mc. Graw-Publ. Co; Strohmeier K., Der Eisenbahnbau, I—III Teil, Leipzig, 1910; Stockert L., Eisenbahnunfälle, Leipzig, Bd. I—1913. Verl. v. W. Engelmann; Stiller A., Die Schwachstromtechnik, Verl. v. H. Klinger, Nordhausen, 1927; Tattersall A., Modern Developments in Railway Signaling, London, 1921; Tweedie M. G. and Lascelles T. S., Modern Railway Signaling, London, 1925; Blackie and Sons Ltd; Vanderryd H. & Minart E., Comp d'exploitation des chemins de fer, Paris, 1923; Vogel R., Blocksignale, Handbuch d. Elektrotechnik XI, 2, Leipzig, 1905; Weber M. M., Das Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahn Geschichte und Technik desselben, Weimar, 1867; ero же, Praxis der Sicherung des Eisenbahnbetriebes, 1876; Wegele H., Eisenbahnbau. Darin Kap.: Signal- und Sicherungsanlagen, Leipzig und Berlin, 1914; Weiszenbruch L., La manœuvre électrique des aiguillages et des signaux appliquées à la gare central d'Anvers; отгис из «Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer, Brüssel, 1904; Wilson H. Mechanical Railway Signaling, 1902, London. ero же, Power Railway Signaling, 1902, London; Wilson R., Railway Signaling Automatic, London, 1922; ero же, Railway Signaling Mechanical, London, 1923; Yvood G. Des sécurités électriques, Bruxelles, 1903.

6) Русские книги.

Андреев, Изобретения и усовершенствования на транспорте СССР, выпуск IV, «Связь и электротехника», Транспечать, Москва, 1929; Веляев М. А., Сигнализация и централизация ж.-д. стрелок и сигналов, Гострансиздат, Москва-Лград, 1932;

Беренштейн А. Б., Авторегулировка, «Транспортная энциклопедия»; Ботановский Г. П., Путевая блокировка системы Сименса и Гальске, Киев, 1914; Вахнин М. И., Централизация стрелок и сигналов, Транспечать, Москва, 1930; е го же, Теория и динамометрические исследования работы гибких передач для управления стрелками и сигналами, изд. правления Юго-Зап. ж. д. Киев, 1928; е го же, Автоматическая блокировка, Энергоиздат, Л-град—Москва, 1933 г.; е го же, Устройство СЦБ на ж. д. Гострансиздат, Москва—Л-град, 1933; е го же, Автоматическая переэздная сигнализация, Гострансиздат, Москва—Л-град, 1932 е го же. Как устроены светофоры и как их обслуживать. Трансжелдориздат, 1934 г. Головкин М. К. и Державин М. М. Краткое описание устройства и схем автоблокировки, Госжелдориздат, Москва—Ленинград, 1933 г.; Елисеев В. Н., Краткое руководство к составлению проектов ж.-д. сигнализации, Петроград; Из-во Ин-та инж. п. с., 1915; Зеест В. Н., Сигнализация и блокировка ж. д., СПб, 1906; Кутыин И. М., К вопросу о рельсовых цепях, Гострансиздат, Москва, 1931; информационное письмо; е го же, Диспетчерская централизация, Транспечать, 1933; Лесковец В. Л., Общие правила ж.-д. сигнализации, в вопросах и ответах, Транспечать, Москва, 1930; е го же, Элементарный курс по сигнализации, централизации и блокировке (СЦБ), Транспечать, Москва, 2-е изд., 1930; Ландсберг В. В. и Рогинский Н. О., Автоматическая блокировка в С.-Ам. Соед. Шт. Москва, 1916; Лупал Н. В. и Мозжухин Н. Н., Основы оптической сигнализации, Госжелдориздат, Ленинград, 1933 г.; Лупал Н. В. Электрическая централизация стрелок. Трансжелдориздат, Москва, 1934 г.; Майшев П. В., Автоблокировка, «Транспортная энциклопедия»; Моисеев В. Д., Основы автоматической блокировки, Транспечать, Москва, 1931; е го же, Электрическая централизация малых станций. Трансжелдориздат, Москва, 1933 г.; Мелентьев В., Блокировка замками ж.-д. станций, Новгород, 1912; е го же, Новейшие системы электрической централизации и блокировки ж.-д. станций; Озолинг И. Х., Исследование цветных сигнальных стекол и их нормирование, НИС, ЦПТЗУ НКПС, вып. 141, 1931; Озолинг И. Х. и Моисеев А. А., Светофорная сигнализация, Гострансиздат, информационное письмо, Москва, 1931; Перов Н. М., Эл. централизация стрелок и сигналов, Транспечать, из серии «Новое в транспортной технике»; е го же, Сигнализация, централизация и блокировка, Транспечать, Москва, 1931—32; из серии Центрального политехнического заочного института транспорта, вып. I. Семафорная и световая сигнализация; вып. II. Путевая полуавтоматическая блокировка; вып. III. Эл. централизация; вып. IV. Механическая централизация стрелок и станционная блокировка. Госжелдориздат, 1933; Павлов А. А., Элементы схем удаленной и диспетчерской централизации, Энергоиздат, 1933; Пономаренко Л. П., Рельсовые цепи переменного тока, Трансжелдориздат, Москва, 1933 г.; Равич А. С., Авторегулировка, автостопы и КЭБ-сигналы, Желдориздат, Москва—Л-град 1933; е го же, Эксплуатационные требования и расчеты для составления проекта автоблокировки, Гострансиздат, Москва—Л-град, 1932; е го же, Ж.-д. сигнализация, централизация и блокировка, отд. «Транспортном Hütten, Гострансиздат, Москва, 1931; е го же, Ж.-д. сигнализация, централизация и блокировка. «Справочник-руководство по связи и электротехнике», Гострансиздат, Москва, 1931; е го же, Блокировка, «Транспортная энциклопедия», Москва; е го же, Ж.-д. сигнализация, централизация и блокировка (американская терминология), Гострансиздат, Москва, 1931; Равич А. С., Кутыин И. М., Големский А. Н. и Озолинг И. Х., Автоблокировка, Гострансиздат, Москва, 1934; Рогинский Н. О., Современные методы ограждения безопасности следования поездов, Транспечать, Москва, 1925; е го же, Ж.-д. сигнализация и обеспечение безопасности следования поездов, Транспечать, Москва, 1928; 5-е изд. 2-го вып.; Рыбаков Ф. В., Руководство к изучению станционной и путевой блокировки по системе М. Юделя, Харьков, 1915; Сборник статей «Новейшее течение в СЦБ», изд. (литограф.) Ленинградского электротехнического ин-та имени В. И. Ульянова (Ленина), Ленинград, 1931; Чиряхов Ф. Х., Телеграфия, телефония, ж.-д. сигнализация, централизация и блокировка («Энциклопедия электротехника», т. XII—XIII), изд. Московское акц. об-во, Москва, 1927.

в) Официальные издания.

Правила технической эксплуатации ж. д. Трансжелдориздат, 1934, Э/530; Правила сигнализации на ж. д., Трансжелдориздат, 1934, Э 524; Наведение по проектированию ж.-д. сигнализации, централизации стрелок и сигналов и станционной и путевой блокировки, Ш—213, Транспечать, 1927; Основные технические условия на устройство эл. централизации стрелок и сигналов, работающих постоянным током, Ш—136, НКПС, 1925.

г) Периодическая литература (специальная).

«Zeitschrift für das gesamte Eisenbahnsicherungswesen (Das Stellwerk)», Berlin; «Railway Signaling», Chicago; «Railway Age», «Proceedings of Signal Section American Railway Association»; «Ж.-д. делов» и «Сигнализация и Связь на железнодорожном транспорте», «Известия Общего бюро совещательных съездов», «Известия Электропромышленности слабого тока».

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СКЛАДЫ И ИХ МЕХАНИЗАЦИЯ.

§ 1. Классификация складов.

По способу эксплуатации ж.-д. склады разделяются на две группы,—частного и общего пользования. К ж.-д. складам частного пользования относятся склады, хранящие грузы клиентов ж. д., являющиеся собственностью клиентуры, и склады клиентов, приписанные к ж.-д. станциям, имеющие к ним свои подъездные ветки, а также собственные склады ж. д. (топливные и материально-хозяйственные). К группе складов общего пользования относятся все прочие ж.-д. склады, служащие для краткосрочного или долгосрочного хранения грузов, принимаемых дорогой для перевозки.

По назначению ж.-д. склады разделяются на: склады прибытия—для помещения грузов, прибывающих на станции; склады отправления—для грузов, сдаваемых дороге для перевозки; сортировочные—где перевозимые грузы, следующие в разные адреса, выгружаются из вагонов, группируются по станциям назначения и вновь нагружаются в вагоны, следующие прямо на станцию грузополучателя или на станции, лежащие в направлении следования маршрута; склады долгосрочного хранения—для грузов, прибывших на станцию назначения и сданных клиентами на хранение дороге с постепенным, по мере надобности, вывозом их клиентом; наконец камеры хранения багажа и ручной клади, возимых в пассажирских поездах.

По устройству и условиям хранения грузов и материалов склады подразделяются на: открытые площадки, навесы, закрытые складочные помещения универсальные (огнестойкие и неогнестойкие) и специальные (холодильники, зернохранилища, для наливных грузов).

Требования, предъявляемые ко всем, без исключения, складским устройствам и к операциям, в них происходящим, в основном сводятся к след.: полная количественная и качественная сохранность грузов; наиболее благоприятные условия хранения; дешевизна складского устройства; обеспечение простоты и быстроты маневрирования с грузами; возможность максимального использования складочных устройств путем увеличения оборотов хранимых грузов и материалов и наконец возможность уменьшения накладных расходов, связанных с хранением, до минимума. Эти требования м. б. выполнены при правильной организации и постановке складского хозяйства, достаточности объема и площади складских устройств, а также полного и целесообразного их оборудования. Эти требования разрешаются путем разработки конструктивных и рациональных особенностей складочных устройств: специализации складов по роду перерабатываемых в них грузов и полной увязки всех перегрузочных операций и их механизацией.

§ 2. Складочные ж.-д. устройства для генеральных (штучных) грузов.

Для складывания и хранения генеральных (неогнестойких) грузов устраиваются пакгаузы и крытые платформы. Пакгаузы устраиваются из негоряемых, огнестойких, сгораемых или смешанных материалов, при чем кровля их во всех случаях делается из негоряемых материалов. Пакгаузы из сгораемых или смешанных материалов должны через каждые 48 м длины иметь брандмауеры, прорезающие все сгораемые части и выступающие за стены на 40 см и над крышей на 70 см, при чем часть свесов крыши и стен около брандмауера, на протяжении не менее 2 м с каждой стороны, д. б. защищена от возгорания. Пакгаузы из огнестойких или негоряемых материалов также должны иметь брандмауеры через каждые 104 м длины. Брандмауеров не делается, если пакгаузы из сгораемых или смешанных материалов не превышают по площади 900 м², а по длине 54 м; для пакгаузов же из огнестойких или негоряемых материалов брандмауеров должны не превышать 1600 м², а длина 104 м. Материал и конструкция брандмауеров должны удовлетворять нормам, приложенным к гл. X Ту магистральных ж. д. нормального типа (опубликованным в мае 1931 г.). Основание полов пакгаузов должно допускать сплошную нагрузку не менее 3 кг на см² и сосредоточенную нагрузку до 1,2 т от колес приборов механизации (кранов, эл.-тягачей, аккумуляторных тележек и т. п.). Полы делаются

деревянными, асфальтовыми или цементными по сплошному бетонному слою достаточной толщины и прочности, при чем поверхность пола д. б. в одном уровне с площадью весового помоста и с поверхностью тротуаров и иметь уклон от средины пакгауза к стенам не круче 0,005.

Поверхность рам (наружных тротуаров) пакгаузов должна устраиваться такая же, как и полы пакгаузов. Рампы, как правило, должны иметь ширину со стороны ж.-д. путей 4,0 м, а со стороны путей авто-гужевого транспорта 2,5 м и иметь поперечный уклон от стен к бортам не более 0,005. Рампы должны иметь со стороны путей борты из не выкрашивающихся от удара материалов и поверхность рам должна возвышаться над верхней поверхностью головки рельса на 1,2 м и на ту же высоту над уровнем мостовой. Свободная внутренняя высота пакгауза д. б. вообще не ниже 7,6 м; в крайних случаях, при отсутствии в номенклатуре их механизации подвижных кранов, ее можно снизить, но не менее, как до 4,5 м.

Проемы для ворот прорубаются в продольных стенах один против другого на расстоянии, не большем 8,5 м между осями смежных ворот (нормально: расстояние—8 м) размером: высота 3 м и ширина в свету не менее 3 м. При оборудовании пакгауза тельфером проем делается вышеуказанных размеров и над ним устраивают дополнительный проем с отдельными дверцами для прохода тельфера с грузом размером: высота 3,5 м и ширина в свету 1,5 м. Оконные проемы располагаются так, чтобы они не были закрыты стойками или стеллажами. Окна застекляются армированным стеклом, при чем отношение световой поверхности их к площади пола должно быть не менее 1 : 15.

Ширина пакгауза в свету определяется расчетом по местным условиям, но д. б. для пакгаузов отправления не менее 12 м, для пакгаузов прибытия—не менее 24 м и для прочих, не имеющих специализации пакгаузов,—не менее 18 м. Полезная емкость пакгауза определяется по формуле:

$$V_{\text{полес}} = \Omega_{\text{полес}} \cdot H_{\text{ср}}$$

где: $V_{\text{полес}}$ —полезная емкость пакгауза в м^3 , $\Omega_{\text{полес}}$ —полезная площадь пакгауза в м^2 , $H_{\text{ср}}$ —средняя высота складывания грузов в м.

Полезная площадь пакгауза определяется площадью пола внутри пакгауза за вычетом из нее площади проходов, мест установки стационарных приборов и пр. мест, не предназначенных для хранения грузов. При предварительных расчетах полезную площадь пакгауза можно считать равной 70% общей площади пола внутри пакгауза. Средняя высота складывания грузов берется по местным условиям, в зависимости допускаемой нагрузки на пол пакгауза и рода груза. При предварительных расчетах среднюю высоту складывания грузов можно принять в случае ручной укладки в 2 м, а механизированной—в 3,5 м.

Стропила пакгауза должны обеспечивать свободную высоту пакгауза на всю его расчетную ширину. Устройство колонн в середине пакгауза не допускается. На остальном протяжении по ширине пакгауза устройство колонн м. б. допущено лишь в исключительных случаях и то лишь при условии обеспечения возможности свободного маневрирования приборами механизации и при оставлении свободного продольного прохода посредине шириной, как правило, не менее 4 м на всем протяжении пакгауза; в исключительных случаях ее можно уменьшить, но не менее, как до 2 м. При этом, если механизация пакгауза предусматривает устройство подвешенного пути для тельферов, то колонны д. б. рассчитаны для возможности восприятия нагрузки от такого устройства. Перекрытие пакгауза должно иметь козырьки, перекрывающие всю ширину рам с обеих сторон пакгауза, и кроме того со стороны ж.-д. пути козырек должен выступать за пределы ширины рампы до оси пути, а со стороны авто-гужевых путей—на 3 м. Высота наружного края козырька над поверхностью земли со стороны ж.-д. пути определяется габаритом приближения строений, а со стороны авто-гужевых путей высота края козырька над уровнем мостовой д. б. не менее 2,75 м.

Если в пакгаузе устраивается отапливаемая будка для весовщиков, то она делается из огнестойких материалов и располагается одной стороной вплотную к стене пакгауза и печи в ней ставятся обязательно постоянного типа. В целях наиболее удобной эксплуатации пакгаузов желательно устройство пакгаузов ступенчатого типа. В целях пожарной безопасности обязательно делать длину одного пакгауза не больше 150 м и устранять разрывы между пакгаузами, расположенными в одну линию или ступенчатыми, при наличии брандмауэров на торцовых стенах не менее 10 м, при отсутствии брандмауэров—не менее 15 м.

Проезд для авто-гужевого транспорта перед пакгаузами д. б. предусмотрен шириной в 22,5 м с замощением его в зависимости от грузонапряженности на ширину не менее 12 м. При расположении пакгаузов с обеих сторон пути расстояние между рядами пакгаузов д. б. не менее 30 м. В остальных случаях расстояние между параллельными рядами пакгаузов не д. б. меньше 25 м.

Для осуществления требования реконструкции транспорта необходимо механизировать по возможности все элементы грузовых операций пакгауза, к-рые складываются в общем случае из: 1) перемещения груза от точки его подачи к пакгаузу до весов пакгауза; 2) взвешивания; 3) перемещения от весов к месту хранения в пакгаузе; 4) укладки в штабеля на месте хранения и 5) перемещения из штабеля к точке погрузки груза. Для правильного выбора механического оборудования необходимо иметь сведения о габаритных и весовых размерах отдельных мест груза, роде его упаковки и грузообороте

пакгауза за возможно длительный период времени и установить расчетные размеры грузооборота, подлежащего механизации. Для определения этих размеров находятся расчетом:

1) месячный коэф-т неравномерности $m_{мес}$:

$$m_{мес} = \frac{q_{мес}}{\frac{Q}{n}},$$

где $q_{мес}$ —наибольший месячный грузооборот за рассматриваемый период времени в т, Q —грузооборот за весь рассматриваемый период времени в т, n —число месяцев в рассматриваемом периоде времени;

2) суточный коэф-т неравномерности $m_{сут}$:

$$m_{сут} = \frac{\frac{q_{мес}}{30}}{\frac{Q}{n \cdot 30}},$$

где $\frac{q_{мес}}{30}$ —наибольший суточный грузооборот за рассматриваемый период времени в т, $\frac{Q}{n \cdot 30}$ —средний суточный грузооборот за весь рассматриваемый период времени в т.

П р и м е ч а н и е. Значения n , $q_{мес}$ и Q см. выше, 30—число рабочих дней в месяце на ж. д. При определении $m_{мес}$ и $m_{сут}$ необходимо исключить «пики», особенно, если они непродолжительны, т. к. введение их в расчет уменьшает коэф-т использования механизмов («пики» называются случайные увеличения грузооборота за какой-либо месяц рассматриваемого периода).

3) грузооборот наиболее загруженных суток за рассматриваемый период времени $q_{сут}$ в т:

$$q_{сут} = \frac{Q}{n \cdot 30} m_{мес} \cdot m_{сут},$$

где обозначения те же, что и выше;

4) расчетный суточный грузооборот $q_{расч}$ в т:

$$q_{расч} = q_{сут} \cdot k_{роста},$$

где $k_{роста}$ —коэф-т роста грузооборота на будущее время работы пакгауза. Значение коэф-та устанавливается по перспективным планам хозяйственных организаций и предприятий клиентов ж. д. или по данным за предыдущие периоды времени, определяющим тенденции и характер роста грузооборота путем сопоставления их с ростом всего народного хозяйства и с развитием предприятий, в частности предприятий клиентов.

Механизация переработки генеральных грузов, разнообразных по объему и по весу, должна осуществлять по возможности непрерывное перемещение их на всем пути следования, —от места подачи к пакгаузу до места погрузки при выходе из пакгауза. Для этих операций м. б. использованы грузовые столы и тельферы грузоподъемностью, равной предвидимому наибольшему весу отдельного места груза.

Тельферные пути укладываются замкнутыми контурами вдоль пакгауза с поперечными соединениями вдоль обеих рам, что позволяет обслужить всю полезную площадь пакгауза.

Число грузовых столов назначается по три на каждый тельфер из расчета наличия одного стола в начальной точке пути каждого тельфера, одного в конечной и одного в пути между этими точками.

Необходимое количество тельферов определяется след. расчетом.

Производительность $P_{тельф}$ одного тельфера в час в т:

$$P_{тельф} = \frac{60 \cdot P_{мельф} \cdot k_{груз}}{T_{мельф} \cdot m_{ц}},$$

где $P_{мельф}$ —грузоподъемность тельфера в т, 60—число мин. в 1 часе, $k_{груз} = 0,5 \div 0,8$ —коэф-т использования грузоподъемности тельфера; значение его зависит от среднего фактического веса груза, поднимаемого тельфером в данных условиях его работы; $m_{ц} = 1,1 \div 1,5$ —коэф-т неравномерности цикла работы тельфера—определяется в зависимости от местных условий; $T_{мельф}$ —длительность в мин. одного полного цикла работы тельфера.

Значение T определяется по след. ф-ле:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6,$$

где: t_1 —время на захват груза тельфером в мин., t_2 —время подъема груза тельфером в мин., $t_3 = \frac{h_{cp}}{v_{под}}$, где h_{cp} —средняя высота подъема груза в м, равная:

$$h_{cp} = \frac{h_{max} + h_{min}}{2}, \quad v_{под} \text{—скорость подъема тельфера в м/мин. по заводской его спецификации,}$$

t_3 —время полезного движения тельфера в мин., $t_4 = \frac{s_{cp}}{v_{дв}}$, где s_{cp} —средняя

дальность перемещения тельфера с грузом в м, равная: $s_{cp} = \frac{s_{max} + s_{min}}{2}$, а $v_{дв}$ —ско-

рость передвижения тельфера в м/мин. по заводской его спецификации; t_4 —время на опускание груза в мин., равное t_2 , t_5 —время на разгрузку в мин., t_6 —время обратного движения порожнего тельфера к начальной точке его пути в мин., равное t_3 .

Производительность одного тельфера в сутки $P_{тельф}^{сут}$ в т равна:

$$P_{тельф}^{сут} = P_{тельф}^{час} \cdot T_{см}^{см} \cdot C,$$

где $T_{см}^{см}$ —число час. работы в одну смену, C —число смен в сутки; значение $P_{тельф}^{час}$ см. выше.

При работе в течение круглых суток при продолжительности смены в 7 час. в расчет надо внести и рабочие часы подсмены в количестве: $24 - (7 \cdot 3) = 3$ час., учитывая соответственное в экономических расчетах увеличение числа рабочих или содержания основного штата за переработку.

Количество тельферов $N_{тельф}$, необходимое для обслуживания пакгауза, равно:

$$N_{тельф} = \frac{q_{расч} \cdot k_{рем}}{P_{тельф}^{сут}},$$

где $k_{рем}$ —поправочный коэф-т, учитывающий расход времени на ремонт тельферов и случайные простои, равный в среднем 1,25; значения $q_{расч}$ и $P_{тельф}^{сут}$ см. выше.

Полученное количество тельферов необходимо проверить с точки зрения достаточности их для выполнения требуемой грузопереработки в течение установленной нормы простоя вагонов под грузовыми операциями на имеющемся фронте перевалки грузов при определенном количестве суточных подач вагонов под перегрузочные операции.

Длина погрузочно-разгрузочного фронта пакгауза должна соответствовать необходимой пропускной способности склада, определяемой заданным количеством подвижного состава, одновременно подаваемого под перегрузочные операции.

Пропускная способность склада $Q_{ск}$ в т определяется по ф-ле:

$$Q_{ск} = \frac{T_{час}^{ск}}{t_1 + t_2} \cdot B \cdot P_{ваг},$$

где $T_{час}^{ск}$ —время работы склада в сутки в часах, t_1 —время выгрузки или загрузки подвижного состава в час., t_2 —время подачи и уборки подвижного состава в час., B —количество единиц подвижного состава, одновременно подаваемых для перегрузочных операций, $P_{ваг}$ —грузоподъемность единицы подвижного состава в т.

Пропускная способность склада $B_{ск}$ в единицах подвижного состава равна:

$$B_{ск} = \frac{Q_{ск}}{P_{ваг}},$$

где значения $Q_{ск}$ и $P_{ваг}$ —см. выше.

Количество единиц подвижного состава B , одновременно подаваемого для грузовых операций, будет:

$$B = \frac{L}{l + l_1},$$

где L —длина погрузочно-разгрузочного фронта в м, l —длина единицы подвижного состава в м, l_1 —промежутки между единицами подвижного состава в м.

Длина L пакгауза в m определяется по ф-ле:

$$L = B_{ск} \cdot t \cdot \frac{t_1 + t_2}{T_{час}^{ск}} + l_1 \left(B_{ск} \frac{t_1 + t_2}{T_{час}^{ск}} - 1 \right),$$

где значения букв те же, что и выше.

Если длина отдельных единиц подвижного состава L нава, подаваемых под перегрузочные операции, различна, то в ф-лу для определения L надо ввести сумму всех длин, т. е.:

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_n,$$

где $L_1, L_2, \dots, L_n$ определяются порознь по ф-ле:

$$B_{ск} \cdot t \cdot \frac{t_1 + t_2}{T_{час}^{ск}} + l_1 \left(B_{ск} \frac{t_1 + t_2}{T_{час}^{ск}} - 1 \right),$$

где обозначения букв соответственно те же, что и выше.

Если норма простая подвижного состава под перегрузочными операциями ограничена D час., то производительность механического оборудования д. б. достаточной для погрузки или разгрузки всего одновременно подаваемого количества B вагонов в срок, не больший D час. Это условие проверяется след. расчетом.

Количество груза, подлежащее погрузке в B вагонов в течение D час. в m , м. б. выражено ф-лой:

$$\Sigma p_{груз} = p_{груз} \cdot B,$$

где $p_{груз}$ —количество груза в m , могущее быть погруженным в один вагон; для генеральных грузов $p_{груз} = 10 m$; значение B —см. выше.

Соответственно необходимое количество тельферов $N_{тельф}^H$ для погрузки $\Sigma p_{груз} m$ в D час. равно:

$$N_{тельф}^H = \frac{\Sigma p_{груз} \cdot k_{рем}}{p_{тельф} \cdot D},$$

где значения букв те же, что и выше.

Сравнив полученные количества тельферов $N_{тельф}^H$ и $N_{тельф}^{\phi}$, выбирают большее из них $N_{тельф}^{\phi}$.

Соответственное ему количество грузовых столов будет равно $3N_{тельф}^{\phi}$, где коэф-т 3 указывает на число грузовых столов, необходимое для работы каждого тельфера.

Эффективность применения механизации характеризуется след. технико-экономическими расчетами.

Стоимость R в руб. механизированной переработки 1 m определяется по ф-ле:

$$R = \frac{\Sigma R_0 (r_1 + r_2 + r_3) + R_1 + R_2 + R_3}{Q_2},$$

где: Q_2 —годовой грузооборот пакгауза в m , R_1 —стоимость в руб. эл.-энергии, расходуемой в течение года, при чем $R_1 = WT_{час}^{мех} \cdot a \cdot \Pi$; W —мощность всех двигателей установки в НР, $T_{час}^{мех}$ —действительное число часов работы двигателей, a —расход топлива на 1 НР/час.: эл.-энергии 0,736 kW, угля 1,5 кг, нефти 400 г, Π —стоимость единицы топлива в руб.; R_2 —стоимость эксплуатационных материалов в руб. в год принимается равной 3% стоимости механизмов, R_3 —стоимость полного обслуживания в руб. в год с начислениями:

$$\Sigma R_0 (r_1 + r_2 + r_3) = R'_0 (r'_1 + r'_2 + r'_3) + R''_0 (r''_1 + r''_2 + r''_3) + R'''_0 (r'''_1 + r'''_2 + r'''_3),$$

где: R'_0 —стоимость тельферов и их монтажа в руб., R''_0 —стоимость тельферного пути и его устройства в руб., R'''_0 —стоимость трансформатора и будки для него (строительные работы и оборудование) в руб.; $r'_1 = r''_1 = r'''_1 = 0,06$,—установленные декретом правительства на 1934 г. 0,0-ные отчисления на социалистическое накопление, $r'_2, r'_3, r''_2, r''_3, r'''_2, r'''_3$ —0,0-ные отчисления на амортизацию; для тельфера срок службы 8 лет, а по-

тому $r'_2 = 0,12$; аналогично по своим срокам службы: $r'''_2 = 0,05$, $r''_2 = 0,10$; r'_3 , r''_3 , r'''_3 — 0-ые отчисления на смазку и текущий ремонт; r'_4 можно принять равным 0,05, $r''_4 = 0,10$, $r'''_4 = 0,02$.

Экономия $\mathcal{E}_m$ в руб. от механической переработки 1 т по сравнению со стоимостью ручной переработки равна:

$$\mathcal{E}_m = R_{\text{руч}} - R.$$

где $R_{\text{руч}}$ — фактическая стоимость в руб. переработки 1 т груза вручную по существующим местным сделанным расценкам вместе с накладными расходами; значение R см. выше.

Годовая же экономия $\mathcal{E}_2$ в руб. от введения механизации определяется суммой:

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_m \cdot Q_2,$$

где значение букв см. выше.

Экономия в грузчиках $\mathcal{E}_p$ от введения механизации определяется по ф-ле:

$$\mathcal{E}_p = \frac{\alpha \cdot N^{\Phi} \cdot M_{\text{год}}^T}{365 \cdot b_p} \left(1 - \frac{b_p}{b_m} \right),$$

где α — хозяйственно-плановый коэф-т увеличения рабочей силы; α равняется отношению календарных дней в году (365) к числу рабочих дней одного грузчика в году, определяемому ежегодно НКТ; $M_{\text{год}}^T$ — годовая переработка одним механизмом в т; b_p — норма выработки (без механизмов) в одну смену одного грузчика в т, b_m — норма выработки, приходящаяся на одного грузчика при переработке данного груза механическим оборудованием; значение N^{Φ} см. выше.

Эффективность механизации в отношении рабочей силы характеризуется коэф-том k_{pb} сокращения количества рабочей силы на переработку груза (чем меньше k_{pb} , тем эффективнее механизм).

$$k_{pb} = \frac{(C \cdot T_{\text{час}}^{\text{см}} - T_{\text{час}}^{\text{пр}}) (B_p + B_u) b_p}{M_c \cdot T_{\text{час}}^{\text{см}}},$$

где $T_{\text{час}}^{\text{пр}}$ — сумма всех простоев в часах, B_p — количество неквалифицированных рабочих, занятых при механической переработке, B_u — то же квалифицированных; M_c — механизированная переработка в сутки в т; значение остальных букв те же, что и выше.

Экономия в подвижном составе $\mathcal{E}_s$ при введении механизации определяется по ф-ле:

$$\mathcal{E}_s = \frac{M_{\text{год}} \cdot \left(T_{\text{час}}^{\text{пр}} \frac{\delta}{M} - T_{\text{час}}^{\text{пр}} \frac{C}{M} \right)}{365 \cdot 24 \cdot B_0 \cdot P_0 \cdot \delta} \text{ ваг.},$$

где $T_{\text{час}}^{\text{пр}} \frac{\delta}{M}$ — простой вагона под погрузочно-разгрузочными операциями при отсутствии механизации в часах; $T_{\text{час}}^{\text{пр}} \frac{C}{M}$ — то же при механизации, B_0 — количество осей, P_0 — нагрузка на ось вагона в т, δ — коэф-т переработки $\cong 2,5$; $M_{\text{год}}$ — механизированная переработка за год в т.

Экономия в погрузочном фронте $\mathcal{E}_f$ находится по ф-ле:

$$\mathcal{E}_f = \frac{m_{\text{год}} \cdot M_{\text{год}}}{365 \cdot T_{\text{час}}^{\text{с}}} - \left(\frac{1}{i_p^{\Phi}} - \frac{1}{i_m^{\Phi}} \right),$$

где $m_{\text{год}}$ — годовой коэф-т неравномерности поступления грузов, i_p^{Φ} — погрузочная способность 1 м погрузочного фронта при ручной переработке в т/м час, i_m^{Φ} — то же при механизированной переработке грузов в т/м час; значения остальных букв те же, что и выше.

В заключение выводится сумма капиталовложения на осуществление механизации в руб. и приводится расчет срока (количества лет) ее окупаемости и определяются коэф-ты использования механизмов, а именно:

1) коэф-т среднего использования по времени $k_{вр}$ (чем ближе этот коэф-т к единице, тем лучше используется механизм по времени):

$$k_{вр} = \frac{(CT_{\text{час}}^{см} - T_{\text{час}}^{пр}) \cdot \Pi}{24 \cdot 11}; \quad (1)$$

2) коэф-т использования теоретической грузоподъемности $k_{гп}$ (чем ближе он к единице, тем лучше использование механизма по его грузоподъемности):

$$k_{гп} = \frac{M_{гсб}}{N_{ц} \cdot P_{мельф}}; \quad (2)$$

3) коэф-т интенсивности или использования теоретической производительности $k_{ин}$; он показывает, насколько выработка чистого часа работы приближается к теоретической; в пределе $k_{ин} = 1$.

$$k_{ин} = \frac{M_{гсб}}{(CT_{\text{час}}^{см} - T_{\text{час}}^{пр}) P_{мельф} \cdot 365}; \quad (3)$$

4) коэф-т действительной эксплуатации $k_{д.э}$; он показывает, насколько использована теоретическая производительность за фактическое время эксплуатации.

$$k_{д.э} = \frac{M_{с} \cdot \Pi}{CT_{\text{час}}^{см} \cdot \Pi \cdot P_{мельф}^{час}}; \quad (4)$$

5) коэф-т возможной эксплуатации $k_{в.э}$; он показывает использование возможной теоретической производительности из расчета на астрономическое время:

$$k_{в.э} = \frac{M_{с} \cdot \Pi}{24 \cdot \Pi \cdot P_{мельф}^{час}}. \quad (5)$$

В ф-лах (1), (2), (3), (4) и (5): Π —количество рабочих дней за рассматриваемый период времени, $N_{ц}$ —фактическое количество рабочих циклов механизма в год; значения остальных букв те же, что и выше.

Механическая переработка генеральных грузов осуществляется также при помощи автокранов, работающих индивидуально или совместно с автокарами. Назначение крытых платформ в складском ж.-д. хозяйстве—служить сортировочными платформами для неповоротных грузов, вид грузовых операций к-рых описан в гл. «Классификация ж.-д. складов по признаку назначения». Длина крытой платформы определяется необходимой длиной погрузочного фронта, но чаще ее приходится определять свободной площадью, имеющейся для ее постройки на территории ж.-д. станции.

Ширина сортировочной платформы д. б. не менее 15 м, при чем опорные стойки для поддержания крыши устанавливаются на расстоянии 4 м от краев платформ для образования с обеих сторон ее необходимых рам, а ширина платформы между опорными стойками остается равной 7 м. Высота перекрытия платформы берется не менее 7,6 м над средней частью и не менее 4,5 м над рампами.

Расстояние между двумя смежными опорными стойками одного ряда д. б. не менее 8 м. Фундаменты крытых платформ должны допускать сплошную нагрузку не менее 3 кг на $см^2$ и сосредоточенную нагрузку до 1,2 т от колес приборов механизации.

Въезды на крытые платформы должны устраиваться такой ширины, чтобы по ним могли двигаться приборы механизации, но не менее 4,5 м, а уклон въездов не круче 0,125.

Как указано, крытые ж.-д. платформы назначаются чаще всего для сортировочных операций, механизация к-рых наиболее целесообразно м. б. осуществлена с помощью автокранов, автокранов с электрокарами и электрокран. Необходимые расчеты начинаются с определения расчетного суточного грузооборота $q_{расч}$ в т, отличающегося от приведенного для пакгаузов тем, что полученное значение $q_{расч}$ надо уменьшить на количество груза, при сортировке лишь перекадываемого внутри вагонов (в среднем оно равно 15—20%), а остальную величину $q_{расч}$ разделить по группам: $q'_{расч}$ —грузов весом

свыше 1 т в одном месте, $q_{расч}$ — грузов весом до 1 т в одном месте и $q'_{расч}$ — мелочных грузов.

Далее для учета неравномерности количества грузов, прибывающих для сортировки, величины $q'_{расч}$, $q_{расч}$ и $q''_{расч}$ увеличиваются до максимального возможного количества этих грузов. Механизация операций с грузами весом свыше 1 т в одном месте производится при помощи автокрана, который берет груз из вагона выгрузки, доставляет и погружает его в вагон погрузки и затем возвращается за новым грузом к вагону выгрузки. Необходимое для этих операций число автокранов определяется след. обр.

Число циклов работы одного крана в час Π_4 равно:

$$\Pi_4 = \frac{3600 \cdot n_1 \cdot n_2}{T} \text{ цикл./час,}$$

где: 3600 — число сек. в 1 часе; n_1 — коэф-т использования автокрана; в среднем $n_1 = 0,9$; n_2 — коэф-т использования рабочей силы при работе с автокранами; в среднем $n_2 = 0,8$;

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n \text{ в сек.,}$$

где $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$ — время в сек. на отдельные операции всего цикла работы крана: ввод стрелы в вагон, подготовка и зацепка груза, подъем груза и откатка автокрана в положение, удобное для дальнейшего движения автокрана, передвижение его от вагона выгрузки до вагона погрузки, установка крана в положение, удобное для ввода стрелы в вагон погрузки, ввод стрелы в вагон и отцепка груза, вывод стрелы из вагона и откатка автокрана в положение, удобное для обратного движения, обратное движение через платформу к вагону выгрузки, установка крана в положение, удобное для ввода стрелы в вагон выгрузки. Величина T зависит от технической характеристики автокрана, опытности обслуживающего персонала и дальности перемещения крана.

При предварительных расчетах $T = 5 \text{ мин.} + \frac{scr}{v_{до}}$ мин., где значения букв те же, что и выше.

Число часов работы крана K_4 на перегрузку $q'_{расч}$ определится по ф-ле:

$$K_4 = \frac{R_1}{r_1 \cdot \Pi_4} \text{ крано-час.,}$$

где: r_1 — средний вес в т одной штуки груза в группе грузов весом свыше 1 т в одном месте.

Необходимое же число кранов N для выполнения намеченной механизации будет равно:

$$N = \frac{K_4 \cdot k_{рем}}{C \cdot T_{час}^{см} - T_{час}^{пр}},$$

где обозначения те же, что и выше. $k_{рем}$ принимается равным 1,1.

Грузоподъемность автокрана должна назначаться равной максимальному весу одного места в группе грузов весом свыше 1 т в одном месте.

Механизация перевалки грузов $q'_{расч}$ весом до 1 т в одном месте осуществляется совместной работой не менее двух автокранов с эл.-карами. Перегрузка производится в три приема.

О п е р а ц и я 1-я. Автокран № 1 выгружает груз из вагона выгрузки и укладывает его на подаваемые к месту его работы эл.-кары, постепенно передвигаясь от вагона к вагону. О п е р а ц и я 2-я: эл.-кары перевозят груз через платформу к вагону погрузки и возвращаются обратно к вагону выгрузки. О п е р а ц и я 3-я: автокран № 2 снимает груз с эл.-кар, прибывших к вагону погрузки, и погружает его в этот вагон, передвигаясь постепенно от вагона к вагону.

Необходимое число автокранов № 1 и № 2 и их грузоподъемность определяются расчетами, аналогичными приведенным при рассмотрении переработки грузов $q'_{расч}$.

Количество эл.-кар, необходимых для работы с автокранами, определяется их грузоподъемностью, средней загрузкой, возможной по роду грузов, и обеспеченностью для беспростойной работы автокранов № 1 и № 2. Необходимые для этого расчеты аналогичны приводимым ниже, при рассмотрении вопроса о переработке грузов группы $q'_{расч}$ с той лишь разницей, что загрузку эл.-кар надо брать равной весу количества мест, фактически помещающихся на платформе эл.-кар. В случае применения эл.-кар с подъемной платформой и грузовых столов к ним механическая переработка грузов $q'_{расч}$ может производиться только автокранами № 1 (без автокранов № 2), т. е. эл.-кар, получив груз на столе от автокрана № 1, перевозит его к вагону погрузки и там оставит лежащим на столе у вагона. Автокран же № 1, закончив выгрузку

грузов из вагонов выгрузки перейдет к вагонам погрузки и погрузит груз, лежащий на столах, в вагоны. Расчет механизации в этом случае будет аналогичен вышеприведенным расчетам работы тельферов с грузовыми столами и автокранов.

Перегрузка мелких грузов $q_{расч}$ с помощью эл.-кар происходит след. обр. Рабочие у вагонов выгрузки выгружают грузы из вагона на грузовые столы или эл.-кары; эл.-кары перевозят груз к вагонам погрузки; рабочие у этих вагонов перегружают груз с грузовых столов или эл.-кар в вагоны погрузки.

Число эл.-кар при работе без грузовых столов $Эт$ для перевалки мелких грузов $q_{расч}$ теоретически определяется по ф-ле:

$$Эт = \frac{q_{расч} \cdot k_{рем}}{P_{эл.-к} \left(C \cdot T_{час}^{к-м} - T_{пр}^{пр} \right)} \text{ шт.},$$

где значения букв те же, что и выше; $k_{рем}$ принимается равным 1,1.

Производительность $P_{эл.-к}$ одной эл.-кары в час в T равна:

$$P_{эл.-к} = \frac{3600 \cdot k_{груз} \cdot k_{рем} \cdot P_{эл.-к}}{T},$$

где значения букв те же, что и выше. Для эл.-кар: $k_{груз} = 0,8$, $k_{рем} = 0,68$, $P_{эл.-к} = 0,75-1,00-3,00 \text{ т.}$

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n \text{ в ск.},$$

где $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$ — время в ск. на отдельные операции эл.-кар: время погрузки груза на эл.-кар (1 рабочий укладывает 1 т груза в 8 мин.), перемещение эл.-кар от вагона выгрузки к вагону погрузки (оно равно длине перемещения в м, деленному на скорость движения эл.-кар — 2 м в ск.), время разгрузки груза с эл.-кар, обратное движение эл.-кар от вагона погрузки к вагону выгрузки.

Число эл.-кар с подъемной платформой при работе с грузовыми столами $Этс$ для перевалки мелких грузов $q_{расч}$ теоретически определяется по той же ф-ле, что и для $Эт$, но величина T будет обозначать время в ск. на другие операции, а именно: подъем платформы (8 ск.), перемещение с груженым грузовым столом (со скоростью 2 м/ск.) от вагона выгрузки к вагону погрузки, опускание платформы (8 ск.), перемещение от вагона погрузки к порожнему грузовому столу, подъем платформы, перемещение с порожним грузовым столом к вагону выгрузки, опускание платформы, перемещение от места оставления порожнего грузового стола у вагона выгрузки к столу, уже загруженному из этого же вагона.

Количество грузовых столов и количество рабочих на погрузке и выгрузке должны назначаться из условия обеспечения эл.-карами работы без простоев из-за недостатка столов или рабочих. Для проверки правильности определенного числа рабочих и столов необходимо составить график работы эл.-кар, к-рый наглядно покажет правильность сделанных расчетов.

Полученное количество эл.-кар $Эт$ или $Этс$ проверяется в отношении достаточности для их работы одной зарядки батареи эл.-кар.

По опытным данным одной зарядки батареи хватает примерно на 5—7 час. работы (аккумуляторная батарея считается разрядившейся, если вольтаж ее упал на 10% по сравнению с начальным вольтажем). Если окажется, что зарядка батареи недостаточна на время работы эл.-кар по проекту, то необходимо увеличить количество эл.-кар или снабдить каждую двумя батареями (основной и запасной).

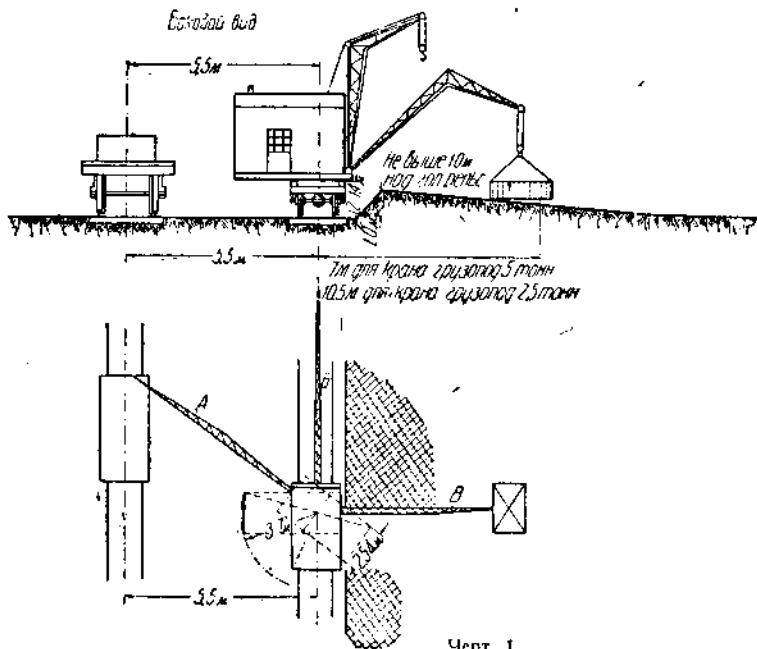
Расчеты механизации крытой платформы заканчиваются определением эффективности механизации в целом, аналогичным изложенному в начале этой главы, в расчетах механизации лаггаузов.

§ 3. Складочные ж.-д. устройства для тяжеловесных грузов (черт. 1).

Тяжеловесы, поступающие для перевозки по ж. д., или уже перевезенные, складываются на открытых площадках или на открытых платформах.

Открытая площадка представляет собою участок земли на территории станции, хорошо утрамбованный и выровненный, со скатом в 0,01 от середины к краям площадки для стока воды. У площадки с одной стороны д. б. продолжение рельсовых путей, с др. — авто-гужевая дорога. Для удобства производства перегрузочных работ площадки лучше делать выше уровня земли, и в этом случае они называются открытыми платформами. Открытые платформы со стороны авто-гужа иногда имеют уклон, сходящий на-нет. В этом случае автомобили и подводы имеют возможность въезжать на платформу. Если платформа не имеет такого уклона, то верхняя часть ее делается со скатом в 0,01 от середины к краям для стока воды. При наличии уклона скат для стока воды делается в одну сторону (от края со стороны ж.-д. путей к краю, около к-рого проходит авто-гужевая

дорога), также в 0,01. Расстояние от оси ж.-д. пути до обреза платформы определяется габаритом приближения строений к путям (2,05 м). Платформа со стороны ж.-д. путей должна возвышаться над головкой рельса на 1 м (что необходимо для работы ж.-д. кранами), а со стороны авто-гужевого транспорта, если конечно платформа не имеет уклона на-нет, 1,2 м над уровнем мостовой. Длина платформы определяется имеющейся свободной площадью на территории станции и протяжением необходимого перегрузочного фронта, расчет длины к-рого приведен в § 2. По ширине платформа делается такой, чтобы расстояние от оси первого ж.-д. пути у платформы до центра платформ автомобиля или подводы поданных под перегрузку, было не больше максимального вылета стрелы ж.-д. крана, работающего на этом первом ж.-д. пути (что соответствует для кранов выпуска заводов СССР 7 или 10,5 м, в зависимости от грузоподъемности (черт. 1). Для платформы с уклоном на-нет в сторону авто-гужа это расстояние определяется установкой на открытой платформе автомобилей или подовол, но в наибольшем отдалении от ее края со стороны ж.-д. путей, дающем возможность производить механизированную переработку грузов.



Черт. 1.

Основание настила (пола) открытой платформы, как и самый настил, должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к фундаментам и полам пакгаузов.

Выезды на открытую платформу с торцового конца делаются не уже 4 м и не круче 1:8. Переработка тяжеловесов осуществляется с помощью паровых, ж.-д. кранов след. обр. Платформы, прибывающие под погрузку или разгрузку, подаются на путь у разгрузочной платформы для тяжеловесов. Кран передвигается по пути, к-рый укладывается между разгрузочной платформой и путем подачи платформ, при чем расстояние между осями этих путей д. б. равно 5,5 м, каковое необходимо при существующих размерах кранов для обеспечения свободного прохождения будки крана при нахождении рядом на пути платформ, стоящих под перегрузочными операциями. В случае использования кранов других размеров это расстояние д. б. соответствующим образом изменено. Разгружаемые с поданных платформ тяжеловесы снимаются краном и перемещаются на разгрузочную платформу. Погрузка тяжеловесов на поданные платформы производится в обратном порядке. Погрузка-выгрузка тяжеловесов с авто-гужевого транспорта осуществляется этим же краном, т. е. при описанном расположении крана и платформ для тяжеловесов размеры его рабочих движений вполне достаточны.

Для определения грузоподъемности кранов, их количества и размеров погрузочно-разгрузочного фронта необходимо сначала определить расчетный суточный грузооборот

методом, указанным в § 2; Полученный расчетный суточный грузооборот подразделяется на группы мест, однородных по весу, с указанием количества таких мест и тоннажа каждой группы (напр.: тяжеловесы от 3 до 4 т—столько-то т, столько-то мест), при чем это подразделение должно соответствовать принятым в данном пункте нормам ручной переработки тяжеловесов. В результате этих подсчетов расчетный суточный грузооборот выразится: 1) суммарно в т и штуках, что даст возможность определить средний вес одной штуки, и 2) по группам (по категориям веса отдельных мест) в т и шт., что даст возможность определить средний вес 1 шт. каждой группы.

Грузоподъемность крана выбирается по максимальному весу одного места тех грузов, для перевалки к-рых предназначен паровой кран.

Количество кранов, необходимых для механизации операций с тяжеловесами, определяется след. расчетами.

Число циклов крана в час $\Pi_{\text{к}}$ определяется по ф-ле:

$$\Pi_{\text{к}} = \frac{3600 \cdot \beta \cdot 2}{T'_{\text{ц}} + T''_{\text{ц}}},$$

где: 3600—число ск. в часе, β —коэф.-т технич. использования, равный $0,9 \div 0,85$, цифра 2 характеризует, что в ф-лу вводится средняя продолжительность одного

цикла, т. е. $3600 \cdot \beta$ делится на $\frac{T'_{\text{ц}} + T''_{\text{ц}}}{2}$; $T'_{\text{ц}}$ —продолжительность в ск. одного цикла работы крана, при чем в цикл входит время на передвижение самого крана вдоль фронта перегрузочных работ:

$$T'_{\text{ц}} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8 + T_9 + T_{10} + T_{11},$$

где: T_1 —время в ск. на опускание стрелы крана или на опускание крюка крана, если вылет крана при захвате груза не меняется; величина T_1 определяется максимальной возможной высотой перемещения крюка и скоростью этого перемещения; в среднем $T_1 = 20$ ск.; T_2 —время в ск. на захват груза; в среднем $T_2 = 30$ ск. при грузе, пригтовленном для захвата; T_3 —время на подъем груза в ск.; величина T_3 определяется аналогично определению T_1 , но скорость подъема берется не более 6 м в мин.; в среднем $T_3 = 30$ ск.; T_4 —время в ск. на поворот стрелы крана на 90° ; величина T_4 определяется из расчета времени, необходимого на 1 оборот с учетом торможения; в среднем $T_4 = 25$ ск.; T_5 —время в ск. на продвижение крана вдоль разгрузочного фронта; значение T_5 определяется длиной проходимого краном пути и скоростью движения крана (с грузом—2,5 км/ч., без груза—ок. 8 км/ч.) с учетом торможения; T_6 —время в ск. на поворот стрелы на 90° ; $T_7 = T_4$; T_7 —время в ск. на опускание стрелы с грузом; $T_7 = T_4$; T_8 —время в ск. на отцепку груза; при расчетах принимается $T_8 = T_2$; T_9 —время на поворот стрелы на 90° с одновременным подъемом крюка (без груза); T_9 берется равным либо T_4 или T_1 , в зависимости от того, к-рая из этих двух величин больше; T_{10} —время в ск. на обратное передвижение крана вдоль перегрузочного фронта; величина T_{10} определяется так же, как T_5 ; T_{11} —время в ск. на поворот стрелы крана на 90° ; $T_{11} = T_4$; $T''_{\text{ц}}$ —продолжительность в ск. цикла работы крана для случая, когда нет необходимости передвижения самого крана вдоль фронта перегрузочных работ; $T''_{\text{ц}} = T'_{\text{ц}} - T_5 - T_{10}$, где обозначения величин те же, что и принятые выше для $T'_{\text{ц}}$.

Производительность $P_{\text{кр}}^{\text{час}}$ (теоретическая) крана в т в час равна:

$$P_{\text{кр}}^{\text{час}} = T_1 \cdot \Pi_{\text{к}},$$

где значения букв те же, что и выше.

Количество кранов N , необходимых для механизации перегрузочных работ с тяжеловесами, определяется по ф-ле:

$$N = \frac{(q_{\text{расч}}^{\text{ж}} + q_{\text{расч}}^{\text{а.г.}})}{\beta \cdot P_{\text{кр}}^{\text{час}} (CT_{\text{час}}^{\text{см}} - T_{\text{час}}^{\text{пр}})},$$

где: $q_{\text{расч}}^{\text{ж}}$ —расчетный суточный грузооборот в т для грузов, прибывающих по ж. д.,

$q_{\text{расч}}^{\text{а.г.}}$ —расчетный суточный грузооборот в т для грузов, прибывающих авто-гужавым транспортом, значение остальных букв то же, что и выше.

Примечание. Метод подсчета величины $q_{\text{расч}}^{\text{а.г.}}$ такой же, как и величины $q_{\text{расч}}^{\text{ж}}$.

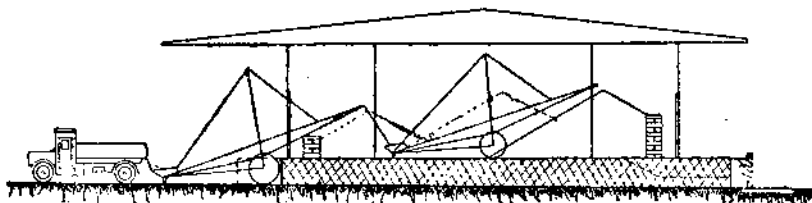
Полученное количество кранов необходимо проверить с точки зрения достаточности этого количества для выполнения заданной нормы простоя максимального количества платформ, могущих быть поданными одновременно для перегрузочных операций к обслуживаемому кранами перегрузочному фронту. Расчеты для такой проверки аналогичны изложенным выше. Количество кранов, назначаемых для механизации перегрузочных операций с тяжеловесами, д. б. конечно равно большему из полученных значений. Обычно при расчете оказывается, что большим количеством является число кранов, необходимых для переработки грузов в течение разрешаемого простоя поданных под перегрузку платформ. Приняв это большее число кранов, следует учесть недоиспользование их в то время, когда не будет происходить максимальной подачи платформ. Получаемый «запас кранов» является резервом на случай их ремонта при аварии.

Эффективность применения ж.-д. паровых кранов для перегрузочных операций с тяжеловесами устанавливается технико-экономическими расчетами, — аналогичными приведенным выше для механизации пакгаузов тельферами, в главе «Складочные ж.-д. устройства для генеральных грузов». Основное назначение кранов — обеспечение самой возможности переработки тяжеловесов, но все же подсчеты необходимы для общего по ж. д. учета работы оборудования механизации перегрузочных работ (прик. НКПС № 2586 1931 г.).

§ 4. Складочные ж.-д. устройства для кусковых и сыпучих грузов

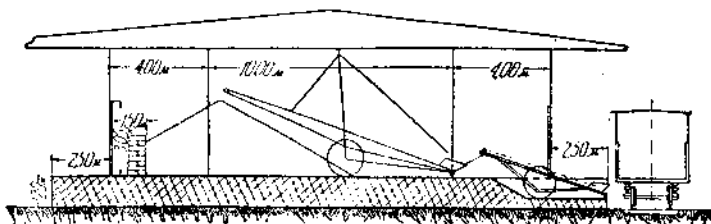
(черт. 2-а, 2-б, 2-в и 2-г).

Хранение и складывание кусковых и сыпучих грузов, как правило, производится в специальных складочных помещениях, в большинстве случаев являющихся собственностью клиентуры дорог, и обслуживается ж.-д. ветками частного пользования. На же-



Черт. 2-а.

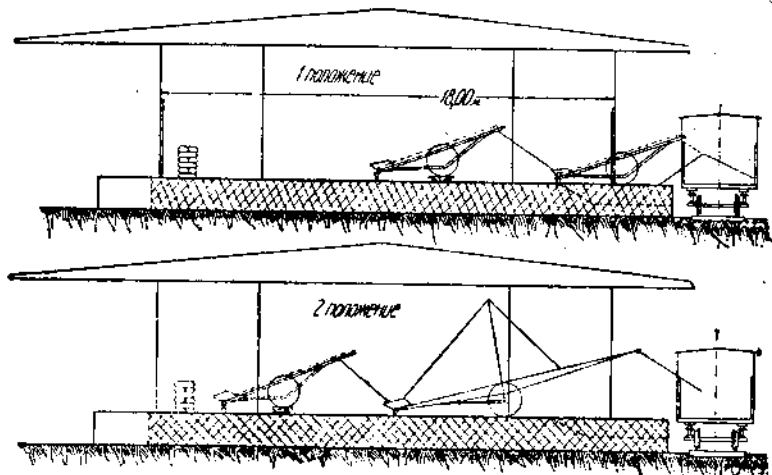
лезных же дорогах они имеются в незначительном количестве, да и то обычно сдаются жел. дорогой в эксплуатацию клиентуре на условиях долгосрочной аренды. Вследствие этого собственно на железных дорогах постоянных специализированных складочных



Черт. 2-б.

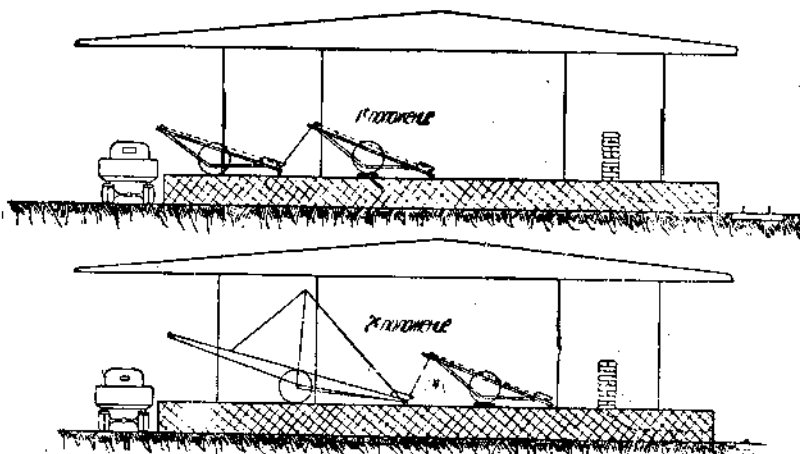
устройства для этих грузов не имеется, т. к. надобность хранения кусковых, а особенно зерновых грузов не в специальных складочных устройствах может встретиться у ж. д. только временно и чаще всего носит сезонный характер. Для этих случаев ж. д. используются пакгаузы, служащие для других (напр., генеральных) грузов, а иногда крытые и даже открытые платформы. Хранение кусковых и зерновых грузов в них производится прямо на полу пакгауза или платформы, в таре, или насыпью.

При хранении насыпью в пакгаузах для избежания давления на стены и для образования проходов сыпучие грузы д. б. обложены грузом в таре (мешки).



Черт. 2-в.

При выборе складочного устройства станции для временного использования под хранение сыпучих или кусковых грузов необходимо учесть, что пол выбранного пакгауза должен допускать нагрузку не менее $0,3 \text{ кг на см}^2$.



Черт. 2-г.

Механическая перегрузка кусковых и сыпучих грузов может осуществляться при помощи: 1) для зерновых грузов—передвижного пневматического зерноперегрузателя таких размеров, к-рые допустили бы вход его в зернохранилище и перевозку его на ж.-д. платформах; 2) для остальных сыпучих и кусковых грузов—передвижных ленточных

транспортёров, Зерноперегрузчик, действующий по схеме комбинирования всасывания и нагнетания, состоит из лозовки автомобильного типа с цепной передачей на заднюю ось, эксгаустера или компрессора, эл.-мотора постоянного тока, разгрузителя, уравнивателя с колесным клапаном, передачи, гибкого рукава с соском, автоматического скручивающего барабана и воздухопроводов с принадлежностями. Недостатки пневматического перегружателя—значительный расход эл.-энергии и износ трубопроводов. Преимущества: возможность очистки, проветривания, просушивания и охлаждения зерна после хранения в складе; отсутствие потерь материала; малое количество обслуживающего персонала; несложность обслуживания; отсутствие пыли при работах; возможность работать при любой погоде; подвижность и сравнительно небольшой вес всей установки. Такой перегружатель легко перемещается, может производить выгрузку зерна из вагонов всасыванием с дальнейшей подачей его на склад по лоткам или погрузку со склада в вагоны при помощи соответствующей длины трубопроводов или при помощи коротких трубопроводов и лотков, приставленных к вагону под углом 25—30°, если это допускает высота установки.

Размеры установок перегружателя определяются в зависимости от производительности агрегата Q_m в т зерна в час, длины транспортирования L в м, длины всасывающей трубы l_1 в м и длины нагнетательной трубы l_2 в м.

Полный напор H_n в мм в. ст., необходимый для создания и поддержания определенной скорости движения смеси (воздуха и перемещаемого материала), эксгаустера или компрессора, определяется по Ф-ле проф. Козьмина:

$$H_n = \frac{\gamma_l \cdot v_l^3}{2g} \left[1 + \mu \frac{v_n^3}{v_l^3} + \left(2\gamma \frac{L}{d} + \Sigma \xi \right) \left(1 + \mu \beta \frac{v_n^3}{v_l^3} \right) \right] + \gamma_l H,$$

где: γ_l —вес единицы объема воздуха в кг/м³; $\gamma_l = 1,2$ кг/м³, v_l —средняя скорость воздуха в трубопроводе в м/сек.; наибольшее встречающееся на практике значение $v_l = 2v_s$; для пшеницы выгоднее брать $v_l = 1,4v_s$, где v_s —критическая скорость зерна в м/сек.; для пшеницы $v_s = 9,8$, для ячменя—8,7, льняного семени—5,2; g —ускорение силы тяжести, равно 9,81 м/сек.², μ —весовая пропорция смеси: $\mu = \frac{\tau}{3,6 \cdot v_l \cdot \gamma_l}$, где τ —плотность разгрузки в т/м²/ч.; $\tau = \frac{Q_m}{F}$, где F —сечение трубы в м²; v_n —конечная скорость материала во всем трубопроводе в м/сек.

Для ее определения надо найти v'_n —конечную скорость материала в вертикальном трубопроводе в м/сек.; по проф. Козьмину v_n определяется для различной длины трубопровода по ур-ю:

$$(v_l - v_s) \cdot \lg \frac{v_l - v_s}{v_l - v_s - v'_n} - (v_l + v_s) \cdot \lg \frac{v_l + v_s}{v_l + v_s - v_n} = \frac{2gs'}{v_s},$$

где s' —длина вертикального трубопровода в м при наиболее невыгодном случае работы агрегата.

Начальная скорость материала в горизонтальном трубопроводе будет равна v'_n и конечная скорость материала в горизонтальном трубопроводе v''_n в м/сек. по проф. Козьмину определится ур-нем:

$$\frac{gs''}{v_s^3} = \frac{v_l v'_n (v'_n - v''_n)}{(v_l - v'_n) (v_l - v''_n)} + \lg \frac{v_l - v''_n}{v_l - v'_n},$$

где s'' —длина горизонтального трубопровода в м при наиболее невыгодном случае работы агрегата.

Практически v''_n можно определять, считая начальную скорость материала в горизонтальном трубопроводе равной 0 независимо от значения v'_n . Тогда ур-ие для нахождения v''_n примет вид:

$$\frac{gs''}{v_s^3} = \frac{v_n''}{v_l - v_n''} + \lg \frac{v_l - v_n''}{v_l},$$

где s'' —длина горизонтального трубопровода в м; остальные обозначения указаны выше.

Конечная скорость материала в трубопроводе v_n , разумеется, будет равна такой же v'_n , т. е.:

$$v_n = v'_n \text{ м/сек.}$$

$\Sigma \eta \frac{L}{d}$ — полная потеря напора на трение воздуха о трубопровод, где d — диам. трубопровода в м; $d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$, где $\pi = 3,14$; $F = \frac{Q_m}{\eta} \cdot M^2$; η — коэф-т, учитывающий трение воздуха о трубы; по Блессу $\eta = 0,0125 + \frac{0,0011}{d}$, где d — диам. трубы в м, L — заданная длина транспортирования, а следовательно, и трубопровода, в м; $\Sigma \xi$ — сумма коэф-тов местных сопротивлений; по Брабэ:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 + \xi_5,$$

где: ξ_1 — потеря напора на местные сопротивления в коленах, ξ_2 — то же на вход в нагнетательную трубу (загрузочное сопло), ξ_3 — то же на вход из циклона в трубу, ξ_4 — то же на вход в разгрузитель, ξ_5 — то же на проход через фильтр или циклон; β — коэф-т, зависящий от характера перемещаемого материала, от характера сопротивлений движению, от характера самого движения; при $\frac{v_1}{v_s} \geq 2$ $\beta = 0,45$; при $\frac{v_1}{v_s} = 1,4$ $\beta = 0,65$; v_m — средняя скорость перемещения материала в трубопроводе в м/сек;

$$v_m = \frac{v'_m + v''_m}{2},$$

где:

$$v'_m = \frac{2gs'}{v_s \cdot \lg \frac{(a_1 - v_s)(v_1 + v_s + v'_k)}{(v_1 + v_s)(v_1 - v_s - v'_k)}};$$

$$v''_m = \frac{g \cdot s''}{v_s^2} \cdot \frac{(v_1 - v'_k)(v - v'_k)}{v''_k - v'_k},$$

где $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$; v'_k — конечная скорость материала в вертикальном трубопроводе, являющаяся начальной скоростью материала в горизонтальном трубопроводе, остальные обозначения указаны выше; H — высота подъема материала в м вертикальном трубопроводе при наиболее невыгодном случае работы агрегата.

Мощность пневматической транспортной установки перегружателя N в л. с. определяется по ф-ле проф. Козьмина:

$$N = \frac{H_n \cdot F V_1}{75 \eta_a} = \frac{H_n \cdot V_1}{3600 \cdot 75 \eta_a},$$

где: V_1 — объем воздуха в м³/ч; $V_1 = \frac{G_1}{\gamma_1}$, где: G_1 — вес воздуха в кг/ч, γ_1 — вес единицы объема воздуха в кг/м³; $\gamma_1 = 1,2 \text{ кг/м}^3$; $G_1 = \frac{G_m}{\mu}$, где G_m — вес перемещаемого материала в кг/ч, μ — весовая пропорция смеси; η_a — кпд вентилятора и привода; $\eta_a = 0,4-0,5$.
Уд. в. смеси зерна и воздуха γ в кг/м³:

$$\gamma = \frac{G_m + G_1}{V_1},$$

где обозначения — см. выше.

П р и м е ч а н и е. Во все расчетные ф-лы входит средняя скорость воздуха, зависящая от неизвестного еще нам напора, а потому для первого приближения мы берем вместо фактического v_1 приблизительное значение v_1 , исходя из принятого отношения $\frac{v_1}{v_s} = \text{макс. } 2$, а для пшеницы — $1,4$. После же определения приближенной величины напора надо найти фактическую среднюю скорость воздуха v_1 и, подставив ее значение в расчетные ф-лы, найти более точную величину напора.

Производительность агрегата Q_m т зерна в час должна задаваться из условия достаточности ее для выполнения выгрузки вагонов в течение нормы времени, установленной для простоя вагонов под перегрузочными операциями, и определяется по ф-ле:

$$Q_m = \frac{P_{\text{груз}} \cdot B \cdot \beta_1}{D},$$

где значения букв те же, что и выше. Для рассматриваемого случая можно принять: $P_{\text{груз}} = 18 \text{ т}$, $\beta_1 = 1,5 \div 1,6$ (коэф-т, учитывающий перерывы работы агрегата).

Производительность $Q_{\text{м}}^{\text{сут}}$ одного агрегата в сутки в л:

$$Q_{\text{м}}^{\text{сут}} = Q_{\text{м}} \cdot T \frac{\text{см}}{\text{час}} \cdot C,$$

где значения букв те же, что и выше.

Необходимое количество пневматических перегружателей N для перегрузки зерна определяется по ф-ле:

$$N = \frac{q_{\text{расч}}}{Q_{\text{м}}^{\text{сут}} \cdot \beta},$$

где значения букв те же, что и выше; величина $\beta = 0,67 \div 0,65$.

Эффективность применения пневматического перегружателя для зерна определяется технико-экономическими расчетами, аналогичными изложенным в § 2.

Механизация грузовых операций для остальных сыпучих и кусковых грузов осуществляется с помощью передвижных ленточных транспортеров, работающих одиночно или цепочкой. Для этой цели м. б. использованы передвижные ленточные транспортеры типа Макензен 15-ти м, или типа МИАГ 10-ти м и 5-ти м транспортеры. Выбор зависит от необходимой дальности перемещения грузов при разгрузке или погрузке их. В общем случае пакгауз может загрузаться с авто-гужового транспорта и с ж.-д. (черт. 2-а, б) и разгружаться также на авто-гужовой транспорт и на ж.-д. составы (черт. 2-в, г). Т. о., дальность перемещения грузов определяется расстоянием: 1) ж.-д. вагон—место хранения в пакгаузе или 2) место хранения в пакгаузе—авто-гужовой транспорт, чем и определяется количество транспортеров в цепочке, типы транспортеров и сочетание типов. При этом количество и типы транспортеров должны удовлетворять всем (по длине) случаям перегрузочных операций, возможным в данном случае.

Расчет необходимого количества транспортеров начинается определением $q_{\text{расч}}$ расчетного суточного грузооборота аналогично изложенному выше. Количество N транспортеров определяется по ф-ле:

$$N = \frac{q_{\text{расч}} \cdot n}{r_{\text{час}} \cdot T \frac{\text{см}}{\text{час}} \cdot C \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4} \text{ шт.},$$

где значения букв $q_{\text{расч}}$, $r_{\text{час}}$, $T \frac{\text{см}}{\text{час}}$ и C —те же, что и выше; n —число транспортеров в цепочке; β_1 —коэф-т наполнения ленты; $\beta_1 = 0,92 \div 1,00$ по НИИЭ ж. д.; β_2 —коэф-т использования рабсилы (регламентированные простои), по НИИЭ ж. д. $\beta_2 = 0,88$; β_3 —коэф-т технического использования механизмов; по НИИЭ ж. д. $\beta_3 = 0,91 \div 0,99$; β_4 —коэф-т влияния на производительность транспортера количественного состава артели рабocht; по материалам НИИЭ ж. д. $\beta_4 = 0,44 \div 1,00$.

Полученное количество транспортеров должно удовлетворять требованиям НКПС, ограничивающим время простоя под погрузкой или разгрузкой одновременно подаваемого количества вагонов. Также д. б. проверен необходимый перегрузочный фронт для переработки этих грузов. Эта проверка выполняется способом, аналогичным изложенному выше. В заключение необходимо выполнить технико-экономические подсчеты для выявления эффективности применения механического оборудования.

§ 5. Складочные ж.-д. устройства для лесных грузов.

Переработка лесных грузов обычно производится лесозаготовительными организациями, подвозящими лесоматериалы на свои склады, где эти грузы складываются и, если надо, разделяются и сортируются. Такие склады обычно имеют ж.-д. ветки, арендованные у ж.-д., на к-рые и подаются вагоны для погрузки. Лесные грузы хранятся на открытых площадках или под навесами, а ценные породы и деревянные изделия помещаются в специальных пакгаузах из неогнестойких материалов с усиленной вентиляцией. Лесоматериалы вследствие своей гигроscopicности требуют значительную площадь и кубатуру пакгауза, а потому огнестойкая постройка была бы экономически не выгодна. По этой же причине полы этих пакгаузов делаются ровные с землей и лишь от середины к краям.

Усиленная вентиляция пакгаузов достигается устройством внизу стен откидных люков, а сверху—жалюзи (оконные проемы, закрываемые рамками с рядом наклонных досочек). Последние дают возможность стекать дождю снаружи пакгауза, а свежему воздуху постоянно притекать внутрь его.

Собственно на ж.-д. станциях лесоматериалы находятся в ожидании погрузки для перевозок или выдачи клиентам дороги после перевозки. В обоих случаях они складываются возле перегрузочного пути и остаются здесь короткое время. Поэтому ж.-д. склад для лесных грузов никаких специальных устройств не требует и представляет собою лишь хорошо спланированную и утрамбованную площадку с устройствами для ее осушки (подсыпка, канализация, дренаж). Единственное требование, предъявляемое к такому складу-площадке, заключается в том, чтобы эта площадка имела достаточный фронт

перегрузочных работ со стороны ж.-д. путей и авто-гужа, а ширина площадки давала бы возможность привезенный и уложенный на ней в штабелях лесоматериал грузить непосредственно из штабелей на ж.-д. подвижной состав.

Более продолжительное время, чем лесоматериалы, лежат на «складах-площадках» прибывающие на станцию дрова, к-рые хранятся в поленищах, представляющих собою ряды из поленьев, уложенных между вбитыми по концам поленища колыями или между клетками из тех же поленьев. Для избежания загнивания средних поленищ и для просушки дров последние укладываются в штабеля шириной не более двух поленищ. Для устойчивости штабеля основания поленищ раздвигают на 15—20 см, а вершины штабелей рекомендуется опирать друг на друга. Для удобства дальнейших перегрузочных операций высота штабеля делается в 2 м (допускается до 4 м); между штабелями оставляется проход до 1,5 м. Одним штабелем занимается площадь не более 200 м² (черт. 3).

Все перегрузочные работы на ж. д. с лесными материалами производятся большей частью вручную. Объясняется это тем, что все изготовленные в СССР машины для механизации этих работ не удовлетворяют полностью предъявляемым к ним требованиям. Поэтому для механизации этих работ м. б. лишь рекомендованы нек-рые из механизмов, а именно: паровые передвижные и портальные краны, лесоподъемники для погрузки бревен на платформы; машины для той же цели типа № 7 ЦУМ НКПС; штабелеры для погрузки пиломатериала; лесотаски поперечные; передвижные дровотаски; специальные транспортеры и наконец краны со специальными грейферами для лесных грузов.



Черт. 3.

§ 6. Складочные ж.-д. устройства для опасных грузов.

Хранение опасных грузов производится на специальных платформах или (чаще) в специальных пакгаузах. Эти складочные устройства делаются согласно инструкции по перевозкам опасных грузов, объявленной прик. НКПС от 19/1 1930 г. № 426. Специфичность опасных грузов заключается в том, что они упаковываются в довольно тяжелой таре, требуют для хранения низкой темп-ры, не должны подвергаться действию солнца и при пожаре разливаются по территории станции. Для выполнения всех этих особенностей хранения опасных грузов и для удобства перегрузочных операций с ними специальные платформы и пакгаузы для их хранения делаются длиной не более 100 м с брандмауэрами, расставленными на расстоянии, не превышающие 50 м между двумя смежными брандмауэрами. Потолочное перекрытие пакгаузов желательно делать сводчатым. Пол в них настилается с уклоном от стен к середине, где устанавливается сборный колодец с решетчатой крышкой, куда и могут стекать разлившиеся опасные материалы. Уровень пола платформ для опасных грузов д. б. в уровень с полом ж.-д. вагонов. В специальных пакгаузах все эти требования удовлетворяются тем, что средняя часть пакгауза имеет полуподвал и первый этаж с полом в уровень с полом ж.-д. вагона, а боковые части—полуподвалы, при чем кубатура их ниже уровня поверхности земли д. б. такова, чтобы в случае пожара вместить разлившийся опасный материал. Т. к. большинство опасных грузов сильно испаряется, то специальные пакгаузы для их хранения должны оборудоваться надежной вентиляцией. Для обеспечения вентиляции устраиваются вентиляционные каналы в стенах здания на высоте 0,25 м от поверхности пола (тяжелые испарения стекают понизу пакгауза). Выходные отверстия каналов д. б. закрыты металлическими сетками, чтобы воспрепятствовать выходу наружу пламени в случае пожара. Иногда усиленная вентиляция пакгаузов достигается вместо устройства вентиляционных каналов установкой эл. вентиляторов.

Механическая переработка опасных грузов осуществляется с помощью: 1) подъемников для соединения боковых частей пакгауза для опасных грузов с средней частью его, где и производится все перегрузочные работы, и 2) трех- и четырехколесных тележек, оборудованных специальными приспособлениями, соответствующими габаритам и формам тары опасных грузов, напр., тележки для перевозки бутылей.

§ 7. Специальные складочные ж.-д. устройства. Топливные и материально-хозяйственные склады.

Топливные склады ж. д. служат для хранения и выдачи топлива для п/в и пр. нужд ж. д. Основное назначение их—снабжение топливом п/в—и определяет место расположения топливных складов на территории станции. При этом надо иметь в виду, что условия рациональной эксплуатации п/в совершенно не требуют нахождения топливного склада обязательно рядом с депо: согласно этим условиям пункт набора топлива п/в должен находиться рядом с депо, доставка же топлива к этому пункту может осуществляться любым способом, какой в данных условиях является экономически более целе-

сообразным. Здесь следует рассчитать, что будет дешевле: доставлять ли на определенное расстояние топливо или же заставлять паровоз проходить это расстояние *.

1. Угольные ж.-д. склады.

Угольные склады должны полностью удовлетворять ТУ и правилам, изложенным в обязательном постановлении НКТ от 27/III 1930 г. № 127 (приложение к № 12 «Изв. НКТ СССР» за 1930 г.). Форма (очертание) угольного склада определяется основными перегрузочными операциями, производящимися в нем, а именно: разгрузкой прибывающих на склад топлива ж.-д. составов и выдачей топлива со склада на п/в. Эти перегрузочные операции требуют удобных для маневрирования рельсовых путей, укладываемых обычно «рыбкой», что определяет и очертание самого склада. На черт. 4 показано минимальное количество рельсовых путей на угольном складе, удовлетворяющих указанным требованиям. Здесь между путями А, Б и В уложены два штабеля угля а и б. П/в, стоящий на пути В, может брать уголь из штабеля б. В это же время в штабель а могут разгружаться угольные составы, поданные на путь А. Путь В свободен и м. б. использован для пропуска п/в и вагонов с территории угольного склада.

Площадь S всей территории угольного склада в m^2 определяется по ф-ле:

$$S = S_y + S_n + S_d + S_p, m^2,$$

где: S_y — площадь склада под углем с интервалами между штабелями угля, но без учета площади, занятой ж.-д. путями, в m^2 , S_n — площадь в m^2 , занятая складскими путевыми устройствами с габаритным расстоянием до штабелей угля, S_d — площадь склада в m^2 ,

занятая постройками и оборудованием склада, S_p — площадь в m^2 , в запас, учитывающая будущее развитие склада и интервалы между крайними штабелями угля и заборами склада, если последние имеются. Величина S_y определяется следующим расчетом. Сначала определяется необходимая по условиям работы станции емкость Q в t всего угольного склада:

$$Q = (P_1 + P_2 + P_3) \cdot K + H,$$

где: P_1 — суточный расход угля в t для снабжения п/в, P_2 — суточный расход угля в t на проч. технические надобности, P_3 — суточный расход угля в t на хозяйственные и бытовые нужды, K — эксплуатационный запас угля на складе в сутках, устанавливаемый НКПС для каждой отдельной ж. д., H — снижаемый запас угля для данного склада в t . Зная величину Q , площадь S_y склада под углем находим по ф-ле:

$$S_y = \frac{Q(\Omega_1 + \Omega_2)}{q} + \frac{Q\Omega_2}{q \cdot n}, m^2,$$

где: Ω_1 — площадь, занимаемая одним штабелем угля в m^2 , Ω_2 — площадь в m^2 нормальных разрывов между штабелями, приходящаяся на один штабель угля; эти разрывы служат для разделения штабельных марок угля и для проходов; q — емкость одного штабеля угля в t ; если на складе хранится уголь разных марок, то величина q определяется для каждой марки угля отдельно и соответственно расшифровывается величина Q ; Ω_2 — площадь в m^2 широких разрывов между штабелями, приходящаяся на один штабель угля; назначение их — пожарные проезды; n — количество штабелей, через к-рые оставляется большой разрыв.

Значение S_n найдем по ф-ле:

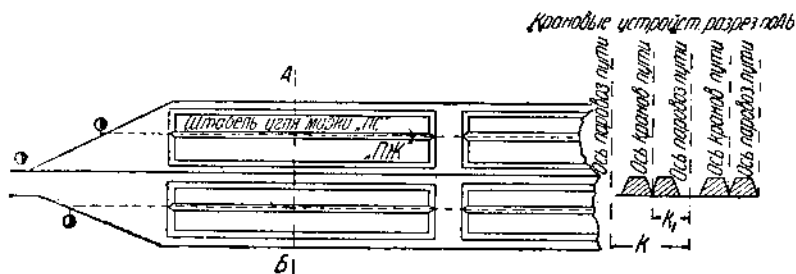
$$S_n = \Sigma L(2l_1 + l_2) m^2,$$

где: ΣL — длина всех путей на складе в m , l_1 — расстояние от головки рельса до штабеля угля в m , l_2 — ширина колеи ж.-д. пути в m , 2 — учитывает, что штабели угля лежат по обе стороны от ж.-д. пути.

Значения S_d и S_p — фактически занимаемая площадь с учетом габаритных расстояний и правил НКТ (интервал между заборами склада и крайними штабелями угля). Территория угольного склада представляет собою открытую площадь, на к-рой и хранится уголь. Площадь эта д. б. гладко спланирована, хорошо утрамбована, вымощена булыжным камнем (или устраивается досчатый или шлако-глинистый пол) и иметь уклон от середины к краям. Для сохранения от хищений желательно ограждение территории угольного склада забором. Уголь складывается на площади в штабели, имеющие форму усеченной пирамиды, или же в специально устраиваемые когаты (дештабеля), репаша — вертикальная обвязка вокруг штабеля угля высотой от $1/3$ до $1/2$ высоты

* Сибаров В. Д., Снабжение п/в углем, стр. 14.

Согласно указанному выше постановлению НКТ отдельные угольные штабелы должны занимать площадь не больше 350 м² при наибольшем измерении в 35 м с тем, чтобы емкость отдельного штабеля не превышала 1500 т угля. Обычные размеры штабеля угля: длина 35 м, ширина 8 м, высота 1,5 м. Разрывы между штабелями угля делаются в 4 м, с таким расчетом, чтобы через каждые три штабеля были оставлены разрывы не менее 10 м



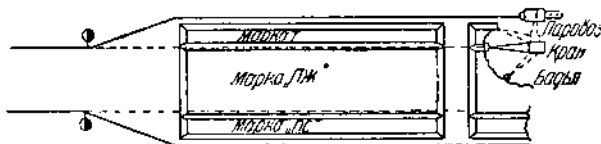
Черт. 5.

с обязательной мощной проезжей частью. При крановых устройствах и двухсторонней подаче угля на п/в расположение путей и штабелей м. б. приняты по черт. 5.

При:

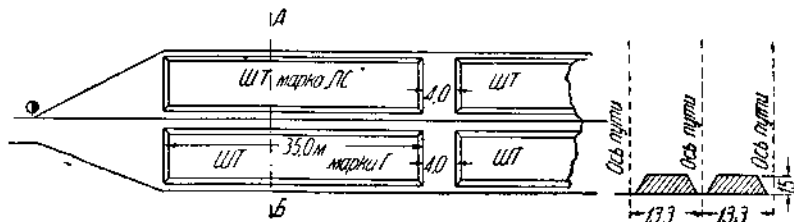
$$K = 2L + 0,95 = 1,9L \text{ м} \quad K_1 = L + 0,95 = 0,95L \text{ м}$$

где: K — расстояние между осями паровозных путей в м, L — вылет крана в м.



Черт. 6.

Схема склада при односторонней подаче угля на п/в кранами дана на черт. 6. Здесь размер штабеля удваивается, сокращается один паровозный путь, но удорожается стоимость погрузочно-разгрузочных работ и понижается пропускная способность склада, т. к. кран работает односторонне. Эта же схема при работе бескрановых механизмов дана на черт. 7, где длина штабеля угля в 35 м взята по правилам НКТ.



Черт. 7.

В целях пожарной безопасности расстояние от штабелей угля до негорючих зданий д. б. не менее 10 м, а до горючих не менее 15 м.

Т. к. уголь обладает способностью самовозгораться, то для наблюдения за повышением темп-ры применяют или шупы, или термометры. Шуп представляет собой железный прут диам. 25 мм, длиной до 2 м, заостренный на одном конце и загнутый на другом. Шупы втыкаются до самого основания штабеля и в течение дня 1—3 раза вынимаются из

кранового пути. При надлежащей выбранной высоте подъема стрелы крана им можно пользоваться и для загрузки бункеров эстакады. Что касается смешения углей разных марок, то при бункерных эстакадах это достигается погрузкой в бункера эстакады разных сортов и перемешиванием их при выпадении из бункера эстакады в тендер п/в.

Полное смешение угля разных марок можно осуществить лишь на специальных углесмесительных станциях. Уголь со станций будет поступать на склады в виде смеси нужных пропорций, что значительно облегчит и удешевит остальные работы с углем на складе. Станция для смешения угля, как обеспечивающая постоянную работой, может быть оборудована solidными стационарными установками. Главнейшие составные части углесмесительных станций—это отдельные металлические башни, обложенные внутри бетонным кирпичом, емкостью до 150 т угля каждая, для отдельных марок углей. Под каждой башней имеется специальный аппарат, регулирующий порции угля, подаваемые из каждой башни для образования смеси. Вдоль башен установлены бесконечные ленты, на к-рые последовательно высыпается уголь, поступающий из аппаратов для образования смеси. Эти ленты подают готовую смесь к элеваторам, а последние поднимают ее на уровень загрузочных люков башен-бункеров, где смесь падает на цпные ленты, к-рые и погружают ее в расходные башни-бункера. Последние устраиваются так, чтобы под ними могли поместиться угольные саморазгружающиеся полувагоны.

2. Дровяные ж.-д. склады.

Дровяные ж.-д. склады в части их, общей с угольными, должны удовлетворять требованиям, установленным для угольных складов, и требованиям, изложенным в обязательном постановлении НКТ СССР от 27 марта 1930 г. № 127 (приложение к № 12 «Изв. НКТ СССР» за 1930 г.). Дровяные склады должны устраиваться на расстоянии не менее: 15 м от соседних деревянных или смешанных построек, 10 м от каменных построек, 25 м от жилых домов, 50 м от главных путей и вокзальных помещений, 60 м от складов огнеопасных жидкостей, 7,5 м от границы полосы отвода и 15 м до границы участков других складов. Территория дровяного склада д. б. спланирована и утрмбована; желательно замощение территории склада булыжным камнем.

Дрова укладываются на территории склада в штабели. Дровяные штабели при сплошной укладке дров, с разрывом между поленищами, должны иметь длину не более 30 м, ширину не более 7,5 м и высоту не более 2 м. Между штабелями надо оставлять свободные промежутки шириною не менее 5 м, а через каждые 3 штабеля делать разрывы не менее 10 м. Если дрова укладываются в рядочные штабели поленищами шириною в два полена, то длина поленища не должна превышать 60 м. При этом необходимо между двумя поленищами поленицы оставлять интервал в 0,1—0,2 м, а между поленищами—в 1 м и через каждые семь штабелей оставлять интервал в 8—10 м. Штабели или поленицы должны располагаться перпендикулярно рельсовым путям и отстоять от ближайшего путевого рельса на расстоянии не менее 3,0 м. Емкость дровяного склада и площадь его территории определяются по тем же ф-лам, что и для угольного склада, с той лишь разницей, что емкость дровяного склада и каждого штабеля подсчитывается в м³, при чем емкость V одного штабеля дров определяется по след. ф-лам:

при укладке в две поленицы:

$$V_1 = 2 \cdot P \cdot L \cdot H \cdot n;$$

при укладке в сплошной штабель:

$$V_2 = n \cdot P \cdot L \cdot H \cdot n,$$

где: P —длина одного полена в м; $P = 0,25$ или $0,5$, или $0,75$, или 1 м; L —длина штабеля (поленицы) в м, H —высота укладки дров в штабель в м, n —число полениц в штабеле.

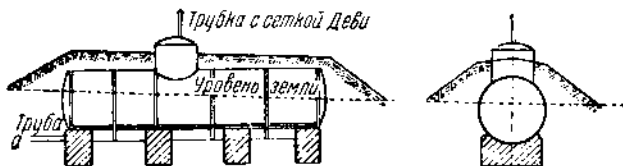
Дровяные склады, так же, как и угольные, д. б. снабжены противопожарным оборудованием и на них д. б. устроено достаточное освещение. Степень освещенности территории склада берется по нормам прик. № 1635 НКПС за 1930 г.: для складских территорий станций с большим движением—0,5 лх, для станций с средним движением—0,2 лх, для станций с малым движением—0,1 лх.

Противопожарное оборудование складов состоит из водопровода с наружными пожарными кранами и подземными с стелдерами. Количество пожарных кранов определяется из расчета, чтобы любое место склада могло быть ими полито при помощи рукавов с брандспойтами и чтобы радиус действия одного крана был не свыше 50 м. Кроме того топливные склады д. б. снабжены: огнетушителями, бочками с водой, ведрами и швабрами при них, ломовыми пожарными инструментами и пожарной сигнализацией. Дрова на дровяных складах по их качествам разделяются на 1-й, 2-й и 3-й сорта и каждый сорт дров укладывается в отдельные, с учетом породы дерева, штабели. При длительном хранении дрова портятся от действия влаги и воздуха. Поэтому необходимо создать условия для хорошей просушки дров во время их хранения на складе, для чего склады устраиваются в сухом месте и дрова укладываются штабелями не больше двух полениц по ширине в каждом штабеле.

Отпускаемые со склада дрова измеряются либо рулетками и метром, либо дровомесными, нормальными и раздвинными, станками емкостью в 2—6 м³.

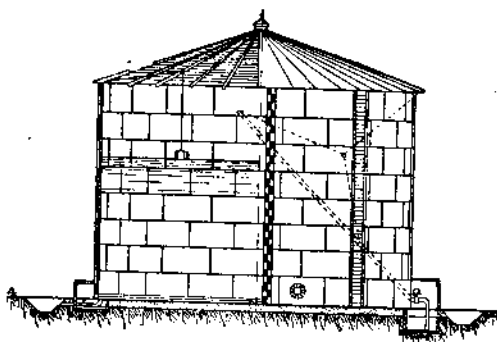
Механизация складских операций на дровяных складах осуществляется в незначительном объеме и сравнительно примитивно. Механизированы только: 1) перевозка дров

по складу при помощи тачек по катальным доскам и вагонеток—по узкоколейным путям и 2) распилка и расколка дров при помощи особых станков производительностью в среднем 70 м³ в смену. Остальные складские операции,—выгрузка и погрузка дров в вагоны, укладка их в штабели и погрузка на п/в, производится вручную. Объясняется это тем, что до сих пор ни в СССР, ни за границей не найден еще рентабельнейший способ механизации этих операций. Поэтому для механизации их м. б. лишь



Черт. 9.

рекомендовано в качестве оптимального применение след. механизмов: роликовых транспортеров для наклонных перемещений дров; цепных элеваторов с захватами для той же цели; пластинчатых транспортеров для горизонтальных перемещений; эстакад—для подачи с них дров вручную на п/в; передвижных кранов со специальным грейфером для дров и тельферных установок.



Черт. 10.

поверхности земли (черт. 10). Высотой такие резервуары делаются до 15 м, диам. их—до 35 м. Каждый такой резервуар д. б. снабжен железным лазом для чистки, указателем уровня жидкости, краном для спуска воды и грязи, лестницей, вытяжным колпаком и громоотводом.

Хранилище для жидкого топлива типа парафинистого мазута д. б. оборудованы внутри резервуаров трубчатыми змеевиками, с помощью к-рых производится подогрев жидкого топлива пропускаемым через них паром. В целях пожарной безопасности склады жидкого топлива д. б. обнесены земляным валом или бетонным забором высотой не менее 2 м.

4. Материально-хозяйственные ж.-д. склады.

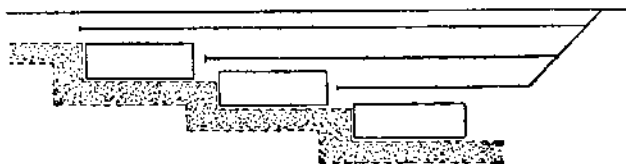
Все материалы, изделия, инструменты, полуфабрикаты, спецодежда и т. п., необходимые жел. дороге, хранятся в материально-хозяйственных складах, откуда и выдаются оперативным подразделениям дороги. Эти склады по объему своей работы разделяются на главные и районные. По характеру своей работы материально-хозяйственные склады принадлежат большей частью к типу закрытых универсальных складочных помещений, строятся из огнестойких и из неогнестойких материалов и должны удовлетворять всем требованиям, изложенным в соответствующих инструкциях НКПС и в ТУМ.

При выборе места для постройки таких складов необходимо стремиться, чтобы были обеспечены наиболее удобнейшие подходы ж.-д. подвижного состава и авто-гужевого транспорта. Лучше всего эта задача м. б. решена распланированием путей т. о., чтобы каждый путь обслуживал лишь одно складочное помещение (черт. 11), чем достигается полная независи-

3. Склады жидкого топлива.

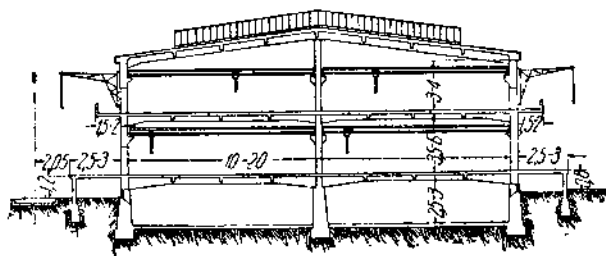
Особые свойства нефти и нефтепродуктов требуют надежного их хранения, осуш. ствляемого в металлических, подземных и наземных, резервуарах, устанавливаемых вертикально и горизонтально (черт. 9). Цилиндрические горизонтальные резервуары обсыпаются землей, над к-рой возвышается колпак резервуара с трубой, снабженной сеткой Деви. Наполнение таких хранилищ производится через выступающий из земли колпак, выкачивание жидкого топлива—через трубку а, выведенную в помещение, где установлены насосы. Вертикальные цилиндрические резервуары устанавливаются на

мость маневровых операций у каждого склада. Здания складов делаются одноэтажными или двухэтажными (черт. 12). Первые устраиваются по типу, близкому к ж.-д. пакгаузам для грузовых операций. Склады снабжаются окнами в боковых стенах, иногда световыми фонарями в крыше. В случае освещения от окон, площадь последних должна быть равной $1/8 - 1/10$ площади пола склада. Деревянные проемы прорубаются в продольных стенах склада и размещаются один против другого для образования сквозного прохода. Двери делаются створчатыми или раздвижными и расстояние между серединами двух смежных дверей берется в 8—8,5 м. В двухэтажных складах первый этаж должен устраиваться рампой шириной до 3 м, а второй этаж иметь над рампой первого этажа балкон вдоль всего склада



Черт. 11.

шириной в 2 м для удобства подъема во второй этаж грузов, выгруженных на рампу первого этажа. Для такого подъема грузов применяются укрепленные на стене между дверями склада стеновые краны с вылетом стрелы, позволяющим обслужить две соседние двери склада. Для этой же цели м. б. использованы краны-укосины и велосипедные краны. Двухэтажные склады в случае надобности могут иметь подвальное помещение высотой до 3 м. Высота первого этажа м. б. от 3 до 5—6 м, а второго—от 3 до 4 м. Пол первого этажа должен допускать нагрузку до 7 т на 1 м², а второго этажа—до 1 т на 1 м². Освещение обоих этажей—боковое от окон: в подвале—искусственное. Желательно оборудование складов эл. освещением. Нормы освещаемости складочных устройств след.: складская территория—от 1 до 5 лк, место производства грузовых работ—от 3 до 15 лк, лестницы в складах—от 5 до 15 лк, складочных помещений—от 10 до 20 лк, конторы в складах—от 20 до 30 лк.



Черт. 12.

Для наилучшего использования емкости складов необходимо оборудовать их наиболее совершенным и достаточным количеством приспособлений (полки, стеллажи и пр.) для хранения содержимого складов. Эти приспособления д. б. просты, дешевы, прочны и должны давать возможность правильной укладки хранимого и удобства выполнения складских операций.

Размещение оборудования складов зависит от самого помещения склада, но в основном необходимо выполнение след. требований. Против дверей поперек всего склада надо оставлять свободные пространства во всю ширину дверей. По путям наибольшего движения необходимо оставлять «главные проходы» шириной в 2—3 м. Эти проходы в широких складах устраиваются посередине его, вдоль всего склада, при узких складах—вдоль одной из продольных стен склада. От главного прохода под прямым углом к нему оставляются боковые проходы шириной 1,25—1,75 м. Приспособления для хранения материалов надо располагать между боковыми проходами, перпендикулярно к продольной оси склада. Приспособления для хранения длинномерных материалов устраиваются под углом в 30° к поперечной оси склада. Для хранения листового материала (листы железа) устраиваются 2—4 «главных прохода», обеспечивающих легкую укладку грузов. Установка приспособлений для хранения материалов вдоль стен склада и посередине прох.

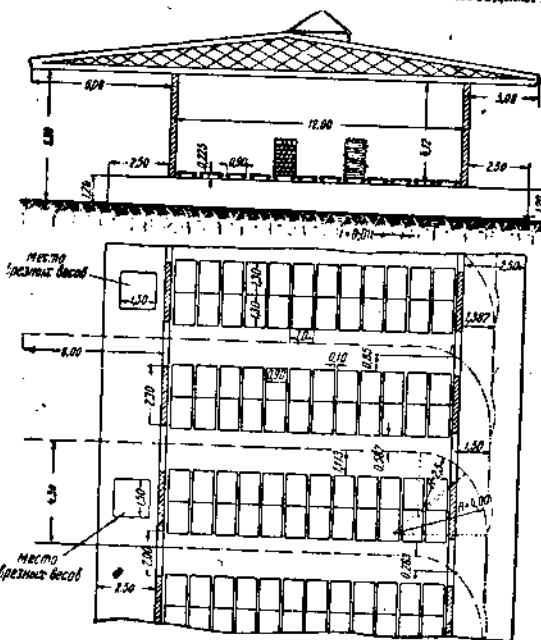
мендуются делать только в том случае, если склад имеет верхний свет или когда он имеет только одно искусственное освещение.

Что касается конструктивного выполнения приспособлений для хранения, то таковое зависит от специфических особенностей материалов и условий установкой приспособлений в складе. Выработкой наиболее рентабельных типов приспособлений в СССР занимается Оргсклад, куда и необходимо обращаться для детального освещения этого вопроса.

Механизация складских операций в материально-хозяйственных ж.-д. складах может осуществляться с помощью тельферов, электрокар с подъемной платформой и грузовыми столами, обыкновенных электрокар, тележек типа Баррета с грузовыми столами, трех- и четырехколесных тележек, медведок, штабелюккладчиков для штучных грузов и секций рольгангов. Метод расчета этой механизации, как и характер ее работ, аналогичен изложенному в предыдущих главах.

§ 8. Типовой ж.-д. механизированный пакгауз.

Работа ж.-д. станций чрезвычайно разнообразна, но все же их можно разделить на две основные группы: 1) станции с непрерывным подходом вагонов и 2) станции малые и промежуточные, питаемые сборно-раздаточными поездами и имеющие 2 и 4 подачи вагонов в сутки. Для станций



Черт. 13.

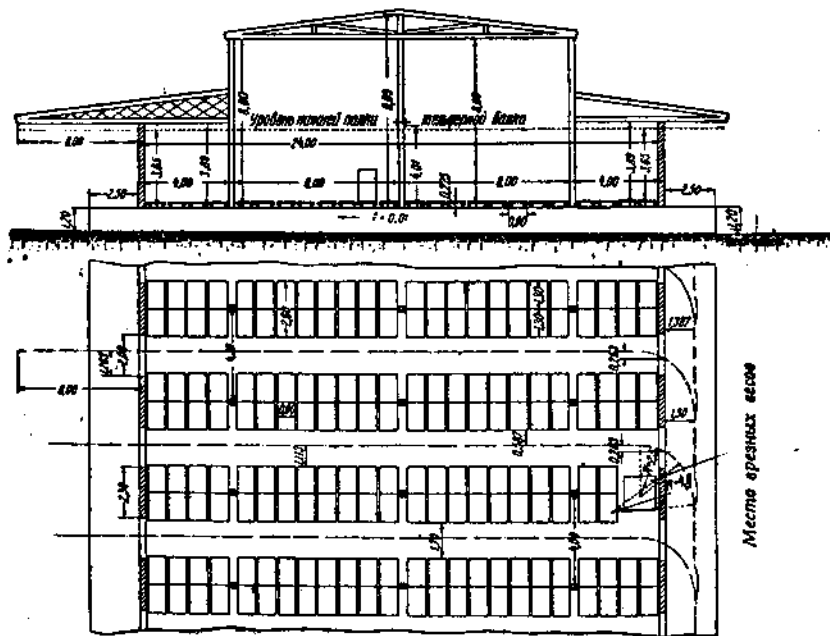
ся по методу «груз на столах», а самый метод работы заключается в следующем: груз, прибывший в пакгауз, выгружают на тележки с подъемной платформой и на них перевозят внутрь пакгауза; в пакгаузе груз с платформы не снимают, тележка же, поставив платформу в ряд с другими, уезжает за новым грузом.

Типовые пакгаузы запроектированы разной ширины в зависимости от их назначения, а именно: пакгауз отправления — шириной 12 м, пакгауз прибытия — шириной 24 м, смешанный пакгауз — шириной 18 м. Размеры в плане, расположение дверей, ширина рампы и с точки зрения принятого режима работ могла бы быть понижена. Со стороны груза в запроектированных пакгаузах устроен такой свес кровли, чтобы закрыть на случай дождя кузов любого автомобиля при установке его торцом или вдоль пакгауза.

первой группы товарные устройства должны проектироваться индивидуально, а для станций второй группы возможно применение однотипных пакгаузов, почему ЦУМом и Гипротрансом на основании прик. ЦЗ № 2633 от 10/XII 1931 г. и составлен проект типового ж.-д. механизированного пакгауза. Последний предусматривает две подачи вагонов и время работы пакгауза в 8 час. в сутки. Эти данные приняты потому, что пакгауз, построенный из расчета четырех подач в сутки, не сможет переработать число вагонов, подаваемых только два раза в сутки: но пакгауз, построенный из расчета двух подач в сутки, сможет переработать число вагонов, подаваемых четыре раза в сутки и более, причем фронт пакгауза при этом будет не использован. Работа в типовом пакгаузе должна производиться в след.: груз, при-

Конструкция всех пакгаузов такова, что допускает свободную подвеску тельферов по схеме, указанной на чертежах пунктиром.

В зависимости от грузооборота станции д. б. намечена специализация пакгаузов. При этом, если какую-то часть следует выделить под постоянное использование для тяжёлых грузов, для долгосрочного хранения массового однородного груза или для других специальных целей, то для этого назначается особое помещение с соответствующим оборудованием. Для всего остального грузооборота, проходящего через пакгаузы, намечено разделение грузов по пакгаузам прибытия и отправления; если же по каким-либо причинам такое разделение невозможно, то такие грузы помещают в «смешанный» пакгауз.



Черт. 14.

Площадь пакгаузов каждого типа пропорциональна назначенному для них грузообороту. Т. к. для каждого типа установлена своя ширина, к-рая остается неизменной, то пропорционально грузообороту будет расти лишь длина пакгаузов. В зависимости от местных условий в соответствии с определенной расчетом длиной пакгауза строят один или несколько отдельных пакгаузов, располагаемых на отдельных путях. Для удобства эксплуатации желательно не строить зданий с подземными путями с одним выводом длиннее 8—10 вагонов. Поэтому в случае необходимости построить все здания пакгаузов в одну линию может быть рекомендовано зубчатое устройство пакгаузов, при к-ром отдельные участки подъездного пути на 7—8 вагонов имеют свои самостоятельные выходы.

Общая длина пакгаузов м. б. найдена по Ф-ле:

$$E = \frac{q \cdot T}{B \cdot K} \text{ м,}$$

где: T —срок хранения грузов в сутках, B —ширина пакгауза в м, K —количество грузов в т на 1 м² площади пола брутто, q —расчетный суточный грузооборот в т.

Основное назначение типовых пакгаузов—переработка легковесных тарно-штучных грузов (генеральных) краткосрочного хранения. Механизация их переработки осуществляется перевозкой «грузов на столах» при помощи ручных тележек. Средняя норма

Цикл работы тележек не удлиняется и потому увеличения числа тележек в пакгаузе не требуется, столов на ю будет значительно меньше и часть их нужно будет из пакгауза убрать. Предполагается, что половина всех грузов будет укладываться в штабели вручную; половина, укладываемая на высоту, большую 1,5 м, пойдет через штабелер.

Число штабелеров определяется по ф-ле:

$$n = \frac{q}{24 \cdot 2} \text{ шт.,}$$

где: q — максимальной суточный грузооборот в т. 24 — средняя производительность штабелера в т в смену, 2 — учитывает, что лишь половина грузов пойдет через штабелер. Производительность грузчика при этом будет 10 т в сутки, а себестоимость переработки 1 т с учетом стоимости механизмов и энергии при принятых выше ценах — ок. 62 коп.

Если в типовом пакгаузе будут перерабатываться грузы весом 0,25—1,5 т в одном месте, то применяются тельферы. Тельферные пути в этом случае проходят вдоль ж.-д. рампы, ответвления их входят в каждую дверь пакгауза, пересекают его насквозь и выходят на лямпой авто-гуже ой (турны).

Груз с автомобиля снимается и перевозится тельфером в пакгауз. В пакгаузе тельфер опускает груз на столлик, к-рый относится на свое место тележкой.

Когда груз нужно взять из пакгауза и погрузить на автомобиль, операция повторяется в обратном порядке. При загрузке-выгрузке вагона приходится груз, вручную или с помощью роликовых ломов, предварительно вытащить из вагона на рампу пакгауза и уже с рампы забрать тельфером.

Типовые проекты ж.-д. пакгаузов составлены так, что в них всегда можно подвесить тельферные пути, при чем в пакгаузах шириной 18 и 24 м нужно предварительно построить дополнительные стойки.

При весе места меньше 0,5 т тельферы невыгодны. Ж.-д. пакгаузы могут оборудоваться тельферами при грузообороте: тяжеловесных грузов не менее 3 500 т в год.

Количество тельферов назначается из расчета не менее 3 500 т годового грузооборота на 1 тельфер.

В периоды осенне-зимних перевозок типовые пакгаузы м. б. заняты под хлеб. В этом случае для механизации применяются передвижные ленточные транспортеры.

Типовой проект предполагает, что пакгауз отправления будет загружаться зерном насыпью с гужа и отгружать зерно насыпью в ж.-д. вагоны. Пакгауз смешанный будет получать зерно и с гужа и с ж. д. и отгружать на гуж и в ж.-д. вагоны.

Пакгауз прибытия будет получать зерно с ж. д. и отгружать только на гуж. Предусматривается возможность одновременной работы пакгауза и на обе стороны, — на ж. д. и на гуж. Для каждого типа пакгауза разработана наиболее выгодная схема механизации операций с зерном.

Если под хлеб насыпью занят типовой пакгауз отправления, то в него следует поставить транспортеры в количестве 1 комплект (1 макензен и 2 пятиметровых) на 100 т максимальной суточной отгрузки на ж. д. и в том предположении, что каждому комплекту будет обеспечена за месяц переработка не менее 400 т, так как при меньшей переработке установка их будет экономически невыгодна. Типовой проект предусматривает возможность загрузки пакгауза из расчета 1,1—1,2 т на 1 м² пола брутто.

Если под хлеб насыпью занят типовой смешанный пакгауз, то в случае пропуска зерна с гужа на ж. д. в пакгауз следует поставить передвижные ленточные транспортеры из расчета 1 комплект (2 миага и 2 пятиметровых) на 100 т суточной отгрузки на ж. д. в том предположении, что каждому комплекту будет обеспечена за месяц переработка не менее 600 т.

В случае пропуска зерна с ж. д. на гуж в пакгауз следует установить транспортеры из расчета 1 комплект (2 миага и 4 пятиметровых) на 200 т суточного прибытия по ж. д. и в том предположении, что им будет обеспечена в течение месяца переработка не менее 900 т зерна.

При занятии типового пакгауза прибытия под зерно с хранением его насыпью в него следует установить транспортеры из расчета 1 комплект (2 миага и 4 пятиметровых) на 200 т суточного прибытия в том предположении, что им будет обеспечена в течение месяца переработка не менее 900 т зерна. Условия работы пакгаузов прибытия в этом случае будут аналогичны работе смешанного пакгауза при пропуске им зерна с ж. д. на гуж. При таком использовании типового пакгауза прибытия проект предусматривает нагрузку на 1 м² пола пакгауза в 1 т брутто.

Приложения.

Приложение 1.

Спецификация оборудования ж.-д. складов, с указанием кто и где его выпускает.

№№ по пор.	Наименование оборудования	Характеристика		З-ды изготовления	
		Q—вес g—грузоподъемн. l—раб. длина b—раб. ширина h—высота (подъем) r—наим. радиус R—наиб. радиус d—диаметр v—скорость передвижения v ₁ —скорость подъема	v ₂ —скорость поворота q—пред. нагр. на 1 л. м. P—тягов. усилия M—производит. Габарит: длина × шир. × высота Мощн. двигателя: kW—в киловаттах л. с.—в лощ. силах HP—в англ. л. с.	название	местонахождение
1	2	3	4	5	6
1	Краны порталы и полупорталы с гибкой стрелой вылета с грейфером	l портала = 11 м, l полупортала = 15 м, l стрелы = 15 м, g = 3 м.		Им. Кирова	Ленинград
2	Краны ж.-д. поворотные, паровые	g = 4 м при l стрелы = 7,4, g = 10 м при l стрелы = 4,75, v = 12,3 м/мин., v = 5,8 км/ч., v ₂ = 2 об./мин.		«Январ. восст.»	Одесса
3	Краны ж.-д. «КР» с двиг. ФП в 20 л. с.	l стрелы (пост.) = 7,25 м, v = 4—8 км/ч., v ₁ = 10 м/мин., v ₂ = 2 об./мин., h тележки = 0,955 м, g = 2 м, M = 30 т/ч., база = 2 850 × 1 524 мм		Им. Кирова	Ленинград
4	Краны катучие, ручные, констр. ЦУМ	g = 2 м, l стрелы = 5 м, h = 4,5 м, база = 3,55 × 1,90 м, h спец. ж.-д. платформы = 0,64 м		Ворза	Ярославль
5	Краны консольные, ручные, на ручн. тележках, типа Менлей	g = 1 и 0,5 т, h = 2,6 м, габ. ~ 2 × 1,37 × 3,8 м		«Январ. восст.»	Одесса
6	Краны ж.-д. Дизеля эл-ческие	l = 6 м		Загран.	
7	Транспортеры Миаг с подъемн. механизм., с желобчат. лентой	l = 10 м, b = 0,65 м, h = 2,75—5,65 м, M = 46,2—52,6 т/ч., v = 1,2 м/сек., Q (без мотора) = 1,5 т, 4 HP, габ. = 10750 × 1865 × 5650 мм		№ 2 Транстехпрома, № 9 Транстехпрома	Саратов Самара
8	То же, что и № 7	l = 5 м, b = 0,6 м		Им. Кирова	Ленинград
9	То же «Макензи» с подъемн. механ. с желоб. лентой	l = 14,9 м, b = 0,5 м, h = 2,7—4 м, M = 20 ÷ 36 т/ч., v = 1,2 м/сек., Q = 2,28 т, 3 HP, габарит = 15 605 × 1 544 × 2 270 мм		«Январ. восст.»	Одесса
10	То же «Штер» цепно-пластинч. 2-звен. для штучных груз. наклонные	l = 2,45 + 7,35 = 9,8 м, b = 0,7 м, h = 6,5 м, v = 0,58 ÷ 0,66 м/сек, M = 60 т/ч., Q = 1,475 т, габарит 10 060 × 1005 × 6 500 мм, 2,85 kW, q = 0,35 т		То же	*

Продолжение.

1	2	3	4	5	6
11	То же горизонт. (над уровнем пола 1 328 м)	$l = 2 \times 7,35 = 14,7 \text{ м}$, $b = 0,7 \text{ м}$, $M = 60 \text{ т/ч.}$, $v = 0,65 \text{ м/сек.}$, $Q = 1,78 \text{ т}$, габарит: $14\,960 \times 1\,220 \times 1\,260 \text{ мм}$, мотор 2,85 kW		Им. Никольского	Новочеркасск
12	Рольганги (отдельн. секциями)	$l = 2,5 \text{ м}$, $b = 0,9 \text{ м}$, $Q = 90 \text{ кг}$		Транспортер	Киев
13	Тельферы эл., типа «Кр. Октябрь»	$g = 1,5 \text{ т}$, нижнее управление		Загран.	
14	Электрокары типа АТ-1 «Динамо» без подъемных платф. на резиновом ходу и шарикоподшипник.	$g = 0,75 \text{ т}$, $v = 3 \div 9 \text{ км/ч.}$, r повор. 2 575 мм, $Q = 890 \text{ кг}$, зарядка на 30 поезн. т/км при 5 час. разрядке, габ. $2\,410 \times 953 \times 1\,410 \text{ мм}$, h платформы = 568 мм, тормозная длина (при механическом торможении) — 0,6—1,7 м		«Динамо»	Москва
15	То же типа АТ-2 «Динамо»	$g = 1,5$, $v = 3 \div 9 \text{ км/ч.}$, r повор. = 4 100 мм, $Q = 1\,220 \text{ кг}$, зарядка на 30 поезн. т/км при 5-час. разрядке, габ. — $2\,861 \times 1\,164 \times 1\,445 \text{ мм}$, h платф. = 605 мм		*	*
16	Тележки прицепные 4-кол. на резиновом ходу и шарикоподш. без бортов	$l = 2,1 \text{ м}$, $b = 1 \text{ м}$, $Q = 1 \text{ т}$, $v = 0,3 \text{ т}$, габ. — $2\,100 \times 1\,040 \times 663 \text{ мм}$, h платформы = 663 мм		Ворза	В.-Луки
17	Тележки ручные типа Баррета, с подъемной платформой, на резиновом ходу	$g = 1 \text{ т}$, высота верхней рамы — 44 мм, высота платформы над уровнем пола — 220 мм		*	Днепропетровск
18	Тележки-медведки	$g = 0,2 \text{ т}$ (по силе 1 рабоч.) в 1932 г. — на резиновом ходу с ножками		*	Тула
19	Тележки багажные ручные 3-колесн. на резиновом ходу и с шарикоподшипник.	$l = 1,85 \text{ м}$, $b = 0,9 \text{ м}$, $g = 1 \text{ т}$, $Q = 0,21 \text{ т}$, габарит: $2\,360 \times 950 \times 965 \text{ мм}$, высота платф. над уровнем пола — 0,365 м + высота попер. бортов — 0,6 м		Им. Кирова	Ленинград
20	Лебедки эл.-ческие с автоматич. регулировкой типа «Динамо», с контроллером управления	$g = 1,5 \text{ т}$, мотор 17 л. с., $Q = 2 \text{ т}$, v барабана = $0,4 \div 1,0 \text{ м/сек.}$, габ. — $2\,000 \times 1\,950 \times 1\,300 \text{ мм}$		Динамо	Москва
21	Лебедки ручные типа Б з-да «Рабочий-металлист»	При $g = 0,5 \text{ т}$, $Q = 0,312 \text{ т}$, габ. — $600 \times 782 \times 126 \text{ мм}$; при $g = 1,5 \text{ т}$, $Q = 0,488 \text{ т}$, габ. — $1\,000 \times 830 \times 1\,620 \text{ мм}$; при $g = 2 \text{ т}$, $Q = 0,674 \text{ т}$, габ. — $900 \times 1\,200 \times 1\,682 \text{ мм}$; при $g = 3 \text{ т}$, $Q = 0,873 \text{ т}$, габ. — $1\,000 \times 1\,300 \times 1\,656 \text{ мм}$; при $g = 4 \text{ т}$, $Q = 1,198 \text{ т}$, габ. — $1\,360 \times 1\,135 \times 1\,723 \text{ мм}$. На 1932 г. кроме этих еще и грузопод. в 1,5 и 7,5 т		Рабоч.-металл.	Кострома
22	Угольные эстакады деревян. с лифтом	36 бункеров емкостью 144 т, $M = 480 \text{ т/сут.}$		Кубаноль, им. Никольского, им. Шевченко	Краснодар, Новочеркасск, Харьков

Продолжение.

1	2	3	4	5	6
23	Угольные эстакады деревянные с наклон. плоск.				
24	Лифты грузовые	$g = 2,5 \text{ т}$		З-д № 1	Москва
25	Штабелеры эл-ческие для пиломатер. типа з-да «Кр. металл.»	$h = 8,24 \text{ м}$, $b = 2,6 \text{ м}$, h питающего стола $= 0,9 \text{ м}$; для рельсовой колеи в 1000 мм		З-д им. Кирова	Ленинград
26	Штабелеукладчики вертикальные, передвижные, с эл. приводом, для штучных грузов	$g = 0,5 \text{ м}$, $v_1 = 7,5 \text{ м/мин.}$, $h = 5 \text{ м}$, мотор 3 л. с., габ.— $1,84 \times 1,21 \times 3,9 \text{ м}$		З-д № 2 Металлотреста	Одесса
27	Лесоподъемники типа Зап. ж. д., ручные, переконструир. ЦУМом	$g = 0,8 \text{ т}$, $Q = 423 \text{ кг}$, габ.— 4310×1060 (с рукоятками—1880) $\times 900 \text{ мм}$		З-д Ворза З-д Мехмаш. жел.дор.	Москва
28	Аншпуги шарнирно-гусеничные	Для перекачки вагонов		З-д с.-х. машин	Люберцы 1
29	Ломы роликовые	$g = 750 \text{ кг}$		З-д «Янв. восст.»	Одесса
30	Кошки ручн. действ.	$g = 1,5 \text{ т}$		З-д № 15 Мосмеа	Москва
31	Блоки Дюдерса	$g = 2 \text{ т}$		«Кр. Блок»	»
32	Домкраты реечные	$g = 5 \text{ и } 3 \text{ т}$		«Литейщик»	Ленинград
33	Насосы Альвейера	№№ 6 и 9		«Кр.факел»	Москва

Приложение 2.

Нормы *1 для исчисления сроков службы и процентов амортизации машин и механического оборудования.

№№ по пор.	Наименование машин и механизмов	Число лет службы *2	Ежегодный % отчислений от первоначальной стоимости *3		
			на реновацию	на капитальный ремонт	всего на амортизацию
1	Подъемники вертикал. и наклонные	4	25,0	8,0	33,0
2	Транспортеры (без ленты)	7	14,3	9,0	23,3
3	Краны-укосины	5	20,0	11,0	31,0
4	Краны-деррики	7	14,3	6,5	20,8
5	Тачки одноколесные металлические и двухколесные	2	50,0	25,0	75,0
6	Лебедки фрикционные и клинчатые	8	12,5	7,5	20,0
7	Лебедки одношківные	8	12,5	6,5	19,0
8	Лебедки трехшківные	6	16,7	6,5	23,2
9	Подвески для люлек	6	16,7	10,0	26,7
10	Краны кабельные с тросами	7	14,3	15,0	29,3
11	Краны передвижные гусеничные	7	14,3	8,5	22,8
12	Элеваторы передвижные ковшевые	7	14,3	8,5	22,8
13	Подъемники шахтные металлич.	8	12,5	8,0	20,5
14	Электротали (без троса)	7	14,3	8,0	22,3
15	Тракторы	6	16,6	10,0	26,6
16	Автомобили грузовые	9	11,1	15,0	26,1

Продолжение.

№№ по пор.	Наименование машин и механизмов	Число лет службы №	Ежегодный % отчислений от первоначальной стоимости №		
			на рено- вацию	на капиталь- ный ремонт	всего на аморти- зацию
17	Паровозы узкоколейные	15	6,6	10,0	16,6
18	Вагонетки путевые на жел. рамах	3	33,0	2,0	35,0
19	Рельсы	10	10,0	1,0	11,0
20	Круги поворотные	5	20,0	5,0	25,0
21	Волокушки (скребковые одноков- шеские экскаваторы)	10	10,0	8,5	18,5
22	Экскаваторы (лопаты и ковшевые).	10	10,0	8,5	18,5
23	Насосы центробежные, диафрагмен- ные и поршневые	8	12,5	9,0	21,5
24	Двигатели нефтяные и бензиновые	8	12,5	9,0	21,5
25	Эл.-моторы	13	7,7	8,0	15,7
26	Ленты транспортерные	2	50,0	—	50,0

Приложение 3.

Сроки службы подъемно-транспортных механизмов

(установлены Научно-исслед. ин-том эксплуатации ж. д. для механизмов советского производства).

№№ по пор.	Наименование механизмов и их частей	Срок службы в годах при 2520 час. годов. работы	№№ по пор.	Наименование механизмов и их частей	Срок службы в годах при 2520 час. годов. работы
1	Медведки грузоподъемно- стью 0,5 т	3	7	Конвейеры пластинчатые	
2	Тележки ручные грузоподъ- емностью 1 т	5		Рама и ходовые части	6
3	Тележки ручные грузопод. домкратные	3		Несущая поверхность	3
4	Тележки аккумуляторные (АТ-1 и АТ-2)		8	Эл.-оборудование	10
	Аккумуляторные батареи	1,3	9	Роллганги	6
	Шины	2		Тельферы эл.-ческие грузо- подъемн. 1,5 т	7
	Остальные части (кузов, ходовые части и пр.)	8	10	Штабелеры эл.-ческие для пиломатериалов	7
5	Электрокары с краном грузопод. 0,75 т		11	Штабелеры эл.-ческие для штучных грузов грузо- подъемн. 0,5 т	8
	Аккумуляторные батареи	1,5	12	Лесоподъемники типа Зап. ж. д.	4
	Шины	2	13	Эл.-магниты	10
	Остальные части (кузов, кран и пр.)	10	14	Грейферы на 1,5 т	5
6	Конвейеры ленточные		15	Краны ж.-д. поворотные ручные грузоподъемн. 2 т	20
	Рама и ходовые части	6	16	Краны ж.-д. поворотные паровые грузоподъемн. 5 т	18
	Резин. лента { при зерне	5	17	Краны ж.-д. поворотные с двиг. внутр. сгор. грузо- подъемн. 2 т	15
	{ при угле	2	18	Автокраны (на тракторе) грузоподъемн. 2 т	8
	{ при руде	1			
	Электрооборудование	10			

*1 Введены в действие постановлением Госплана СССР за № 21 от 23/IV 1931 г.

*2 При 2520 часах использования в год.

*3 Амортизационные отчисления исчислены в соответствии с максимально возможной с технической и организационной стороны суточной работы машины вне зависимости от числа смен.

Количества грузоматериалов, уместяемых в единице объема или на единице площади.

Наименование товаро-материалов	Вес (для сыпучих и кусковых материалов — насыпной вес) т/м³	Количество материалов, укладываемых на 1 м³ склада *			Примечание
		т	шт.	мест	
1. Металлические					
Алюминий	2,560—2,750	2,560	—	—	
Болты рельсовые	—	2,187	—	13,6	В ящиках
» »	—	1,749	—	7,1	» бочках
» разные	—	1,968	—	24	» ящиках
Бронза	8,600	7,900	—	—	
Гайки разные	—	2,361	—	24	» ящиках
Гвозди »	—	2,186	—	133	» »
Железо литое	7,850	1,000—2,500	—	—	
» сортовое	—	0,500	—	—	
Железная стружка	—	3,500	—	—	
Железные изделия, машины	—	0,500—1,000	—	—	
Заклепки разн.	—	2,558	—	24	В ящиках
Костыли рельсовые	—	3,192	—	21	» »
» »	—	1,748	—	7,1	» бочках
Медь	8,900	8,220	—	—	» чушках
Олово	7,400	6,194	—	—	» »
Рельсы ширококолейные	(36—33) кг	—	—	—	Вес указан для 1 п. м
Свинец	11,370	8,746	—	—	В чушках
Свинцов. пломбы	—	1,166	—	3,5	» бочечках
» »	—	5,288	—	106,6	» мешках
Сталь	7,860	7,500	—	—	
Цинк	7,200	7,190	—	—	» чушках
Чугун	7,250	7,500	—	—	» »
Шайбы разные	—	2,362	—	24	» ящиках
Шпильки	—	1,771	—	24	» »
2. Лесоматериалы					
Береза	0,710	—	—	—	Полусухая
Бревна 6,4 м—22 см	—	—	4,5	—	Высота штабеля 1,8 м
Бук	0,770	0,400	—	—	В брусках
Доски 6,4×11 см×22 мм	—	—	80	—	Высота штаб 3 м
То же 6,4×13 см×51 мм	—	—	33	—	То же
То же 6,4×18 см×64 мм	—	—	21	—	»
То же 6,4×23 см×64 мм	—	—	19	—	»
То же 6,4×23 см×76 мм	—	—	16	—	»
Дуб	0,700—0,860	0,420—0,580	—	—	Полусухой

* По ориентировочным нормам Центр. хоз.-материал. управления НКПС («Правила хранения, расхода, пополнения и контроля материалов на материальных и топливных складах ж. д.», 1929), уточненным и пополненным дальнейшими опытными данными.

Продолжение.

Наименование товаро-материалов	Вес (для сыпучих и кусковых материалов—насыпной вес) т/м ³	Количество материалов, укладываемых на 1 м ³ склада			Примечание
		т	шт	мест	
Ель	0,500—0,600	0,420	—	—	Полусухой
Осина	0,430	—	—	—	»
Пихта	0,470	0,320	—	—	Полусух. в брусках
Сосна	0,550—0,650	0,300—0,340	—	—	
Сосновая кора	—	0,360	—	—	
Шпалы дл. 2,7 м дубовые	в 1 штуке: 72—83 кг	—	7	—	По способу Оппентейма
Шпалы сосновые	70—81 кг	—	7	—	То же
3. Стройматериалы минеральн. происх.					
Асфальт битый	1,800	—	—	—	Пустоты на 1/3
Булыжник	2,280	1,658	—	—	
Гипс	1,000	1,250	—	7	
Глина	1,800—2,000	1,350—1,540	—	—	
Гравий	1,600—1,860	—	—	—	
Гранит	2,700	0,780	—	—	
Земля сухая	1,140—1,620	—	—	—	
» свежая	1,600—2,050	—	—	—	
Зола сухая	0,400—0,600	—	—	—	
» влажная	0,700	—	—	—	
Известь негаш.	0,700—0,860	—	—	—	
Камень известк. и бутовый	1,200—2,110	—	—	—	
Кирпич красный строительный	1,220—1,620	—	833	—	Смотря по обжигу
Кирпич клинк. (глазур.)	1,600—2,000	—	—	—	
Кирпич пустотелый	1,200	—	—	—	
» огнеупорный	—	—	1,000	—	
Краски сухие	—	0,770	—	—	До 3 мешков в высоту
Мел в куск.	1,280	0,700	—	7	В бочках
Мергель	1,500—2,200	—	—	—	
Песок сухой	1,370—1,620	—	—	—	Смотря по крупности
» мокрый	1,950—2,050	—	—	—	
Цемент портл.	1,100—1,300	1,166	—	7	В бочках
» романск.	1,040	—	—	—	
» шлаков	0,900—1,000	—	—	—	
Шифер	2,700	—	—	—	
Шлак	0,600—1,000	—	—	—	
Щебень булыжн.	1,860	—	—	—	
» плитн.	1,600	—	—	—	
4. Топливные					
Антрацит	1,400—1,700	—	—	—	
Брикеты каменноугольн.	1,000—1,100	—	—	—	
Бурый (подмоск.) уголь	0,840	1,100	—	—	Высота штабеля—1,5 м

Продолжение.

Наименование товаро-материалов	Вес (для сыпучих и кусковых материалов—насыпной вес) т/м³	Количество материалов, укладываемых на 1 м³ склада			Примечания
		т	шт.	мест	
Древесн. уголь тверд. пор.	0,225—0,245	0,625	—	—	В кулях
» » мягк. пор.	0,120—0,200	—	—	—	
Дрова хвойн. годовые . . .	0,380	—	2 куб. м	—	При высоте штабеля в 3 м и с установленными разрывами
» » сырые . . .	0,460	—		—	
» берез., ольхов. годовые	0,500	—		—	
Дрова берез., ольхов. сырые	0,630	—		—	
» дуб. годовые . . .	0,590	—		—	
» » сырые . . .	0,740	—		—	
» осин. годовые . . .	0,300	—		—	
» » сырые . . .	0,400	—		—	
Каменн. уголь (мелк., орешк.)	0,860—1,130	0,800	—	—	При высоте штабеля в 1 м
Кокс газовый	0,360—0,470	1 093	—	—	
Мазут (нефтяные остатки) .	0,900—0,915	—	—	—	
Нефть	0,800	—	—	—	
Торф воздушно-сухой . . .	0,325—0,400	—	—	—	
» влажный	0,550—0,790	—	—	—	
5. Остальные					
Бензин	0,720	0,190	—	1,3	В бочках
Бумага оберточная	1,100	1,977	—	24	В кипах
Бумага писчая	0,700—1,150	1,774	—	18	» »
» »	—	1,902	—	12	В рулонах (стоймя)
Веревка увязочн. 2/12" . .	—	0,617	—	8,8	В тюках
Вода (при 4° С)	1,000	—	—	—	
Войлок	—	0,343	178	3,5	
Графит	2,328	0,700	—	7	В бочках
Керосин	0,850	0,218	—	1,3	» »
Концы бумажные	—	0,197	—	4	В тюках
Кули рогожные большие .	—	—	550	55	В пачках по 10 шт.
» » малые	—	—	792	66	В связках по 12 шт.
Купорос медный	—	0,180	—	1,3	В бочках
Кустарные изделия, мебель	—	0,300—0,600	—	—	
Мануфактура	—	1,000—2,000	—	—	
Масло льняное, коноплян. .	0,700	0,328	—	1,3	До 8 кип в высоту
Масла смазочные разные . .	—	0,218	—	1,3	В бочках
Мыло	0,980	1,676	—	41	» »
Пакля льняная	—	0,262	—	2,7	В ящиках
» пеньковая	—	0,292	—	1,6	В тюках
Пенька чесаная	—	0,219	—	1,3	» »
Поташ	—	1,660	—	—	В тюках
Пробка	0,250—0,300	—	—	—	2—3 ряда в высоту
Пряжа бумажная	—	0,655—1,000	—	7	Плитами
» обтирочная	—	0,219	—	1,3	В кипах
				1,3	В тюках

Продолжение.

Наименование товаро-материалов	Вес (для сыпучих и кусковых материалов — насыпной вес) т/м^3	Количество материалов, укладываемых на 1 м^2 склада			Примечание
		т	шт.	мест	
Свечи	—	0,700	—	21,3	В ящиках
Сено, солома	0,100	—	—	—	
Скипидар	—	0,250	—	1,3	В бочках
Смола жидкая	0,885	0,350	—	1,3	»
Соль каменная	1,000—2,000	0,800	—	—	Поваренная в бочках (в 3 яруса)
»	—	1,500—2,000	—	—	В мешках
Спирт денатурированный	—	0,210	—	1,3	В бочках
Спички	—	0,918	—	56	В ящиках
Стекло бемское	2,600	—	120	4	В ящиках по 30 листов (в среднем)
» полубелое	—	—	264	8,8	»
Стекло полубелое	—	—	480	8	То же по 60 л.
» ламповое	—	—	1724	2	в ящиках
Штучные грузы	—	6,500—0,800	—	—	Меньшая цифра для от- правл., больш. для прибывш.

Примечание. При исчислении веса лесоматериалов можно принимать: а) для лиственных пород, — что сухое дерево на 3—5% легче полусухого, а свежее, только что срубленное, тяжелее его на 25—30%; вес дерева, пролежавшего некоторое время в воде, на 50—60% больше, чем сухого; б) для хвойных пород, — что по сравнению с полусухим сухое легче на 12—15%, свежее — тяжелее на 30—40%, а намокнувшее — тяжелее на 50—60%.

Приложение 5.

Краткие выборки из сборника единых норм на погрузочно-разгрузочные работы на 1934 г., утвержденных на объединенном заседании транспортных организаций 30/IV 1934 г. и согласованных с Басскомводом и дорпрофсоюзом Окт. ж. д. (опубликовано Ленинградским межведомственным постоянным совещанием по техническому нормированию — Леноблсовнорм — в 1934 г.).

Работы, предусмотренные нормами и особо не оплачиваемые.

№№ по норм.	Наименование работ
1	Работа по навалке и свалке грузов.
2	Пронос или прокат грузов по горизонтали в пределах 20 м, за исключением мест весом свыше 1 000 кг.
3	Укладка в вагонах и на складах грузов высотой до 1,75 м.
11	Зачистка вагонов.
12	Открытие и закрытие дверей и оконных люков в вагонах.
13	Подкатка и откатка вагонов и платформ, груженных и порожних, в пределах 20 м.
15	Установка щитов при погрузке сыпучих грузов и снятие их при выгрузке, с подноской и отноской в пределах 50 м.
17	Подножка прокатного материала, приспособлений и инструментов и отножка их в пределах 50 м.
18	Устройство вагонных мостков.

Работы, не предусмотренные нормами и оплачиваемые.

	Дополнительно или особо	Норма времени
3	Установка стоек на платформах и укрепления грузов проволокой за каждый пояс	60 чел./час.
4	Подкатка и откатка вагонов и платформ далее 20 м:	
	а) груженых вагонов грузоподъемн. до 23 т за 10 м проката за каждый вагон	10 чел./мин.
	б) То же свыше 23 т	20 "
	в) порожних грузоподъемностью до 23 т	5 "
	г) То же свыше 23 т	10 "

Коэффициенты, применяемые к нормам для грузов, имеющих специфичность.

№ по норм.	Наименование груза	Наименование условий	Коэф-ты	
			к норм. времени и расценкам	к нормам выработки
1	2	3	4	5
	А. Коэф-ты, применяемые ко всем вариантам			
6	Краски порошком в таре	Специфич.	1,20	0,83
9	Железные трубы гнутые	Неудобство	1,20	0,83
10	Стекло листовое в ящ.	Осторожн.	1,35	0,74
16	Тряпье в кипах (утиль)	Вредность и загрязн.	1,25	0,80
17	Нефтепродукты и смола в бочках	Специфич.	1,10	0,91
	Б. Коэф-ты, применяемые к варианту вагон—склад			
20	Работа на пульмановских вагонах с одной дверью	Лишняя подтасовка	1,20	0,83
21	Работа на сцепках двух платформ	Неудобство	1,35	0,74
22	Загрузка вагонов грузами, требующими укладки в вагоне свыше 1,75 м	—	1,10	0,91
23	Погрузка и выгрузка длинномерных грузов через вагонные люки (окна)	—	1,50	0,67
26	Перевалка грузов внутри складов с откосной до 20 м и соответствующей укладкой	—	1,00	1,00

Генеральные грузы.

Норма времени—в чел./мин. на 1 т, норма выработки—в т на 1 чел./час.

Наименов. груза и вес 1 места в кг		Вариант работы			Наименов. груза и вес 1 места в кг		Вариант работы	
		нормы	ваг.-скл. или обр.				нормы	ваг.-скл. или обр.
Мешовой груз	Вес до 60 кг	Н. вр.	37,5	Железо и трубы	Сортовое и трубы в связках дл. до 4 м	Н. вр.	60	
		Н. выр.	1,6			Н. выр.	1,0	
	Вес до 110 кг	Н. вр.	34		То же длиной свыше 4 м	Н. вр.	75	
		Н. выр.	1,8			Н. выр.	0,8	
Киповый груз	Вес до 60 кг	Н. вр.	60		Россыпью	Н. вр.	85,7	
		Н. выр.	1,0			Н. выр.	0,7	
	Вес до 250 кг	Н. вр.	50		Металл в чушках и слитках весом до 250 кг	Н. вр.	46,1	
		Н. выр.	1,2			Н. выр.	1,3	
Бочки всякие	Вес до 100 кг	Н. вр.	33,3		Металлич. изделия мелкие, лом, об- резки, лопаты, ви- лы и т. п. весом до 20 кг	Н. вр.	75	
		Н. выр.	1,8			Н. выр.	0,8	
	Вес до 250 кг	Н. вр.	30		Рельсы и балки весом до 250 кг	Н. вр.	52,1	
		Н. выр.	2,0			Н. выр.	1,15	
Ящичный груз	Вес до 50 кг	Н. вр.	44,5		Обручное железо и проволока в кругах	Н. вр.	48,3	
		Н. выр.	1,35			Н. выр.	1,24	
	Вес до 100 кг	Н. вр.	41,4		Железные стружки	Н. вр.	120	
		Н. выр.	1,45			Н. выр.	0,5	
Ящич.- г. у.	Вес до 250 кг	Н. вр.	46,1		Скаты вагонов и бандажи парово- зов и вагонов	Н. вр.	75	
		Н. выр.	1,30			Н. выр.	0,8	
Железо и трубы	Котельн. вес до 250 кг	Н. вр.	50	Канаты и тросы	В связках	Н. вр.	100	
		Н. выр.	1,2			Н. выр.	0,6	
	Кровельное в пач- ках	Н. вр.	60		В бухтах	Н. вр.	46,1	
		Н. выр.	1,0			Н. выр.	1,30	

Продолжение.

Наименование груза и вес 1 места в кг	Вариант работы		Наименов. груза и вес 1 места в кг	Вариант работы	
	нормы	ваг.-скл. или обр.		нормы	ваг.-скл. или обр.
Грузы в металлических бидонах и деревянных кадках	Н. вр.	75	Кислота в бутылках	Н. вр.	85,7
	Н. выр.	0,8		Н. выр.	0,7
С.-х. машины и земледельческие орудия весом до 250 кг	Н. вр.	120	Руда комовая, апатиты, каолин, концентрат россыпью	Н. вр.	40
	Н. выр.	0,5		Н. выр.	1,5
Части стандартных домов, щиты, двери и рамы	Н. вр.	75			
	Н. выр.	0,8			

Хлебно-фуражные и фруктовые грузы.

Норма времени—в чел./мин. на 1 т, норма выработки—в т на 1 чел./час.

Наименов. грузов	Вариант работы			
	Нормы	Россыпь с насыпкой в тару и высыпкой		
		вагон-склад или обратно с разгребкой	вагон-лента транспортера с разгребкой в складе	насыпка ковшами или из мешк. на ленту трансп. с разгр. в вагоны
1. Зерно тяжело	Н. вр.	75	18	37
	Н. выр.	0,8	3,3	1,6
2. Соль и селитра	Н. вр.	85,7	27	55
	Н. выр.	0,7	2,2	1,1
3. Картоф., морковь, свекла и брюква	Н. вр.	85,7	—	—
	Н. выр.	0,7	—	—

Тяжеловесные места.

Норма времени—в чел./мин. на 1 т, норма выработки—в т на 1 чел./час.

Наименование груза	Вариант работы			Наименование груза	Вариант работы		
	Нормы	Вагон или платформа—склад или обратно			Нормы	Вагон или платформа—склад или обратно	
		вручную без поде- ема	краном без под- катки			вручную без поде- ема	краном без под- катки
Грузы, упакован- ные в ящики или без упаковки:				Вес места 1 500 кг {	Н. вр.	86	20
Вес места 500 кг {	Н. вр.	50	43	" " 3 000 » {	Н. выр.	0,7	3,0
	Н. выр.	1,2	1,4		Н. вр.	100	17,2
	Н. вр.	60	29		Н. выр.	0,6	3,5
» " 1 000 » {	Н. вр.			» " от 3 000 до 12 000 кг . . {	Н. вр.	150	14
	Н. выр.	1,0	2,1		Н. выр.	0,4	4,3

Топливо минеральное твердое.

Вагонные работы.

Норма времени—в чел./мин. на 1 т, Норма выработки—в т на 1 чел./час.

№№ по пор.	Вариант	Характеристика работы	Нормы	Уголь каменный	Антрацит, шпата	Кокс	Брикет	Гарь и шлак
1.	Вагон—склад	Из ваг. емк. до 23 т с откат. до 10 м	{ Н. вр. 26,0 Н. выр. 2,30	35,03 1,7	38,6 1,55	55,5 1,08	34,0 1,75	
2.	То же	То же с прокат. до 20 м	{ Н. вр. 30,0 Н. выр. 2,0	40,0 1,5	45,0 1,34	68,2 0,88	39,0 1,55	
3.	То же	Из закрытых амер. выше 23 т с прокатом до 20 м	{ Н. вр. 33,0 Н. выр. 1,80	43,0 1,4	49,0 1,22	74,0 0,81	43,0 1,40	
4.	То же	Из американ. открытых	{ Н. вр. 46,0 Н. выр. 1,30	60,0 1,0	66,5 0,90	100,0 0,60	58,0 1,02	
5.	Склад—вагон	В закрыт. об. вагон. емк. до 23 т с прокат. до 20 м	{ Н. вр. 42,8 Н. выр. 1,40	55,0 1,1	65,0 0,92	98,3 0,61	56,0 1,08	
6.	То же	В вагон. емк. 23 т и выше	{ Н. вр. 45,8 Н. выр. 1,31	60,0 1,0	69,0 0,87	103,0 0,58	59,0 1,01	
7.	Раскатка на складе на расстоянии до 20 м с подъемом до 1 м		{ Н. вр. 26,0 Н. выр. 2,30	35,0 1,7	51,8 1,15	68,2 0,88	34,0 1,75	

Примечание. При выгрузке угля из вагонов бросом (с соблюдением габарита) без проноса и проката к н. вр. применять коэф-т $k=0,70$, к н. выр. $k=1,43$.

Пиломатериалы (доски).

Норма времени—в чел./мин. на 1 м³, норма выработки—в м³ на чел./час.

№№ по норм.	Вариант работы	Нормы		№№ по норм.	Вариант работы	Нормы	
1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Платформа отбой с пронос. п.м до 10 м с уборкой стоек и прокладок . . .	{ Н. вр. Н. выр.	24,0 2,5	13.	Раскрытие крыш на платф.	{ Н. вр. Н. выр.	24,0 2,5
4.	Стопа—платформа с проносом до 20 м	{ Н. вр. Н. выр.	42,9 1,4	23.	Подъем от 1 до 2 м по вертикали тоже до 3 м . . .	Н. вр.	6
10.	Сортировка	{ Н. вр. Н. выр.	15,0 4,0		тоже до 4 м . . .	Н. вр.	8

Баланс и дрова.

Норма времени—в чел./мин. на м³, норма выработки—в м³ на 1 чел./час.

№№ по норм.	Вариант работы	Нормы	Баланс		Дрова			
			длина в м					
			1—1,07	2	0,5	1—1,6	2	
1.	Выкидка из вагон. на землю до высоты 2 м без укладки:							
	а) из вагон. до 20 м	Н. вр. Н. выр.	6,4 9,4	7,7 7,8	11,3 5,3	8,3 7,2	9,2 6,5	
	б) из вагон. свыше 20 м	Н. вр. Н. выр.	7,1 8,4	9,7 6,2	14,2 4,2	10,3 5,8	11,5 5,2	
2.	То же свыше 2 м:							
	а) из вагонов до 20 м	Н. вр. Н. выр.	10,4 5,8	12,2 4,9	18,8 3,2	14,0 4,3	15,3 3,9	
	б) из вагонов свыше 20 м	Н. вр. Н. выр.	12,8 4,7	13,4 4,5	23,5 2,6	17,4 3,5	19,2 3,1	
3.	Погрузка со склада в вагоны с проносом до 3 м:							
	а) в вагоны до 20 м	Н. вр. Н. выр.	11,5 5,2	13,7 4,4	18,8 3,2	14,0 4,3	15,8 3,8	
	б) в вагоны свыше 20 м	Н. вр. Н. выр.	13,5 4,4	15,0 4,0	24,0 2,5	17,6 3,4	19,3 3,1	
7.	Раскатка на складе на тачках с прокатом до 20 м без подъема и укладки	Н. вр. Н. выр.	12,6 4,8	13,9 4,3	25,0 2,4	18,2 3,3	22,2 2,7	
21.	Прокат сверх осн. 20 м за кажд. 10 м. проката до 100 м	Н. вр. Н. выр.	2 2,5	2 2,5	2,5 3	2,5 3	2,5 3	
23.	Подъемы по вертик.:							
	от 1 до 2 м	Н. вр.	4	4	4	4	4	
	» 2 » 3 м	Н. вр.	6	6	6	6	6	
	» 3 » 4 м	Н. вр.	8	8	8	8	8	

Строительные материалы (Вагонные работы).

Норма времени—в чел./мин. на 1 т, норма выработки—в т на 1 чел./час.

№№ по норм.	Наименование груза и вес в кг	Нормы	Ваг.—скл. с прокат. до 20 м	Скл.—ваг. с прокат. до 20 м	№№ по пор.	Наименование груза и вес в кг	Нормы	Ваг.—скл. с прокат. до 20 м	Скл.—ваг. с прокат. до 20 м
1	Асфальт плитках . .	{ Н. вр. Н. выр.	31,6 1,9	37,5 1,6	17	Песок строительный . .	{ Н. вр. Н. выр.	22,2 2,25	31,5 1,9
2	Бутовая плита	{ Н. вр. Н. выр.	24,0 2,5	30,0 2,0	21	Цемент { в мешках . в бочках . россыпью.	{ Н. вр. Н. выр. Н. вр. Н. выр.	40,0 1,5 42,8 1,4	40,0 1,5 48,0 1,25
3	Булыжный камень . .	{ Н. вр. Н. выр.	24,0 2,5	30,0 2,0			{ Н. вр. Н. выр.	75,0 0,8	75,0 0,8
6	Гравий	{ Н. вр. Н. выр.	28,6 2,1	33,3 1,8					
13	Кирпич стандартный на 1000 шт. . .	{ Н. вр. Н. выр.	182 33с	219 275					

ЗЕРНОВЫЕ ЭЛЕВАТОРЫ.

1. Основные понятия.

Элеваторы (от англ. elevator—подъемник)—механизированные хранилища для хлебного зерна россыпью. Механизации подвергаются как основные операции по наполнению элеватора зерном и его опорожнению, так и промежуточные,—очистка, осушка и взвешивание зерна. По своему основному назначению,—массовой перегрузке зерна с одних путей сообщения на другие, элеваторы—сооружения, непосредственно связанные с транспортом. Периодичность и нерегулярность подвоза и отпуска хлебных грузов, с одной стороны, и разная крупность поступающих и отгружаемых партий (подвода, автомобиль, ж.-д. вагон, баржа и т. п.), с другой,—создают необходимость хранения в элеваторе определенного количества зерна.

По способу хранения элеваторы разделяются на 1) этажные, 2) силосные.

§ 1. Этажное зернохранилище.

Этажное зернохранилище (черт. 1) соответствует хранению зерна невысоким слоем (до 2,5 м) на полу, благодаря чему возможна естественная вентиляция сложенного зерна. Подъем зерна производится ковшевыми подъемниками,—нориями, после чего зерно перемещается в горизонтальном направлении ленточными транспортерами или винтовыми конвейерами,—шнеками. Распределение зерна по этажам достигается системой самотечных труб, регулируемых задвижками и клапанами. Иногда в полах устраиваются люки для пересыпания зерна из выше лежащих этажей в ниже лежащие в целях проветривания. Опорожнение элеватора производится путем самотека зерна на расположенные в подвальных этажах транспортеры, переносящие зерно к нориям.

Главнейшие недостатки этажного хранилища: 1) малый $\%$ использования строительного объема здания (заполнение зерном не более 30 $\%$) и, как следствие, дорогая стоимость единицы полезной емкости; 2) дороговизна эксплуатации благодаря применению ручного труда на разгреб зерна по этажам при заполнении и подгребании к выпускному отверстию для опорожнения хранилища.

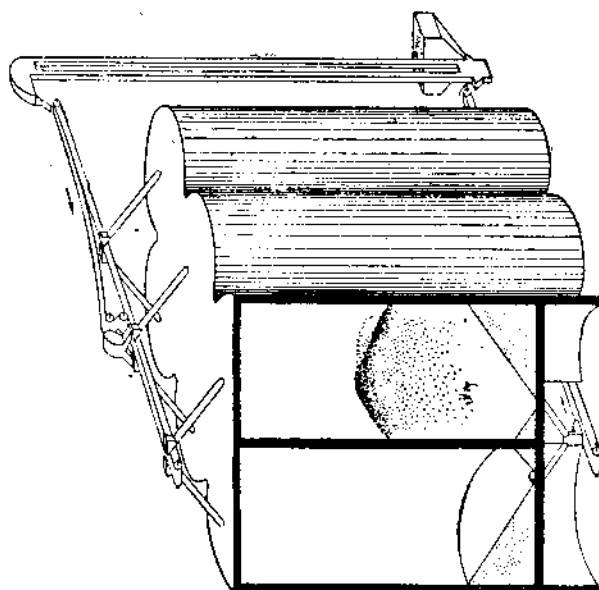
В настоящее время этажные элеваторы строятся лишь в виде исключения в зап.-евр. портах, где они наряду с хранением зерна используются как склады для хранения навалочных грузов.

§ 2. Силосное зернохранилище.

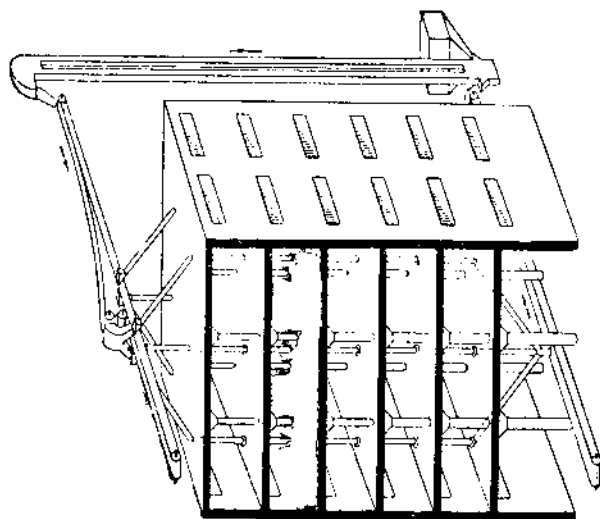
Силосное зернохранилище (черт. 2), получившее широкое распространение в странах Сев. Америки и в Советском Союзе, соответствует способу хранения зерна с малым доступом воздуха в высоких и узких закромах, или силосах, расположенных в один или несколько рядов и обслуживаемых нориями и транспортерами. В случае поступления в элеватор зерна с большим содержанием влаги, хранение к-рого в силосах вызывает опасность самосогревания, зерно предварительно высушивается в специальных зерносушилках. К достоинствам силосного хранилища относятся: а) большой $\%$ использования строительного объема хранилища зерном (до 70—80 $\%$), и как следствие, низкая стоимость единицы полезного объема; б) полная механизация опорожнения и наполнения силосов, обеспечивающая удобную эксплуатацию.

II. Современный элеватор и его составные части.

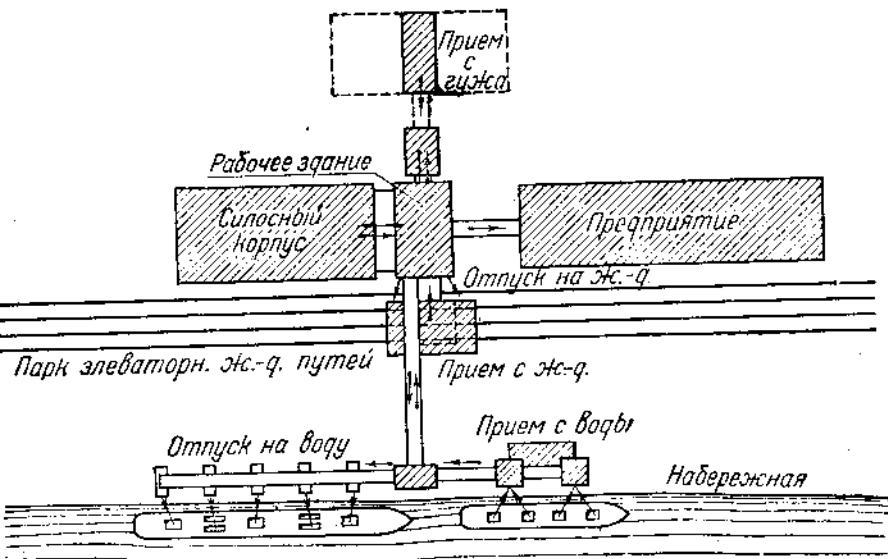
Современный элеватор в общем случае может включать след. сооружения: 1) устройства для приема поступающего в элеватор зерна с гужового, ж.-д. и водного транспорта; 2) устройства по отпуску зерна на гуж, ж. д., воду, предприятие (мельницу и пр.); 3) рабочее здание или башня с механизмами для подъема, взвешивания, распределения, очистки и производства пр. операций с зерном; 4) силосный корпус или силосное хранилище.



Черт. 2.



Черт. 1.



Черт. 3.

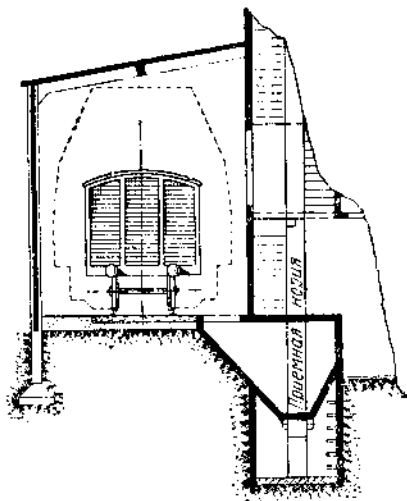
Рабочее здание является основным стержнем, к которому привязываются все остальные устройства. Взаимное расположение и количество сооружений, входящих в состав элеватора, м. б. крайне многообразны в зависимости от условий местности и предъявляемых к элеватору требований. Один из возможных вариантов дан на черт. 3.

§ 1. Приемные устройства элеватора.

а) Устройства по приему зерна с железных дорог.

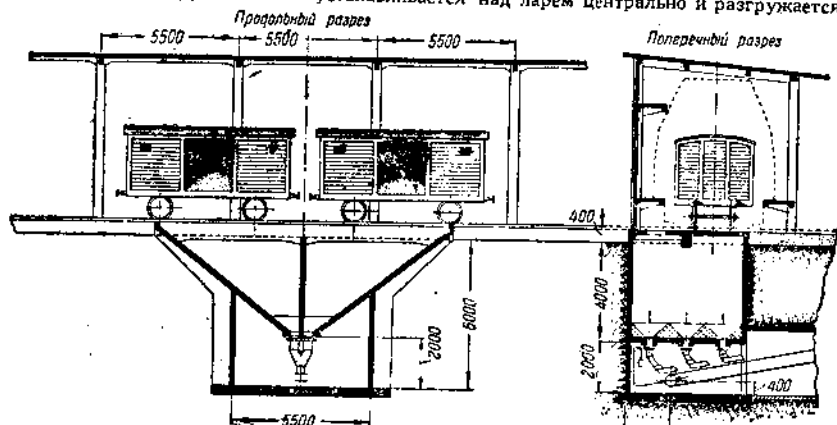
Простейшее устройство состоит из приемного ларя (бункера, завальной ямы), соединенного непосредственно с норией (черт. 4). Ж.-д. вагон подводится к бункеру, задвижка вагонного щита открывается и часть зерна из вагона высыпается в бункер, после чего вагонный щит удаляется и оставшаяся масса зерна высыпается вручную. По мере опорожнения вагона зерно из бункера поступает в башмак нории и поднимается ею для дальнейшего распределения в элеваторе. Для достижения самотека зерна граням бункера придается уклон не менее 36° к горизонту. Емкость приемного бункера рекомендуется делать не менее емкости вагона для возможности приема случайных одиночных вагонов без пуска механизмов элеватора. Приемная способность устройства — максимум 2—3 ваг. в час на одну приемную точку.

Нормальное приемное устройство с выносным ларем и поперечным транспортером располагается вне элеватора и состоит из приемного ларя с навесом и соединительной галлереей (черт. 5). В

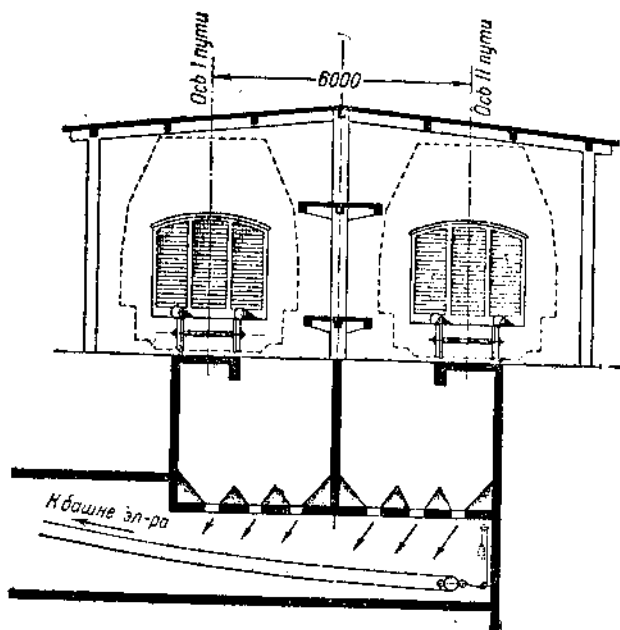


Черт. 4.

виду того, что на наших дорогах обращаются как малогрузные (16,5 т, 18 т, 20 т), так и большегрузные (50 т) вагоны, приемный ларь разделен перегородкой на две части, так что большегрузный вагон устанавливается над ларем центрально и разгружается



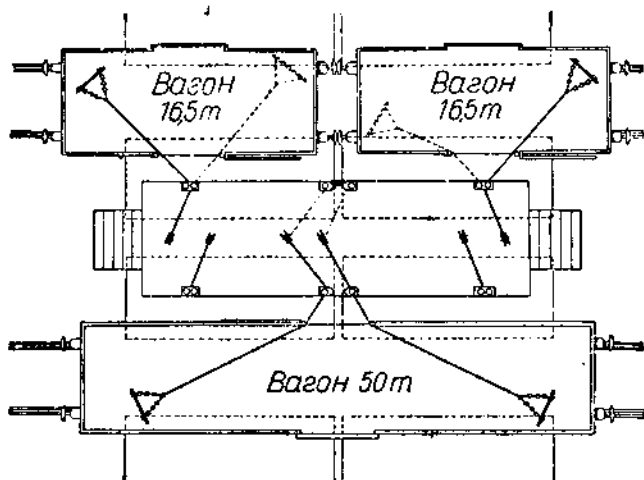
Черт. 5.



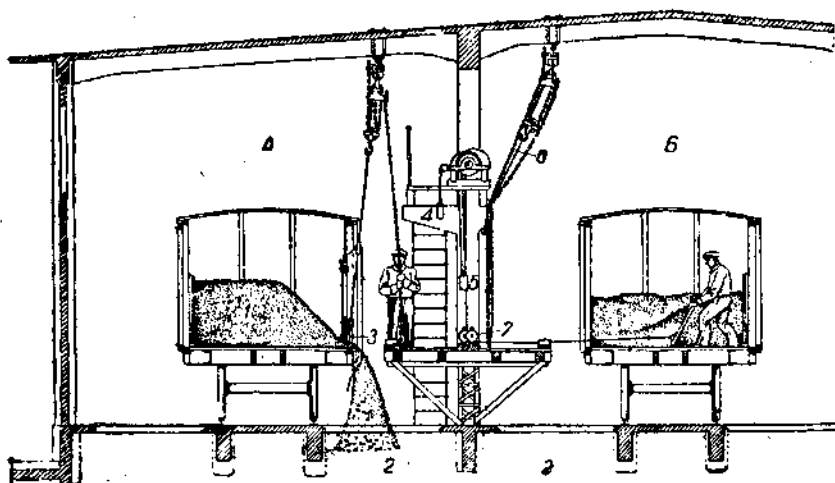
Черт. 6.

в обе части, а нормальные вагоны устанавливаются над ларем по два и разгружаются в соответствующие половины. Емкость каждой половины равна емкости 20-т вагона, а общая емкость — не менее емкости большегрузного (при подсчете емкости угол есте-

ственного откоса зерна принимается в 25°). Приемная способность одного двойного ларя—4—6 ваг. в час. Для большего приема строятся два и более ларей, каждый под отдельным ж.-д. путем, и соединяются внизу общей галлеей содним или двумя транспортерами, переносящими зерно к нориям башни элеватора (черт. 6).



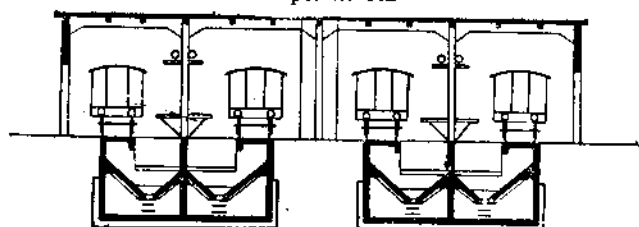
Черт. 7-а.



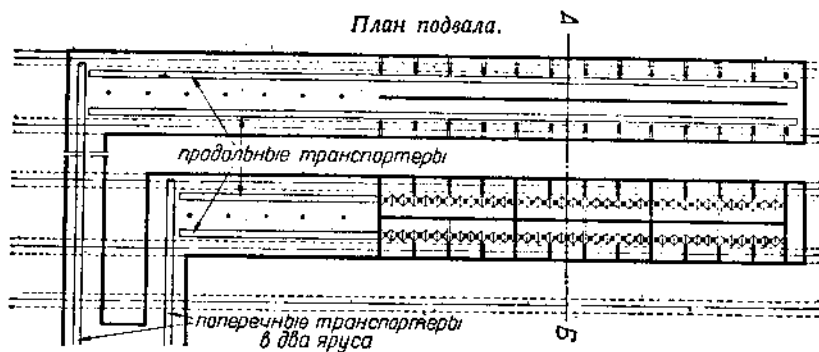
Черт. 7-б.

Разгрузка зерна механизуется полностью (черт. 7-а и б). Вагонный щит выдерживается при помощи блока Вестона, цепь которого снабжается специальными захватами. Снятый щит переносится по подвешенному к потолку рельсу к месту хранения. (На американских элеваторах применяются также щитоотжиматели в виде толкающих штанг, приво-

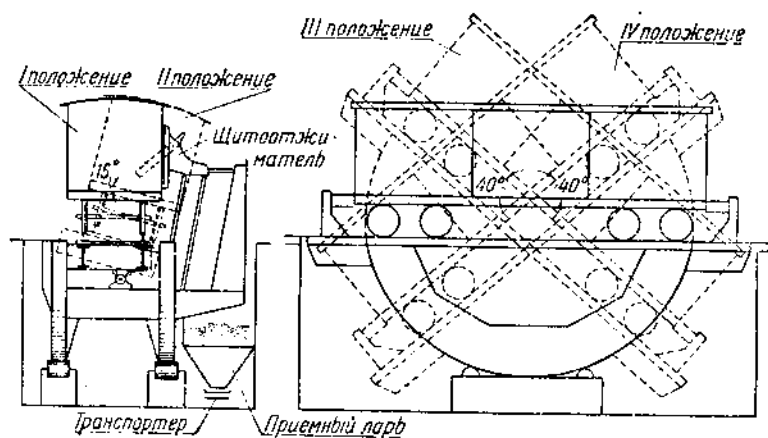
Разрез по АВ



План подвала.



Черт. 8.



Черт. 9.

димые в движение зубчатой передачей или гидравлическим прессом). Зерно выгружается из вагона при помощи механической лопаты системы Кларка, состоящей из деревянного щита, приводимого в движение цепью или тросом, наматываемым на барабан электролебедки, расположенный на помосте под крышей навеса. Щит поддерживается с тыльной стороны одним рабочим и подребает зерно к воротам вагона, при чем лебедка устроена т. о., что действие ее выключается в тот момент, когда щит доходит до двери вагона, после чего рабочий заносит его снова вглубь вагона, — и операция повторяется. На один нормальный вагон достаточно одной лопаты, а на большегрузный — двух. Механическая лопата позволяет выгружать вагон при помощи одного рабочего в то же самое время, какое необходимо для выгрузки вручную четырьмя рабочими. Полное время разгрузки одного нормального вагона — 17—23 мин.; из них перестановка вагонов 5—8 мин. и собственно разгрузка — 12—15 мин.; для большегрузного вагона полное время — 38 мин.; перестановка — 8 мин., разгрузка — 30 мин.

Мощные приемные устройства с продольными и поперечными транспортерами (черт. 8) позволяют разгружать одновременно на каждом ж.-д. пути до 8 нормальных или 4 большегрузных вагонов. Приемные лари располагаются вдоль путей и соединены общей подземной галлерей с заключенными в ней транспортерами. Продольные транспортеры сбрасывают зерно на поперечные, идущие в тоннеле под путями и переносящие зерно к нориям элеватора. Лари разделены стенками через 7,40 м, что соответствует длине нормальных вагонов, большегрузные же вагоны выгружаются одновременно в два лари каждый. Устройство оборудуется щитоотжимателями и силовыми лопатами. Количество принимаемых в час вагонов — 16—20 на каждом пути (при 8 ларях).

Приемные обустройства с вагоноопрокидывателями — применяются в Сев. Америке и имеют целью еще более сократить время, потребное на разгрузку вагона. Опрокидыватель (черт. 9) состоит из двух дугообразных ферм, соединенных в одно целое и могущих катиться своими нижними поверхностями, обработанными по дуге круга, по четырем роликам. На фермах расположена металлическая платформа, способная наклоняться в направлении, поперечном движению ферм и направлению путей. Вагон устанавливается на платформе и закрепляется неизбежно при помощи специальных упоров (I положение). Затем платформа с вагоном наклоняется на 15° в направлении, перпендикулярном продольной оси вагона (II положение), и одновременно при помощи особого приспособления отжимается вагонный щит, благодаря чему значительная часть зерна обрушивается из вагона в расположенный рядом приемный ларь. После этого приводится в движение мотор, перемещающий дугообразные фермы, вагон наклоняется на 40° к горизонту в продольном направлении (III положение) и половина оставшегося в вагоне количества зерна опорожняется. Опрожнение оставшегося в другом конце вагона зерна производится наклонением вагона на 40° к горизонту в обратном направлении (IV положение) и новым наклонением в положение III. Для избежания пересыпания зерна из одного конца вагона в другой внутри вагона механически закладывается запалка, направляющая поток зерна в приемный ларь. Один опрокидыватель в состоянии разгрузить в час до восьми 50-т вагонов.

Ленточные транспортеры являются важнейшим оборудованием приемных устройств. В табл. 1 даны характеристики стандартных желобчатых транспортеров для зерна, изготавливаемых в Союзе ССР.

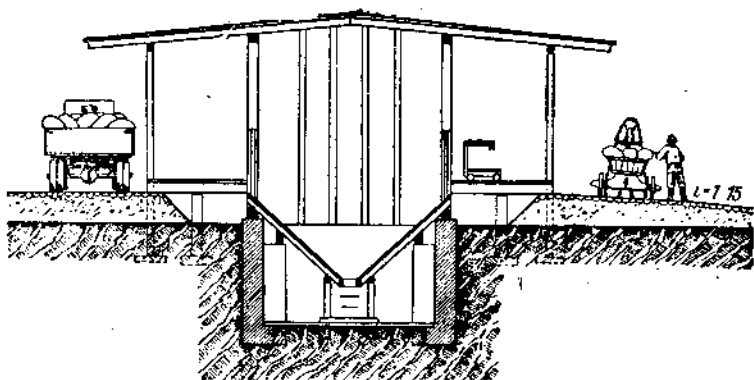
Табл. 1. Характеристика стандартных желобчатых транспортеров для зерн с объемным весом 0,75 т/м³, изготавливаемых Союзпродмашинно.

Провз. т/час.	Ширина ленты мм	Ширина станция мм	Скорость ленты м/сек.	Длина т-ра м	Мощность HP
37,5	400	900	2,6	50	4,8
				100	6,1
75	500	1000	2,9	50	6,5
				100	9,9
150	700	1200	3,2	50	10
				125	20,5
300	800	1350	3,9	50	13,5
				125	29
500	1100	1650	3,9	50	19,6

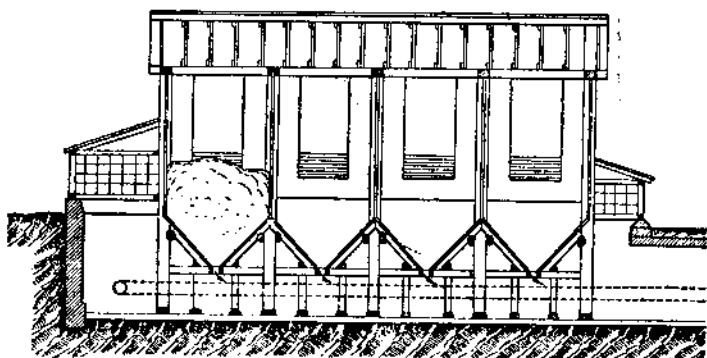
6) Устройства по приему зерна с гужа.

Простейшее устройство аналогично простейшему ж.-д. и состоит из приемного ларя, соединенного непосредственно с норией. Зерно, поступающее в таре, перевешивается на сотенных весах и сыпается в ларь, откуда убирается норией. Для зерна, поступающего россыпью (на подводах и в автомобилях), в Сев. Америке устраиваются специальные возовые весы с платформой, расположенной над приемным ларем, при чем повозка после взвешивания приводится в наклонное положение, благодаря чему зерно высыпается через торцовую часть повозки (при откинутом борте).

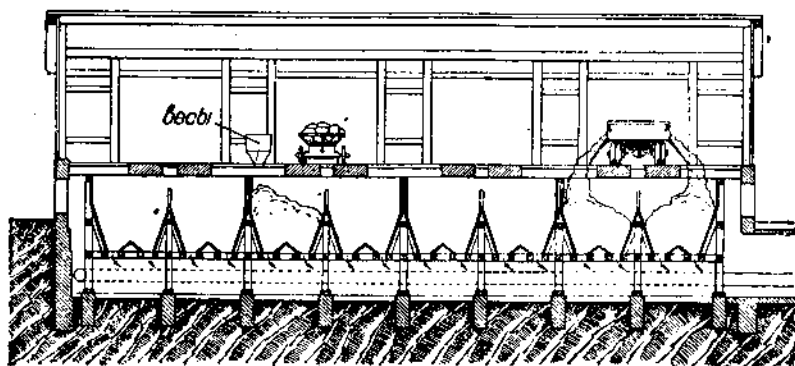
Приемный амбар для зерна, поступающего в таре (крестьянский), состоит из нескольких (4—10) ларей, од к-рым проходит транспортер, переносящий зерно в элеватор (черт. 10-а и б). Принятое с подвода зерно перевешивается на сотенных весах, расположенных на платформе под навесами, и сыпается в закрома. На случай возможных аварий с машинами элеватора амбар допускает хранение в каждом закроме до 50 т зерна за счет



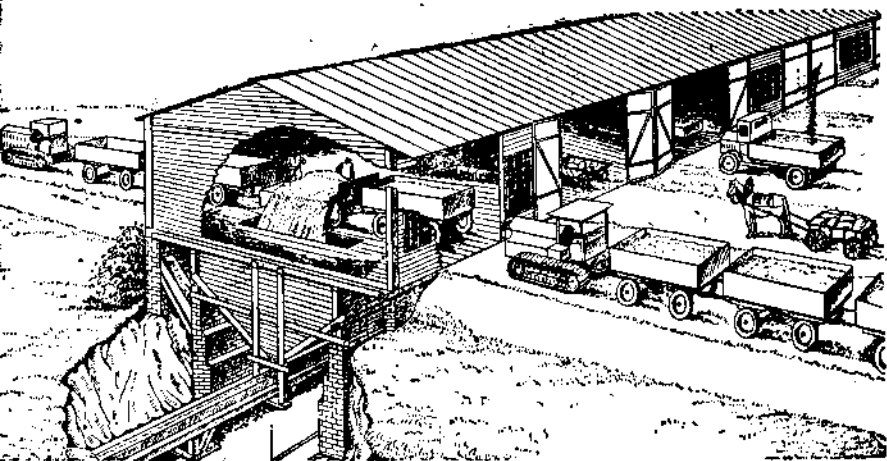
Черт. 10-а.



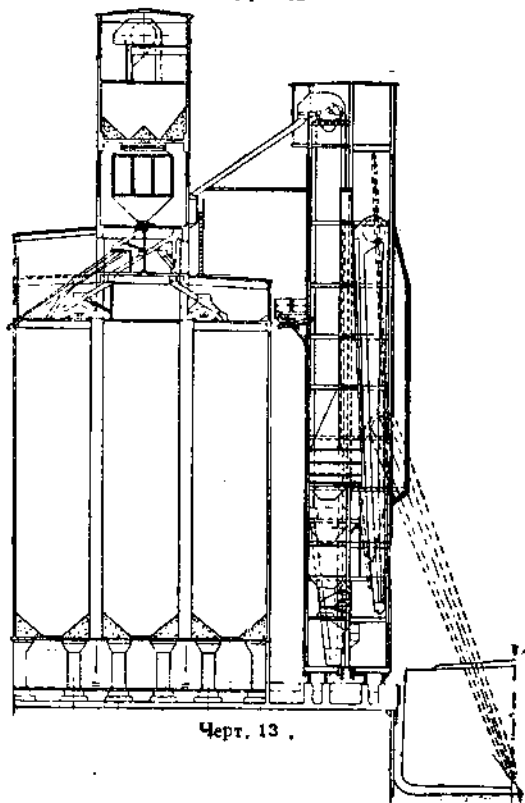
Черт. 10-б.



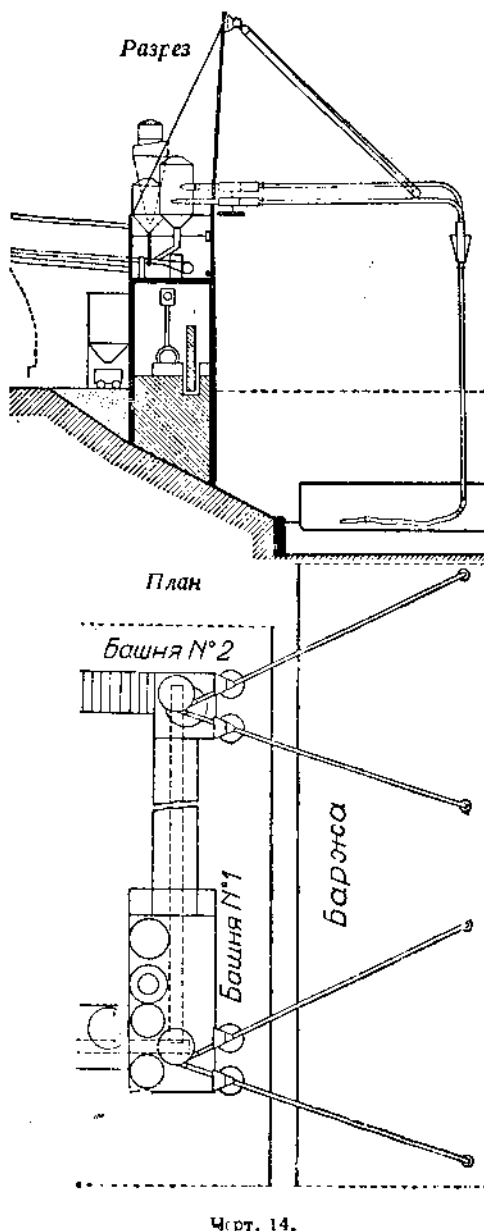
Черт. 11.



Черт. 12.



Черт. 13 .



увеличения высоты заполнения, достигаемой закладыванием досок в пазы дверей. Количество отдельных ларей определяется: 1) количеством принимаемых одновременно культур зерна; 2) необходимой интенсивностью приема. В среднем каждый ларь, оборудованный весами, принимает ок. 7 т зерна в час. Амбар этого типа строился в период, предшествовавший коллективизации сельского хозяйства, и не допускает удобного приема зерна россыпью, что необходимо при поступлении зерна от колхозов и совхозов.

Приемный амбар с проездом над ларями (совхозный) служит для приема зерна, поступающего как россыпью, так и в таре (черт. 11 и 12). Зерно с полей совхозов и колхозов доставляется россыпью автомобилями или специальными тракторными поездами, включающими до пяти повозок, емкостью 3—5 т каждая, транспортируемых гусеничным трактором. Автомобили и тракторные поезда проходят сквозь проезды амбара, где борты повозок раскрываются и зерно высыпается в расположенные под проездом лари (при этом взвешивание зерна производится в рабочей башне элеватора). Зерно от единоличников, поступающее в мешках, перевешивается на ковшовых сотенных весах, после чего также сыпается в лари амбара. Для возможности одновременного приема зерна различных культур амбар имеет до 16 ларей при 8 проездах; емкость каждого ларя составляет 20 т, а приемная способность на один проезд — около 25 т в час при приеме с тракторных поездов и автомобилей и 7 т в час при приеме с подвода. По мере накопления зерно из ларей выпускается на транспортер, идущий в подземной галлерее под амбарами и переносится в рабочую башню.

в) Устройство по приему зерна с воды.

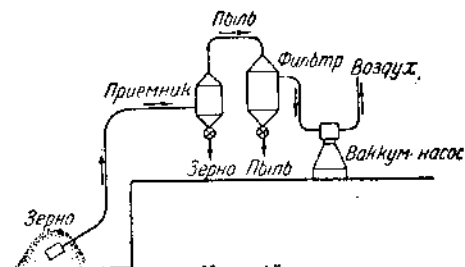
Катучие башни с выносными нориями (черт. 13) употребляются для приема зерна с баржей и п/х, преимущественно в Сев. Америке. Башня легкой металлической конструкции перемещается вдоль причальной линии по рельсовым путям и включает две нории. Одна из норий может принимать наклонное положение, опускаясь своей нижней частью в трюм судна и передавая зерно в бункер, расположенный над весами. После взвешивания зерно попадает в башмак др. нории и подни-

мается последней на высоту, необходимую для сбрасывания зерна самотеком в специальные приемные лари, расположенные на крыше силосного корпуса, откуда зерно м. б. направлено в силосы (при помощи надсилосных транспортеров). Силосный корпус располагается в этом случае в непосредственной близости к катучей башне.

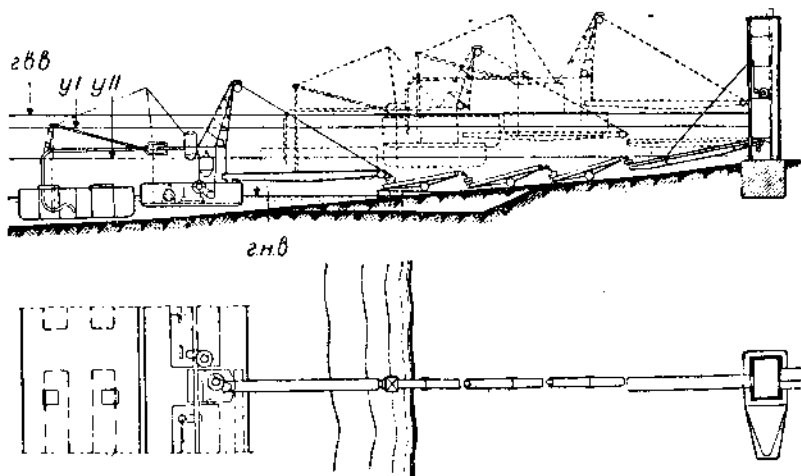
К недостаткам водного приема с выносными норями относятся: 1) необходимость иметь большое количество рабочих для подгребания зерна со всей площади трюма к нории, положение к-рой может меняться лишь в незначительной степени; 2) образование большого количества пыли.

Пневматическая система приема свободна от этих недостатков.

Стационарная пневматическая установка (черт. 14 и 15) состоит из двух или более башен, расположенных у причальной линии. Каждая башня оборудована крановой установкой, к к-рой подвешены всасывающие трубы с гибкими сочленениями и концевыми частями. Концы труб, снабженной специальным соплом, опускается в трюм судна и благодаря пониженному давлению в трубе зерно засасывается и переносится трубой в приемник, имеющий форму цилиндра и установленный наверху башни. Здесь скорость воздушного потока, несущего зерно, понижается и частицы зерна, как более тяжелые, осаждаются в воронку приемника, а воздушный поток и пыль уносятся далее и проходят через фильтр, где пыль отделяется от зерна. Чистый же воздух всасывается вакуумнасосом, установленным внутри башни, и выносится наружу. Из воронки приемника зерно через специальный шлюз, не позволяющий наружному воздуху сообщаться с разре-



Черт. 15.



Черт. 16.

ном пространством внутри цилиндра, попадает на ленту транспортера и переносится им в рабочее здание элеватора, при чем одна из башен передает зерно непосредственно на транспортер, соединяющий установку с элеватором, другие же башни первоначально подают зерно на транспортер, идущий параллельно причальной линии, с к-рого зерно сбрасывается на основной транспортер.

В некоторых пневматических установках приемные башни перемещаются по рельсам вдоль набережной, что создает более удобное обслуживание судна. В этом случае вакуумнасосы устанавливаются в отдельном здании и соединяются с башнями трубами, снабженными гибкими ответвлениями,

Пловучая пневматическая установка удобна для передачи зерна в элеватор на реках, не имеющих постоянных причалов, с большой разностью наинизших и наивысших уровней воды (8—12 м). Установка (черт. 16) состоит из понтона, включающего два приемника, оборудованных двумя всасывающими трубами каждый. Из приемников зерно переносится двумя транспортерами к центру понтона, где сбрасывается на выносной транспортер, расположенный на консольном мостике. При низком уровне воды в реке зерно с выносного транспортера попадает на ряд передвижных транспортеров и переносится ими к вспомогательной башне на берегу, где сбрасывается в норию, к-рая передает зерно на основной транспортер, идущий к рабочему зданию элеватора. При средних горизонтах воды понтон подводит ближе к берегу и часть передвижных транспортеров убирается. При высоких горизонтах зерно с выносного транспортера сбрасывается непосредственно в норию (защищенную от затопления). Понтоны с пневматическими установками употребляются также для перегрузки зерна с одного судна на другое.

Главнейший недостаток пневматического приема—большая затрата мощности: на 1 т перемещаемого в час зерна при длине всасывающих труб в 30—75 м грубо-ориентировочно расходуется 1,2—2,2 НР.

§ 2. Отпускные устройства элеватора.

а) Отпуск зерна на ж. д. и гуж.

Отпуск зерна россыпью в ж.-д. вагоны и в повозки производится отпускной трубой, снабженной гибким наконечником, позволяющим регулировать направление потока зерна. В трубу зерно поступает самотеком из бункера, расположенного на достаточной высоте в башне или в силосном корпусе элеватора (черт. 17). Емкость бункера обычно устраивают равной емкости вагона (повозки). Отпускной трубе придется возможно крутой уклон, чтобы выходящие из наконечника частицы зерна пролетали по инерции возможно больший путь и тем самым равномерно заполняли вагон, не требуя дальнейшего разгребания вручную. Производительность отгрузки одной отпускной трубой равна 3—4 нормальным вагонам в час.

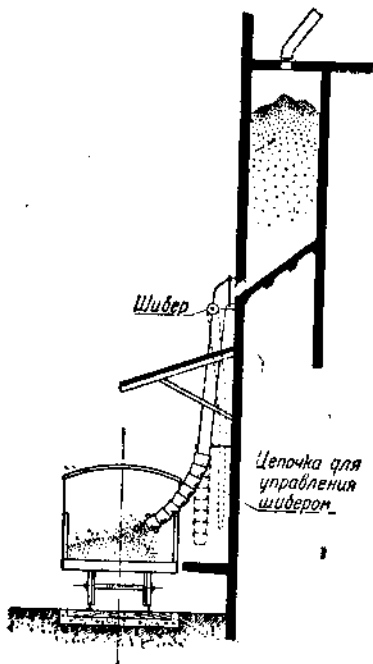
б) Отпуск зерна на воду.

Устройство для погрузки некрупных речных баржей (длинной до 50—60 м) состоит из отгрузочной башни, соединенной мостом с рабочим зданием элеватора (черт. 18). Зерно из элеватора подается по транспортеру, заключенному внутри моста, к башне и сбрасывается здесь в два небольших бункера, каждый из к-рых соединен с своей отпускной трубой. Отпускная труба подвешена к крану и может вращаться как вокруг вертикальной, так и горизонтальной осей. Для возможности обслуживания любой точки баржи, а также погрузки баржей при разных уровнях воды нижняя часть трубы снабжена телескопическим устройством, благодаря чему может изменять длину. Управление трубой производится при помощи тросов лебедками, расположенными в верхнем этаже башни. Производительность устройства: баржа в 1000 т грузится ок. суток при мощности подающего транспортера в 150 т/час.

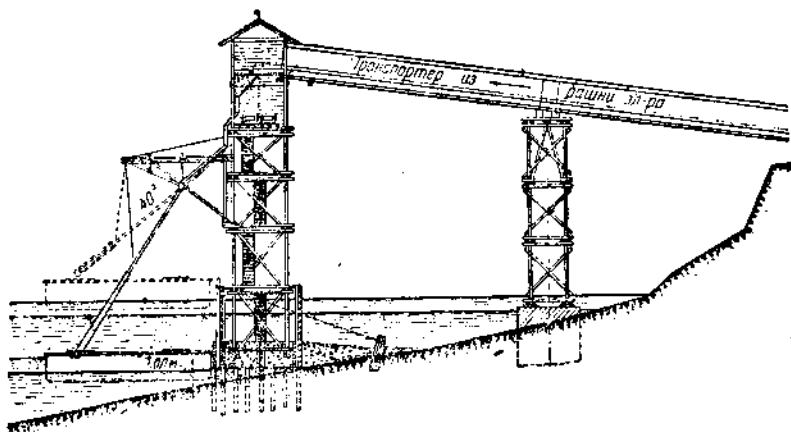
Система из двух отгрузочных башен применяется для погрузки крупных речных баржей (длинной до 80—90 м) (черт. 19). Дополнительная башня ставится на нек-ром расстоянии вдоль течения реки от основной и соединяется с ней сверху конвейерным мостом, а в уровне воды—общей причальной линией. Бункер основной башни имеет три выпуска, два из к-рых подают зерно на отпускные трубы основной башни.

Система из двух отгрузочных башен применяется для погрузки крупных речных баржей (длинной до 80—90 м) (черт. 19). Дополнительная башня ставится на нек-ром расстоянии вдоль течения реки от основной и соединяется с ней сверху конвейерным мостом, а в уровне воды—общей причальной линией. Бункер основной башни имеет три выпуска, два из к-рых подают зерно на отпускные трубы основной башни.

Производительность устройства: баржа в 1600 т грузится ок. 1,5 сут. при производительности транспортера в 150 т/час.

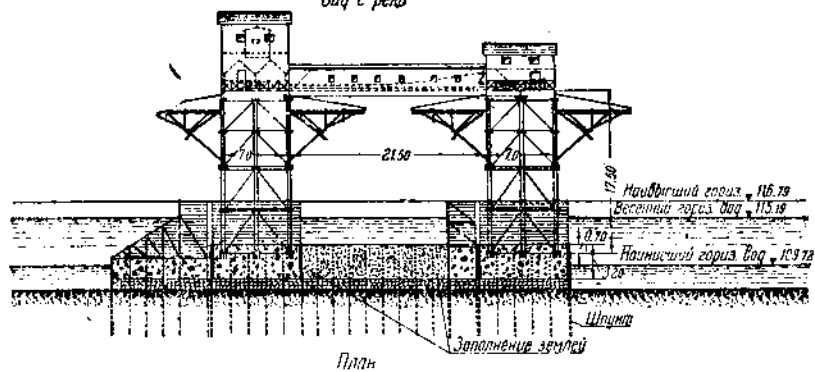


Черт. 17.

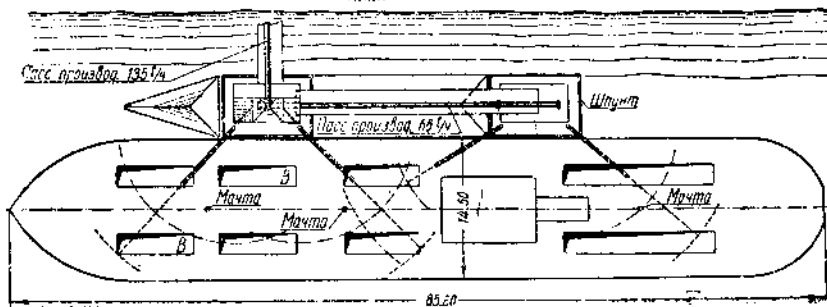


Черт. 18.

Вид с реки



План



Черт. 19.

Отгрузочные галереи применяются для погрузки крупных морских судов. Черт. 20 показывает галерею, расположенную на набережной для погрузки одновременно двух п/х, и черт. 21-а и б—галерею на пирсе для погрузки по одному п/х с каждой стороны пирса. Опоры галереи располагаются на расстоянии ок. 20 м, соответствующем расстоянию между отпусковыми трубами. Из башни элеватора зерно подается четырьмя транспортерами, к-рые сбрасывают зерно на транспортеры, проходящие в конвейерном мосте галереи. В галерее, расположенной на пирсе, 4 транспортера, расположенные в два яруса, идут по всей длине. С каждого транспортера зерно м. б. сброшено в любую из отпусковых труб. С каждой стороны пирса устанавливается по одному п/х длиной до 120 м. Погрузка идет одновременно в 4 точки на два парохода. Для достижения равномерного наполнения п/х и для возможности разгребания зерна по трюму (штивка) трубы постоянно переключаются. Галерея, расположенная на набережной, состоит из двух частей: короткая включает два транспортера и длинная—два транспортера на полную длину и один на половину длины. Одновременно под нагрузку устанавливаются два п/х, при чем указанное расположение транспортеров дает возможность один п/х грузить в трех точках и другой в четырех (не одновременно). Производительность отгрузочного устройства при мощности отпусковых транспортеров в 500 т/чт составляет два п/х вместимостью до 10 000 т каждый в сутки.

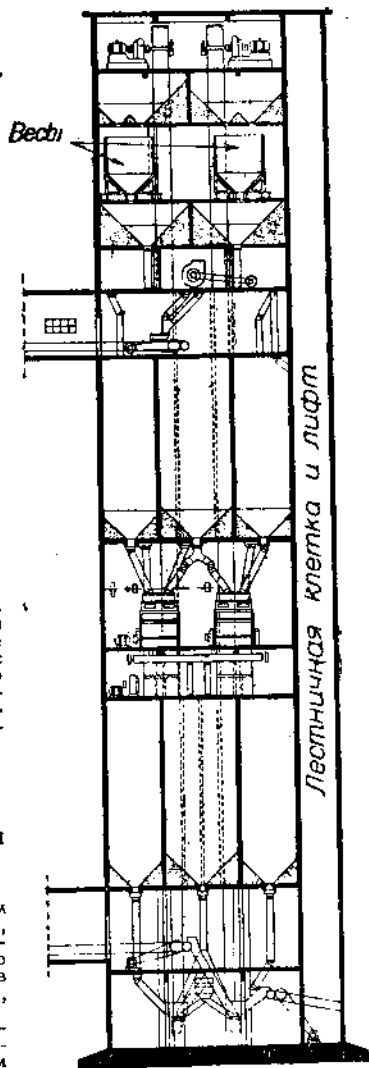
в) Отпуск зерна на предприятие.

Отпуск зерна на предприятие, связанное с алром (мельница, маслоэкстракционный завод и т. п.), осуществляется обычно или при помощи самотечной трубы, если расстояние не велико, или путем устройства моста с транспортером. Для более гибкой работы элеватора на предприятии или в элеваторе устраиваются обычно бункера, где хранится запас зерна, необходимого для питания предприятия до 1 суток. В этих случаях механизмы элеватора работают для подачи зерна на предприятие лишь небольшое время в течение суток, оставаясь свободными для производства др. операций.

§ 3. Рабочее здание (башня) элеватора и его механизмы.

Основные функции рабочего здания: 1) подъем зерна, поступающего с приемных устройств (гуза, ж. д., воды) и из силосного корпуса; 2) взвешивание принятого зерна; 3) распределение взвешенного зерна в требуемых направлениях (на хранение в силосный корпус, на очистку, на отпуск на ж. д., гуж, воду); 4) очистка принятого зерна.

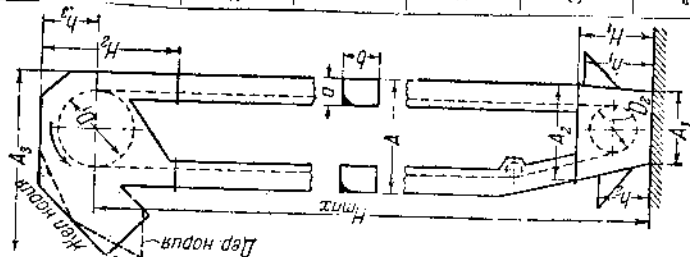
Как правило, рабочая башня (черт. 22)—многоэтажное здание высотой до 60 м и в общем случае может включать след. помещения по этажам (сверху вниз): 11-й этаж—головок норий, 10-й—ларей над весами, 9-й—весовой, 8-й—ларей под весами, 7-й—распределительный, 6-й—надсилосных транспортеров, 5-й—силосов для зерна, подлежащего очистке, 4-й—очистительных машин, 3-й—распределения зерна после очистки, 2-й—силосов для очищенного зерна, 1-й—подсилосных транспортеров, подвальный—башмаков норий.



Черт. 22.

Табл. 2. Основные размеры стандартных норий для зерна объемного веса 0,75 т/м³, изготавливаемых Соемзпродмашинной.

Привод головки осушителя	Привод головки осушителя	Размеры в м	Примечание
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		
Привод головки осушителя	Привод головки осушителя		



а) Нории.

Нории являются основным оборудованием рабочей башни. В СССР для элеваторного строительства введены и изготавливаются стандартные нории производительностью в 37,5, 75, 150, 300 и 500 т/час.

Основные размеры стандартных норий даны в табл. 2 и на черт. 23, а затрачиваемые ими мощности — в табл. 3. Привод к головке норин от эл.-мотора (в электрифицированных элеваторах) осуществляется обычно редуктором, но употребляется также трансмиссионная и цепная передача.

Табл. 3. Мощность N_p (на приводном шкиве), затрачиваемая стандартными нориями для зерна об. веса 0,75 т.м³, изготавливаемыми Союзпродм.шницей.

б) Весы.

Зерно из приемных устройств или из силосного корпуса после подъема норией поступает на весы.

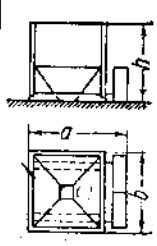
Ковшовые весы типа Фербенкс (черт. 24), обычно употребляющиеся на элеваторах, состоят из ковша, рамы и измерительного прибора. Ковш имеет в плане форму квадрата, реке круга и снабжен воронкой в виде опрокинутой пирамиды или конуса с отверстием внизу, закрывающимся задвижкой.

Емкость ковша или грузоподъемность весов выбирается в зависимости от желаемой производительности операции взвешивания, что должно соответствовать производительности норий.

Для уменьшения перерывов в работе норий, подающих зерно на весы, и увеличения коэффициента их использования над весами устраиваются лари емкостью, равной обычно 1 1/2 емкости весового ковша. Днище каждого ларя снабжается задвижками, одной или несколькими, связанными общим приводом, позволяющими быстро наполнять весовой ковш.

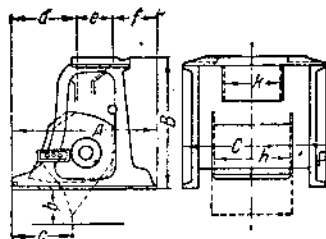
Схема работы весов: 1) наполнение ларя над весами норией; 2) открытие задвижек и наполнение весов (1—3 мин.); 3) взвешивание (ок. 20 сек.); 4) опорожнение весового ковша.

Если надсилосные транспортеры, на к-рые может сбрасываться зерно после взвешивания, имеют одинаковую производительность с питающей весы норией и весами, то необходимо устройство ларя под весами емкостью, равной ок. 2/3 объема весового ковша, в противном случае производительность весов понизится.

Основные размеры ковшовых весов (м)		Емкость ковша					
		т	м ³	a	b	h	
	5	6,25	2,60	2,15	2,05		
	10	12,5	2,60	3,60	3,30		
	20	25	5,10	4,40	3,00		
	60	75	5,30	4,25	6,15		

Черт. 24.

Примечание. Для 20-т весов ковш круглый.



Черт. 25.

При производительности надсилосных транспортеров, увеличенной в 1,5—2 раза по сравнению с производительностью норий, необходимость устройства подвесового ларя отпадает и зерно из весового ковша м. б. направлено на надсилосные транспортеры непосредственно (через распределитель).

Автоматические весы (системы «Хронос», Либра (черт. 25) и Ричардсон) взвешивают зерно автоматически, без участия весовщика, работа к-рого независимо от крупности взвешиваемой партии зерна сводится к записыванию показаний счетчика и всего лишь одному взвешиванию остатка зерна в весовом ковше. Весы работают непрерывно по принципу самоопорожнения весового качающегося ковша под действием силы тяжести. Весы требуют устройства небольшого ларя сверху (минимально одна высыпка ковша) и внизу (минимально две высыпки) и занимают мало места в плане (табл. 4). Недостатки—

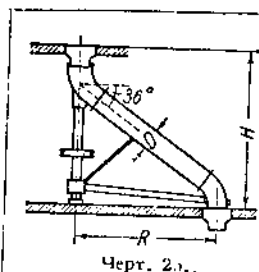
отсутствие полной гарантии в точном весе и в нек-рых случаях понижение коэф-та использования связанных с весами агрегатов (норий и транспортов) по сравнению с ковшевыми весами.

Табл. 4. Размер весов Либра.

Пронз. на роже в т/час	Вес одной высып. кг	Длина А	Высота В	Шири- на С	b	c	h	d	e	h
4,6	20	815	715	710	210	350	420	395	220	320
6,3	30	815	715	710	210	350	390	395	220	270
10,0	50	1060	925	1025	250	420	586	480	260	440
14,0	75	1060	925	1205	270	420	640	480	260	370
22,5	125	1120	925	1205	280	415	800	525	300	610
25,0	150	1280	1095	1295	280	470	660	595	260	470
32,0	200	1280	1095	1535	285	470	900	595	360	710
41,0	300	1400	1260	1690	360	530	1150	630	425	950
52,0	400	1670	1500	1720	390	550	1090	720	538	850
65,0	500	1670	1500	1970	390	550	1250	720	538	1010
78,0	600	1870	1620	2050	440	680	1220	670	586	980
87,0	700	1870	1620	2250	440	520	1390	670	586	1130
108,0	900	2250	1785	2220	530	770	1400	1030	720	1150
138,0	1200	2250	1785	2620	530	770	1900	1030	720	1650
165,0	1500	2250	1785	3020	530	770	2200	1030	720	1950

в) Распределительные устройства.

Зерно из ларя под весами или непосредственно из весового ковша м. б. направлено: 1) на хранение в силосный корпус; 2) в силосы рабочего здания над очистительными машинами, если оно подлежит очистке; 3) в отпускные силосы рабочего здания, если требуется отгрузка на ж. д., гуж или на воду. Для достижения этих возможностей служат распределительные устройства.



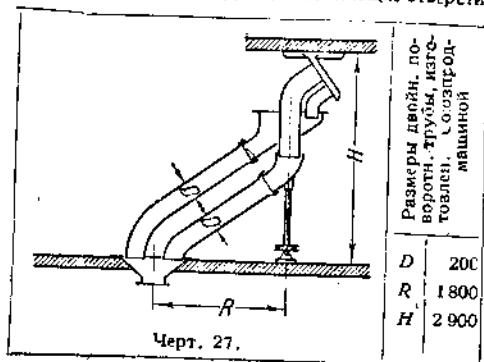
Основные размеры поворотн. труб, изготовл. Союзпродмашиной

протускн. слососн. м/ч	D	R	H
37,5	200	2 000	2 075
75	300	1 150	1 505
		2 000	2 130

Одиночная поворотная труба (черт. 26) является простейшим распределителем и состоит из наклонной самотечной трубы, могущей вращаться вокруг вертикальной оси. Верхний конец трубы имеет шарнирное соединение с трубой, идущей от выпускного отверстия бункера под весами, нижний же конец

м. б. установлен над любым из отверстий в полу, расположенных по окружности вращения трубы. К отверстиям снизу подаются самотечные трубы, соединяющие отверстие с тем или иным силосом или транспортом. Зерно поступает верхний конец и, самотеком следуя по трубе, направляется в то или др. отверстие. Управление трубой м. б. выведено в любой этаж башни, в зависимости от требований эксплуатации, при помощи тросов, передвигаемых штурвалом. Чтобы нижний конец трубы точно совпадал с отверстиями в полу, иногда делается специальное приспособление, позволяющее нижней части войти внутрь отверстия.

Двойная поворотная труба (черт. 27) употребляется при необходимости иметь из двух норий или весов самотек в один и те же силосы и состоит из двух наклонных труб, могущих вра-



Размеры двойн. поворотн. труб, изготовл. Союзпродмашиной

D	200
R	1800
H	2 900

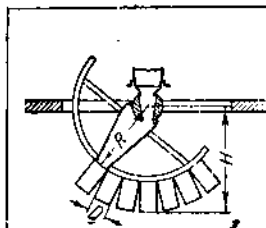
Черт. 27.

щиться независимо друг от друга на общей вертикальной оси. Каждый верхний конец трубы имеет шарнирное соединение с самотекотом от соответствующей норки (весов), нижние же концы м. б. установлены над расположенными двумя concentрическими кругами отверстиями в полу, сообщающимися с силосами. В остальном остается в силе сказанное об одиночной трубе.

Двухсуставная распределительная труба системы Майо (черт. 28) является комбинацией двух одиночных поворотных труб. Верхний сустав вращается вокруг вертикальной оси на своем верхнем конце, соединенном с весовым бункером. С нижним концом верхнего сустава подобным же образом соединен верхний конец нижнего сустава. Благодаря этому устройству нижний конец нижнего сустава, перемещаясь в плоскости пола, м. б. направлен в любое отверстие, заключенное внутри окружности, описанной вокруг оси вращения верхнего сустава радиусом, равным сумме радиусов обоих суставов. Труба системы Майо является наиболее употребительным распределительным устройством на мощных элеваторах.

Маятниковая распределительная труба (черт. 29) вращается своим верхним концом вокруг горизонтальной оси, благодаря чему нижний конец описывает окружность в вертикальной плоскости. По этой окружности расположены приемные отверстия самотечных труб, распределяющих зерно по силосам.

Телескопическая распределительная труба (черт. 30) состоит из частей,двигающихся одна в другую по принципу устройства телескопа. Верхний конец может иметь шарнирное соединение двух родов: 1) маятниковый шарнир, в этом случае нижний конец трубы перемещается в плоскости пола по прямой, на к-рой и расположены приемные отверстия самотечных труб; 2) шаровой шарнир; в этом случае нижний конец м. б. совмещен с любым отверстием пола, расположенным внутри окружности, описанной вокруг оси вращения наибольшим радиусом действия трубы, определенным самотеком зерна.



Черт. 29.

Основные размеры маятниковой распр. трубы, изготовл. Союзпродмашиной

пропускн. способн. т/ч	D	R	H
150	300	1110	1955
300	380	1110	12005

Размеры двухсуставной распр. трубы, изготовл. Союзпродмашиной

пропускн. способн. т/ч	300	500
D ₁	350	—
D ₂	300	—
R ₁	1870	2286
R ₂	2475	4496
R	4345	6782
H	3890	5334

Черт. 28.

Табл. 5. Сечения круглого самотека.

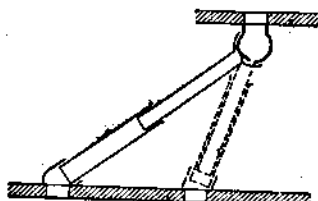
Пропускная способность т/час.	D мм
33—75	220
75—150	300
150—300	380
300—500	450

Самотечные трубы, идущие из-под распределителя, а равно и предназначенные для других целей, изготовляются как деревянные (гл. обр. для деревянных элеваторов), так и железные. Деревянные трубы делаются квадратного сечения, железные — как круглого, так и квадратного. В СССР употребляется преимущественно круглый самотек (табл. 5), допускающий стандартное сопряжение труб при помощи фасонных частей. В САСШ применяются железные трубы квадратного сечения, удобные в эксплуатации благодаря возможности замены нижней стороны после износа. Минимальный уклон самотечных труб для зерновых культур — 36°.

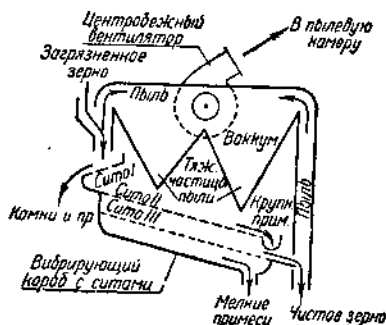
г) Сепараторы.

Зерно, предназначенное для очистки, попадает с распределителя в силосы над очистительными машинами (надсепараторные), из к-рых и выпускается на очистительные ма-

шины. Необходимость иметь силосы над очистительными машинами вытекает из: 1) обычно большей производительности норий, нежели очистительных машин; 2) разного режима работы тех и др. (непрерывная работа очистительной машины и прерывистая работа норий, напр., при приеме зерна с ж. д.); 3) разн. продолжительности рабочего времени по приему зерна и его очистке. Основные очистительные машины элеватора, — сепараторы, — предназначены для отделения от зерна сорных примесей в количестве до 30% общего веса зерна. Схема работы наиболее употребительного сепаратора (черт. 31): загрязненное зерно поступает на сито I (приемное), предварительно продуваясь струей воздуха,



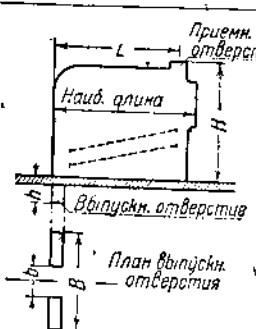
Черт. 30.



Черт. 31

уносящей пыль. Сито I имеет крупные отверстия, задерживающие камни и т. п., все же остальное проходит сквозь и поступает на сито II (сортировочное), с менее крупными отверстиями, где задерживаются прочие крупные примеси, отводящиеся по трубам в специальную камеру, зерно же и мелкие примеси проходят сквозь сито II и поступают на сито III (подсеивное) с мелкими отверстиями, сквозь которое проходят лишь оставшиеся мелкие примеси, сбрасываемые в трубы, идущие в камеру для отходов. Чистое зерно сходит с сита III и, поступая в выпускную трубу сепаратора, снова подвергается встреч-

Табл. 6. Основные размеры сепараторов, изготавливаемых Союзпродмашиной.

	Производит. т/ч	Потребная мощность НР	Привод. шкив		Наибольшие размеры мм			Расположение отверстий				
			диаметр мм	число об./мин.	длина	ширина	высота	H	h	L	B	b
Черт. 32.	32	7	350	450	2,95	3,08	2,80	2,50	0	2,55	1,80	0
	100,5	18	700	260	4,23	5,02	3,77	3,77	0,88	3,56	3,42	1,34

Примечание. Для сепаратора пр. 100 т/ч. вентиляторы устанавливаются отдельно.

ному току воздуха, увлекающему оставшуюся пыль из сепаратора. Все три сита обычно бывают соединены в одном корпусе, совершающем продольные колебательные движения для лучшего прохода зерна.

Отходы из-под сепаратора транспортируются по самотечным трубам или винтовыми конвейерами (шнеками) и поступают в специальные силосы для отходов или особые помещения, называемые камерами для отходов. Обычно крупные и мелкие отходы не смешиваются и хранятся в отдельных силосах, откуда периодически забираются для утилизационных целей.

Из сепараторов чистое зерно распределяется в подсепараторные силосы и по мере наполнения выпускается из них (через нижний самотек) на норрию для отправки на хранение в силосный корпус. В нек-рых случаях подсепараторные силосы отсутствуют, и тогда зерно после очистки поступает в специально прикрепленную к сепаратору норрию, работающую непрерывно вместе с сепаратором.

Производительность и основные размеры изготавливаемых в СССР, элеваторных сепараторов даны в табл. 6 и на черт. 32.

Кроме сепараторов на элеваторах иногда употребляются также и др. очистительные машины, напр., куколетборники—для отделения куколя, овсюжники—для отделения овсюга, шасталки—для шастанья (отбирки усиков) овса.

Комбинированные очистительные машины—сепараторы системы Картера, Эмерсон и др. Обычно производительность этих машин не велика (4—15 т/час).

§ 4. Силосный корпус.

Если зерно не может быть непосредственно после приемки отправлено на отпуск, то оно складывается в силосный корпус на хранение. В случае очень малой емкости (<1600 т) распределение зерна в корпус и опорожнение производится самотеком. Обычно же как наполнение, так и опорожнение хранилища производятся транспортерами. Транспортеры, наполняющие корпус, берут свое начало в соответствующем этаже башни (этаж надсилосных транспортеров). Распределение зерна по силосам производится путем сброса зерна с транспортера, для чего служит сбрасывающая тележка, могущая быть установленной над любым силосом. Существуют тележки двух типов: 1) тележки с ручным передвижением, 2) самоходные тележки. Последние передвигаются при помощи энергии, получаемой от движения транспортной ленты.

Опорожнение силосов производится при помощи транспортеров, устанавливаемых под силосными днищами. Транспортерами зерно переносится в соответствующий этаж башни (этаж подсилосных транспортеров), где сбрасывается в ту или иную норрию.

Расположение силосов, форма, материал и т. п. даны в разд. «Силосы».

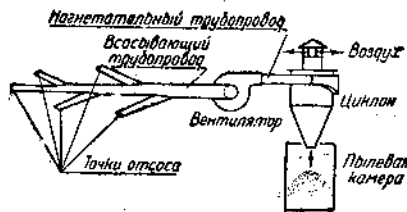
Соединение силосного корпуса с рабочим зданием м. б. осуществлено как монолитно, так и с расчленением обоих сооружений на независимые в статическом отношении конструкции. В последнем случае для пропуска над- и подсилосных транспортеров устраиваются специальные переходные галлерей.

§ 5. Дополнительные устройства элеваторов.

К таким устройствам м. б. отнесены: 1) аспирационные установки, 2) термометрические установки, 3) сигнализация и пр.

а) Аспирационные установки.

Аспирационные установки служат для удаления пыли, образующейся в местах перепада зерна. Обычно аспирируются след. точки: 1) башмаки норрий; 2) сбрасывающие коробки транспортеров; 3) то же приемные; 4) лари над весами; 5) то же под весами; 6) поворотные трубы; 7) головки норрий (не всегда). Для удаления пыли к указанным точкам подводится всасывающий трубопровод (черт. 33), к-рым пыль уносится к центробежному вентилятору (эксплаустеру), создающему необходимое разрежение. Пройдя через вентилятор, пыль нагнетается в аппараты, называемые циклонами, где благодаря потере скорости пыль осаждается и поступает в специальное помещение,—пылевую камеру. Пылевые камеры располагаются на нек-ром расстоянии от элеватора, требуемом пожарными нормами.



Черт. 33.

б) Термометрические установки.

Термометрические установки употребляются для измерения темп-ры зерна, хранящегося в силосах элеватора. Это особенно необходимо в случае, когда силосы элеватора имеют большие размеры, при к-рых опасность самосогревания зерна увеличивается. Принцип термоэлектрической установки системы Зелени заключается в использовании термоэлектрического эффекта пары разнородных металлов. Установка состоит из системы штанг, пронизывающих каждый силос снизу доверху. На каждой штанге через 3 м по высоте устанавливаются термоэлементы. Радиус действия штанги в плане—2,5 м. Т. о., включением соответствующим образом градуированного гальванометра в цепь того или иного термоэлемента м. б. регистрируема темп-ра зерна внутри силоса.

в) Сигнализация.

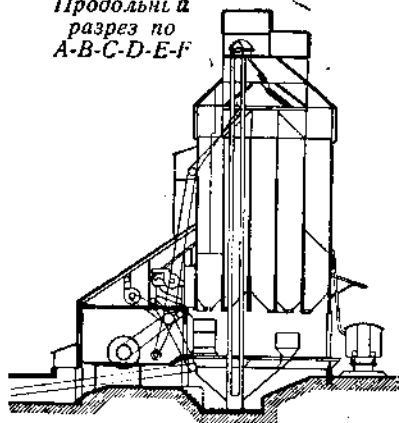
Сигнализация необходима для четкой и быстрой работы элеватора. Системы сигнализации: 1) разговорные трубки (употребляются на линейных и мелких промышленных элеваторах); 2) телефонная связь (крупные промышленные эл-ры, терминальные, портовые); 3) световая сигнализация; 4) пневматическая почта (употребляется в Америке).

III. Типы элеваторов.

По роду выполняемых функций элеваторы делятся на:

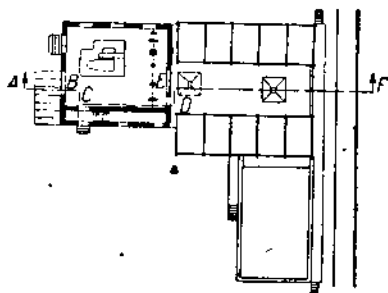
Местные, или линейные, элеваторы для приема зерна от производителей (совхозов, колхозов, крестьян) и погрузки его на ж.-д. или водные пути сообщения.

Продольный
разрез по
А-В-С-D-E-F



Черт. 34-а.

План на уровне платформы



Черт. 34-б.

В СССР начало интенсивного строительства местных элеваторов следует отнести к 1924—1925 гг. Хлебозаготовки этого периода строительства производились на протяжении целого года, при этом обычно две трети хлеба общего годового завоза поступали на сыпные пункты в течение 4 мес., от августа до декабря. Такому порядку поступления хлеба отвечал:

а) Типовой линейный элеватор Союзхлеба.

Типовой линейный элеватор Союзхлеба постройки 1927—29 гг., емкостью 1600 т (черт. 34-а и б). Элеватор состоит из трех основных систем: приемного амбара, силосного корпуса с башней и машинного здания. Зерно в таре подвозится к амбару (крестьянского типа, описанного ранее), перевешивается здесь на сотенных весах и сыпается в закрома. Из амбара зерно переносится транспортером со скоростью 33 т/час к одной из двух норий элеватора, поднимается ею до верха башни и здесь через распределительную трубу направляется в тот или иной силос. Башня и силосный корпус в этом типе элеватора слиты в одно целое и как распределение зерна с норий по силосам, так и опорожнение силосов на нории производится самотечком, отчего элеваторы этого типа по способу распределения зерна называются с а м о т е ч н ы м и. Деревянный силосный корпус имеет 15 основных силосов для приема и 6 силосов для отгрузки на ж. д. Зерно, предназначенное для отгрузки, выпускается из любого основного силоса непосредственно на ковшевые весы, расположенные внутри силосного корпуса под выпускными отверстиями из силосов, на т. н. рабочей площадке, после чего поднимается свободной от операций норией, через распределительную трубу загружается в один из отпусковых силосов, емкостью каждый в один вагон, и при помощи отпусковой трубы направляется в вагон ж. д.

Удобство элеваторов этого типа заключается в непосредственной близости отпусковых весов и вагона; рабочая площадка находится в одном уровне с ж.-д. платформой и имеет с нею непосредственное сообщение; с рабочей же площадки при помощи штурвала можно переводить двойную распределительную трубу, соединяя ее с тем или иным силосом; т. е., все управление операциями элеватора сосредоточено в одном месте.

Очистка зерна на элеваторе производится сепаратором, расположенным на чердаке машинного здания. Зерно на сепаратор подается из особого силоса, после сепарации взвешивается на специальных весах (ковшовых или автоматических), расположенных рядом с отпускными, после чего обычным путем загружается в тот или иной силос или передается непосредственно на отпуск.

Элеватор получает энергию через трансмиссию от нефтяного двигателя в 40 НР, расположенного в машинном здании. Производительность транспортных агрегатов элеватора—33 т/час.

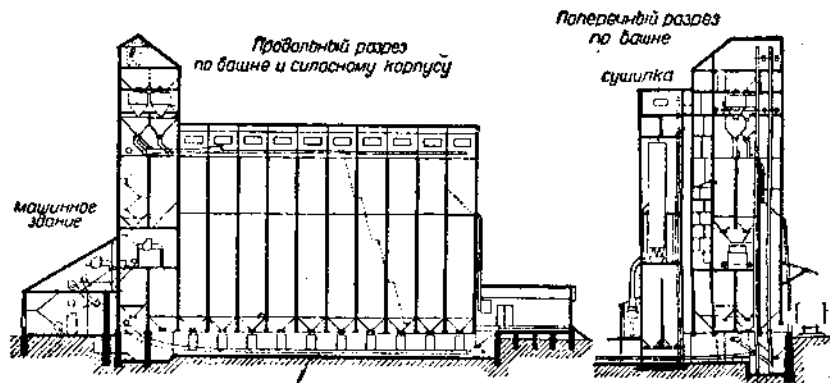
Для сушки зерна к элеватору пристроивается кирпичное здание для помещения в нем зерносушилки шахтного типа производительностью в 8 т в час при снижении влажности на 5—6%.

Освещение элеватор получает от динамо постоянного тока в 3 kW, расположенной в машинном здании. По мощности оборудования и схеме движения зерна элеватор может принимать до 30 т зерна в час и отгружать до 50 т в час.

В связи с развитием совхозов и коллективизированных хозяйств условия хлебопашников изменились в сторону сокращения периода поступления зерна на элеватор, что потребовало от элеватора более мощных перегрузочных устройств и большей емкости для обеспечения транспорта в период хлебной кампании. В соответствии с этим в 1930 г. был разработан новый тип, к-рый и получил свое оформление в элеваторах марки ДЛ-66 и ДЛ-75 (проект и постройка треста Хлебострой).

6) Типовой линейный элеватор марки ДЛ-66 и ДЛ-75.

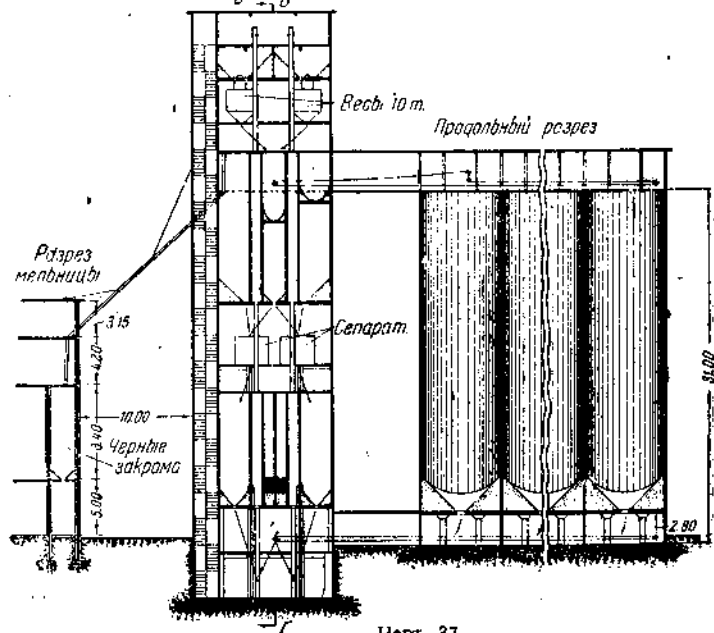
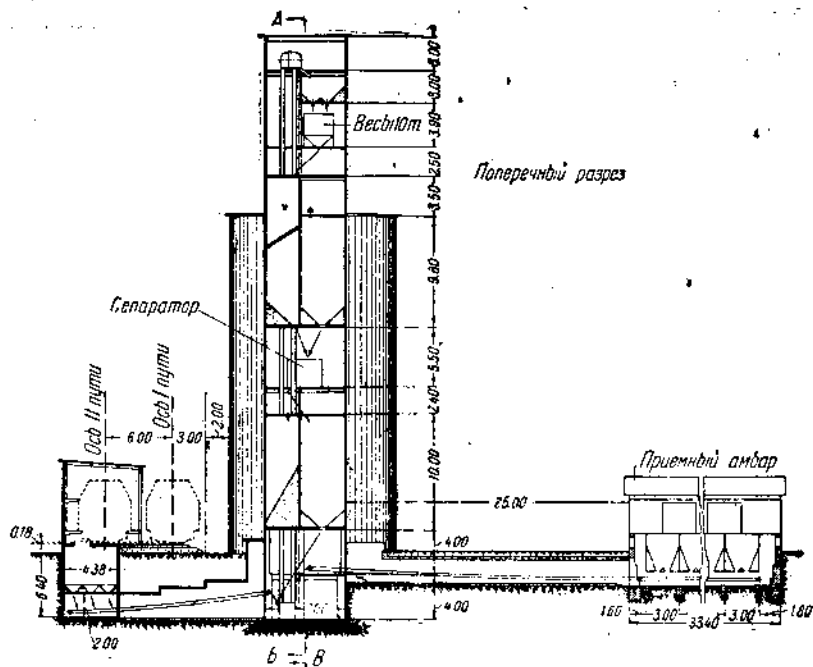
Элеваторы марки ДЛ-66 и ДЛ-75 (черт. 35 и 36) строятся на емкость в 3 500 т и 5 000 т. Элеватор состоит из силосного корпуса с рабочей башней, сушилки, машинного здания и приемного амбара. Зерно с полей совхозов и колхозов доставляется россыпью



Черт. 35.

автомобилями или специальными тракторными поездами из пяти повозок емкостью по 3—5 т, транспортируемых гусеничным трактором. Тракторные поезда и автомобили разгружаются в амбаре совхозного типа, описанном ранее. Зерно поступает из приемного амбара со скоростью 66—135 или 75—150 т/час, поднимается нориями рабочей башни в лари над весами, откуда самотеком переходит на ковшевые весы, после к-рых поступает через ларь над весами в распределительную трубу и, если не требуется очистки, передается на конвейер для загрузки в любой силос. В случае необходимости очистки зерно поступает на сепаратор, где очищается от посторонних примесей. После сепаратора чистое зерно попадает в подсепараторные лари, а примеси—в специальную камеру для отходов, составляющую пристройку к башне. Из подсепараторных силосов зерно поднимается норией, взвешивается и через транспортер поступает в любой из силосов.

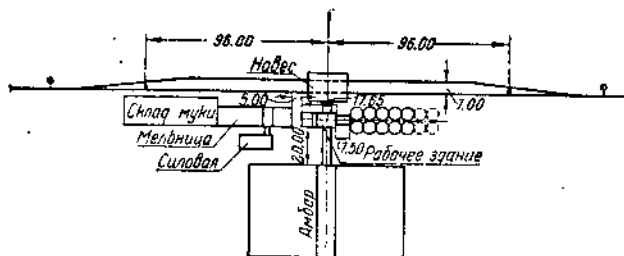
1. Силосный корпус—деревянный, состоит из ряда силосов квадратного сечения размером 3,20 X 3,20 м и высотой 19 м. При отгрузке на ж. д. зерно переносится нижним конвейером к одной из двух норий, поднимается ею, затем, как описано выше, поступает на весы и через распределительную трубу попадает в отпускной силос, откуда самотеком через отпускную трубу с гибким концом в вагон ж. д. В случае необходимости зерно, минуя силосный корпус, может грузиться в вагон и непосредственно из приемного амбара по схеме: подамбарный конвейер—нория—весы,



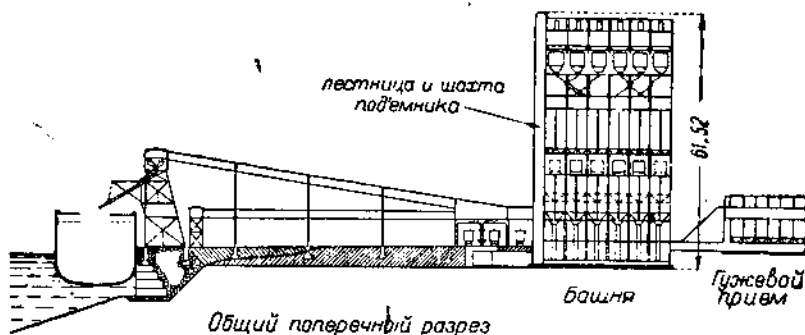
Черт. 37.

транспортёр, норрию, весы, отпускной ларь и самотечную трубу, соединяющую элеватор с мельницей.

Производительность агрегатов этого элеватора—150 т/час; приёмный транспортёр с ж. д. произв. 300 т/час может работать одновременно на обе норрии, надсклосный транспортёр—300 т/час в виду того, что бункера под весами не устраивается.



Черт. 38.



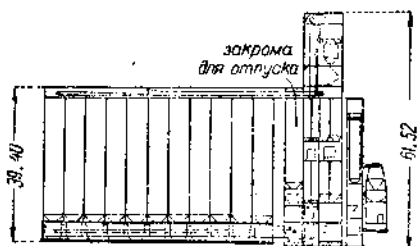
Черт. 39-а.

Нормальная приемная способность элеватора с ж. д. при двух двойных приемных ларях на двух путях—6 ваг. в час, максимальная 9 ваг. в час; гужевая—в зависимости от фронта амбара.

Промышленные элеваторы, как правило, электрифицируются. Энергия получается или от силовой станции комбината, или от городской, или районной станции. Потребная мощность составляет ок. 30 л. HP.

3. Портовые элеваторы—строятся при морских портах и служат для переброски экспортного зерна с ж. д. на морские суда или же, наоборот, для загрузки импортного зерна, поступающего с моря, на ж. д.

Поступление больших масс зерна и необходимость отгрузки его в сравнительно короткий срок навигации, остающийся после уборки урожая, заставляет применять на портовых элеваторах мощные устройства по приему зерна с ж. д. и такие же отгрузочные на п/х. На николаевском элеваторе мощность отпускных агрегатов—200 т/час, на херсонском—500 т/час.



Общий продольный разрез

Общий продольный разрез

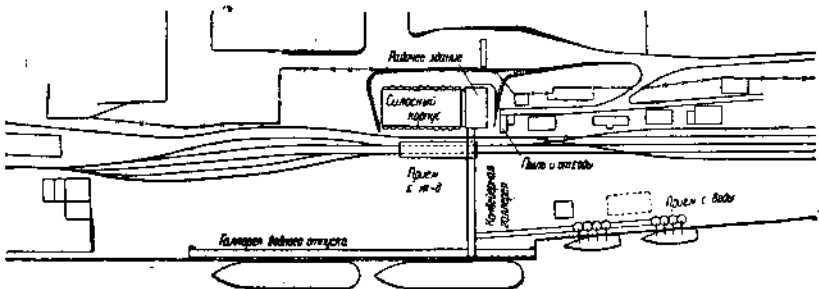
Черт. 39-б.

Элеватор в Херсоне (черт. 39-а и б и 40) запроектирован американской фирмой Дж. Стюарт и представляет наиболее распространенный тип портового элеватора. Херсонский элеватор может осуществлять след. операции за 7 час.:

1) принять с ж. д. 2 000 т, 2) с р. Днепра 3 200 т, 3) с грузового и автомобильного транспорта 250 т; 4) отпустить на п/х 7 000 т, 5) очистить 1120 т, 6) просушить 200 т, 7) отпустить на ж. д. 330 т.

Работа элеватора в основном происходит по след. схеме. Зерно, прибывающее с ж. д., разгружается на двух путях в 12 приемных ларей (с продольными лентами, описанными ранее). Из ларей зерно системой двух конвейеров передается в рабочую башню, поднимается двумя из шести нориями, проходит через весы и далее через распределительные трубы системы Майо или попадает в надсепараторные силосы, если подлежит очистке, или, если очистки не требуется, через верхние конвейеры загружается в силосный корпус.

В закромах силосного корпуса, состоящего из 66 круглых и 50 промежуточных силосов, общей емкостью 42 750 т, подбираются партии однородного зерна для погрузки на п/х. Предназначенное для отправки на воду зерно из силосов четырьмя нижними конвейерами непосредственно или через нижние поперечные транспортеры подается к башмакам четырех норий, поднимается ими, взвешивается и через трубы Майо попадает в отпускные закрома, откуда четырьмя конвейерами, расположенными в надземной галерее, переносится к набережной и здесь для возможности погрузки одновременно двух п/х распределяется на систему из пяти конвейеров, идущих вдоль набережной, с к-рых зерно сбрасывается в отпускные телескопические трубы, направляемые в трюм п/х.



Черт. 40.

Для возможности приема в элеватор зерна, поступающего на речных баржах с Днепра, и перегрузки его на морские суда запроектирована пневматическая установка на 8 приемников производительностью 700 т/час. Зерно из баржей поступает в береговые бункера, откуда сбрасывается на конвейеры, идущие параллельно набережной, передается ими на конвейер, идущий в башню, и далее включается в схему движения зерна элеватора. Для сушки зерна при элеваторе имеется сушилка производительностью 8 т/час. Возможность приема зерна, поступающего гужом, предусмотрена устройством приемного амбара, работающего по принципу, описанному выше. Из зерноочистительных машин на херсонском элеваторе установлены два сепаратора Монитор производительностью 100 т/час каждый, Картер, производительностью 16 т/час, для отбора ячменя от пшеницы, и Эмерсон производительностью 13 т/час, для отбора кукулы от пшеницы. Элеватор снабжен мощной аспирационной установкой, полностью электрифицирован. Потребная энергия—2 000 kW.

4. Терминальные элеваторы—являются хранилищами, в к-рых зерно, поступающее из первичной сети местных элеваторов и заготовительных пунктов, получает свое окончательное назначение для отправки на экспорт (в портовые элеваторы) или же на внутренний рынок (в промышленные элеваторы).

Терминальные элеваторы строятся обычно в крупных ж.-д. узлах и в местах пересечения ж.-д. и внутренних водных путей для передачи с одного вида транспорта на другой. Иногда терминальные элеваторы выполняют функции хранилища производственного и фуражного зерна для крупных центров (базисные элеваторы). В этих случаях при них устраиваются обычно склады, в к-рых зерно, поступающее россылью из элеватора, затаривается и хранится в ожидании отправки в место потребления. В зависимости от рода путей сообщения, по к-рым зерно прибывает или отправляется, терминальные элеваторы снабжаются устройствами по приему или отгрузки зерна для ж.-д., водных или гужевых путей, схемы к-рых описаны ранее.

5. Лечебные элеваторы—предназначаются для приведения загрязненного или поврежденного зерна в годное состояние. Отличительной их чертой является наличие совер-

шенных установок для очистки зерна и его обеззараживания (сухое и мокрое протравливание).

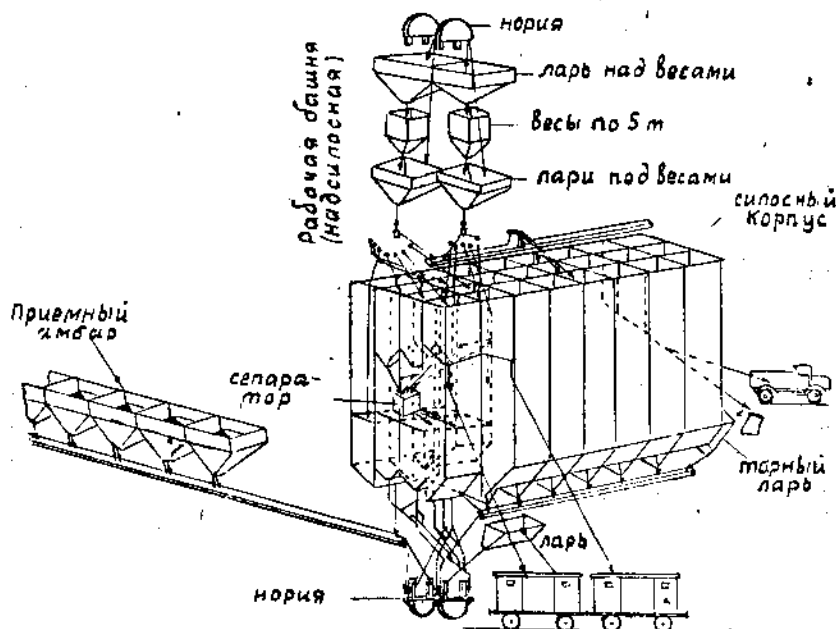
К этому классу относятся также семенные элеваторы, служащие для хранения и переработки зерна, предназначенного для посева. В семенных элеваторах устанавливаются специальные машины (триеры, сортировочные цилиндры, шнеки и т. д.) для точной сортировки и приготовления селекционного зерна высокого качества для посева.

IV. Работа элеватора.

Анализ работы элеватора м. б. произведен в двух направлениях: 1) установление всех возможных путей движения зерна в элеваторе и сопутствующих им операций; 2) количественная оценка работы устройств элеватора и элеватора в целом по производству тех или иных операций с зерном.

§ 1. Схема движения зерна.

Черт. 41 дает схему движения зерна линейного элеватора марки ДЛ-66 в аксонометрической проекции и черт. 42—схему движения зерна херсонского портового элеватора в условном изображении.

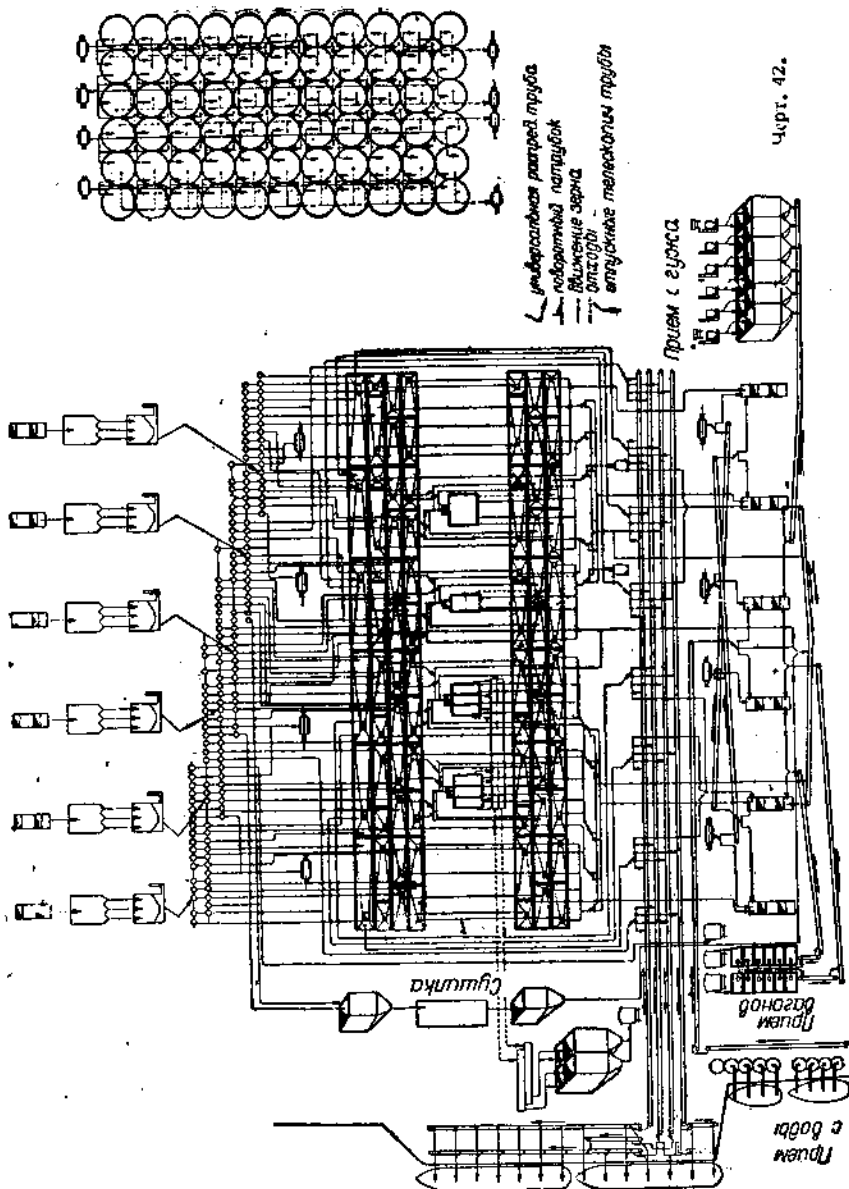


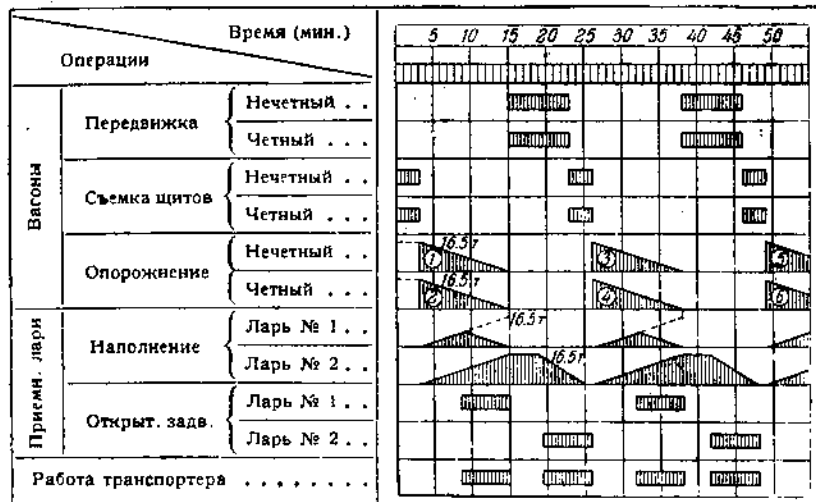
Черт. 41.

§ 2. График работы элеватора.

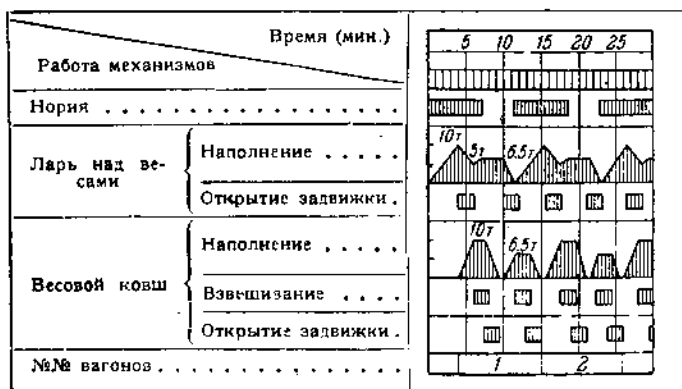
Дает количественный анализ работы элеватора и его устройств. Метод построения графика заключается в размещении операций, производимых элеватором и его устройствами, во времени. За ось времени принимают обычно ось абсцисс, а за ось операций— ось ординат.

Черт. 43 изображает работу нормального приемного устройства с ж. д. по приему 16,5-т ваг. Наполнение и опорожнение приемных ларей показаны путем откладывания (в определенном масштабе) по оси ординат количества находящегося в ларе зерна в данный





Черт. 43. График работы приемного устройства из одного двойного ларя с транспортером производительностью 150 т/час по приему 16,5-т вагонов.



Черт. 44. График работы 10-т ковшевых весов по взвешиванию 16,5 т ж.-д. вагонов при производительности нории в 150 т/час.

момент времени. Черт. 44 дает график работы 10-т ковшевых весов по взвешиванию 16,5-т ж.-д. вагонов. Черт. 45 показывает суточный график работы линейного элеватора ДЛ-66 по приему зерна и отгрузке его на ж. д. Работа отдельных устройств, как напр., весы, в этих случаях не детализируется, а дается условно, исходя из частных графиков работы каждого устройства.

-  Отгрузка зерна из-под сепаратора.
 Отгрузка зерна из силосов в вагоны.
 Уборка зерна из амбара в надсепараторные лари.
 Уборка зерна из амбара в вагоны.

Примечание: Обозначение операций дано в табл. 7 на стр. 686.

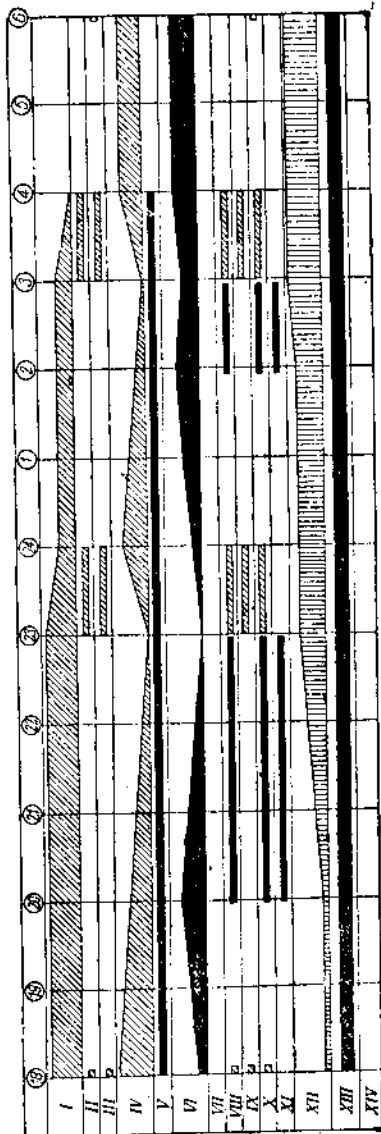
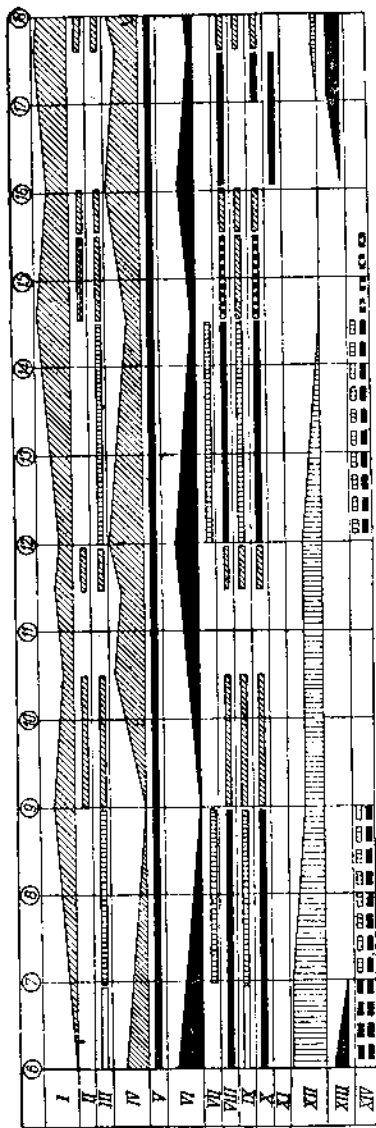


Табл. 7. (Обозначение операций к графику черт. 45.)

Операции	Обозн.	Операции	Обозн.
Накопление зерна в приемном амбаре	I	Работа норрии № 2	VIII
Работа амбарного транспортера « норрии № 1	II	» весов № 1	IX
Накопление ларей над сепаратором	III	» весов № 2	X
Работа сепаратора	IV	» надсилосного транспортера	XI
Наполнение ларей под сепаратором	V	Наполнение средних силосов	XII
Работа подсилосного транспортера	VI	» самотечных силосов	XIII
	VII	Отпуск в ж.-д. вагоны	XIV

V. Перечень данных, необходимых для проектирования элеватора (анкета типового планового задания).

1. Основная характеристика элеватора: а) тип элеватора (терминальный, мельничный, портовый и т. п.); б) главная цель культуры зерна, для которой предназначается элеватор, будут ли др. культуры, $\%$ -ное соотношение различных культур; в) нужно ли проектируемый элеватор связывать с имеющимися или проектируемыми сооружениями.
2. Емкость. а) Общая емкость элеватора в т, включая силосы и оперативные бункера рабочего здания; б) количество отдельных силосов и их желательная емкость.
3. Прием зерна. а) Предполагаемый максимальный прием зерна за сутки, в том числе: с гужа, с ж. д., с воды (с ж. д.—за какое количество подач); б) сколько раб. час. в сутки производится прием зерна (с гужа, с воды); в) на чем подвозится гужевое зерно, — на крестьянских повозках (каких), на тракторных тележках, грузовниках и т. д. (желательно в $\%$); г) на каких судах (тип судов и их габариты, размер и расположение люков) поступает зерно по воде, прибывают ли эти суда в одиночку или караванами (количество судов) и сколько времени можно держать судно (караван) под разгрузкой.
4. Отпуск зерна. а) Максимальное количество отгружаемого из элеватора зерна за сутки, в том числе: на ж. д. (за какое количество подач), на гуж (затаренного, не затаренного), на суда, на производство (мельницы, заводы); б) на какие суда предполагается отгружать зерно; подаются ли суда в одиночку или караваном и сколько времени можно держать судно (караван) под нагрузкой; в) каким способом и куда нужно направлять зерно для переработки на мельнице или на заводе: в завальную яму или в другое место; г) в каком виде должно зерно передаваться на мельницу или завод (очищенное, просушенное, взвешенное, в виде смеси в определенном $\%$ отдельных сортов и т. д.); д) одновременно каких операций следует предвидеть: прием с гужа, с воды, с ж. д., отгрузка на гуж, на воду, на ж. д., на мельницу.
5. Сушка зерна. а) Нужна ли зерносушилка, ее пропускная способность в сутки, желательно указать—какой системы; б) какое зерно предполагается сушить, каких культур, с какого $\%$ и насколько нужно снизить влажность; в) род топлива.
6. Очистка зерна. а) Должно ли зерно очищаться в элеваторе и в чем должна состоять очистка: на сепараторах, кроме сепараторов, еще на триерах или др. машинах (напр., для посевного зерна), все ли зерно должно подвергаться очистке или только какая-либо определенная культура, в каких $\%$; б) предполагается ли утилизировать отходы очистки, нужно ли их разделять на сорта, какие и сколько, или же следует отходы уничтожать; в) куда требуется отгружать те или иные отходы, нужно ли их взвешивать, затаривать и т. д.
7. Аспирация. а) Нужно ли предусмотреть аспирацию; б) нужно ли аспирировать оборудование во всех точках перепада зерна; в) что еще нужно аспирировать.
8. Энергия. а) Необходимо ли сооружение собственной силовой станции (и на каком топливе) и расширение существующей или возможно получение готовой энергии и какой (для эл.-станции—расстояние ее от места строительства); б) нужно ли часть энергии силовой станции элеватора отдавать для каких-либо др. учреждений, предприятий или сооружений (на какое расстояние); в) предъявляются ли какие-либо особые требования к роду передачи энергии или этот вопрос представляется всецело на усмотрение проектирующей организации; г) необходима ли механизация подачи топлива к силовой станции.
9. Пути. а) На сколько подач в сутки следует рассчитывать пути; б) на какое время под нагрузку или выгрузку предоставляются ж. д. вагоны к элеватору; в) прочие соображения относительно ж. д. и иных путей, необходимо ли предусмотреть для маневров локомотор, кабестан, кукушку.
10. Номенклатура и характеристика подсобных сооружений при элеваторе (напр., контора, общественные здания, рабочие удобства, жилищное строительство и т. п.).
11. Будущее развитие емкости, пропускной способности, очистки, сушки, силовой станции и т. д.

Силосы и бункера.

I. Давление сыпучих тел на стены и дно бункеров и силосов.

§ 1. Давление на стены и дно бункеров.

Для невысоких по отношению к площади основания закромов, каковыми являются бункера, давление сыпучего тела м. б. с достаточной для практики степенью точности определено по ф-лам для подпорных стенок.

При горизонтальной поверхности сыпучего тела будем иметь след. значения (полагая угол трения сыпучего тела по стенке $\varphi = 0$).

Горизонтальное (боковое) давление на вертикальную стенку на единицу поверхности стенки:

$$p = \gamma h \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (1)$$

где γ — об. насыпной вес сыпучего тела (табл. 8), h — высота от поверхности до точки, где определяется давление, φ — угол естественного откоса сыпучего тела (табл. 8).

Табл. 8. Значения γ , φ и f_2 .

Сыпучее тело	γ кг/м ³			φ°			f_2 (по бетону или дереву)		
	от	до	реком. расчет знач.	от	до	реком. расчет знач.	от	до	реком. расчет знач.
Пшеница	585	815	800	24	27	25	0,40	0,65	0,40
Рожь	575	762	750	26	27	26	—	0,62	0,40
Ячмень	488	733	700	26	28	26	0,45	0,60	0,45
Овес	291	558	500	26	27	26	0,47	0,67	0,45
Кукуруза	706	757	750	27	30	27	0,42	0,51	0,40
Бобы	736	750	750	—	32	—	0,44	—	0,40
Горох	800	810	800	—	25	25	0,30	—	0,30
Льняное семя	653	660	650	22	25	22	0,41	0,53	0,40
Подсолнух	275	443	450	—	—	—	—	—	—
Песок (сухой)	1 400	1 650	1 600	30	35	30	0,58	—	0,50
Гравий (сухой)	1 700	1 800	1 800	40	45	40	0,30	—	0,30
Газовый уголь	800	900	900	35	45	—	0,30	0,70	—
Антрацит	830	900	900	—	—	—	0,50	—	—
Кокс	370	600	600	27	45	—	0,30	0,80	—
Руда железная	1 800	—	—	35	45	—	0,30	0,58	—
Цемент	1 400	1 600	1 600	25	40	30	0,30	—	0,58
Соль комовая	1 015	1 250	1 250	—	40	—	0,30	—	—
Шлак	640	1 720	700	40	—	—	0,30	—	—

Вертикальное давление на горизонтальную плоскость (напр., плоское дно бункера), расположенную на глубине h :

$$q = \gamma h. \quad (2)$$

Нормальное давление на наклоненную под углом α к горизонту плоскость при насыпи выше верха (напр., наклонная поверхность дна бункера) на глубине h от поверхности сыпучего тела:

$$q_n = p \cdot \sin^2 \alpha + q \cdot \cos^2 \alpha = \gamma h \left[\sin^2 \alpha \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \cos^2 \alpha \right]. \quad (3)$$

Полное боковое давление на вертикальную стенку (равнодействующая горизонтального давления):

$$P = \frac{\gamma h^3}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (1')$$

где h — полная высота стенки.

Полное давление на плоское дно (равнодействующая вертикального давления):

$$Q = \gamma h \omega, \quad (2')$$

где ω — площадь бункера.

§ 2. Давление на стены и дно силосов.

Для высоких по отношению к площади основания закроев, каковыми являются силосы, давление на стены и дно определяется по ф-лам Янсена или Кенена.

а) Формула Янсена. Горизонтальное давление:

$$p = \frac{\gamma R}{f_2} \left(1 - e^{-f_2 n \frac{h}{R}} \right). \quad (4)$$

Вертикальное давление:

$$q = \frac{p}{n} = \frac{\gamma R}{f_2 n} \left(1 - e^{-f_2 n \frac{h}{R}} \right), \quad (5)$$

где γ —об. в. сыпучего тела, R —гидравлический радиус,—отношение площади внутреннего поперечного сечения силоса к его периметру (для круглого сечения $R = \frac{D}{4}$,

где D —диам. круга; для квадратного сечения $R = \frac{a}{4}$, где a —сторона квадрата; для

прямоугольного $R = \frac{ab}{2(a+b)}$, где a и b —стороны прямоугольника), f_2 —коэф-т трения сыпучего тела о стенку силоса (для бетонных и деревянных зерновых силосов обычно полагают $f_2 = 0,40$), $e = 2,71828$...—основание натуральных логарифмов, n —опытный коэф-т соотношения горизонтального и вертикального давлений (для пшеницы обычно принимают $n = 0,44$), h —глубина от поверхности сыпучего тела до точки, где определяется давление.

б) Формула Кенена.

В ф-ле Кенена коэф-т n , входящий в ф-лу Янсена, принимается равным:

$$n = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right),$$

где φ —угол естественного откоса сыпучего тела.

В соответствии с этим ф-ла принимает след вид. Горизонтальное давление:

$$p = \frac{\gamma R}{f_2} \left(1 - e^{-f_2 \frac{h}{R} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \right), \quad (6)$$

Вертикальное давление:

$$q = \frac{p}{\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} = \frac{\gamma R}{f_2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \left[1 - e^{-f_2 \frac{h}{R} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \right]. \quad (7)$$

Значения γ , φ и f_2 даны в табл. 8.

Анализ формул Янсена и Кенена показывает, что давление, как горизонтальное, так и вертикальное, не возрастает беспрестанно с увеличением глубины, но стремится к нек-рому максимуму, равному:

для ф-лы Янсена:

$$p_{\max} = \frac{\gamma R}{f_2}; \quad (4')$$

$$q_{\max} = \frac{\gamma R}{f_2 n}; \quad (5')$$

для ф-лы Кенена:

$$p_{\max} = \frac{\gamma R}{f_2}; \quad (6')$$

(совпадает с формулой Янсена);

$$q_{\max} = \frac{\gamma R}{f_2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)}. \quad (7')$$

Для вычисления выражения вида

$$1 - e^{-x},$$

входящего в ф-лу Янсена и Кенена, существуют след. приемы.

1) Имеем:

$$1 - e^{-x} = \frac{e^x - 1}{e^x}, \quad (8)$$

где значение e^x находится по табл. натуральных логарифмов на основании равенства:

$$\ln e^x = x, \quad (9)$$

или по таблице десятичных логарифмов по выражению:

$$\lg e^x = x \cdot \lg e = 0,43429x. \quad (10)$$

2) Выражение $1 - e^{-x}$ может быть представлено в след. виде:

$$1 - e^{-x} = 1 + \frac{e^x - e^{-x}}{2} - \frac{e^{-x} + e^x}{2} = 1 + \operatorname{sh} x - \operatorname{ch} x, \quad (11)$$

где значения $\operatorname{sh} x$ и $\operatorname{ch} x$ находятся по табл. гиперболических ф-ий.

3) Для зерна с объём. в. 800 кг/м^3 значения p в кг/см^2 по ф-ле Янсена для круглых силосов м. б. найдены из левой части номограммы для определения арматуры стен круглых силосов (черт. 72) по данным D и $\mu = \frac{H}{D}$, где H —глубина от поверхности сыпучего тела и D —диам. силоса.

Давление на плоскость, наклоненную под углом α к горизонту, напр., наклонную поверхность днаща, находится из выражения:

$$q_\alpha = p \cdot \sin^2 \alpha + q \cdot \cos^2 \alpha, \quad (12)$$

где значения p и q берутся из приведенных выше ф-л.

II. Деревянные силосы и бункера.

§ 1. Стены деревянных закрмов.

1. Стены закрмов стоечной конструкции—применяются для небольших по высоте закрмов. Наиболее распространенная конструкция—забранные в пазы стоек доски на ребро (черт. 46). Расстояние между стойками—около 2 м; доски четвертуются для устранения возможности высыпания зерна. Доски должны иметь возможность свободно садиться в пазы для предотвращения образования прозоров между ними от усушки леса.

В целях экономии материала и рабочей силы бревенчатые стойки м. б. заменены досками; в этом случае пазы образуются нашивкой реек (черт. 47).

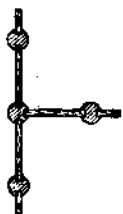
2. Стены силосов, сложенные из положенных плашмя досок,—наиболее распространенный и экономичный тип для деревянных силосов. Употребительные размеры сторон силосов—2—3 м, высота до 20 м. Силосные доски (употребительные сечения— 5×10 , 5×12 , 5×15 см) кладутся одна на другую плашмя и сбиваются гвоздями через 50—75 см по длине в шахматном порядке. Длина гвоздей берется с таким расчетом, чтобы каждый гвоздь пробивал не менее двух рядов досок. В углах доски одного направления пропускаются насквозь, а доски

другого направления—срезаются в месте примыкания к сквозным. В следующем по высоте ряду сквозные и перерезанные доски меняются своими местами и т. д. (черт. 48). В местах пересечения (углах) доски сбиваются дополнительными двумя—тремя гвоздями.

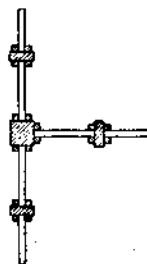
Расчет стен ведется на изгиб от бокового давления зерна. При наибольшей стороне силоса a и горизонтальном давлении сыпучего тела p изгибающий момент обычно принимают равным:

$$M = \frac{pa^3}{12}. \quad (13)$$

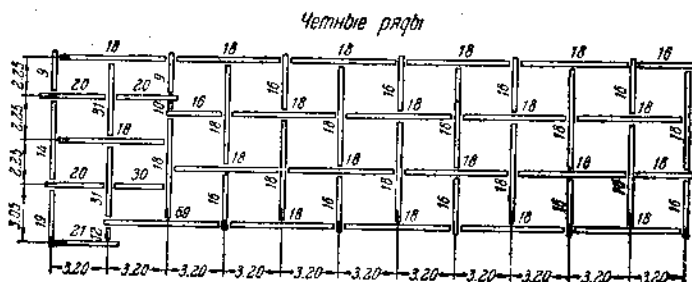
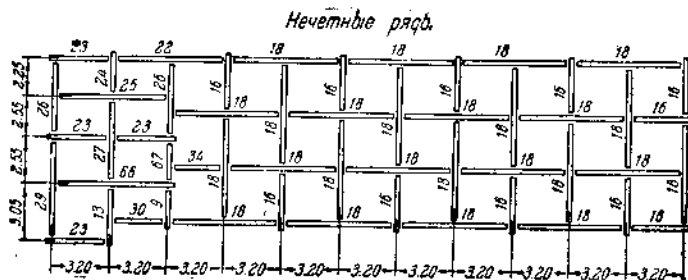
Этот момент должно воспринимать наиболее ослабленное сечение стены близ углов, где половина досок перерезана.



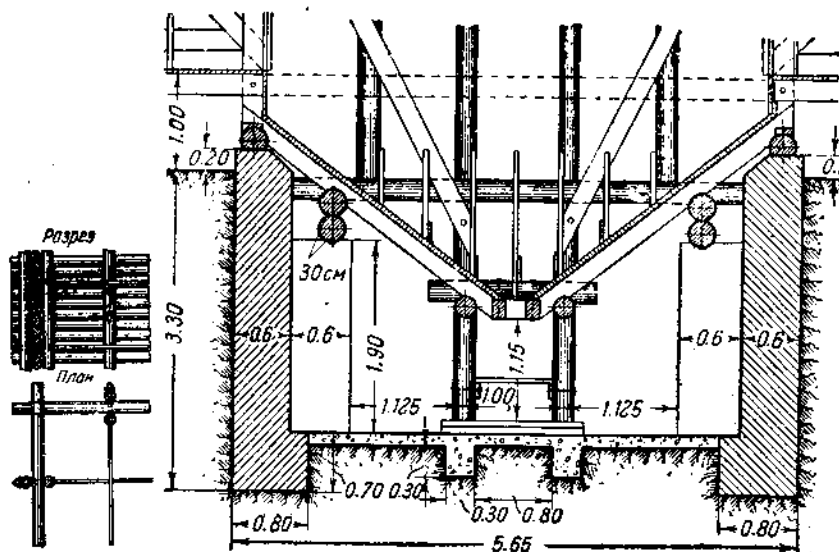
Черт. 46.



Черт. 47.



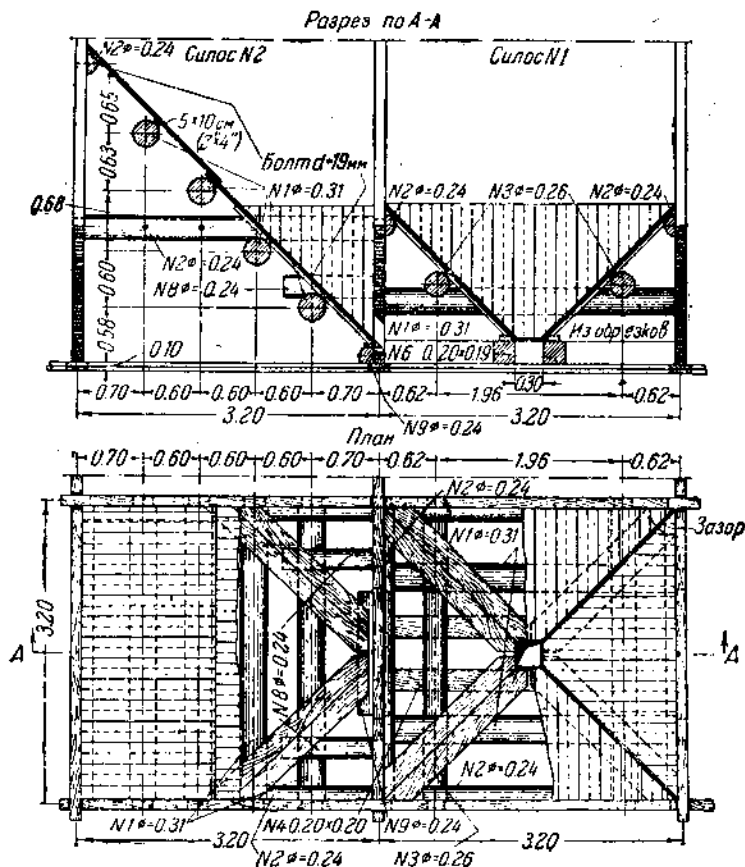
Черт. 48.



Черт. 49.

Черт. 50.

3. Стены силосов, рубленные из бревен,—практикуются в богатых лесом районах со слабо развитой деревообрабатывающей промышленностью. Рубка производится с остатком. Употребительные размеры сторон силосов—4—5 м и высота—до 15—20 м. При больших размерах в плане приходится стены в пролете стягивать железными тросами. Тяжи прикрепляются к сжимным брусам и устанавливаются в несколько рядов по высоте



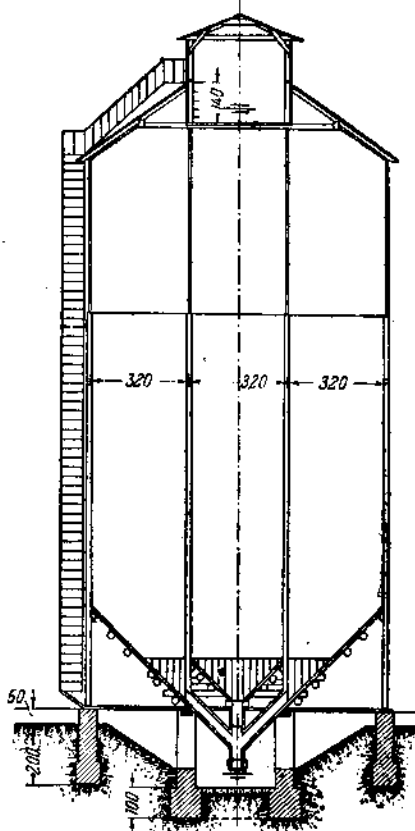
Черт. 1.

(черт. 49). Для свободной осадки стен отверстия для болтов, стягивающих сжимы, делаются продолговатыми в вертикальном направлении.

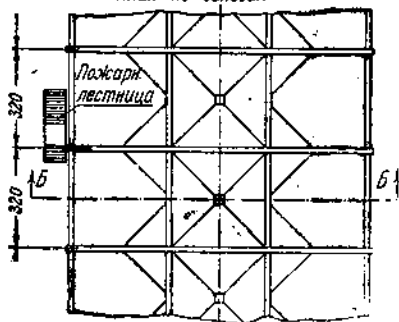
§ 2. Днища деревянных закровов.

Несущая конструкция дний невысоких закровов делается обычно из досок, уложенных на ребро по брусчатым или бревенчатым прогонам (черт. 50). По ребрам устраивается досчатый настил. Для достижения лучшего самотеча сыпучего тела иногда применяется обшивка настила черным кровельным железом или же плоскостями дний дается несколько бо́льший уклон и вместо железного устраивается вторая деревянная обшивка всперекрой швов с первой. Направление досок обшивки должно совпа-

Поперечный разрез по Б-Б



План по силосам



Черт. 52.

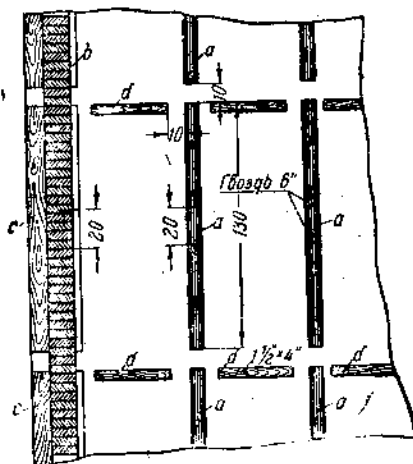
дать с направлением скатов днища для достижения лучшего самотека сыпучего тела. При этом, если ребра днища направлены вдоль ската под настил, необходимо устройство обрешетки.

Днища силосов устраиваются обычно по балкам из круглого леса, закладываемым в гнезда, остающиеся в силосной кладке. Во избежание расстройств днищ от неизбежной осадки силосных стен настил устраивается след. обр. (черт. 51). По балкам укладываются диагональные доски (разжелобки), пришиваемые только своим верхним концом. Затем на балки нашиваются горизонтальные рейки под одну плоскость с разжелобками. На образовавшееся основание укладываются предварительно сбитые из двух слоев досок (вперекрой швом) три угольные щиты. Щиты пришиваются гвоздями лишь к верхней балке (платине), остальные же кромки щита свободно лежат на досках разжелобка. Между смежными щитами и в местах примыкания к выпускному отверстию оставляется прозор на осадку. Указанная конструкция позволяет силосной кладке давать осадку, не расстраивая днища, а лишь несколько уменьшая уклон его плоскостей.

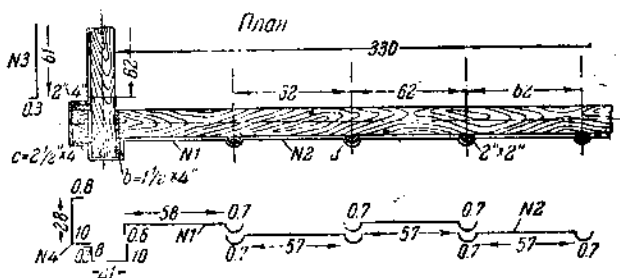
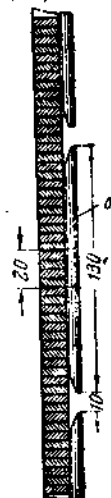
§ 3. Деревянные силосные корпуса.

Деревянные силосные корпуса представляют собой связанные в одно целое группы силосов (черт. 52). Фундаменты делаются обычно в виде сплошных бутовых или бетонных стен под всеми деревянными стенами, где только возможно. На верхний обрез стен для распределения давления кладется досчатая или брусчатая обвязка и затем силосная кладка. Пожарные правила ограничивают площадь деревянных силосных корпусов для зерна пределом 500 м². Точно так же в целях пожарной безопасности и для защиты от атмосферных воздействий стены корпусов обшиваются снаружи оцинкованным кровельным железом, а в последнее время также асбофанерой и этернитом. Для предотвращения коробления железной обшивки от осадки стен таковая устраивается в виде скользящих друг по другу листов, нашитых на вертикальные рейки (черт. 53). Вертикальные швы между листами осуществляются полукруглыми гофрами, а горизонтальные — для возможности свободной осадки — внахлестку. Полная осадка силосных корпусов достигает до 30% высоты и является следствием как поперечной усушки леса, так и упругого обжатия силосной кладки от составляющей веса сыпучих тел, передающегося трением о стены. По этой причине осадка силосных корпусов является величиной переменной, увеличивающейся с загрузкой силосов и уменьшающейся с их опорожнением. Указанные обстоятельства требуют устройства специальных сопряжений в местах примыкания к ст-

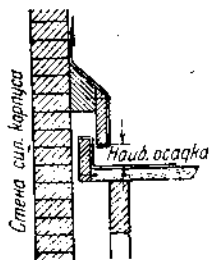
Часть фасада стены А*
(обрешотка)



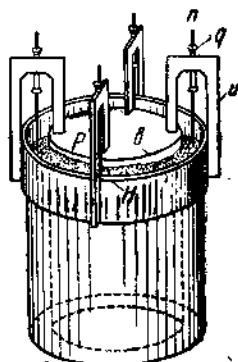
Разрез



Черт. 53.



Черт. 54.



Черт. 55.

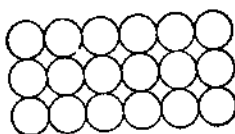
требуется много опалубки, т. к. оборот ее происходит медленно. Эти недостатки устранены при бетонировании стен в подвижных формах. Последние не отрываются от бетона, а скользят вдоль бетонизируемой поверхности, непрерывно подвигаясь вверх, благодаря чему бетон стен целиком обнажается от форм уже через 12 час. Схема устройства подвижных форм ясна из черт. 55 и 56. Опалубка состоит из двух колец, — наружного и внутреннего, каждая высотой обычно 1,20 м. По внутреннему кольцу устраиваются настилы p , называемые рабочей площадкой, с к-рого производится заполнение промежутков между наружной и внутренней опалубками бетоном для образования стены. Оба кольца опалубки соединены в одно целое посредством жестких П-образных рам u , называемых йоками (от английского слова *yoke* — ярмо). К йокам прикреплены домкраты q , называемые также английскими слова *jack* — домкрат) и осуществляющие подъем форм. Домкраты поднимают йоки, а вместе с ними и всю опалубку. Точкой опоры для подъема являются т. н. джекковые прутья $л$, представляющие собой стержни из круглого (25 мм) железа, закладываемые в пространство между опалубками. Домкрат опирается на джек-путь при помощи особого приспособления (зажимной коробки) с челюстями. Бетонирование и укладка в стенки арматуры происходят непрерывно по мере подъема. Быстрога движения форм вверх колеблется от 1 до 2,5 м в сутки. Благодаря этому темпы постройки сооружений, выполняемых в подвижных формах, чрезвычайно быстры. Так, напр., стены железобетонного элеватора при совхозе «Гигант», высотой 46 м, были построены в 19 дней (1928 г.). В настоящее время благодаря указанным преимуществам подвижные формы получили применение не только в элеваторном строительстве, но и в целом ряде других областей, как, напр., для мельниц, холодильников, водонапорных башен, железобетонных дымовых труб и наконец в жилищном строительстве.

Сооружение, проектируемое для выполнения в подвижной опалубке, должно удовлетворять след. требованиям:

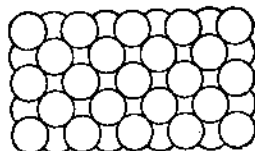
- 1) все элементы, выполняемые в подвижной опалубке, д. б. вертикально расположены в пространстве;
- 2) толщины стен и балок (если последние также выполняются в подвижных формах) на одной и той же вертикали д. б. одинаковы;
- 3) наименьшая толщина элементов — 12 см (при меньшей толщине бетон может утоньшаться формами);
- 4) сооружение или часть его, выполняемая в подвижной опалубке, должны иметь своим основанием горизонтальную плоскость (с к-рой формы начинают подъем).

§ 2. Силосные корпуса с круглыми силосами.

Силосные корпуса с круглыми силосами дают, как правило, более экономическое решение по сравнению со всякой иной формой силосов, если только площадь поперечного сечения силоса сколько-нибудь значительна (в обычных условиях — более 10 м²).



Черт. 57.



Черт. 58.

Силосные корпуса образуются сечением круглых силосов и по расположению силосов в плане делятся на: 1) простое расположение (черт. 57); 2) шахматное расположение (черт. 58).

Если $л$ — количество рядов круглых силосов продольного направления, $к$ — то же поперечного направления, то для простого расположения количество круглых силосов:

$$N_K = лк;$$

промежуточных (т. н. звездчатых силосов, или звездочек):

$$N_3 = (л - 1)(к - 1).$$

Полное количество силосов:

$$N = N_K + N_3 = лк + (л - 1)(к - 1) = 2лк - (л + к) + 1.$$

Для шахматного расположения:

$$N_K = \frac{nk + 1}{2};$$

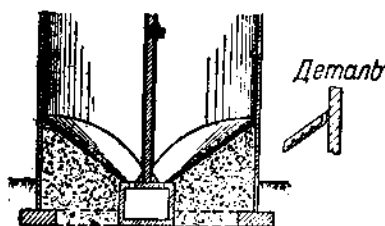
$$N_3 = \frac{nk - 1}{2};$$

$$N = N_K + N_3 = nk.$$

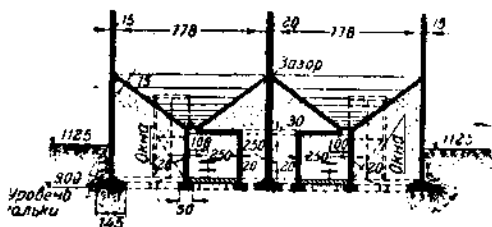
Здесь n и k — нечетные числа. Составные части силосного корпуса: 1) подсилосное помещение (подвал) с фундаментом, нижней частью стен и днищами; 2) собственно стены; 3) надсилосное помещение, включающее перекрытие по силосам и надсилосную галлерею.

а) Типы подвалов и днищ.

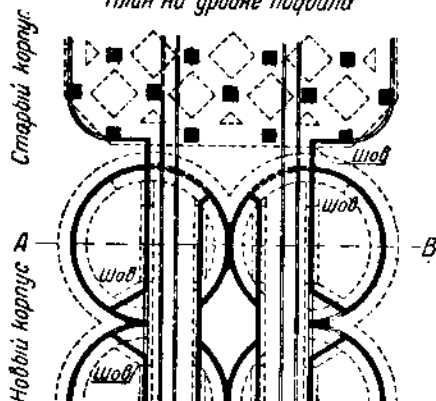
Подвалы с тоннелем для про пуска подсилосного транспорта



Черт. 59.

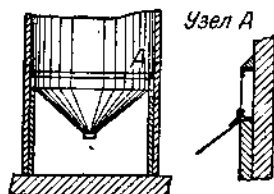


План на уровне подвала

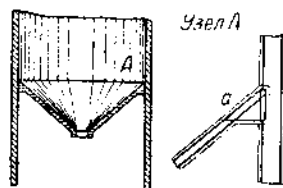


Черт. 60.

(черт. 59 и 60) весьма экономичны, т. к. днища образуются простой засыпкой песком или песчано-глинистым грунтом (с последующей укладкой бетонной плиты). Недостатки, — необходимость искусственного освещения и плохая вентиляция, — м. б. избегнуты лишь в частных случаях (напр., черт. 60, где благодаря особому тоннелю под каждым рядом силосов достигнуто боковое освещение).



Черт. 61



Черт. 62.

Светлые подвалы имеют свободное пространство под днищами, допускающее устройство естественного освещения и вентиляции. Обычно при грунтах среднего качества фундамент в этих случаях устраивается в виде сплошной безбалочной плиты под весь силосный корпус. Стены обычно возводятся в подвижных формах с уровня фундаментной плиты и имеют проемы для про пуска подсилосных транспортеров, проходов и освещения. Днища устраиваются уже после возведения стен, чем достигается уменьшение сроков постройки. Ниже даны конструкция и расчет днищ.

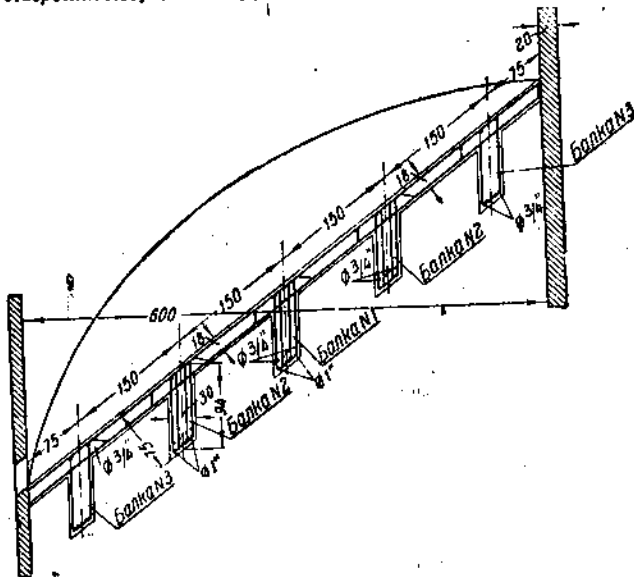
Вертикальная реакция опорного кольца на п. м длины его опоры:

$$V = \frac{qr}{2} + \frac{Q}{2\pi r} \quad (17)$$

где Q — наибольшее значение Q_x .

Днища по балкам (черт. 64 и 65) удобны тем, что выпускные отверстия м. б. расположены не по центру силоса. Железные двутавровые балки применяются при диам. силосов до 6 м, железобетонные — до 7—8 м. Расчет балок ведется на нормальную к плоскости днища составляющего давления зерна q_a . Склоны днища в направлениях, перпендикулярных основному, образуются забуткой из тощего шлакобетона.

Днища на колоннах применяются при любых диам. силосов и любом расположении выпускных отверстий. Несущая конструкция днища — плоская безбалочная плита, склоны



Черт. 65.

же образуются заполнением из песчаного или песчано-глинистого грунта, а иногда — тощего шлакобетона с последующим покрытием бетонной плитой. Важно, чтобы между бетонной плитой и стенами силоса оставался прозор, т. к. в виду осадки грунтового заполнения может появиться сосредоточенное горизонтальное давление на стены в месте примыкания бетонной плиты. Черт. 66—69 изображает подвалы силосного корпуса при простом двухрядном расположении силосов и днищах на 1, 4, 9 и 12 колоннах, причем плита днищ на 1 и 12 колоннах частично опирается на штрабу в силосных стенах, а плита днищ на 4 и 9 колоннах независима от силосных стен, что удобнее в работе.

Черт. 70 изображает подвал при шахматном расположении в три ряда и черт. 71 — при шахматном многорядном расположении (для силосных корпусов больших емкостей).

б) Стены силосных корпусов.

Стены силосных корпусов имеют след. употребительные размеры: высота до 30 м, диам. силосов 4—15 м (для зерна обычно 5—9 м), толщина 12—18 см, одинаковая снизу доверху (по условиям выполнения в подвижных формах). Расчет силосных стен ведется на сжатие в нижнем, ослабленном проемами сечении и на растяжение от давления зерна. При днищах, полностью опирающихся на стены, наибольшее сжимающее усилие равно полному весу зерна и выше лежащей конструкции; при независимых от стен днищах (гл. обр. днища на колоннах) сжимающее усилие равно весу зерна и выше лежащей конструкции минус давление зерна на днище.

Растягивающее усилие в стенке круглого силоса на 1 л. м высоты:

$$Z = pr, \quad (18)$$

где p —горизонтальное давление сыпучего тела на данной глубине, r —радиус силоса. Необходимая площадь арматуры на 1 л. м высоты вычисляется по ф-ле:

$$f = \frac{Z}{\sigma_s}, \quad (19)$$

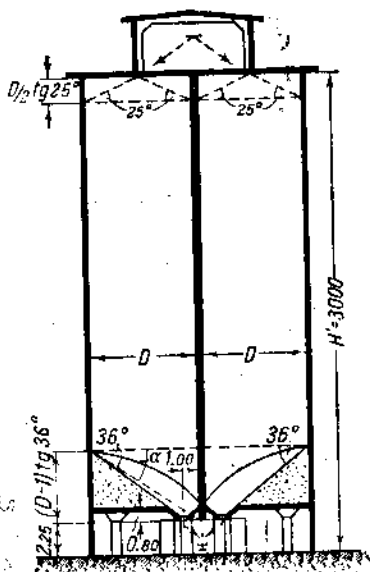
где σ_s —допускаемое напряжение железа на растяжение.

Кроме того во избежание появления трещин делается проверка на растягивающие напряжения в бетоне по ф-ле (все величины в кг и см):

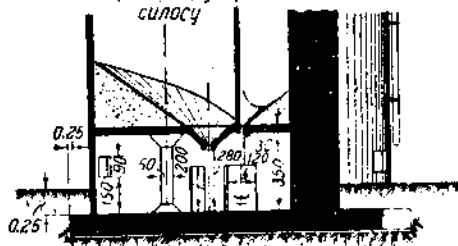
$$\sigma'_s = \frac{Z}{100d + n}, \quad (20)$$

где d —толщина стенки в см, n —отношение модулей упругости железа к бетону. Наибольшее значение σ'_s не должно превосходить допускаемого нормами (для бетона марки М-110 $\sigma'_s = 11 \text{ кг/см}^2$).

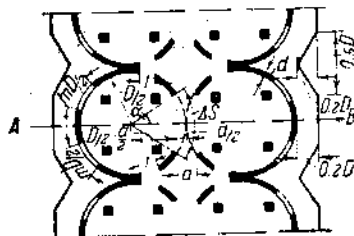
Расчет арматуры в силосах для тяжелого ($\gamma = 0,8 \text{ т/м}^3$) зерна можно произвести графически, пользуясь номограммой черт. 72. (Левая половина—номограмма проф. Шумского, правая—инж. Синицына), по данным D —диаметру силоса и $\mu = \frac{H}{D}$, где H —глубина, на к-рой определяется арматура. Порядок пользования указан направлением стрелок; площадь арматуры дана на 1 л. м высоты стенки; количество стержней—в предположении одиночной армировки.



Разрез по кругу, Разр. по звездочке
силосу



Черт. 66.



Черт. 67.

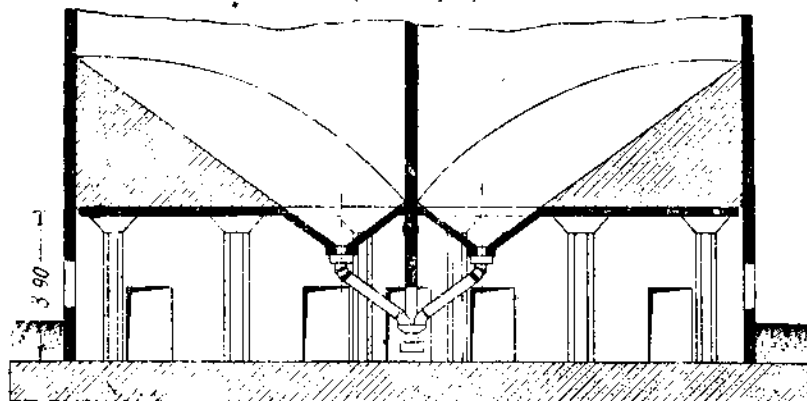
Расчет стен промежуточных силосов (звездочек) обычно не производится, т. к. каждую из сторон (квадрантов) звездочки можно рассматривать как круговой свод с закрепленными пятнами, нагруженный радиальной нагрузкой. При этом (пренебрегая продольными деформациями в железобетоне) в такой системе возникают лишь сжимающие напряжения, к-рые настолько незначительны, что не требуют усиления основной арматуры, полученной из расчета круглого силоса.

Арматура силосных стен состоит из горизонтальной, работающей на растяжение, и вертикальной—распределительной, работающей совместно с бетоном на сжатие. Т. к. основная работа стен—чистое растяжение, то арматура м. б. одиночной, за исключением нижней части стен, где сжимающие напряжения обычно превосходят допускаемые на неармированное бетонное сечение и, следовательно, требуется постановка двойной вертикальной и горизонтальной арматуры (черт. 73).

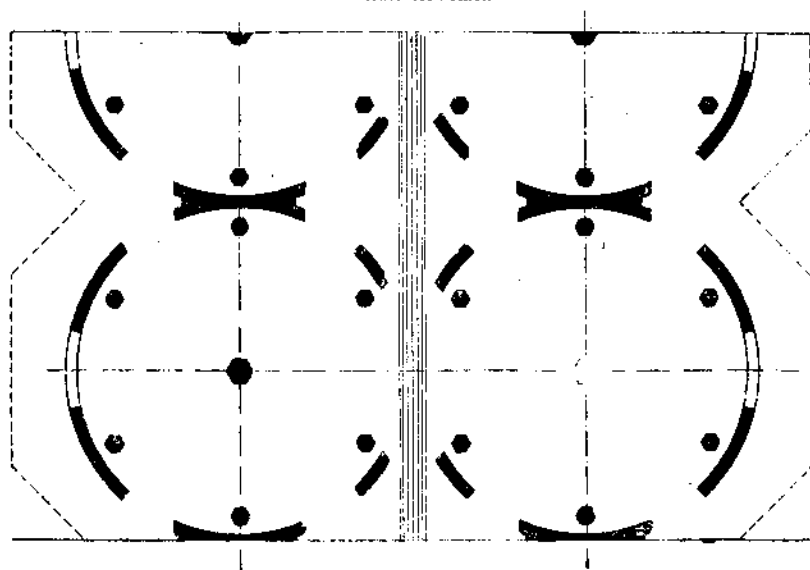
в) Надсилосное помещение.

Надсилосное помещение состоит из надсилосного перекрытия, стен галлерей и краши. В качестве опалубки надсилосного перекрытия обычно используется рабочая

Поперечный разрез



План подвала



Черт. 68.

площадка подвижных форм, поэтому верх силосов заканчивается под одну горизонтальную плоскость. При расположении силосов в два ряда надсилосное перекрытие подвешивается к железобетонным стенкам галлерей, ч-рая используется как несущая конструк-

ция (черт. 67). При больших диаметрах силосов в перекрытие вводятся дополнительные балки (черт. 69), для образования к-рых в рабочей площадке подвижных форм заранее делаются короба.

На черт. 74 показана конструкция галлерей для шахматного расположения силосов в три ряда, осуществленная в виде комбинации двух типов чередующихся деревянных сводов системы Шухова-Брода разной высоты, чем достигается устройство верхнего света.

г) Строительная стоимость силосных корпусов.

Строительная стоимость силосных корпусов зависит от диам. силосов. Для наиболее распространенного расположения силосов в два ряда с днищами на колоннах имеем след. выводы:

1) стоимость единицы строительного объема неуклонно падает с увеличением диам. силосов, при чем падение тем резче, чем меньше сравниваемые диаметры; черт. 75.

2) стоимость единицы полезной емкости также уменьшается с увеличением диам., однако уменьшение, особенно резкое при малых и средних диам. (3—6 м), идет по затухающей кривой, и с нек-рой точки, соответствующей диаметру 7—8 м, стоимость остается почти постоянной. Черт. 76.

Стоимость силосных корпусов этого типа для зерна при средних ценах на материалы и рабочую силу и диаметрах от 3 до 13 м дана на черт. 75 и 76.

Для корпусов с однорядным расположением силосов минимум стоимости единицы строительного объема и единицы полезной емкости смещается в сторону больших диаметров по сравнению с расположением силосов в два ряда.

Предел применения больших диаметров для зерновых силосов ставится: 1) необходимостью иметь определенное количество силосов для разных культур; 2) опасностью порчи больших масс зерна от самосогревания.

§ 3. Прямоугольные силосы и бункера.

а) Расчет и конструкция стен.

Изгибающие моменты в углах изолированного прямоугольного силоса:

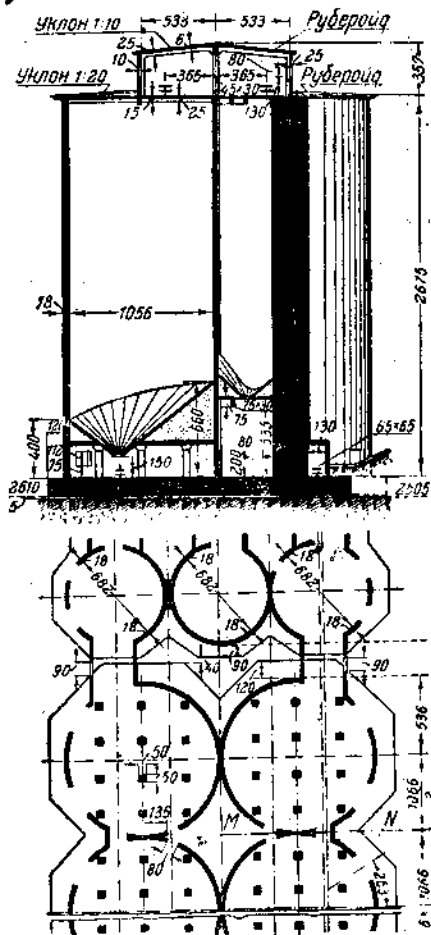
$$M = -\frac{p}{12} \cdot \frac{a^3 + \frac{I_a}{I_b} b^3}{a + \frac{I_a}{I_b} b}, \quad (21)$$

где p —горизонтальное давление сыпучего тела, a и b —длины сторон силоса, I_a и I_b —моменты инерции соответствующих сторон.

Изгибающие моменты посредине пролета стен a и b ;

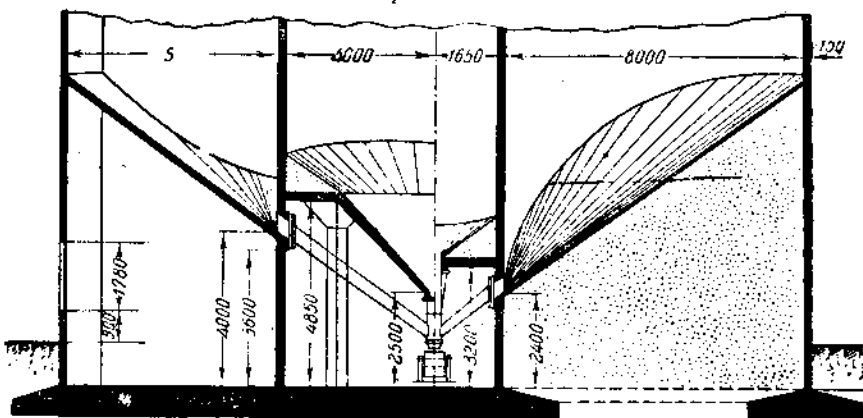
$$M_a = \frac{pa^2}{8} + M; \quad (22)$$

$$M_b = \frac{pb^2}{8} + M. \quad (23)$$

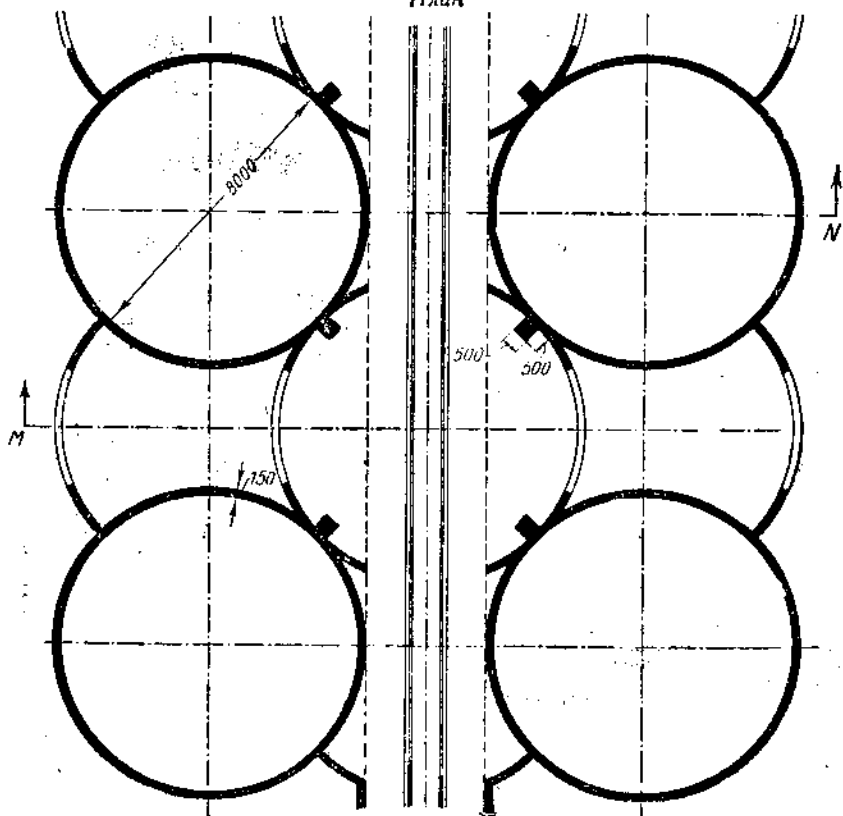


Черт. 69.

Разрез по МН.

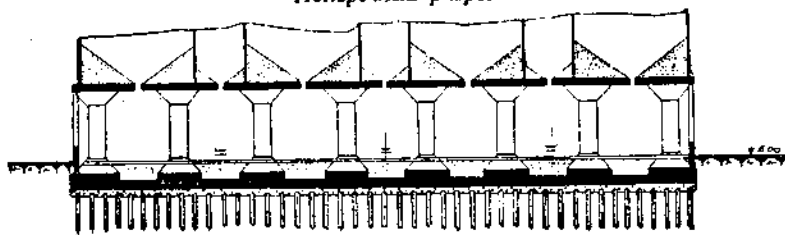


План

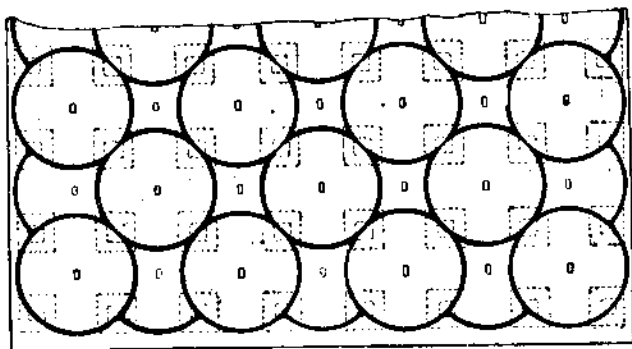


Черт. 70.

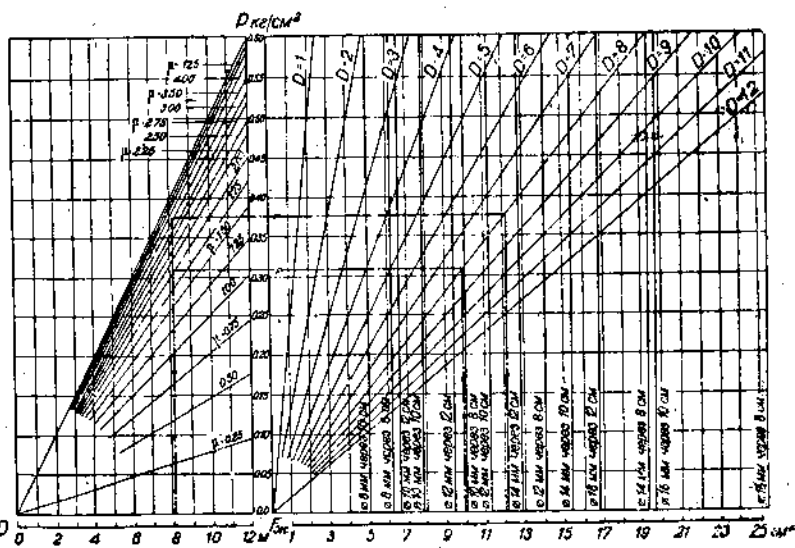
Поперечный разрез



План



Черт. 71.



Черт. 72.

Растягивающие усилия в стенах a и b :

$$Z_a = \frac{pb}{2}; \quad (24)$$

$$Z_b = \frac{pa}{2}. \quad (25)$$

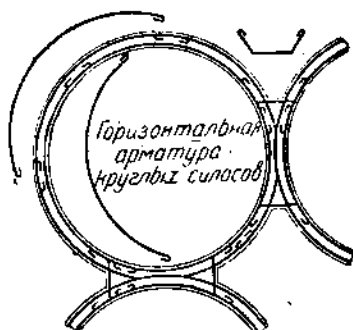
Каждая из стен силоса рассчитывается на внештатное растяжение.

Для квадратного силоса ($a=b$) с равными моментами инерции стен ($I_a=I_b$) ф-лы принимают вид:

$$M = -\frac{pa^2}{12}; \quad (21')$$

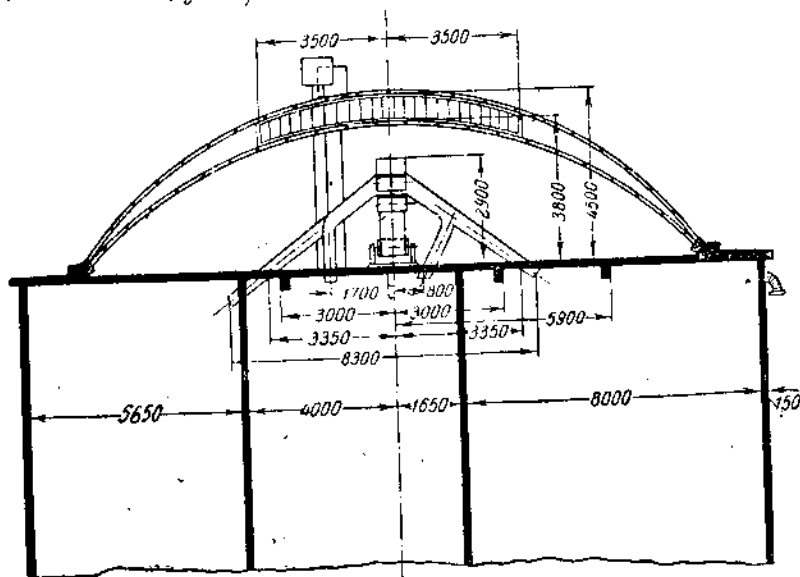
$$M_a = +\frac{pa^2}{24}; \quad (22')$$

$$Z_a = \frac{pa}{2}. \quad (24')$$



Черт. 73.

Указанные выражения моментов справедливы и для системы квадратных силосов. Применение ф-л (21) — (23) к системе прямоугольных силосов с большой разницей в размерах сторон ($\frac{a}{b} \approx 2$) приводит к значительным погрешностям в определении



Черт. 74.

моментов по сравнению с точным расчетом силосной сетки; в этих случаях рекомендуется рассчитывать систему по теории рам.

Употребительные размеры сторон прямоугольных силосов—2,5—4 м, толщина стенок—12—18 см. Средние стены системы прямоугольных силосов, работающие на моменты обоих знаков, снабжаются двойной симметричной горизонтальной арматурой, крайние—двойной несимметричной. Образец простого армирования—черт. 77.

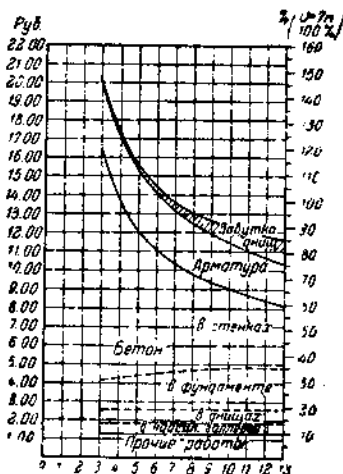
б) Конструкция и расчет днищ.

Подвесные плитные днища — являются наиболее распространенным типом (черт. 76). Плита днища подвешивается к силовым стенам, к-рые работают как несущая конструкция. В виду того, что стены обычно выполняются в подвижных формах и плита днища бетонируется после выполнения стен, подвеска осуществляется по одному из способов (черт. 76), позволяющих закладывать прутья подвесок в процессе бетонирования стен в подвижной опалубке.

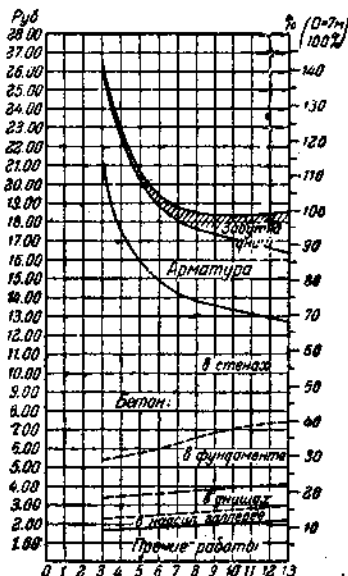
Для образования склонов днища по плите укладывается забутка из тощего шлакобетона или грунта с последующим устройством бетонной корки.

Пирамидальные высячие днища — имеют форму оболочки опрокинутой пирамиды, подвешенной за основание.

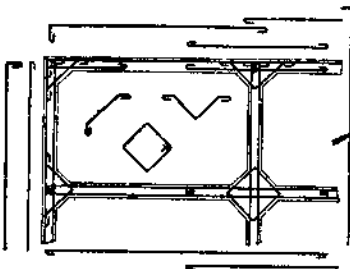
Расчет воронки квадратного сечения в плане, достаточно высокой по отношению к основанию, ведется на растягивающие напряжения в горизонтальных сечениях и на



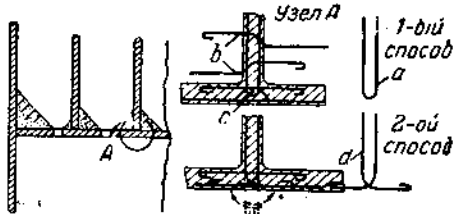
Черт. 75.



Черт. 76.



Черт. 77.



Черт. 78.

внесцентрированное растяжение в вертикальных. Растягивающее усилие на погонную единицу длины горизонтального сечения (в предположении его равномерного распределения)

$$Z_k = \frac{qa^2 + Qx}{4ax \cdot \sin \alpha}$$

где q — вертикальное давление сыпучего тела, a_x — длина стороны горизонтального сечения, α — угол наклона плоскостей воронки к горизонту, Q_d — вес сыпучего тела и собственный вес воронки ниже сечения.

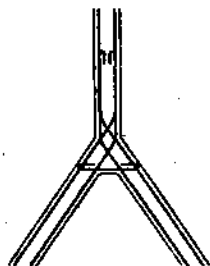
Изгибающие моменты и растягивающие усилия в вертикальных сечениях на единицу длины находятся из след. выражений.

Моменты в углах:

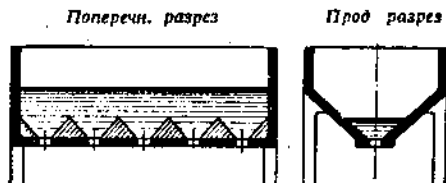
$$M = - \frac{q a a_x^2}{12} \quad (27)$$

Моменты в пролетах:

$$M_a = + \frac{q a a_x^2}{24} \quad (28)$$



Черт. 79.



Черт. 80.

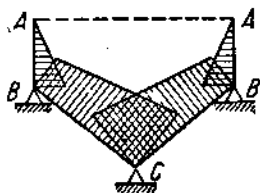
Разрывающие усилия по каждой стороне:

$$Z = \frac{q a a_x}{2 \sin \alpha} \quad (29)$$

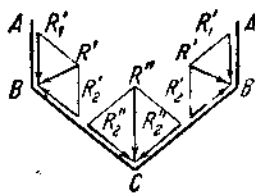
где q_a — давление сыпучего тела, нормальное к плоскостям воронки, a_x — длина стороны воронки на уровне искомых усилий.

Армирование воронок в месте подвески их к силосным стенам дана на черт. 79.

Корытообразные днища — устраиваются обычно для бункеров и связываются в одну монолитную конструкцию со стенами (черт. 80). Совместный расчет днища и стен, как одной цельной конструкции, распадается на две фазы:



Черт. 81.



Черт. 82.

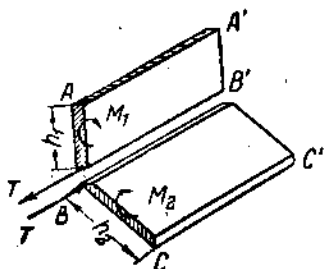
1) расчет стенок (в том числе и стенок днища) на местный изгиб в поперечном направлении между узловыми точками; для схемы черт. 80 моменты определяются, как для ломаной неразрезной балки ABCBA (черт. 81) с опорами в точках B и C и нагрузкой от давления сыпучего тела;

2) расчет стенок на изгиб в продольном направлении между поддерживающими колоннами. Предпосылки, лежащие в основе этого расчета: а) толщина несущих стенок мала по сравнению с высотой; б) высота несущих стенок не велика по сравнению с пролетом ($h : l \leq 1 : 1,5$); в) ширина несущих стенок одинакова по высоте.

Расчетные нагрузки на стенки определяются как равнодействующие R' и R'' давлений сыпучего тела (черт. 82), приложенные в угловых точках бункера и равные по абсолютной величине опорным реакциям рассмотренной выше ломаной неразрезной балки.

Каждая из равнодействующих м. б. разложена по плоскостям стенок AB и BC . Т. о., R' разлагается на R'_1 и R'_2 и R'' — на R''_1 и R''_2 . Силы R'_1 производят изгиб (в продольном направлении) стенки AB , а силы R'_2 и R''_2 — изгиб стенки BC . В силу симметрии будем рассматривать одну половину бункера, состоящую из стенок AB и BC (черт. 83). Произведем разрез стенок горизонтальной плоскостью по линии BB' и для восстановления нарушенной между стенками связи приложим по линии разреза сдвигающую силу T . Обозначая далее: h_1 — высоту стенки AB , h_2 — высоту стенки BC , M_1 — момент в сечении AB , создаваемый силами R'_1 , M_2 — момент в сечении BC , создаваемый силами R'_2 и R''_2 , W_1 — момент сопротивления сечения AB , W_2 — то же сечения BC , найдем, что нормальное напряжение сечения AB в точке B (по теории ядровых моментов):

$$\sigma_{1B} = \frac{+M_1 - T \frac{2}{3} h_1}{W_1}. \quad (30)$$



Черт. 33.

Точно так же напряжение сечения BC в точке B будет равно:

$$\sigma_{2B} = \frac{-M_2 + T \frac{2}{3} h_2}{W_2}. \quad (31)$$

В виду монолитной связи стенок AB и BC :

$$\sigma_{1B} = \sigma_{2B}, \quad (32)$$

откуда находим:

$$2T \left(\frac{h_1}{W_1} + \frac{h_2}{W_2} \right) = 3 \left(\frac{M_1}{W_1} + \frac{M_2}{W_2} \right) \quad (32')$$

и далее:

$$T = \frac{3}{2} \cdot \frac{M_1 W_2 + M_2 W_1}{h_1 W_2 + h_2 W_1}. \quad (33)$$

Зная сдвигающую силу T , легко вычислить нормальные напряжения по всей высоте сечения стенок AB и BC .

Литература.

- 1) Д. В. Шумский, «Элеваторное дело», вып. I, Хлебные элеваторы в России, Москва, 1922 г.; 2) его же, там же, вып. II, Принципы элеваторной сети, Москва, 1925 г.; 3) его же, там же, вып. III, Приступ к проектировке элеватора, Москва, 1925 г.; 4) его же, Давление зерна на стены и дно закрывов, Москва, 1926 г.; 5) А. Я. Соколов, Механическое оборудование зерновых элеваторов, Москва, 1933 г.; 6) М. В. Вавилов, Элеваторное хозяйство в Канаде и его роль в хлебной торговле, ст. в журнале «Хлебное, элеваторное и мукомольное дело», №№ 11—12, 1926, и № 1—2 1927 гг.; 7) его же, Терминальные элеваторы в Канаде, ст. в журн. «Советское мукомолье и хлебопечение» №№ 1, 3, 6 1927 г.; 8) журн. «Пищевая промышленность» 1925, сборник статей по элеваторному делу, 9) М. В. Вавилов, Н. В. Сорокин, А. А. Чекалин, Выполнение железобетонных сооружений в подвижной опалубке, Гостехиздат, Москва—Лд, 1930 г.; 10) Н. В. Сорокин, Современные конструкции железобетонных зерновых элеваторов, статья в журн. «Строительная промышленность», №№ 4—5 за 1931 г.; 11) П. С. Козьмин, Элеваторы, транспортеры и конвейеры, Москва, 1929 г.; 12) Г. Ганфштейнфель, Перемещение массовых грузов, Москва, 1931 г.; 13) трест Союзпродмашина, Альбом элеваторного оборудования; 14) Plans of grain elevators, New-York; 15) M. S. Ketchum, The design of walls, bins and grain elevators, N.Y., 1919; 16) Hetsel, Belt conveyors and belt elevators; 17) журналы: «Amerikans elevators and grain trades», «Grain dealers», 18) I. G. Hofmann, Die Getreidespeicher, 1916.

ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ТРАНСПОРТНИКА

для техников и инженеров (ТСТ) в девяти томах

Под общей редакцией инж. П. И. Антонова, проф. А. М. Богданова-Черрин, проф. С. П. Сыромятникова.

Редакционная коллегия ТСТ поставила задачей собрать и систематизировать современные данные по технике главным образом железнодорожного транспорта, а также в некоторой части водного и автомобильного с тем, чтобы каждый инженер и техник на транспорте могли получить в этом справочнике ответ на все разнообразные технико-производственные вопросы, возникающие в процессе их работы. В частности Редакция стремилась возможно полнее представить особенности работы нашего советского транспорта, осветить опыт применения новых строительных материалов, новых механизмов и переход к новым методам ведения работ в отдельных отраслях.

Материал, помещенный в ТСТ, вполне позволяет пользоваться им при эскизном проектировании, а в некоторых отдельных частях и при детальной проектировке.

В настоящий момент вышли из печати первые 7 томов.

I том. Математика. Теоретическая механика. Гидроаэродинамика. Гидравлика. Теплота и термодинамика. Основы электротехники. Геодезия (622 стр. + 1 вклейка).

II том. Материалы. Сопротивление материалов. Статика сооружений. Гидротехнические сооружения. а) Использование водной энергии при шлюзовании рек, б) Водохранилищные плотины, в) Водоподъемные плотины, г) Морские гидротехнические сооружения. Земляные работы (860 стр.).

III том. Основания и фундаменты. Строительные конструкции (деревянные, металлические и железобетонные; машины для бетонных работ, цемент-пушка, ремонт искусственных сооружений цементацией). Гражданские сооружения: а) части зданий и конструкций, б) производство работ, в) механизация окрасочных работ. Мосты: а) общие условия проектирования, б) трубы под насыпями, в) расчет отверстий больших мостов, г) деревянные мосты, д) каменные мосты, е) железобетонные мосты, ж) металлические мосты, з) висячие и винтовые мосты, и) разводные мосты, к) усиление мостов, л) эксплуатация мостов (1129 стр.).

IV том. Паровоз. Тепловоз. Автовагоны. Вагоны. Паровозное и вагонное хозяйство. Ремонт подвижного состава на заводах. Ремонт вагонов. Ремонт паровозов. Тяговые расчеты. Железнодорожные паровозы и вагоны. Электротяга (738 стр.).

V том. Энергоснабжение: а) теплофикация жел.-дорожных узлов и использование отработанного тепла; б) центральные электростанции; эксплуатация энергоустановок; в) подстанции и линии передач; г) промывка паровозов (горячая и теплая); д) освещение жел.-дорожных станций; е) электрификация жел.-дорожных мастерских. Топливо и смазка. Автомобиль и трактор. Местные дороги. Водные сообщения: а) морские сообщения, б) морское дноуглубление, в) механизация перевозочных работ в морских портах, г) судоходные каналы, д) судоходные шлюзы, е) механизация перегрузочных работ на внутренних водных путях (1090 стр.).

VI том. Изыскание и проектирование ж. д. Постройка ж. д. Путь, его содержание и ремонт (764 стр.).

Печатаются и выйдут в свет в III квартале 1935 года.

VII том. Детали машин. Грузоподъемные машины и транспортеры. Паровые котлы. Паровые машины. Паровые турбины. Насосы поршневые и центробежные. Компрессоры и вентиляторы. Двигатели внутреннего сгорания.

IX том. Технологические процессы: а) литейное дело; б) горячая обработка металла; в) обработка металла резанием на станках; г) механизация обработки дерева. Отопление и вентиляция. Водоснабжение, водосочистка. Алфавитный указатель ко всем томам ТСТ.

Д-р инж. Куприянов И.
Институт Холодильной Техники - Карлсруэ
ДИАГРАММА МОЛЬЕ
($1/\log p$)
для АММИАКА
 $S_0 = 1.000$ Клаузиус/кг; $i_0 = 100.0$ кал./кг.

$\log p$
↑

