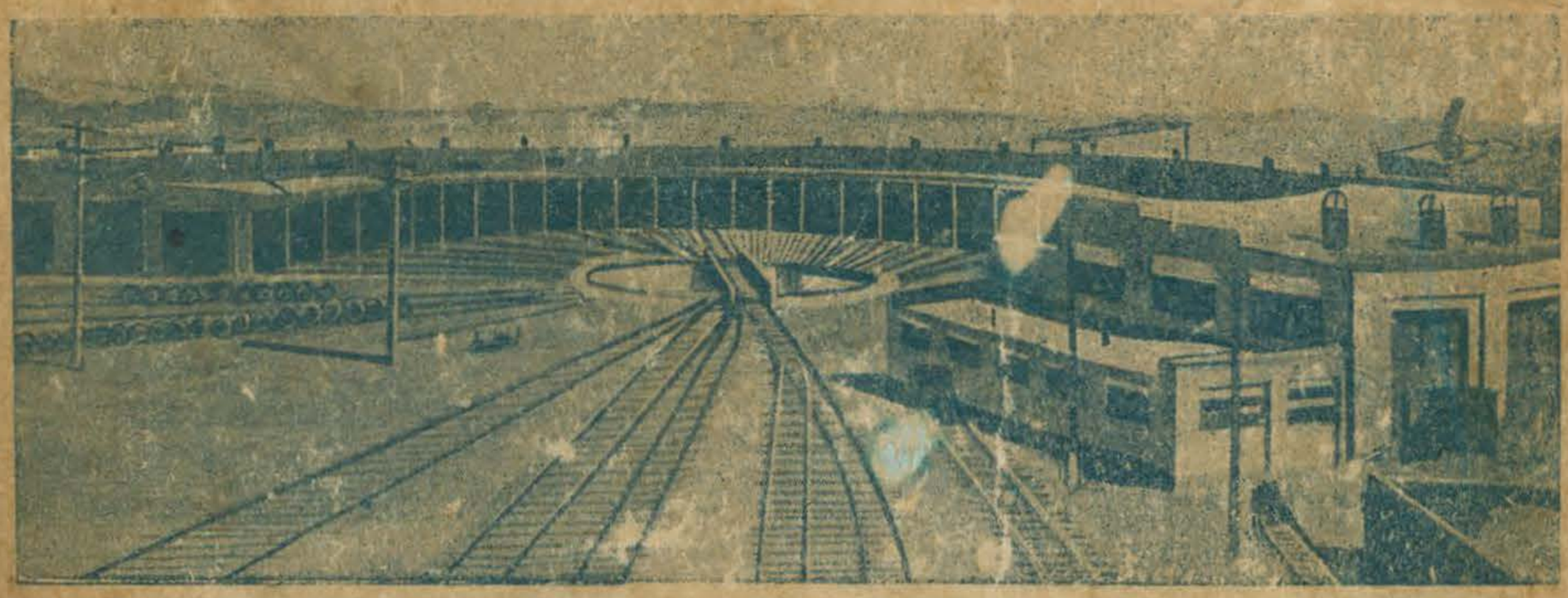
НКПС

ЦЕНТРАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ



ДЕПОВСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПАРОВОЗОВ

ЧАСТЬ II

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ • 1937

НБ УДУНТ (ДИТ)

Проф. Д. А. ШТАНГЕ
И КОЛЛЕКТИВ АСПИРАНТОВ МОСКОВСКОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВ ТРАНСПОРТА И ДРУГИХ СОАВТОРОВ

ДЕПОВСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПАРОВОЗОВ

ЧАСТЬ II

УСТРОЙСТВО ДЕПОВСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Утверждено Центральным управлением учебными заведениями Народного комиссариата путей сообщения в качестве стабильного учебника для студентов железнодорожного транспорта

10243
Одеськ... Інженерів
Дорожньо-Технічна
Бібліотека
Дорожньо-Будівельний Техн.
5 ЖТ
19066

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ТРАНСПОРТНОЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ 1937

НБУДУНТ (ДІІТ)

Книга содержит подробное описание, расчет, строительные нормы и схемы зданий депо, экипировочных устройств, деповских путей и других вспомогательных зданий и обустройств депо железнодорожного транспорта, дает описание и расчет механического и иного оборудования отопления, вентиляции и освещения депо. Ш—87

Настоящая книга утверждена ЦУУЗ в качестве стабильного учебника для втузов железнодорожного транспорта и может быть рекомендована для ИТР и работников паровозного хозяйства.

Цена 6 р. 50 к.
Переплет 75 к.

Редакторы *С. А. Богданов и А. Н. Гнуздев*
Техн. редактор *В. В. Орлова*
Отв. корректор *С. С. Биллиг*

Сдано в набор 19/VII 1937 г.
Подписано к печати 11/IX 1937 г.
Формат бумаги $72\times105^{1}/_{16}$. Тираж 15 230
26 $^{3}/_{4}$ п. л. + 2 вклейки 1 п. л.
44,5 авт. л. 72 000 зн. в 1 п. л.
ЖДИЗ 3587. Ж 11 Зак. 18668
Уполн. Главлита Б-18195

1-я тип. Трансжелдориздата,
Москва, Б. Переяславская, 46.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая часть посвящена вопросам устройств паровозного хозяйства и заключает в себе как материал, соответствующий программе теоретической части курса, так и подсобный расчетный материал, соответствующий программе дипломного проектирования. Для удобства пользования книгой подсобный материал выделен и напечатан мелким шрифтом.

Эта часть курса составлена под общим редактированием проф. Д. А. Штанге коллективом аспирантов Московского электромеханического института инженеров транспорта и других соавторов.

При составлении этой части курса были использованы последние материалы по определению потребного количества оборудования, площадей и размеров помещений. Хотя в этих материалах значительно выправлены прежние нормы, все же необходимо отметить, что они подлежат дальнейшему изучению и корректированию в связи с проведением в жизнь новых установок и стахановско-криворосовских методов работы.

207 1

НБ УДУНТ (ДИТ)

ГЛАВА 1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБ УСТРОЙСТВАХ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

§ 1. Назначение устройств локомотивного хозяйства

Для обеспечения сохранности локомотивов, обслуживания их и содержания в исправном состоянии локомотивное хозяйство должно обладать соответствующими устройствами и оборудованием.

§ 2. Виды локомотивных устройств, распределение их по линии Плечи обслуживания локомотивами

Основным видом устройств локомотивного хозяйства является локомотивное здание (депо), предназначающееся для подготовки локомотивов к работе, производства ряда операций по обслуживанию локомотивов (промывка котлов паровозов, заправка их и др.), производства осмотра и ремонта и для стоянки локомотивов, ожидающих работы.

При локомотивном здании должны иметься ремонтные помещения (мастерские) для выполнения работ по ремонту локомотивов и их частей, технические, хозяйственные и служебные помещения для размещения специального оборудования, для хранения и выдачи материалов и для персонала, обслуживающего отделение локомотивного хозяйства (тяговый участок железной дороги) и депо, и помещения для обслуживания санитарно-технических и культурно-бытовых нужд рабочих и служащих. Помимо упомянутых помещений должны иметься нижеследующие устройства для экипировки локомотивов: снабжения топливом паровозов и тепловозов, снабжения водой паровозов и тепловозов, снабжения смазочными, обтирочными и осветительными материалами и песком всех видов локомотивов (паровозов, тепловозов и электровозов), очистки топок и дымовых коробок и продувки дымогарных и жаровых труб паровозов; обмывки и внешней очистки всех видов локомотивов; продувки котлов паровозов; поворачивания паровозов и тепловозов и помещения для осмотра локомотивов, если локомотивы не заходят для этой цели в локомотивное здание (депо).

Часто весь комплекс перечисленных устройств называют «депо». В этом понимании различаются основные, или коренные, депо и оборотные депо.

Основное депо является техническим центром обслуживания определенного участка железной дороги локомотивами, приписанными к основному депо. Конечный пункт участка железной дороги, обслуживаемого локомотивами из основного депо, является пунктом оборота локомотивов. Если время простоя на станции конечного пункта длительно и локомотивные бригады оставляют локомотив для отдыха, то обычно на таких станциях устраивают локомотивные здания. В этом случае пункт оборота называется оборотным депо. При оборотном депо должны иметься хозяйственные и служебные помещения. На станциях оборотных депо помимо локомотивного здания с хозяйственными и служебными помещениями должны иметься помещения для отдыха бригад и устройства для экипировки локомотивов и поворачивания их.

На станциях оборота локомотивов при незначительном времени простоя локомотивов, когда бригада не оставляет локомотивов для отдыха, локомотивных зданий, как правило, не устраивают. На таких пунктах оборота имеются лишь

НБ УИИТ (ДИТ)

самые необходимые устройства для экипировки и поворачивания локомотивов и служебные помещения для работников, обслуживающих локомотивы и устройства по экипировке.

В некоторых случаях к оборотным депо приписывают локомотивы для обслуживания местных нужд и ветвей. Такие депо называются оборотными депо с приписанными локомотивами. Эти депо производят лишь самые необходимые операции текущего характера по обслуживанию и ремонту локомотивов, как-то: экипировку, мелкий ремонт и в исключительных случаях промывку котлов приписанных к этим депо паровозов. Более целесообразно для промывки и промывочного (периодического) ремонта направлять паровозы в основные депо. Ремонтные работы с более серьезным объемом должны производиться в основных депо.

Кроме основных и оборотных депо и пунктов оборота при паровой тяге приходится иметь некоторые устройства на промежуточных станциях. К таким устройствам относятся: устройства для снабжения водой паровозов, устройства для снабжения дровами паровозов при дровяном отоплении и устройства для очистки зольников при больших расстояниях между основными и оборотными депо и углях, дающих большое количество шлака.

Расстояние от основного депо до оборотного или до пункта оборота локомотива называется п л е ч о м обслуживания. Длина плеча определяется из того условия, чтобы рабочее время бригады при обслуживании локомотива за полный оборот паровоза от основного депо до основного депо не превышало нормально установленного.

На железных дорогах СССР приказом народного комиссара путей сообщения Л. М. Кагановича № 183/Ц от 7 августа 1935 г. как основной способ обслуживания паровозов установлен способ обслуживания паровозов без отдыха в оборотных депо.

В этом случае полное время непрерывной работы бригады T_p составляет:

$$T_p = t'_{отп} + t_x' + t_{об} + t_x'' + t'_{пр}, \qquad (1)$$

где $t'_{отп}$ — время подготовки локомотива в основном депо;

$t'_{пр}$ — время уборки локомотива в основном депо;

$t_{об}$ — время нахождения в пункте оборота, включая время на уборку, экипировку, подготовку локомотива и на ожидание поезда;

t_x' — время в пути от основного депо до пункта оборота;

t_x'' — время обратного следования от пункта оборота до основного депо.

Из этого выражения получим:

$$t_x' + t_x'' = T_p - (t'_{отп} + t_{об} + t''_{пр}). \qquad (2)$$

Время хода составляет:

$$t_x' = \frac{l}{v_к'} \text{ и } t_x'' = \frac{l}{v_к''}, \qquad (3)$$

где $v_к'$ и $v_к''$ — коммерческие скорости движения в направлении от основного депо до пункта оборота ($v_к'$) и обратно ($v_к''$);

l — длина плеча.

Следовательно:

$$t_x' + t_x'' = \frac{l}{v_к'} + \frac{l}{v_к''}, \qquad (4)$$

откуда:

$$l = \frac{t_x'' + t_x''}{\left(\frac{1}{v_к'} + \frac{1}{v_к''}\right)} = \frac{T_p - (t'_{отп} + t_{об} + t'_{пр})}{\left(\frac{1}{v_к'} + \frac{1}{v_к''}\right)}. \qquad (5)$$

При обслуживании локомотивов с отдыхом бригад в оборотном депо время непрерывной работы бригады составляет:

НБ УДУНТ (ДИТ)

в направлении от основного депо к оборотному:

$$t_p' = t'_{отп} + t_x' + t''_{пр} \tag{6}$$

и в обратном направлении:

$$t_p'' = t''_{отп} + t_x'' + t'_{пр}, \tag{7}$$

где $t''_{отп}$ — время подготовки локомотива в оборотном депо;
$t''_{пр}$ — время уборки локомотива в оборотное депо.

Из этих выражений получаем:

$$t_x' = \frac{l}{v_к'} = t_p' - (t'_{отп} + t''_{пр}), \tag{8}$$

$$t_x'' = \frac{l}{v_к''} = t_p'' - (t''_{отп} + t'_{пр}), \tag{9}$$

откуда:

$$l = [t_p' - (t'_{отп} + t''_{пр})]\, v_к', \tag{10}$$

$$l = [t_p'' - (t''_{отп} + t'_{пр})]\, v_к'' \tag{11}$$

В этом случае нужно произвести расчет длины плеча для обоих направлений и взять меньшее из полученных значений.

Если применяются наборочные бригады, то время работы локомотива в пути должно быть увеличено на ту часть рабочего времени, в течение которого наборочная бригада подменяет основную для экипировки и уборки локомотива.

В этом случае получим:

а) При обслуживании локомотива без отдыха бригад в пункте оборота:

$$l = \frac{T_р - (t'_{отп} + t_{об} + t'_{пр} - t'_{уб})}{\left(\frac{1}{v_к'} + \frac{1}{v_к''}\right)}, \tag{12}$$

где $t'_{уб}$—время, на которое сокращается работа основной бригады при уборке локомотива вследствие производства этой работы уборочной бригадой.

б) При обслуживании локомотива с отдыхом бригад в основном депо:

$$l = [t_p' - (t'_{отп} + t''_{пр} - t_{уб}'')]\, v_■', \tag{13}$$

$$l = [t_p'' - (t''_{отп} + t'_{пр} - t_{уб}')]\, v_■'', \tag{14}$$

где $t_{уб}'$— сбережение времени основной бригадой в основном депо;
$t_{уб}''$— сбережение времени основной бригадой в оборотном депо.

При обслуживании локомотива подсменными бригадами плечо обслуживания l делится на две части: l_1— от основного депо до пункта подсмены и l_2 — от пункта подсмены до пункта оборота (или оборотного депо), причем $l = l_1 + l_2$.

В этом случае рабочее время бригад слагается из рабочего времени основной бригады и подсменной бригады.

Рабочее время основной бригады при следовании от основного депо до пункта подсмены составляет:

$$t_p' = t'_{отп} + t'_{xl_1} + t'_{пер} \tag{15}$$

и при обратном следовании:

$$t_p'' = t''_{пер} + t''_{xl_1} + t'_{пр}, \tag{16}$$

где t'_{xl_1}— время хода от основного депо до пункта подсмены;
t''_{xl_1} — время обратного следования;
$t'_{пер}$— время передачи локомотива основной бригадой подсменной;
$t''_{пер}$— время передачи локомотива подсменной бригадой основной.

Рабочее время подсменной бригады составляет:

$$t_{см} = t'_{пер} + t'_{xl_2} + t_{об} + t''_{xl_2} + t''_{пр}. \tag{17}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

где t'_{xl_1} — время хода от пункта подмены до пункта оборота;
t''_{xl_1} — время обратного хода от пункта оборота до пункта подмены.
Время хода составляет:

$$t'_{xl_1} = \frac{1}{v_к'} \text{ и } t''_{xl_1} = \frac{l_1}{v_к''}; \tag{18}$$

$$t'_{xl_2} = \frac{l_2}{v_к'} \text{ и } t''_{xl_2} = \frac{l_2}{v_к''}, \tag{19}$$

откуда:

$$l_1 = t'_{xl_1} v_к' = [t_p' - (t'_{отп} + t'_{пер})]\, v_к' \tag{20}$$

и

$$l_1 = t''_{xl_1} v_к'' = [t_p'' - (t''_{пер} + t'_{пр})]\, v_к'' \tag{21}$$

или

$$l_2 = \frac{[t_{см} - (t'_{пер} + t_{об} + t''_{пер})]}{\left(v_к' + \frac{1}{v_к''}\right)}. \tag{22}$$

В этом случае наиболее выгодная комбинация получится при условии использования отдыха основной бригады в пункте подсмены для обслуживания локомотивом конца тягового плеча (от пункта подсмены до пункта оборота и обратно .

Время отдыха основной бригады в пункте подсмены должно составлять не менее половины предшествующего рабочего времени, т. е.:

$$t_{отд} = \frac{t_p'}{2} = \frac{(t'_{отп} + t_{xl_1} + t'_{пер})}{2}. \tag{23}$$

Это время должно равняться времени работы подсменной бригады за исключением времени передачи локомотива, т. е.:

$$\frac{t_p'}{2} = \frac{(t'_{отп} + t'_{xl_1} + t'_{пер})}{2} = (t'_{xl_2} + t_{об} + t''_{xl_2}); \tag{24}$$

используя уравнения (18) и (19), получим:

$$\frac{t_p'}{2} = \frac{\left(t'_{отп} + \frac{l_1}{v_к'} + t'_{пер}\right)}{2} = \left(\frac{l_2}{v_к'} + t_{об} + \frac{l_2}{v_к''}\right) = l_2\left(\frac{1}{v_к'} + \frac{1}{v_к''}\right) + t_{об}, \tag{25}$$

откуда

$$l_2 = \frac{\frac{t_p'}{2} - t_{об}}{\left(\frac{1}{v_к'} + \frac{1}{v_к''}\right)}. \tag{26}$$

Учитывая уравнения (20) и (21) для l_1, полную длину плеча получим:

$$l = l_1 + l_2 = [t_p' - (t'_{отп} + t'_{пер})]\, v_к' + \frac{\frac{t_p'}{2} - t_{об}}{\left(\frac{1}{v_к'} + \frac{1}{v_к''}\right)} \tag{27}$$

или

$$l = l_1 + l_2 = [t_p'' - (t_{пер}'' + t'_{пр})]\, v_к'' + \frac{\frac{t_p'}{2} - t_{об}}{\left(\frac{1}{v_к'} + \frac{1}{v_к''}\right)}. \tag{28}$$

Из полученных двух значений l должно быть взято наименьшее.

Если общая длина плеча l дана, то разбивка плеча на части l_1 и l_2 может быть произведена расчетом из приведенного выше равенства (25), в котором значение l_2 заменяется равным ему $l - l_1$:

$$\frac{(t'_{отп} + \frac{l_1}{v_к'} + t'_{пер})}{2} = (l - l_1)\left(\frac{1}{v_к'} + \frac{1}{v_к''}\right) + t_{об}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

или

$$\frac{(t'_{отп}+t'_{пер})}{2}+\frac{l_1}{2v_к'}=l\left(\frac{1}{v_к'}+\frac{1}{v_к''}\right)-l_1\left(\frac{1}{v_к'}+\frac{1}{v_к''}\right)+t_{об}, \tag{29}$$

откуда:

$$l_1=\frac{l\left(\frac{1}{v_к'}+\frac{1}{v_к''}\right)-\frac{(t'_{отп}+t'_{пер})}{2}+t_{об}}{\left(\frac{3}{2v_к'}+\frac{1}{v_к''}\right)} \tag{30}$$

Во всех случаях длина плеча находится в прямой зависимости от допускаемого времени непрерывной работы бригад и коммерческой скорости движения и в обратной зависимости от времени на подготовку и уборку локомотивов.

При размещении основного депо по линии железной дороги должны быть учтены условия наилучшего обслуживания поездов, использования локомотивов и обеспечения бытовых потребностей работников, связанных с основным депо. В отношении наилучшего обслуживания поездов целесообразно располагать основные депо в пункте формирования поездов, которые обычно совпадают как с пунктами массовой погрузки грузов и отправления пассажиров, так и с крупными узловыми пунктами. Наличие основного депо в таком пункте наилучшим образом обеспечивает бесперебойность и своевременность выдачи локомотивов для обслуживания поездов.

Для лучшего использования локомотивов целесообразно располагать основные депо в пунктах, обслуживающих два или большее число направлений, но вместе с тем необходимо считаться с местными условиями: с наличием хороших источников водоснабжения, наличием удобной территории для развития деповского хозяйства и пр.

В отношении обеспечения бытовых потребностей следует выбирать здоровую местность, населенные места, обеспеченные снабжением предметами первой необходимости и имеющие школы и другие культурно-просветительные учреждения.

При выборе расположения депо следует учесть также то обстоятельство, что в очень крупных центрах развитие станции затруднительно и депо со всеми устройствами приходится выносить за черту города. Так например, планом реконструкции Москвы предусмотрены основные депо для всех дорог Московского узла вынести из Москвы, оставив в Москве только оборотные депо.

Так как коммерческая скорость движения пассажирских поездов выше коммерческой скорости движения товарных поездов, то тяговые плечи обслуживания пассажирскими локомотивами большей частью бывают длиннее плеч обслуживания товарными локомотивами, за исключением коротких пригородных участков.

Оборотные депо, или пункты оборота, располагаются в зависимости от принятой длины тяговых плеч.

При выборе места расположения депо, в особенности на стратегических (в том числе и на рокадных) линиях, необходимо учитывать вполне возможную передачу части тяговых операций на станции, прилегающие к узлу, имеющему депо, в соответствии с существующими положениями. Это требует соответствующего и серьезного изменения в ряде эксплуатационных операций, которые должны быть продуманы и намечены заранее. Переход на особый график работы определяется соответствующими распоряжениями причастных к этому делу органов.

Все остальные устройства локомотивного хозяйства распределяются по линии в зависимости от местных условий, а именно:

1. Пункты набора топлива располагаются в зависимости от расхода топлива локомотивами и запаса такового на локомотивах. Расход топлива зависит от типа локомотива, рода топлива и трудности профиля.

Набор топлива должен производиться на деповских станциях. Только при дровяном и торфяном отоплении приходится пополнять запас топлива на промежуточных станциях.

Набор нефти, как правило, производится на станциях с основными депо.

Набор угля производится на станциях с основными или оборотными депо.

НБ УГЛТ (ДГТ)

Основной набор угля целесообразно производить в пункте, расположенном ближе к району, из которого прибывает уголь, во избежание лишней перевозки угля в вагонах.

2. Набор смазочных, обтирочных и осветительных материалов должен быть организован на станциях с основными депо.

3. Набор песка должен производиться на станциях с основными депо. При длинных тяговых плечах и трудных профилях может потребоваться также набор песка на станциях с оборотными депо.

4. Очистка топок, дымовых коробок, дымогарных и жаровых труб должна производиться на станциях с основными и оборотными депо и в пунктах оборота.

При длинных плечах и углях, дающих много шлака и изгари, очистка топок и дымовых коробок может потребоваться также на промежуточных станциях. В среднем очистка топок, дымовых коробок, дымогарных и жаровых труб требуется для пассажирских паровозов через 200—300 *км* и для товарных — через 75—125—250 *км*.

5. Пункты для набора воды паровозами располагаются в зависимости от расхода воды паровозами и емкости баков тендера. Расходы воды зависят от типа паровоза и трудности профиля. При наиболее трудном профиле со сплошным руководящим подъемом запаса воды в баке четырехосного тендера паровоза серии Э может хватить на 40 *км* и паровоза серии ФД на 40 *км*, при шестиосном тендере паровоза серии ФД запаса воды хватает на 50 *км*. При профилях легких и средней трудности запаса воды у товарных паровозов хватает на 100—125 *км*. У пассажирских паровозов запаса воды хватает на расстояния в два раза больше указанных для товарных паровозов. Паровозы с тендерами-конденсаторами могут работать без набора воды 750 *км* и более.

6. Площадки для продувки паровозных котлов должны устраиваться на станциях с основными и оборотными депо и в пунктах оборота паровозов.

7. Устройства для обмывки и внешней очистки локомотивов должны иметься на станциях с основными депо.

8. Устройства для поворачивания паровозов и тепловозов должны иметься на станциях с основными и оборотными депо и в пунктах оборота локомотивов.

ГЛАВА 2

ЛОКОМОТИВНЫЕ ЗДАНИЯ (ДЕПО), ТЕХНИЧЕСКИЕ, ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ, СЛУЖЕБНЫЕ, САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И КУЛЬТУРНО-БЫТОВЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

§ 3. Назначение локомотивных зданий и помещений при них

Локомотивные здания (депо) представляют собой закрытые помещения для стоянки локомотивов. Они предназначаются для производства осмотра и деповского ремонта локомотивов, для промывки и заправки паровозных котлов, для подготовки локомотивов к работе, для предохранения локомотивов во время стоянки от холода, сырости и пыли.

Локомотивные здания (депо) должны иметь для стоянки локомотивов достаточное число мест, называемых стойлами, должны обладать достаточными размерами по длине, ширине и высоте, должны быть теплыми и светлыми и иметь устройства, обеспечивающие содержание депо в чистоте. Локомотивные здания должны быть удобны в отношении ввода и вывода локомотивов, надзора и ухода за стоящими в них локомотивами и сообщения между отделениями депо и мастерскими. Локомотивные здания должны также удовлетворять основным требованиям противовоздушной обороны.

При проектировании и постройке депо должны быть учтены намечаемая реконструкция локомотивного парка, применение более мощных типов паровозов, а также тепловозов и электровозов.

НБ УИИТ (ДИТ)

Мастерские при депо предназначаются для ремонта, обработки и частичного изготовления запасных частей локомотивов и механического оборудования депо и вспомогательных устройств паровозного (локомотивного) отделения.

Мастерские должны обеспечить выполнение всех ремонтных работ, которые должны производиться в депо, а именно:

1. Текущий ремонт локомотивов, к которому относятся: периодический ремонт, в том числе промывочный ремонт паровозов, и ликвидация случайных повреждений локомотивов.

2. Ремонт локомотивов с подъемкой и обточкой скатов. В малых депо, где требуется в месяц не более трех-четырех подъемок, этот вид ремонта может не производиться. В этих случаях локомотивы пересылаются для ремонта в другие депо, где сосредоточивается подъемочный ремонт локомотивов из нескольких депо. В некоторых случаях для удобства регулирования рабочей силы подъемочный ремонт может быть оставлен и в малых депо, но при этом обточка скатов может производиться и в других депо. В этих случаях для обеспечения своевременности выполнения подъемочного ремонта должны иметься запасные скаты в депо, производящем подъемку.

3. Средний ремонт локомотивов, если он как исключение производится в основном депо. Нормально ремонт этого вида должен производиться на ремонтных заводах.

4. Ремонт запасных частей локомотивов. По мере перехода к способу ремонта по градациям и допускам изготовление и ремонт большинства запасных частей должны производиться на заводах.

Изготовление новых запасных частей, смена бандажей, ремонт дымогарных и жаровых труб, ремонт рессор, как правило, должны производиться только на заводах.

5. Текущий и средний ремонт механического оборудования депо, мастерских, экипировочных устройств, водоснабжения и т. п.

6. Текущий ремонт и заточка инструментов.

Технические помещения предназначаются для размещения устройств и оборудования для промывки и заправки паровозных котлов, устройств для отопления и вентиляции всех помещений депо, устройств и оборудования для испытания материалов (лаборатории).

Хозяйственные помещения предназначаются для хранения и выдачи запасных частей и материалов, локомотивного инструмента и для стоянки автокар и тележек.

Служебные помещения предназначаются для занятий административно-технического и конторского персонала (контора отделения, контора депо, контора мастера, помещение диспетчера, помещение дежурного по депо), для локомотивных бригад, для работников, обслуживающих локомотивы и депо (промывальщиков паровозных котлов, дежурных кочегаров и пр.), для отдыха локомотивных бригад.

К помещениям для обслуживания санитарно-гигиенических и культурно-бытовых нужд рабочих и служащих относятся следующие: раздевальни (гардеробные), умывальные, душевые, уборные, сушилки для спецодежды, комната для принятия пищи, комната первой медицинской помощи, парикмахерская, красный уголок, комнаты месткома, ячейки ВКП(б), ВЛКСМ, технической пропаганды, изобретателей.

§ 4. Отделения депо

В зависимости от назначения различаются следующие виды стойл депо:

1. Стойла для стоянки локомотивов в ожидании работы. Эти стойла предназначаются для стоянки локомотивов, не нуждающихся в серьезном ремонте и других операциях по техническому обслуживанию (промывка паровозных котлов и т. п.). К этому виду должны быть отнесены все стойла оборотных депо и часть стойл основных депо. Назначение этих стойл — укрыть локомотивы от внешних атмосферных влияний и от пыли, облегчить надзор, охрану, осмотр и подготовку локомотива к работе.

НБ УИИТ (ДИИТ)

2. Стойла для ликвидации случайных повреждений локомотивов с выкаткой отдельных колесных пар и другими работами случайного характера. Эти стойла предназначаются для производства непредусмотренного планом ремонта. Случайный ремонт при хорошем ведении хозяйства не должен иметь места, но все же депо должно обеспечить быструю ликвидацию случайных повреждений локомотивов. Эти стойла должны быть приспособлены для выкатки из-под локомотива отдельных колесных пар.

3. Стойла для производства периодического ремонта локомотивов, в частности промывки котлов и промывочного ремонта паровозов.

4. Стойла для подъемочного ремонта локомотивов с выкаткой и обточкой колесных скатов. Эти стойла устраиваются в тех депо, в которых производится подъемочный ремонт. В этих же стойлах крупных основных депо как исключение может производиться и средний ремонт локомотивов.

С развитием деповского хозяйства могут потребоваться внутренняя перепланировка и использование одного вида стойл для других целей. Это обстоятельство должно учитываться при проектировании и постройке депо.

Мастерские для производства ремонтных работ должны иметь отделения в соответствии с родом работ, которые приходится производить в деповских мастерских. В малых депо устраиваются общие мастерские для производства ремонтных работ всех видов, в крупных депо иногда мастерские для производства периодического и случайного ремонта выделяются от мастерских для производства подъемочного и среднего ремонта локомотивов.

Ремонт самих локомотивов, их разборка и сборка производятся в ремонтных стойлах депо.

Для ремонта отдельных частей локомотивов в деповских мастерских должны иметься нижеследующие отделения:

1. Механическое отделение предназначается для холодной станочной обработки металлов. При расчете и проектировании механического отделения необходимо учитывать, что запасные части, как правило, должны поступать с заводов в обработанном или в крайнем случае в полуобработанном состоянии. В механическом отделении деповских мастерских должны производиться преимущественно ремонтные работы и лишь частично окончательная обработка запасных частей.

2. Кузнечное отделение (кузница) предназначается главным образом для ремонтных поковок. В виде исключения в кузнице может производиться ремонт рессор, который, как правило, должен производиться на ремонтных заводах.

3. Колесно-бандажное отделение предназначается только для перетяжки бандажей. Смена бандажей должна производиться на ремонтных заводах.

В малых депо эти отделения могут не устраиваться. В этих случаях колесные пары должны отсылаться для перетяжки в другое депо или на заводы.

4. Трубное отделение для подготовки к постановке на паровозы дымогарных и жаровых труб (обрезки, обжимки, раздачи, зачистки и испытания труб). Полный ремонт труб должен производиться на ремонтных заводах. Трубное отделение может быть совмещено с кузнечным.

5. Медницкое отделение для всякого рода ремонтных работ с цветными металлами. В этом же отделении производится ремонт пароработочих труб. В медницком отделении производится также заливка подшипников некальциевым баббитом.

6. Заливочное отделение для выплавки и заливки подшипников при применении кальциевого баббита. Выделение специального заливочного отделения при применении кальциевого баббита вызывается необходимостью принятия предохранительных мер вследствие выделения вредных для здоровья газов.

7. Жестяночное отделение для производства работ по ремонту и изготовлению изделий из кровельного железа и жести (обшивки, посуды для смазочных и осветительных материалов, сигнальных и других фонарей и т. п.). Может быть совмещено с медницким отделением.

8. Арматурное отделение для ремонта арматуры и испытания инжекторов, прессмасленок, манометров, предохранительных клапанов и других приборов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

9. Автотормозное отделение для ремонта и испытания приборов автоматических тормозов. Может быть совмещено с арматурным отделением.

10. Сварочное отделение для газовой и электрической сварки.

11. Хромировочное отделение для хромирования трущихся частей локомотивов. Отделения для хромирования предполагается устраивать в наиболее крупных депо, которые должны обслужить другие депо.

12. Компрессорное отделение для производства пневматических работ. Особое помещение предназначается лишь для установки компрессора с двигателем и аккумулятором. Воздухопровод и приборы размещаются по разным отделениям депо.

13. Электротехническое отделение для ремонта предметов электрического оборудования паровозов, депо и других устройств локомотивного хозяйства.

14. Заготовительное отделение для ремонта запасных частей локомотивов и подготовки их в запас.

15. Хозяйственное отделение для ремонта механического оборудования депо и других устройств локомотивного отделения.

16. Водопроводное отделение для ремонта оборудования водоснабжения паровозного отделения. Может быть совмещено с хозяйственным отделением.

17. Столярное отделение для столярных работ на локомотивах (небольшие поделки в будке машиниста) и по ремонту и изготовлению хозяйственного оборудования контор, депо, мастерских и пр.

18. Малярное отделение для производства малярных работ. Обычно объединяется со столярным и выделяется в самостоятельное лишь в крупных депо.

19. Инструментальное отделение для хранения, выдачи и мелкого ремонта инструментов.

Изготовление и ремонт специального инструмента должны производиться на специальных заводах и частично на ремонтных заводах НКПС, имеющих специально оборудованные инструментальные цехи.

Инструментальное отделение часто разделяется на инструментально-ремонтное и раздаточное отделения.

20. Выварочное отделение для очистки (выварки) частей локомотивов перед их ремонтом. Эти отделения устраиваются исключительно в крупных депо, причем могут быть размещены не в отдельных помещениях, а в помещении депо для подъемочного ремонта.

В депо для электровозов должны иметься кроме перечисленных отделений нижеследующие:

1. Пантографное отделение для ремонта и проверки пантографов.

2. Аккумуляторное отделение для зарядки, ремонта и испытания аккумуляторов.

3. Испытательная станция для проверки и испытания электрических установок и оборудования электровозов.

В случае производства большого ремонта в деповских мастерских должны иметься также следующие отделения:

4. Моторное отделение для ремонта и испытания электрических двигателей электровозов.

5. Обмоточное отделение для ремонта обмотки и переобмотки электрических двигателей.

6. Сушильное и пропиточное отделение для ремонта изоляции, обмотки электрических двигателей и сушки их.

§ 5. Определение потребного числа стойл депо

Число стойл определяется в зависимости от числа локомотивов, времени простоя их в депо и от местных климатических условий.

При всех климатических условиях должны иметься стойла: 1) для ремонта локомотивов с подъемкой и обточкой скатов и среднего ремонта, если таковой

НБ УДУНТ (ДИТ)

производится в депо, 2) для периодического осмотра и ремонта, 3) для ликвидации случайных повреждений и 4) для промывки паровозных котлов.

Стойла для стоянки локомотивов, ожидающих работы, должны строиться в зависимости от местных условий (суровый, холодный климат северного района, чрезмерно высокая температура и песок в Средней Азии, большое количество дождей).

В зависимости от этих условий должно быть произведено технико-экономическое обоснование необходимости устройства депо. Для этого должны быть учтены дополнительные расходы при стоянке локомотивов на открытом воздухе и, с другой стороны, дополнительные расходы на постройку, ремонт и содержание локомотивных зданий. При стоянке паровозов на открытом воздухе в холодное время года происходит усиленное охлаждение котла, что требует дополнительного расхода топлива. При температуре ниже нуля требуется прогрев воды в тендере, водопроводных рукавов и некоторых приборов. Все это вызывает дополнительный расход топлива.

При температуре ниже нуля требуется также прогревание тепловозов во избежание замерзания воды в холодильниках.

В районах песчаных (в Средней Азии) при стоянке локомотивов на открытом воздухе ответственные части их покрываются пылью.

В районах дождливых части локомотивов ржавеют от чрезмерной сырости. Во всех случаях при стоянке локомотивов на открытом воздухе требуется дополнительный штат для надзора и охраны. При стоянке локомотивов в депо один сторож может охранять до 12 локомотивов; при стоянке локомотивов вне депо одному сторожу можно поручить до 6 локомотивов, при стоянке паровозов в депо один кочегар может обслужить 12 паровозов, при стоянке паровозов на открытом воздухе один кочегар может обслужить в холодное время года до 4 паровозов и в остальное время года — до 6 паровозов.

Обозначим:

$t_{мор}$ — число морозных дней в году;

$q_{уг}$ — дополнительный расход угля в сутки на 1 паровоз, стоящий на открытом воздухе в холодное время года (в тоннах);

$s_{уг}$ — стоимость 1 m угля (в руб.);

$s_{ст}$ — месячный заработок одного сторожа (в руб.);

$s_{коч}$ — месячный заработок одного кочегара депо (в руб.).

Тогда дополнительный годовой расход на один паровоз, стоящий на открытом воздухе, составит:

1) на излишнее топливо в холодный период:

$$q_{уг} \cdot s_{уг} \cdot t_{мор};$$

2) на содержание дополнительных сторожей (при четырехсменном дежурстве):

$$4\left(\frac{1}{6}-\frac{1}{12}\right)12\,s_{ст}=4\,s_{ст};$$

3) на содержание дополнительных кочегаров депо (при четырехсменном дежурстве):

$$\left[4\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{12}\right)t_{мор}+4\left(\frac{1}{6}-\frac{1}{12}\right)(12\quad 30-t_{мор})\right]\frac{s_{коч}}{30}=$$

$$=\left(\frac{2}{3}t_{мор}+\frac{1}{3}\quad 12\quad 30-\frac{1}{3}t_{мор}\right)\frac{s_{коч}}{30}=\left(120+\frac{t_{мор}}{3}\right)\frac{s_{коч}}{30}\cdot \qquad (31)$$

Весь дополнительный годовой расход a на один паровоз, стоящий вне депо, составит:

$$a=q_{уг}\cdot s_{уг}\quad t_{мор}+4\,s_{ст}+\left(120+\frac{t_{мор}}{3}\right)\frac{s_{коч}}{30}\cdot \qquad (32)$$

При постановке локомотива в депо потребуются дополнительные расходы на постройку депо, его ремонт и содержание.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Обозначим:

$S_д$ — стоимость одного стойла депо (в руб.);

$T_д$ — срок службы депо (лет);

p_c — социалистическое накопление в год, которое дают затраченные средства в СССР (в %);

$s_{сод}$ — стоимость содержания одного стойла депо в год.

При долговечности здания $T_д$ лет амортизационное отчисление в год составит $\frac{S_д}{T_д}$; при учете возможного социалистического накопления годовая сумма такового составит $0{,}01\ S_д \cdot p_c$.

При одновременном учете амортизационных отчислений и социалистического накопления общий расход должен быть определен по сложным процентам и составит:

$$\frac{S_д (1 + 0{,}01\ p_c)^{T_д} \cdot\ 0{,}01 p_c}{(1 + 0{,}01 p_c)^{T_д} - 1}\ . \tag{33}$$

Таким образом весь дополнительный годовой расход на одно стойло депо составляет:

а) без учета социалистического накопления

$$b' = \frac{S_д}{T_д} + s_{сод}\ ; \tag{34}$$

б) при учете социалистического накопления

$$b'' = \frac{S_д (1 + 0{,}01 p_c)^{T_д} \cdot\ 0{,}01 p_c}{(1 + 0{,}01 p_c)^{T_д} - 1} + s_{сод}. \tag{35}$$

Экономически целесообразным является постройка стойл депо, так как дополнительный расход на содержание одного локомотива, стоящего вне депо, превышает дополнительный расход на постройку и содержание одного стойла депо.

При этом необходимо учесть улучшение условий стоянки локомотива в депо и облегчение надзора и ухода за ними.

Для пояснения приводится расчет для средней полосы СССР для паровозов серии ФД. При этом принимаем:

$t_{мор} = 150$ дней; $q_{уг} = 1{,}8\ т$; $s_{уг} = 25$ руб.
$s_{ст} = 150$ руб.; $s_{коч} = 200$ руб.
$S_д = 70\,000$ руб.; $T_д = 50$ лет; $p_c = 10\%$ и $s_{сод} = 1\,200$ руб.

При этих величинах годовой дополнительный расход на содержание одного паровоза, стоящего на открытом воздухе, по формуле (32) составит:

$$a = 1{,}8 \cdot 25 \cdot 150 + 4 \cdot 150 + \left(4 + \frac{150}{3 \cdot 30}\right) \cdot 200 \approx 6\,750 + 600 + 1\,133 \approx 8\,483 \text{ руб.}$$

Дополнительный годовой расход на одно стойло депо без учета социалистического накопления составляет:

$$b = \frac{S_д}{T_д} + s_{сод} = \frac{70\,000}{50} + 1\,200 = 2\,600 \text{ руб.}$$

При учете социалистического накопления этот расход составляет:

$$b' = \frac{S_д (1 + 0{,}01 p_c)^{T_д} \cdot 0{,}01 p_c}{(1 + 0{,}01 p_c)^{T_д} - 1} + s_{сод} =$$

$$= \frac{70\,000\,(1 + 0{,}01 \cdot 10)^{50} \cdot 0{,}01 \cdot 10}{(1 + 0{,}01 \cdot 10)^{50} - 1} + 1\,200 =$$

$$= \frac{70\,000 \cdot 1{,}1^{50} \cdot 0{,}1}{1{,}1^{50} - 1} + 1\,200 = 7\,050 + 1\,200 = 8\,250 \text{ руб.}$$

Следовательно получается экономически и технически целесообразным построить стойла для постановки в них паровозов, ожидающих работы, так как годовые расходы по постройке и содержанию одного стойла депо (8250 руб.) меньше дополнительных годовых расходов по содержанию паровоза вне депо на открытых путях (8 483 руб.).

НБ КГУНТ (ДИТ)

Число стойл для подъемочного ремонта локомотивов определяется числом локомотивов, подлежащих ремонту, и временем простоя в ремонте.

При годовом пробеге всех локомотивов депо $S_{год}$, пробеге между двумя смежными ремонтами с обточкой скатов L_0 и принятом цикле ремонта (капитальный — подъемочный — подъемочный — средний — подъемочный — капитальный) число локомотивов, подлежащих подъемочному ремонту в течение года, составляет:

$$N_0 = \frac{3}{5} \cdot \frac{S_{год}}{L_0} . \tag{36}$$

При равномерной подаче локомотивов в ремонт среднесуточное число локомотивов, поступающих в подъемочный ремонт, составляет:

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{S_{год}}{L_0 \cdot 365} ;$$

При неравномерной подаче локомотивов в ремонт должна быть учтена неравномерность подачи.

Число стойл, необходимых для производства подъемочного ремонта, составляет:

$$n_0 = \frac{3}{5} \cdot \frac{S_{год}}{L_0} \cdot \frac{t_0}{365} , \tag{37}$$

где t_0 — время простоя локомотива в подъемочном ремонте (в сутках). Если локомотивы передаются для подъемочного ремонта в другие депо, то это обстоятельство должно быть учтено. Точно так же должны быть учтены локомотивы, присылаемые для подъемочного ремонта из других депо, и число локомотивов среднего ремонта, если он как исключение производится в данном депо.

При расчете числа стойл для подъемочного ремонта паровозов необходимо иметь в виду, что одновременно с паровозом должен ремонтироваться тендер, для ремонта которого также должно быть предусмотрено место.

Число стойл для периодического ремонта определяется числом локомотивов, подлежащих периодическому ремонту, и временем простоя локомотива в периодическом ремонте $t_{п.\,р}$. При пробеге между двумя смежными периодическими ремонтами $L_{п.\,р}$ число локомотивов, подлежащих периодическому ремонту в течение года, составит:

$$N_{п.\,р} = \frac{S_{год}}{L_{п.р}} - \frac{S_{год}}{L_0} , \tag{38}$$

где $\frac{S_{год}}{L_0}$ —число локомотивов, подлежащих в течение года подъемочному, среднему и капитальному ремонту.

Число стойл, необходимых для производства периодического ремонта, составляет:

$$n_{п.\,р} = a\left(\frac{S_{год}}{L_{п.р}} - \frac{S_{год}}{L_0}\right) \cdot \frac{t_{п.р}}{365} , \tag{39}$$

где a — коэфициент неравномерности движения.

При расчете числа стойл для промывки паровозов число паровозов, подлежащих подъемочному, среднему и капитальному ремонту, вычитать не нужно, так как эти паровозы до начала ремонта должны быть промыты.

Таким образом число стойл для промывки составляет:

$$n_{пром} = a\frac{S_{год}}{L_{пром}} \cdot \frac{t_{пром}}{365} \tag{40}$$

Время, необходимое для промывки паровозов, составляет менее одних суток (от 10 до 17 час.). При расчете числа стойл нужно учесть число рабочих смен в течение суток и неравномерность поступления паровозов. Для определения времени $t_{пром}$ нужно делить действительное число часов нахождения паровоза на промывке на число действительных рабочих часов в сутки. Эта величина должна быть помножена на коэфициент неравномерности поступления паровозов в промывку. В случае действительного времени нахождения паровоза в промывке менее суток расчетную величину $t_{пром}$ нужно брать равной одним суткам.

НБ УГЛТ (ДГТ)

Наиболее правильно определять число стойл для промывки паровозов, а также для периодического ремонта локомотивов по графику оборота локомотивов.

Для ликвидации случайных повреждений локомотивов одно или два стойла в депо должны иметь специальные приспособления.

Число мест для стоянки локомотивов в ожидании работы и для подготовки их к работе определяется числом локомотивов, прибывающих в течение суток в депо, временем простоя их и неравномерностью подхода локомотивов.

Если число пар поездов в сутки по всем направлениям, обслуживаемым данным депо, составляет n пар, среднее время простоя локомотива от прибытия до отправления составляет в часах $t_{м.\,п}$ (межпоездное) и коэфициент неравномерности подхода локомотива в течение суток составляет φ, то число мест для стоянки локомотивов составляет:

$$n_{м.\,п} = \varphi \cdot n \cdot \frac{t_{м.п}}{24}. \qquad (41)$$

Так же, как и при определении числа стойл для периодического ремонта, число мест для локомотивов, ожидающих работы, лучше всего определять по графику оборота локомотивов. Полученное число мест для стоянки локомотивов может быть предоставлено или в депо или на путях на открытом воздухе. Выбор рода места для стоянки должен быть обоснован, как указано выше.

§ 6. Определение площадей отделений мастерских, технических, хозяйственных и служебных помещений

Площади отдельных помещений должны быть достаточными для размещения всего необходимого оборудования и работников, пользующихся помещениями.

Площади определяются по количеству оборудования, его габаритным размерам и по числу работников, для которых предназначаются помещения.

Кроме полезных площадей рабочих помещений необходимо учитывать площади на проходы, лестничные клетки, которые составляют от 10 (для больших депо) до 20% (для малых депо).

Площади мастерских

Площадь механического отделения определяется по числу станков.

Учитывая проходы и проезды, могут быть приняты следующие нормы:

1. На один колесно-токарный станок, считая путь для подачи колесных пар, 85 $м^2$.

2. На остальные станки, включая каменные и наждачные точила, но без учета моторов, можно принимать на один станок:

Для мастерских с общим числом станков						до 10			по 22 $м^2$
»	»	»	»	»	»	от 10	до	15	» 21 »
»	»	»	»	»	»	» 16	»	20	» 20 »
»	»	»	»	»	»	» 20	»	25	19 »
»	»	»	»	»	»	» 26	»	30	18 »
»	»	»	»	»	»	» 31	»	35	17 »
»	»	»	»	»	»	» 35	»	40	16 »

Уменьшение потребной площади на один станок при увеличении общего числа станков объясняется тем, что в отделениях с малым числом станков преобладают крупные станки и относительная величина площадей проходов при малом числе станков получается больше.

Площадь кузнечного отделения определяется по числу горнов, печей, молотов с учетом необходимости расстановки вспомогательного оборудования и оставления проходов по следующим нормам:

1) на каждый горн (огонь с наковальней)	22,5 $м^2$
2) » » молот	35,0 »
3) » одну нагревательную печь	40,0 »
4) » правильную плиту	20,0 »

НБ УДУНТ (ДИТ)

В случае размещения в кузнице оборудования для производства рессорных работ должна быть предусмотрена дополнительная площадь для размещения соответствующего оборудования.

Площади остальных отделений мастерских могут быть ориентировочно приняты по следующим нормам, указанным в табл. 1.

Для специальных отделений электровозных и тепловозных депо могут быть ориентировочно приняты площади, указанные в табл. 2.

Технические, хозяйственные и служебные помещения частично должны быть размещены в общем здании с помещением мастерских, частично устраиваются независимо от помещения мастерских. Нормы площадей этих помещений ориентировочно указаны ниже.

Площади хозяйственных и служебных помещений мастерских

1. Площади кладовых для хранения ходовых запасных частей локомотивов и материалов можно считать по 1,5 $м^2$ на каждый приписанный к депо локомотив, но не менее 20 $м^2$.

2. Площади помещений для хранения тяговых моторов и вспомогательных машин (для электровозных и тепловозных депо) определяются из расчета по 0,5 $м^2$ на каждый приписанный к депо локомотив, но не менее 10 $м^2$.

3. Площади помещений для хранения электрокар или тележек принимаются по 5 $м^2$ на одну единицу.

4. Площадь помещения конторы мастера определяется по числу служащих, занимающихся в ней, из расчета по 5,5 $м^2$ на каждого служащего при общем числе служащих до шести и по 4,5 $м^2$ на каждого служащего при большем числе служащих.

При годовом пробеге локомотивов (от 2,5 до 5 млн. *км*) мастеру должен быть отведен кабинет не менее 18 $м^2$, при бо́льшем годовом пробеге мастеру должен быть отведен кабинет площадью не менее 24 $м^2$.

В больших депо, где предусматривается несколько мастеров, должны быть выделены соответствующие помещения для каждого мастера.

Площади технических, хозяйственных и служебных помещений при депо

1. Площадь лаборатории для депо с годовым пробегом до 1 млн. *км* можно принимать по 20 $м^2$, для депо с пробегом от 1 до 5 млн. *км* — по 30 $м^2$ и для депо с большим пробегом — до 40 $м^2$.

2. Площадь филиала материального склада в отдельном от депо и мастерских здании может быть определена из расчета 50 $м^2$ на 1 млн. *км* годового пробега локомотивов, приписанных к депо.

Таблица 1

Площади отделений мастерских локомотивных депо в кв. метрах

Наименование отделений	Депо с годовым пробегом локомотивов в *км*				
	1 000 000	2 500 000	5 000 000	7 500 000	10 000 000
1. Колесно-бандажное	70	70	70	70	70
2. Трубное (только для паровозных депо)	40	40	50	50	50
3. Медницкое	30	40	40	50	50
4. Заливочное (при применении кальциевого баббита)	30	40	40	40	40
5. Жестяночное	20	20	30	30	30
6. Арматурное	40	40	30	40	40
7. Автотормозное			30	40	40
8а. Электросварочное	20	20	30	40	40
8б. Газосварочное 8в. Газогенераторное	30	30	30	40	40
9. Хромировочное	—	—	50	60	60
10. Компрессорное	30	40	40	50	50
11. Электротехническое	—	—	40	40	50
12. Заготовительное	30	30	40	50	50
13. Хозяйственное 14. Водопроводное	40	40	60	80	80
15. Столярное	20	20	30	30	30
16. Малярное	—	—	10	20	20
17. Инструментально-ремонтное	20	30	40	50	60
17а. Инструментально-раздаточное	30	40	60	70	70
18. Выварочное	—	—	20	20	20
	450	500	74	870	890

2 18668 Штанге 361

БЖБ 1966

НБ УГУНТ (ДНТ)

Таблица 2

Площади специальных отделений электровозных и тепловозных депо в кв. метрах

Наименование отделений	Депо с годовым пробегом локомотивов в *км*				
	1 000 000	2 500 000	5 000 000	7 500 000	10 000 000
1. Пантографное (для электровозных депо)	50	60	60	70	70
2. Аккумуляторное	30	30	30	40	40
3. Испытательная станция					
а) для депо без большого ремонта электровозов	20	30	30	40	40
б) для депо с большим ремонтом электровозов	—	—	70	80	80
4. Моторное	—	—	60	60	60
5. Обмоточное	—	—	40	40	40
6. Сушильное и пропиточное	—	—	30	30	30
Итого для депо без большого ремонта	100	120	250	280	280
Итого для депо с большим ремонтом	—	—	290	320	320

3. Площадь кладовой для хранения и выдачи локомотивного инструмента может быть принята из расчета 0,5 $м^2$ на каждый локомотив, приписанный к депо, но не менее 10 $м^2$.

4. Площадь кладовой для смазочных, осветительных и обтирочных материалов может быть определена из расчета 10 $м^2$ на каждый 1 млн. *км* годового пробега локомотивов.

5. Конторы административно-технических единиц должны располагаться в зданиях, непосредственно примыкающих к депо, или по близости от него по одну сторону с депо от станционных путей.

Площадь помещения конторы определяется по числу служащих, занимающихся в ней, из расчета по 5,5 $м^2$ на одного служащего при общем числе их до шести и по 4,5 $м^2$ на одного служащего при бо́льшем числе служащих.

При конторах должны быть выделены помещения для сторожей и рассыльных из расчета 3 $м^2$ на человека, но не менее 12 $м^2$ и для архива площадью не менее 12 $м^2$.

Для начальников отделений, депо и их помощников должны быть предусмотрены кабинеты площадью не менее 18 $м^2$.

6. Площади помещений для диспетчеров и дежурных по депо с конторщиками и нарядчиками определяются из расчета по 5,5 $м^2$ на одно лицо, но менее 20 $м^2$ для дежурных по депо и не менее 24 $м^2$ для диспетчеров. В больших депо диспетчеру и дежурному по депо должны быть выделены кабинеты.

7. Площади помещений для кратковременного пребывания сменно-обслуживающих депо дежурных рабочих по ремонту, дежурных кочегаров, промывальщиков, обтирщиков, чистильщиков топок, пробивальщиков труб определяются из расчета по 3 $м^2$ на человека, считая на одновременное пребывание около 50% от числа дежурных в одну смену, но не менее 18 $м^2$.

8. Площадь помещений для резервных бригад, для бригад, ожидающих отправления с поездом, для записи ремонта, составления маршрутов, ознакомления с приказами и распоряжениями может быть принята от 30 $м^2$ для малых депо с годовым пробегом 1 млн. *км* до 80 $м^2$ для больших депо с пробегом 10 млн. *км*.

Площади помещений для отдыха локомотивных бригад

Эти помещения устраиваются в пунктах оборота бригад в тех случаях, когда эти бригады обслуживают локомотивы с отдыхом в пункте оборота или подсмены. При основных депо устраиваются помещения для двух-трех бригад, случайно командированных из других депо. Эти же помещения служат для отдыха командированных в депо агентов локомотивной службы.

Эти помещения проектируются по нормам, указанным в специальном положении о помещениях для отдыха бригад. Общая площадь составляет около 13 $м^2$ на одного отдыхающего.

Все помещения зданий для отдыха бригад должны быть устроены в соответствии с существующими правилами промышленного строительства.

НБ УГУНТ (ДШТ)

Внутренние стены помещений должны быть незвукопроводны, оштукатурены, выкрашены, причем на высоте 1,5 *м* от пола должны быть сделаны панели, окрашиваемые масляной краской светлого тона.

Поверхности стен и потолков должны быть такого устройства, чтобы очистка их от пыли и грязи не была затруднительной. Полы должны быть гладкие и плотные. В помещениях для занятий и отдыха они должны быть деревянными крашеными, в уборных, душевых комнатах—водонепроницаемыми. Кроме того в последних помещениях должны быть также водонепроницаемыми и панели стен.

Помещения для отдыха должны быть устроены по коридорной системе.

Отношение световой поверхности к площади пола должно быть для северной полосы не менее $^1/_6$, а для средней и южной—не менее $^1/_8$.

Распределение световой поверхности должно быть таким, чтобы по всей площади помещения была одинаковая освещенность.

Искусственное освещение должно быть по возможности электрическое или газокалильное с отраженным рассеянным светом, с силой не менее 15 *лк*.

Для освещения спален во время сна должны быть устроены вторые лампы с меньшей силой света и по возможности цветные (не красные) с раздвигающимися по абажуру занавесями.

Устройство для отопления должно обеспечивать подержание температуры внутри помещения не ниже 18°.

Во всех помещениях должна быть устроена вентиляция, по возможности побудительная, обеспечивающая чистоту воздуха и допускающая регулирование температуры.

Кроме того в каждой комнате должна быть устроена фрамуга, открывающаяся сверху, снабженная боковыми щитами против холодных токов воздуха с удобным управлением ею с пола.

Помещения для отдыха бригад должны быть оборудованы:

а) Спальни — выкрашенными железными кроватями с пружинными сетками, матрацами, постельным бельем, летними и зимними одеялами с пододеяльниками и туфлями. У каждой кровати должны быть столик-шкафчик (тумбочка) с ящиком, табурет или стул, окрашенный масляной краской, и плевательница. В каждой спальне должна быть вешалка для верхнего платья. Окна в спальнях должны иметь светонепроницаемые внутренние ставни. Полы у кроватей должны быть устланы дорожками-половиками.

б) Кухня должна быть оборудована плитой, кубом для кипятка, самоваром, посудой и прочими предметами для ее работы.

в) Столовая и комната для дневного пребывания бригад должны быть оборудованы соответствующей их назначению мебелью и посудой.

г) Умывальные и душевые помещения должны иметь проводку для холодной и горячей воды.

д) Помещения для дневного пребывания должны быть оборудованы конторской мебелью стандартного типа.

Площади санитарно-гигиенических и культурно-бытовых помещений указаны в табл. 3.

Таблица 3

Помещения для обслуживания санитарно-гигиенических и культурно-бытовых нужд рабочих и служащих депо

Наименование помещений	Площади в $м^2$
1. Комната для принятия пищи	1 $м^2$ на 1 чел.
2. » первой медицинской помощи	20 — 25
3. Красный уголок .	15 — 30
4. Комната для месткома .	15 — 20
5. » ячейки ВКП(б) .	15 — 20
6. » ВЛКСМ	15 — 20
7. » технической пропаганды	15 — 45
8. » изобретателей .	15 — 45
9. Парикмахерская	15 — 50
10. Раздевальни мужские и женские .	0,5 $м^2$ на 1 чел.
11. Умывальные[1] (1 кран на 10 чел.) .	1 » » 1 кран
12. Душевые[1] (1 душ на 20 чел.) . .	3 » » 1 душ
13. Уборные[1] (1 очко на 20 чел.)	2,5 » » 1 очко
14. Сушилки для специальной одежды отдельно мужские и отдельно женские . . .	0,2 » 1 чел.

§ 7. Типы депо

Паровозное здание (депо) должно обеспечить надлежащие условия для осмотра локомотивов, ремонта их, промывки и заправки паровозов, подготовки локомотивов для работы и надзора за локомотивами.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Для этого должны быть выполнены следующие условия:

1. Депо должно иметь достаточное число стойл.

2. Депо должно обладать достаточными размерами, обеспечивающими возможность постановки локомотива и передвижения его при ремонте, рабочее место для ремонта, свободный проход и проезд электрокары или тележки.

3. Должны быть обеспечены удобный ввод локомотива в депо и вывод его из депо.

4. В депо должна поддерживаться температура, обеспечивающая возможность работы без теплой верхней одежды и необходимая при теплой промывке котлов паровозов. В последнем случае не должно быть сквозников.

5. Депо должно быть хорошо освещено как естественным, так и искусственным светом.

6. Должна быть обеспечена чистота воздуха (надлежащая вентиляция).

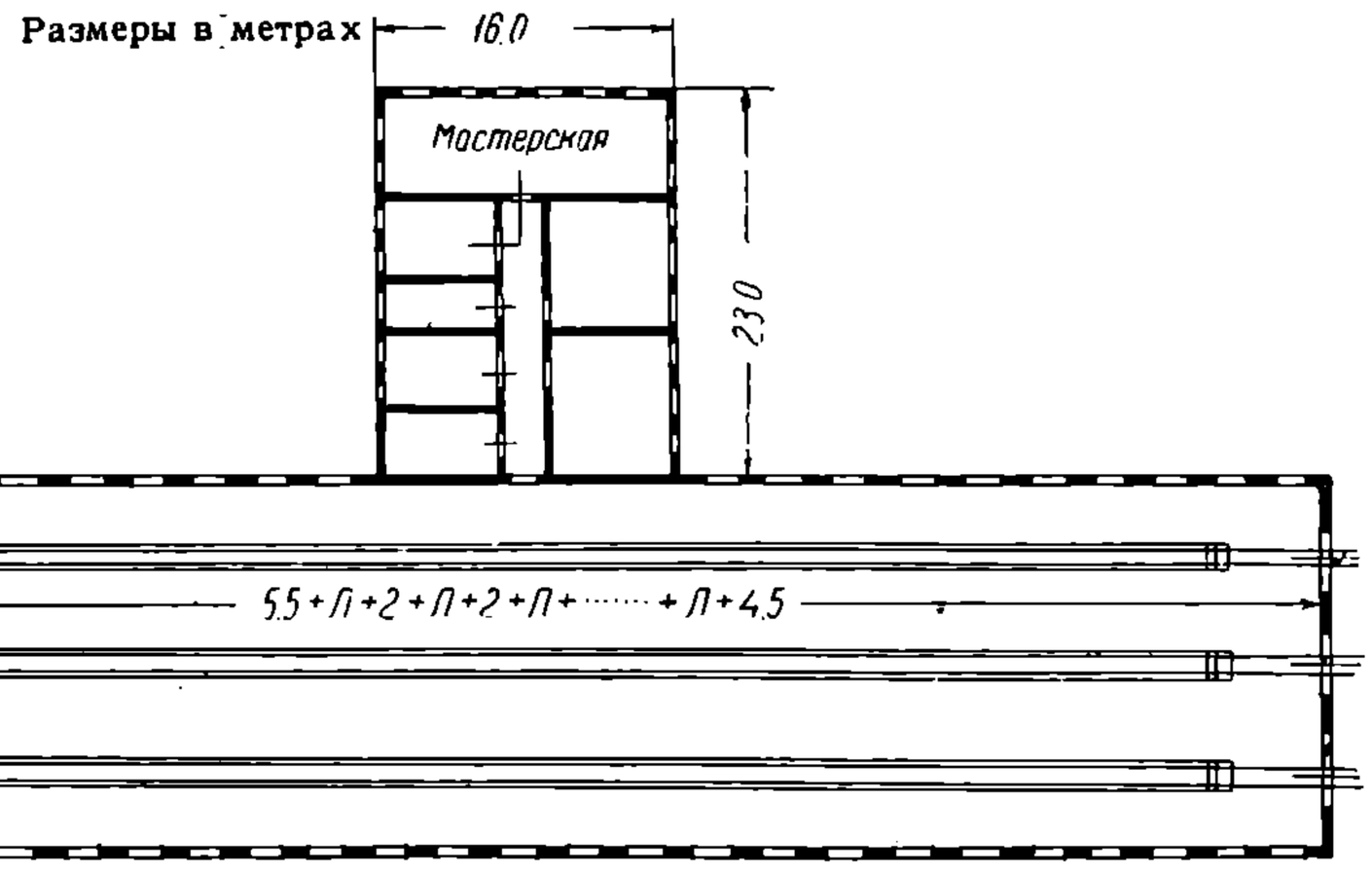
7. Должна быть обеспечена возможность содержания депо в чистоте путем надлежащего устройства полов, канав и канализации.

8. При проектировании депо должны быть обеспечены удобное взаимное расположение отделений депо и мастерских и сообщение между ними.

9. План депо должен обеспечить удобный надзор за стоящими в нем локомотивами.

10. При проектировании должна быть учтена возможность дальнейшего развития депо и мастерских.

Помимо этих основных условий должны быть соблюдены основные требования пожарной безопасности и противовоздушной обороны.



Фиг. 1

Наивыгоднейшую конфигурацию представляют те деповские сооружения, которые по своему начертанию исключают застой отравляющих веществ (ОВ), т. е. не имеют входящих углов, а в плане прямоугольной формы, вытянутой в направлении господствующих ветров.

Последнее вместе с тем позволит производить быстрое выветривание сквозником внутреннего помещения при наличии широких выходов и входов на концах зданий.

С оборонной точки зрения в ряде случаев потребуется сооружать депо таким образом, чтобы они либо без всякой реконструкции, либо при небольших реконструктивных изменениях могли бы обслуживать локомотивы различного вида тяги (паровозы, электровозы).

Ниже описываются различные виды депо и их особенности.

В начале постройки железных дорог (около 1830 г.) применялись только прямоугольный и круглый типы депо.

Прямоугольное депо (фиг. 1) представляло собой длинное прямоугольное здание, вдоль которого укладывались два или три пути, на которых устанавливались паровозы один за другим.

НБ УрГУПС (ДШТ)

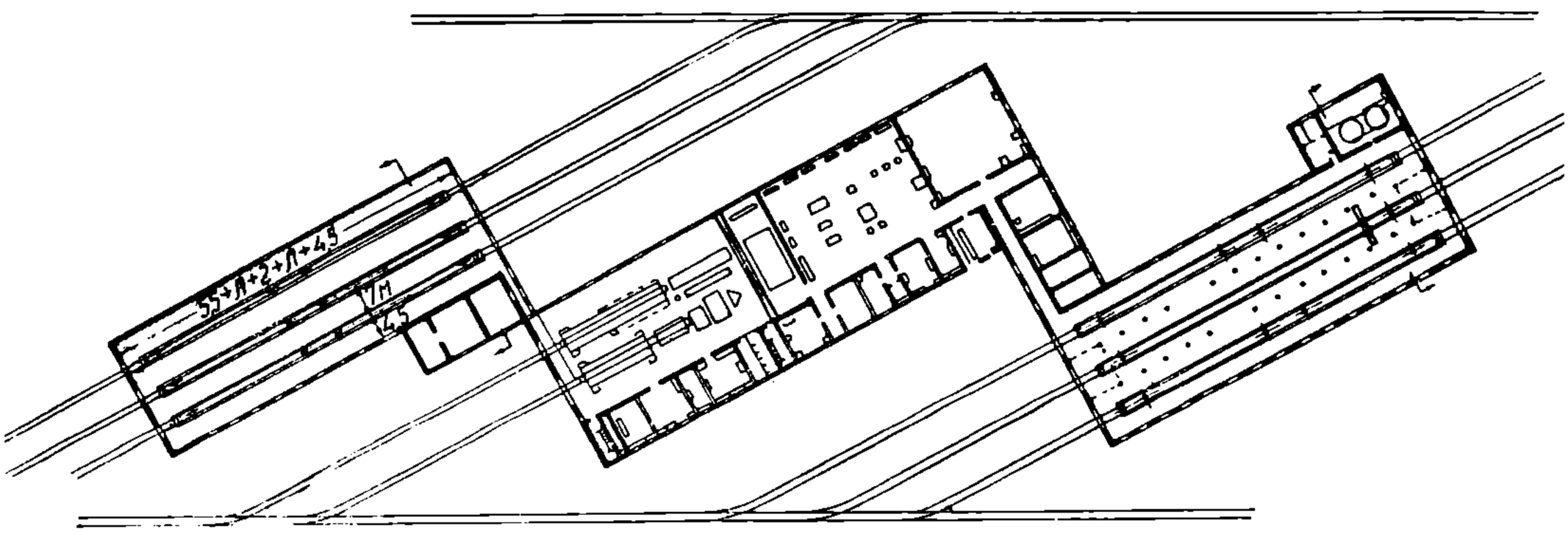
Мастерские пристраивались к одной из боковых стен депо.

Главное неудобство этих депо заключалось в том, что для вывода паровозов, стоящих в середине, необходимо предварительно вывести другие паровозы. В случае производства ремонта и невозможности передвинуть один паровоз остальные паровозы тоже вынуждены были стоять.

Сообщение в таких депо весьма неудобно. Они не удовлетворяли также другим основным требованиям. В настоящее время прямоугольные депо для постановки нескольких паровозов друг за другом на одном пути не строятся.

Ступенчатое депо. Прямоугольные депо с продольными путями строятся и в настоящее время, но несколько видоизмененного типа — на три пути такой длины, чтобы на каждом пути можно было бы установить два локомотива; в некоторых случаях допускается постановка трех локомотивов, что хуже, так как вывод среднего локомотива стеснен.

Таким образом в одном здании могут быть установлены шесть локомотивов или в крайнем случае девять локомотивов.



Фиг. 2

Очевидно, что при числе локомотивов, требующем одновременной постановки в депо более шести, необходимо строить несколько зданий.

В этом случае здания располагаются по диагонали по отношению друг к другу так, чтобы концы смежных зданий заходили друг за друга по продольному направлению (фиг. 2).

В местах соприкосновения зданий в продольной стене делается проход из одного здания (секции) в другое.

Такие депо называются с т у п е н ч а т ы м и.

В некоторых исключительных случаях (по требованию мобилизационного отдела) здания депо по продольному направлению отделяются друг от друга.

Пути из депо выводятся на общую стрелочную улицу.

Мастерские для ремонта устраиваются в одном из прямоугольных зданий.

Для обеспечения условий обороноспособности в прямоугольном здании и в каждой секции ступенчатого типа депо желательно устраивать не более трех путей. Стойла периодического осмотра секции необходимо делать сквозными. В мирное время во избежание сквозников, в особенности зимой и в холодном климате, разрешается временная легкая заделка одной стороны стойл периодического осмотра. Однако в необходимый период эта заделка должна быть немедленно разобрана.

В стойлах подъемки пути можно делать тупиковые. Здания прямоугольного и ступенчатого типа депо в некоторых случаях желательно строить с таким расчетом, чтобы они могли обслуживать паровую и электрическую тягу без всякой переделки депо, либо при незначительной и производимой в течение кратчайшего срока реконструкции его.

НБ УИИНТ (ДШТ)

Эти депо обладают следующими особенностями:

а) Ввод и вывод локомотивов удобны. При соблюдении принципа поточности при выпуске локомотива из депо необходимо продвигать также локомотив, стоящий за ним, на том же пути. Для локомотивов, находящихся в ремонте, и паровозов, находящихся в промывке, такое передвижение неудобно, а иногда и невозможно.

б) Взаимное расположение и сообщение между отдельными секторами депо и мастерскими при малом числе секций (до трех, включая мастерские) вполне удовлетворительны. При большом числе стойл взаимное расположение отделений и сообщение между ними неудобны. Ступенчатое депо на 30 стойл для паровозов серии ФД занимает в длину около 300 *м*.

Для удобства сообщения в некоторых случаях отдельные секции располагаются не по диагонали, а в шахматном порядке. Но при таком расположении депо лишается своих основных качеств: удобства расположения на узкой полосе станционной территории и удовлетворения требованиям противовоздушной обороны, так как получаются замкнутые с трех сторон площади между зданиями, вследствие этого постройка таких зданий в настоящее время запрещена.

в) Надзор и уход за локомотивами в ступенчатых депо неудобны, так как локомотивы закрывают друг друга.

г) Эти депо являются малоудовлетворительными в отношении сохранения тепла, благодаря большому периметру наружных стен и сквозникам, получающимся при открытии ворот с противоположных сторон. В холодное время года в местности с суровым климатом в этих депо можно наблюдать туман, стелящийся по полу на высоту до 2—3 *м*. Сохранение тепла в таких депо настолько трудно, что в некоторых пунктах ворота с одной стороны на зиму закрываются наглухо, и депо обращаются в тупиковые, что при постановке на одном пути двух локомотивов весьма неудобно.

д) В отношении естественного освещения паровозные ступенчатые депо являются малоудовлетворительными, так как свет из боковых окон загораживается для среднего пути паровозами, стоящими на крайних путях, а световые фонари бывают закопчены.

е) Благодаря частым передвижениям паровозов в ступенчатых депо (при соблюдении поточности) они сильно задымляются.

ж) Стоимость ступенчатых депо выше стоимости депо других типов благодаря большому периметру стен. Также стоимость содержания и эксплуатации этих депо выше стоимости содержания и эксплуатации депо других типов, главным образом благодаря большому их охлаждению и неудобству транспортирования материалов и запасных частей.

Наряду с перечисленными недостатками ступенчатое депо обладает некоторыми удобствами, а именно:

а) Развитие ступенчатых депо легко обеспечивается. В случае необходимости удлинения каждый сектор может быть удлинен самостоятельно. В случае надобности увеличения числа стойл может быть пристроена новая секция.

б) Для размещения ступенчатых депо требуется хотя длинная, но узкая площадка на станционной территории.

в) Ступенчатое депо целесообразнее других в отношении удовлетворения требованиям противовоздушной обороны. В случае попадания снаряда подвергается повреждению одна секция, в особенности при постройке отдельных зданий с интервалами между ними. Ступенчатое депо, требующее узкую и длинную территорию, представляет собой менее уязвимую цель для попадания бомб с самолетов, нежели все остальные типы депо.

При выводе же из строя одной из секции в оставшихся секциях можно продолжать работу, так как каждая ступень представляет собой как бы небольшое прямоугольное депо.

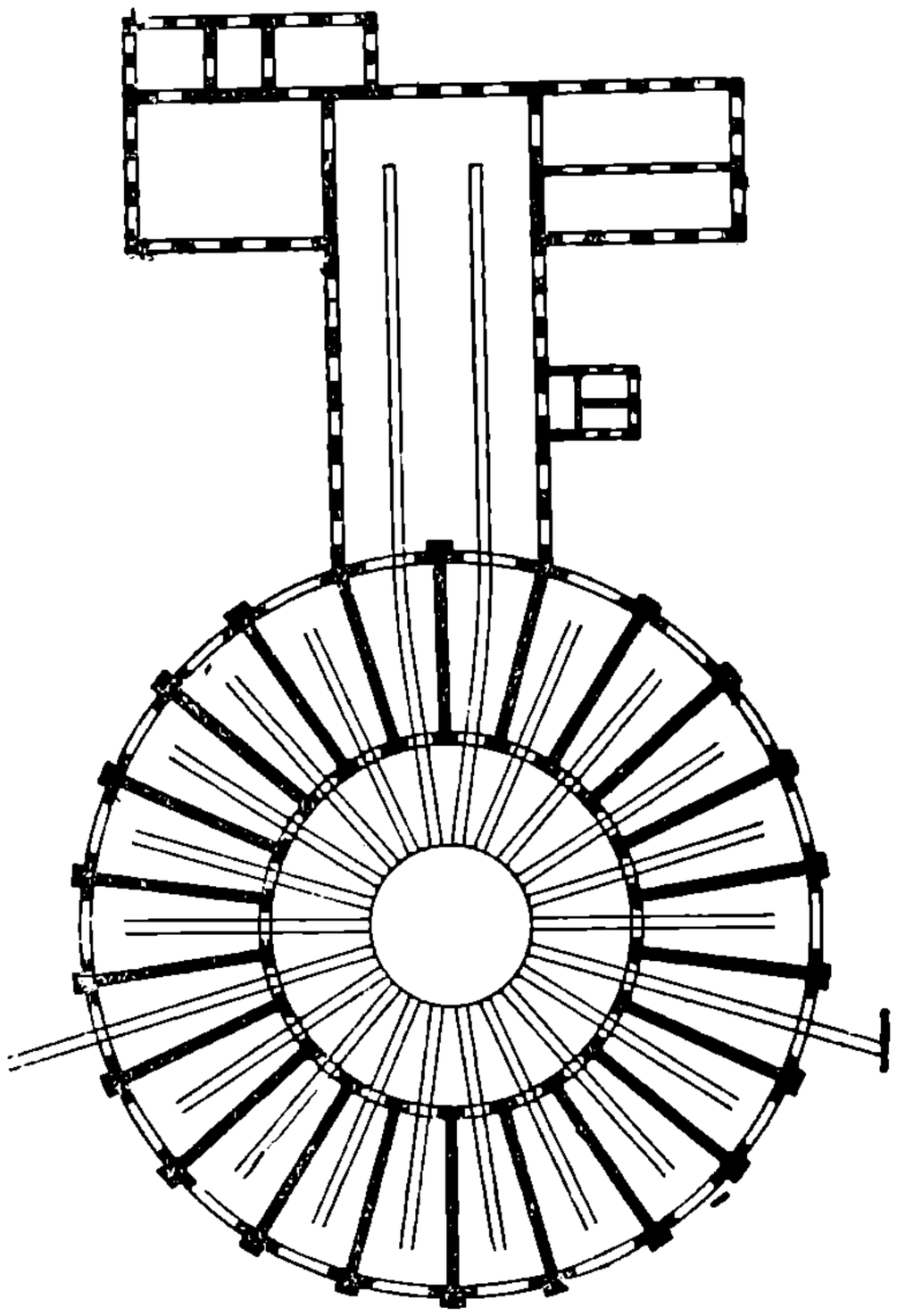
Кроме того ступенчатый тип депо, удачно расположенный в отношении господствующего направления ветров, наилучше продувается ветрами из всех прочих типов депо; это значительно ускоряет естественную дегазацию, облегчает

НБ МИИТ (ДИТ)

и ускоряет дегазационные работы и сокращает время для выветривания неприятных и мешающих работе запахов после дегазационных и дезинфекционных работ.

г) При ступенчатом депо легче и лучше осуществляются противопожарные, противохимические, медико-санитарные и восстановительные мероприятия; легче и скорее локализируются пожары, нежели у всех остальных типов депо.

д) Наконец при ступенчатом сквозном типе депо нет необходимости в угрожаемый период выводить локомотивы из депо и размещать их на путях. Это имеет весьма существенное значение, так как в зависимости от характера района и военных операций угрожаемый период может продолжаться неопределенно длительное время. Естественно, что нахождение в течение всего угрожаемого периода локомотивов не в депо, а на путях с обслуживанием их там же (осмотр, мелкий ремонт и пр.) создает исключительно большие затруднения в эксплуатационной и ремонтной работе. Это требует также значительных дополнительных затрат и увеличения обслуживающего персонала, что в военное время весьма нежелательно.



Фиг. 3

Ступенчатые здания применяются преимущественно на железных дорогах СССР. На заграничных дорогах ступенчатые депо весьма мало распространены и применяются в исключительных случаях.

Круглые депо. Наряду с прямоугольными зданиями в самом начале строительства железных дорог устраивались также к р у г л ы е депо. Эти депо представляли собой кольцеобразное пространство, заключенное между двумя стенами, расположенными по двум концентрическим окружностям (фиг. 3). Кольцеобразное помещение делилось поперечными стенами, образующими стойла для стоянки паровозов. В этих стойлах укладывались пути по радиусам круга. Пути выходили внутрь круга, где помещался поворотный круг. Два стойла делались сквозными для впуска и выпуска паровозов.

Стойла перекрывались конической крышей, а средняя круговая часть перекрывалась куполом со световым и вентиляционным фонарем в средней части.

Мастерские пристраивались с одной стороны наружной стены, нормально к внешней окружности (периметру).

При малых размерах паровозов эти депо были целесообразны. Каждый паровоз имел свое изолированное помещение. Благодаря наличию только двух наружных ворот и относительно небольшому периметру наружных стен в них хорошо сохранялось тепло; сообщение между депо и мастерскими было удобно.

К неудобствам этих депо относились ввод и вывод всех паровозов через поворотный круг. При повреждении круга все паровозы оказывались запертыми.

При увеличении размеров паровозов круглые депо получились бы слишком громоздкими, в особенности средняя часть, перекрываемая куполом, поэтому в настоящее время такие депо не строятся.

Веерные депо с кругом. С целью сохранения некоторых преимуществ круглых депо и в связи с нецелесообразностью устройства громоздкого перекрытия

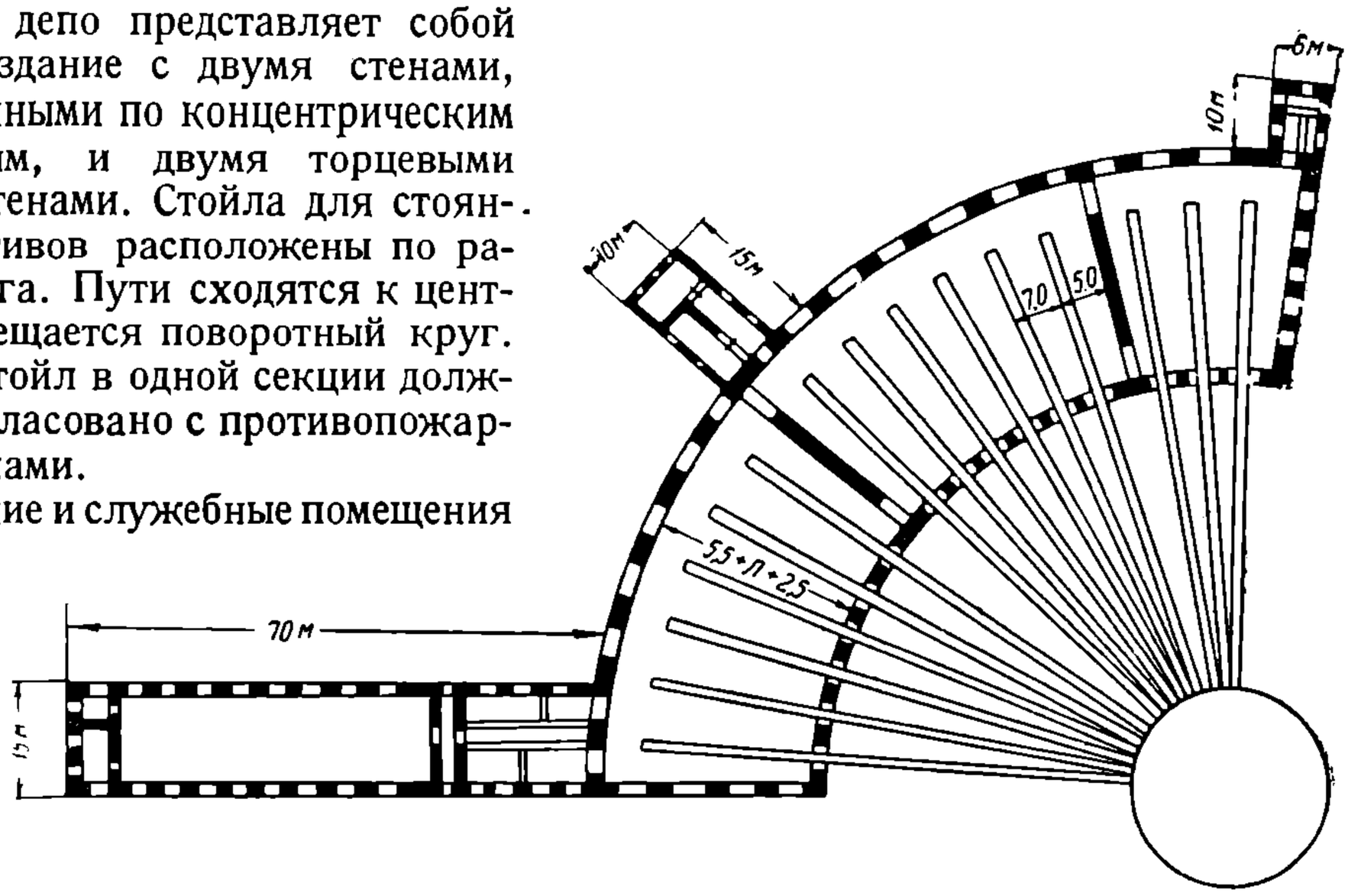
НБ УДУНТ (ДПТ)

средней части круглые депо видоизменили. Оставлена неполная кольцевая часть депо, но она делается значительно большего радиуса без перекрытия центральной части. Депо получило в плане вид веера, почему и названо веерным (фиг. 4).

Веерное депо представляет собой кольцевое здание с двумя стенами, расположенными по концентрическим окружностям, и двумя торцевыми прямыми стенами. Стойла для стоянки локомотивов расположены по радиусам круга. Пути сходятся к центру, где помещается поворотный круг.

Число стойл в одной секции должно быть согласовано с противопожарными органами.

Мастерские и служебные помещения



Фиг. 4

располагаются в прямоугольных зданиях, пристроенных к наружной кольцевой стене, нормально к этой стене. Кольцевое пространство делится поперечными стенами на отделения, заключающие по нескольку стойл (по требованию пожарной охраны не более пяти).

Веерные депо обладают следующими особенностями:

а) По удобству ввода и вывода локомотивов они значительно уступают ступенчатым депо, так как требуют пропуска локомотивов через круг. Это особенно осложняется при электрической тяге и для паровозов и тепловозов, подающихся в нерабочем состоянии для ремонта.

При электрической тяге нужно устраивать приспособления для подачи электровозов без контактного провода. Паровозы и тепловозы в нерабочем состоянии должны передвигаться с круга в депо и обратно при помощи каких-либо специальных приспособлений или даже вручную, что весьма трудно и нерационально. Во избежание такого осложнения при передвижении паровозов в нерабочем состоянии стойла для ремонта помещаются в прямоугольной части депо, которая служит продолжением веерного здания. Пути из стойл этой прямоугольной части здания выводятся мимо поворотного круга, благодаря чему паровозы легко могут вводиться в эти стойла другими паровозами (фиг. 5).

б) Взаимное расположение депо и мастерских и сообщение между ними удобны. К любому стойлу депо имеется удобный проход вдоль наружной кольцевой стены. Этот проход может быть использован для подвозки материалов и частей электрокарой.

в) Надзор и уход за локомотивами в веерных депо удобны, так как все локомотивы хорошо доступны наблюдению при проходе вдоль наружной или внутренней стен.

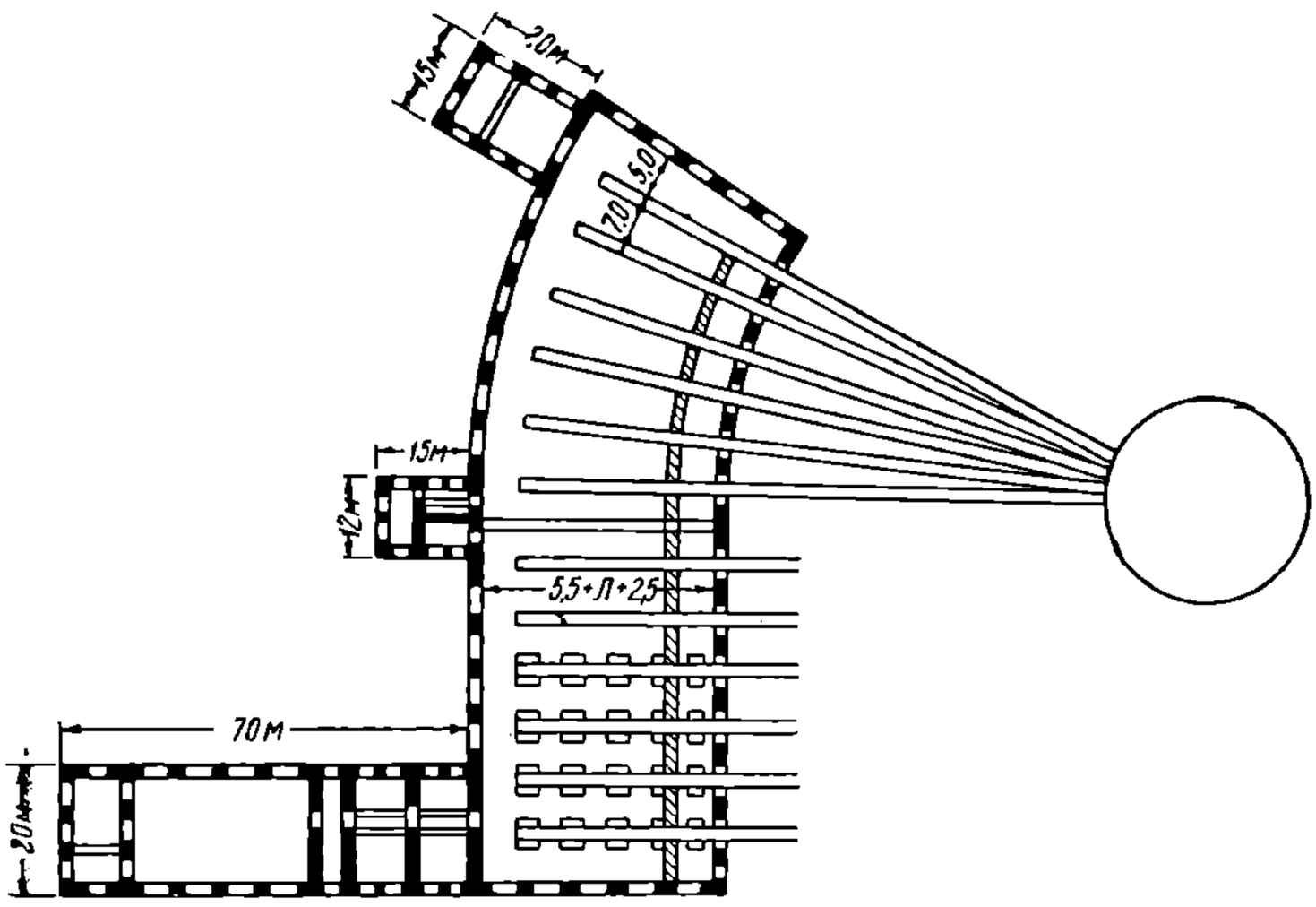
г) Благодаря меньшему периметру стен и отсутствию ворот с противоположных сторон веерные здания в отношении сохранения тепла более благоприятны, нежели ступенчатые. Для обеспечения лучшего сохранения тепла при постройке веерных зданий их следует располагать воротами в сторону, попутную с господствующими в холодное время года ветрами (не против ветра).

НБ УГЛТУ (ДШТ)

д) В отношении освещения веерные депо находятся в лучших условиях, нежели ступенчатые. Естественное освещение осуществляется при помощи окон в наружной кольцевой стене, фрамуг над воротами во внутренней стене и световых фонарей.

е) Так как в веерных депо не приходится переставлять паровозы так часто, как в ступенчатых, задымленность их меньше.

ж) Развитие веерных депо в отношении увеличения числа стойл производится удобно путем увеличения веера по окружности. При этом пристраиваемые стойла могут быть одинаковой или большей длины по сравнению со старыми. Удлинение старых стойл затруднительно. Для удлинения стойл приходится делать пристройку со стороны внешней стены и выламывать проходы в стены, оставляя часть стен в виде колонн, служащих опорами для перекрытия.



Фиг. 5

з) Веерное депо наряду с положительными качествами имеет ряд существенных отрицательных сторон с оборонной точки зрения, а именно: наличие поворотного круга чрезвычайно затрудняет быстрый вывод паровозов из депо. При разрушении поворотного круга в веерном депо на длительный период оказываются запертыми паровозы. Это заставляет заранее, в угрожаемый период, выводить паровозы из депо и рассредоточивать их на путях согласно определенным указаниям. Это, как уже указывалось выше, создает большие неудобства в эксплуатации тягового хозяйства.

Взрыв авиабомб с внутренней стороны депо производит у веерных депо разрушение примерно в 1,4 раза больше, нежели у прямоугольных типов депо. Увеличение фугасного действия в данном случае объясняется тем, что сооружения, имеющие закругленные или выступающие части, не дают возможности создать быстрое затухание воздушной ударно-взрывной волны, в результате чего и получается повышенное действие взрыва по отношению к сооружениям.

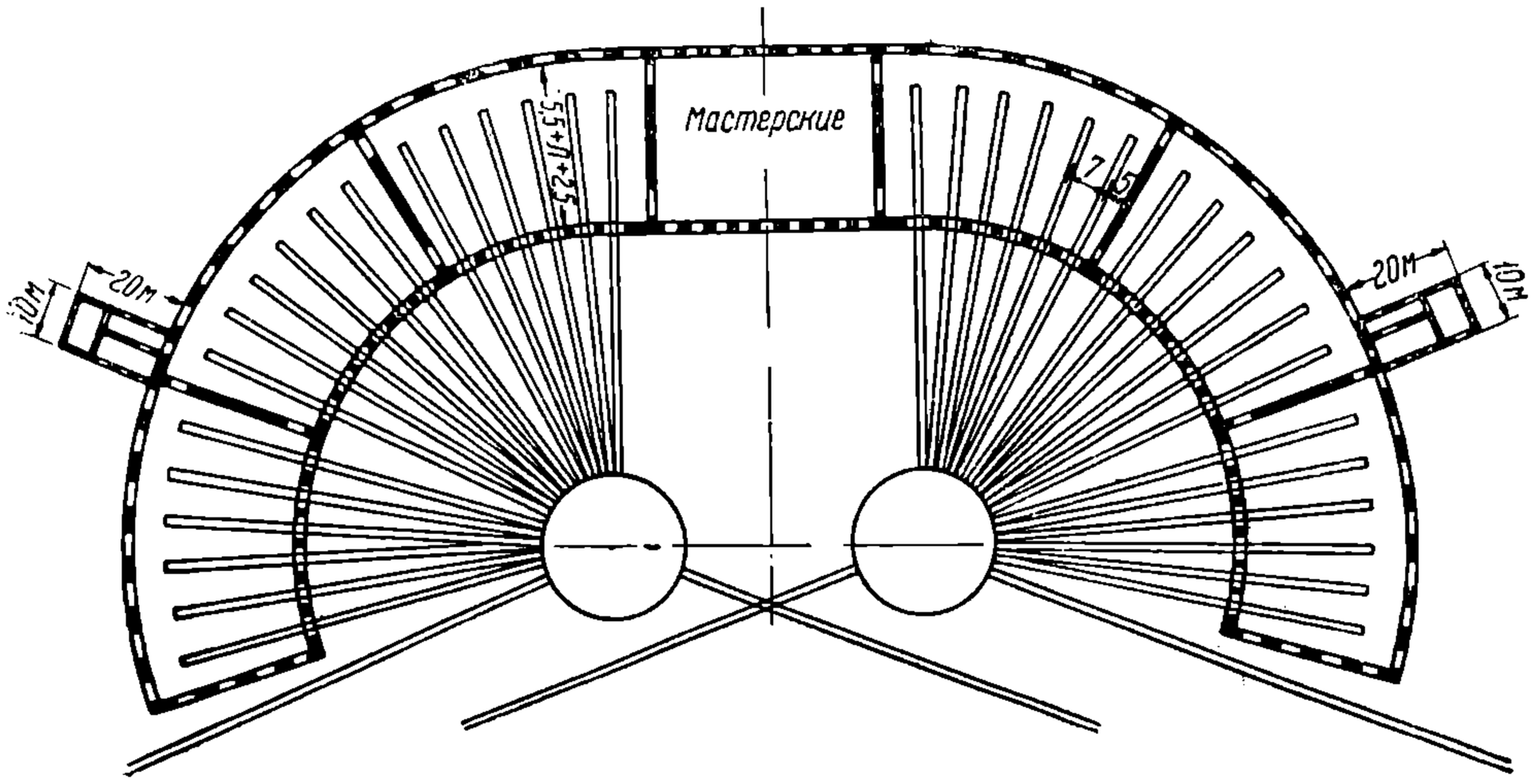
Учитывая это, постройка веерного депо с поворотным кругом в угрожаемых и опасных зонах недопустима.

Для удобства развития веерных депо при большом числе стойл пристраивают иногда второй веер с самостоятельным кругом. В этом случае могут быть два варианта:

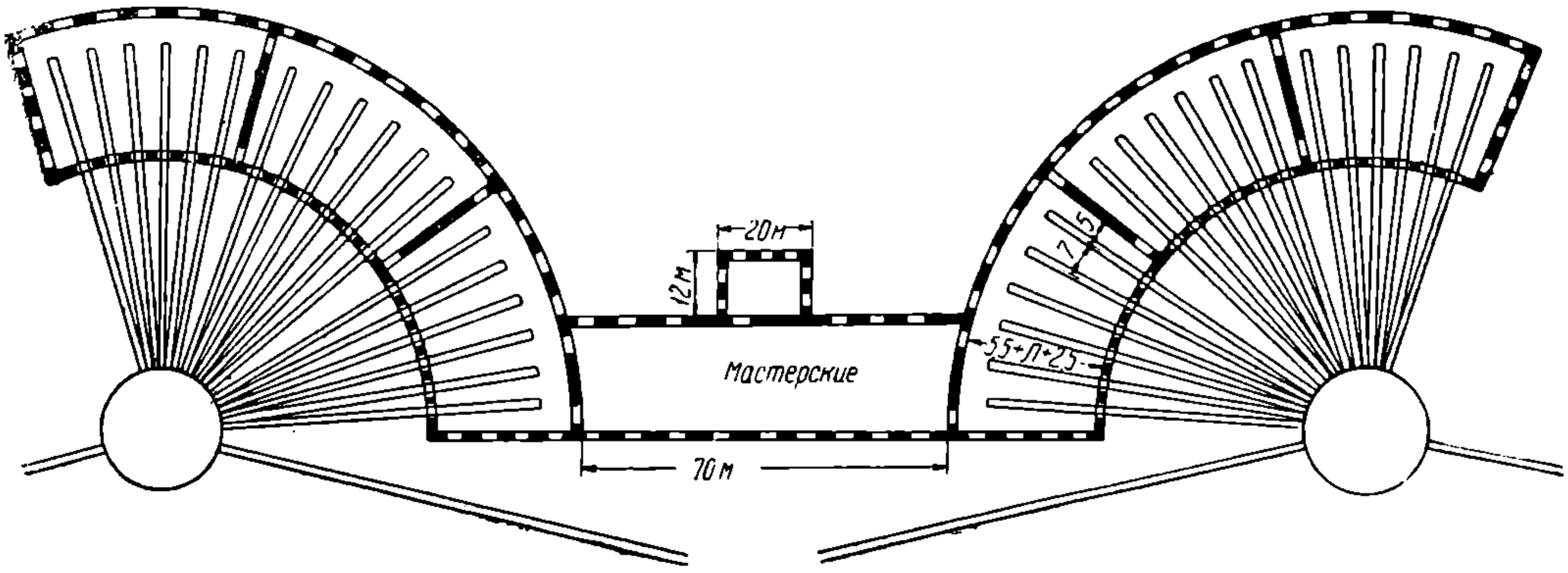
НБ УГУНТ (ДШТ)

1. Пристройка веера в виде продолжения первого со вставкой между ними прямой части, в которой располагаются мастерские или служебные помещения. Поворотные круги помещаются в этом случае рядом друг с другом (фиг. 6).

2. При другом варианте веера депо располагаются по обе стороны от мастерских, которые помещаются между веерами (фиг. 7).



Фиг. 6



Фиг. 7

На американских железных дорогах применяются веерные депо, причем часть путей веера располагается в прямоугольном здании, в котором помещаются также под общей кровлей мастерские (фиг. 8).

Веерные депо являются наиболее распространенными типами на заграничных железных дорогах и довольно распространены на дорогах СССР.

а) Для размещения веерных депо с кругом требуется относительно небольшая площадь на территории станции.

б) Стоимость постройки и содержания веерных депо с поворотным кругом ниже стоимости постройки и содержания депо всех других типов.

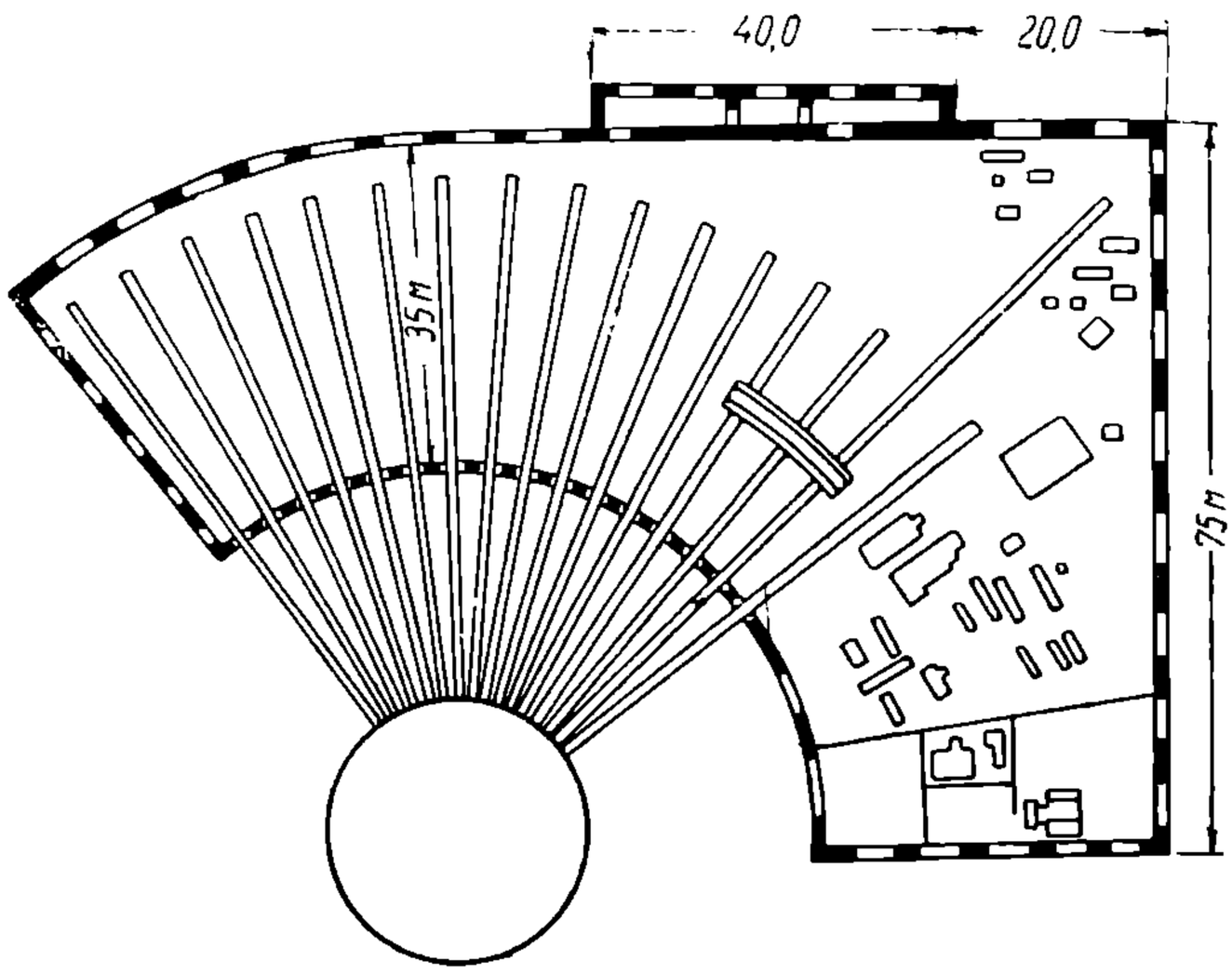
Веерные депо без круга. С целью устранения наиболее слабого места веерного здания — поворотного круга — устраиваются веерные депо с большим радиусом с выходом путей без поворотного круга на стрелочные улицы (фиг. 9).

Эти веерные здания обладают теми же качествами, что и веерные здания с поворотным кругом, но с улучшением условий ввода и вывода локомотивов, так как отпадает надобность провода локомотивов через круг.

НБ УИИНТ (ДИТ)

Благодаря отсутствию поворотного круга эти депо являются более приемлемыми в отношении удовлетворения требованиям противовоздушной обороны, хотя все же уступают ступенчатым депо. Применение этих депо в угрожаемых зонах может быть допущено как исключение.

Веерные депо без круга требуют большой и широкой площади на станционной территории. Веерные депо без круга могут быть построены в виде прямоугольного здания с поперечными стойлами, с выходом путей из них на стрелочную улицу. Эти депо могут быть построены в виде нескольких прямоугольных зданий, поставленных под углом друг к другу (фиг. 9 вверху).



Фиг. 8

Тележечные депо. В последнее время на дорогах Германии, а затем и в других странах (Швеции, США) применяются прямоугольные здания с поперечными стойлами. Вдоль всего здания ходит тележка, при помощи которой локомотивы вводятся в стойла и выводятся обратно. Стойла расположены по обе стороны тележки (фиг. 10).

Такие депо называют т е л е ж е ч н ы м и. Входы в депо устраиваются только по концам.

Число стойл определяется возможностью обслужить их тележкой. На подачу локомотива на тележку требуются 2—3 мин., столько же требуется на уборку локомотива с тележки; на перемещение самой тележки туда и обратно требуются 1—2 мин. Таким образом на одну операцию (постановку локомотива в стойло или уборку из стойла) требуются 6—10 мин., а на обе операции, т. е. для полного обслуживания стойла, требуются 12—20 мин. Следовательно одна тележка может обслужить от 3 до 5 (в среднем 4) полные операции по постановке и уборке локомотивов в час, или от 72 до 120 (в среднем 96) в сутки. Число стойл, которые могут быть обслужены одной тележкой, зависит от длительности пребывания локомотива в депо и степени равномерности подачи.

Обозначим через:

t_{on} — время, необходимое на одну полную операцию (в мин.),

$t_д$ — время стоянки локомотива в депо (в мин.),

β — коэфициент, учитывающий неравномерность подачи локомотивов в течение суток,

$n_{ст}$ — число стойл, которые могут быть обслужены одной тележкой.

Число локомотивов, которые сменятся в течение суток в одном стойле депо, составляет $\frac{1\,440}{t_д}$, а на всех стойлах депо $\frac{1\,440}{t_д} n_{ст}$. Число локомотивов, которые могут быть поставлены в депо и убраны обратно одной тележкой, составляет $\frac{1\,440}{t_{on}\,\beta}$. Очевидно, что полученные величины должны быть равны между собой, т. е.:

$$\frac{1\,440}{t_д} n_{ст} = \frac{1\,440}{t_{on}\beta},$$

откуда:

$$n_{ст} = \frac{t_д}{t_{on}\beta}.$$

НБ УДУНТ (ДШТ)

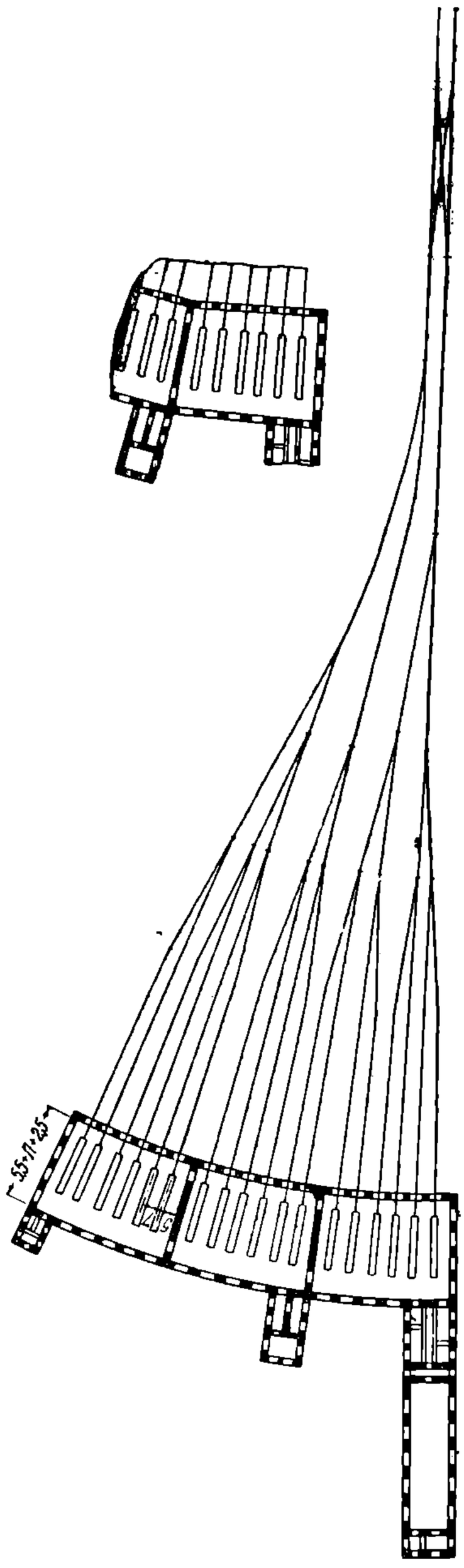
Принимая $t_{on} = 16$ мин. и $\beta = 1{,}2$, получим $n_{cm} = \frac{t_д}{16 \cdot 1{,}2} = \frac{t_д}{19{,}2}$.

Если стойла предназначаются для периодического ремонта (промывочного) с простоем локомотивов 12—24 часа (в среднем 18 час.), то при заданных условиях одна тележка могла бы обслужить:

$$n_{cm} = \frac{18 \cdot 60}{19{,}2} = 57 \text{ стойл.}$$

При простое локомотива по 6 час. одна тележка могла бы обслужить:

$$\frac{6 \cdot 60}{19{,}2} = 19 \text{ стойл.}$$



Фиг. 9

При большем числе стойл пристраиваются второе, третье и т. д. здания, причем пути во всех зданиях служат продолжением путей первого здания с разрывом их в местах, занимаемых тележками (фиг. 10 и 11).

Из последнего здания сделаны прямые выходы через ворота, которые при нормальных условиях работы депо закрываются. Эти ворота служат для вывода локомотивов в случае порчи тележки, а также могут быть использованы в теплое время года. В каждом пристроенном здании пути (стойла) расположены с обеих сторон тележки. При постройке таких зданий внутренних стен между отдельными зданиями не устраивают, получается общее большое помещение. Перекрытие поддерживается колоннами. Для ввода локомотивов применяют два способа. При одном способе каждое последующее здание делается на два пути меньше (фиг. 10). Получающиеся выступы служат входом в депо. На германских железных дорогах такие депо называются телескопическими. При другом способе каждое здание имеет выступающие части против канавы для тележек (фиг. 11). Эти выступы служат входом в депо. Канава для тележки делается неглубокой, благодаря чему в случае длительной порчи тележки и необходимости вывести локомотивы из средних стойл могут быть уложены временные пути, и локомотивы могут быть выведены через соседние здания. С крайних стойл локомотивы могут быть выведены свободно через соседние здания и тележки.

Мастерские при таких зданиях пристраиваются вдоль стены первого здания (фиг. 10 и 11). Тележечные здания обладают следующими положительными и отрицательными качествами:

а) Ввод и вывод локомотивов производятся при помощи тележки. В этом отношении эти депо уступают всем типам депо, допускающим прямой ввод и вывод локомотивов без тележки и поворотного круга. При постановке электровозов встречаются те же затруднения, что и при вводе электровозов при помощи круга, в несколько меньшей степени благодаря меньшему расстоянию продвижения электровозов без контактного провода.

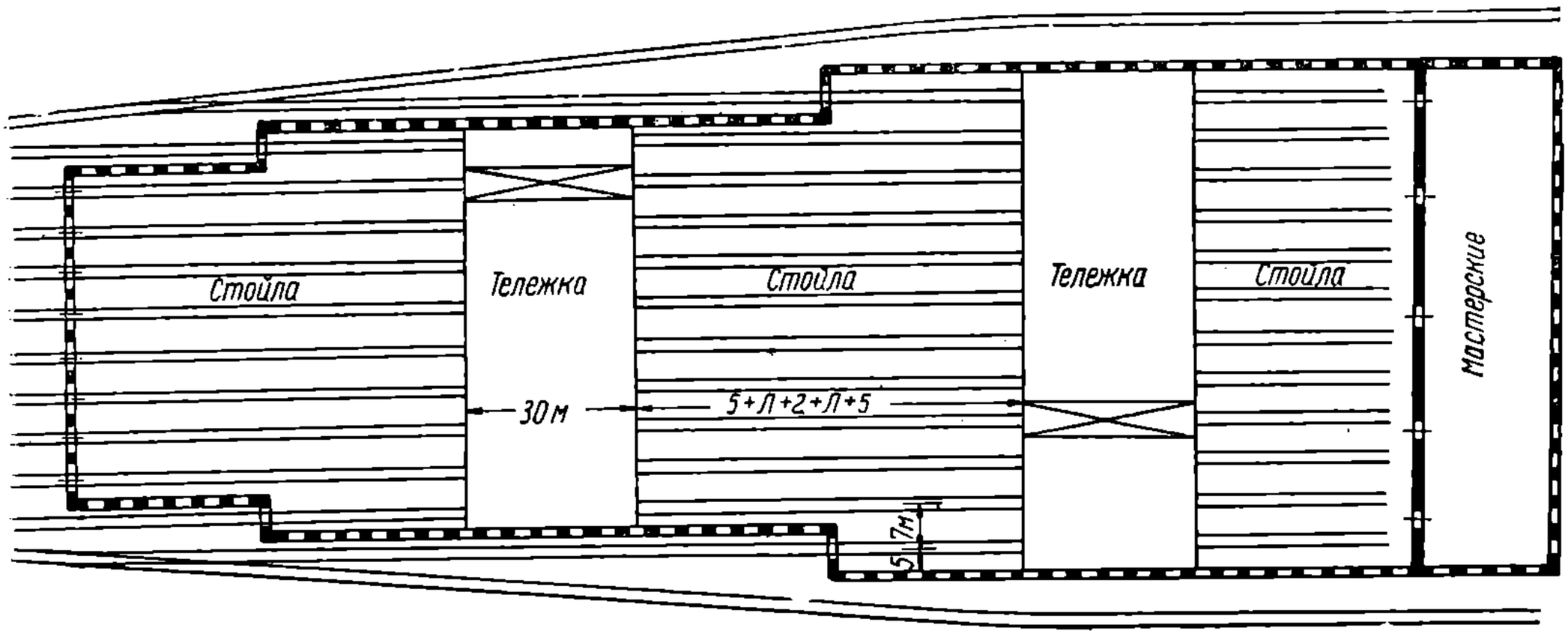
б) Взаимное расположение депо и мастерских и сообщение между ними являются наиболее удобными по сравнению со всеми остальными типами депо.

в) Надзор и уход за локомотивами являются наиболее удобными, так как все

НБ УДУНТ (ДИТ)

локомотивы помещаются в общем зале с удобными продольными и поперечным проходами.

г) В отношении сохранения тепла тележечные депо являются наиболее удовлетворительными по сравнению с остальными типами депо (кроме круглых, ныне не применяемых). Эти депо имеют наименьший периметр стен и ворота только по концам зданий.

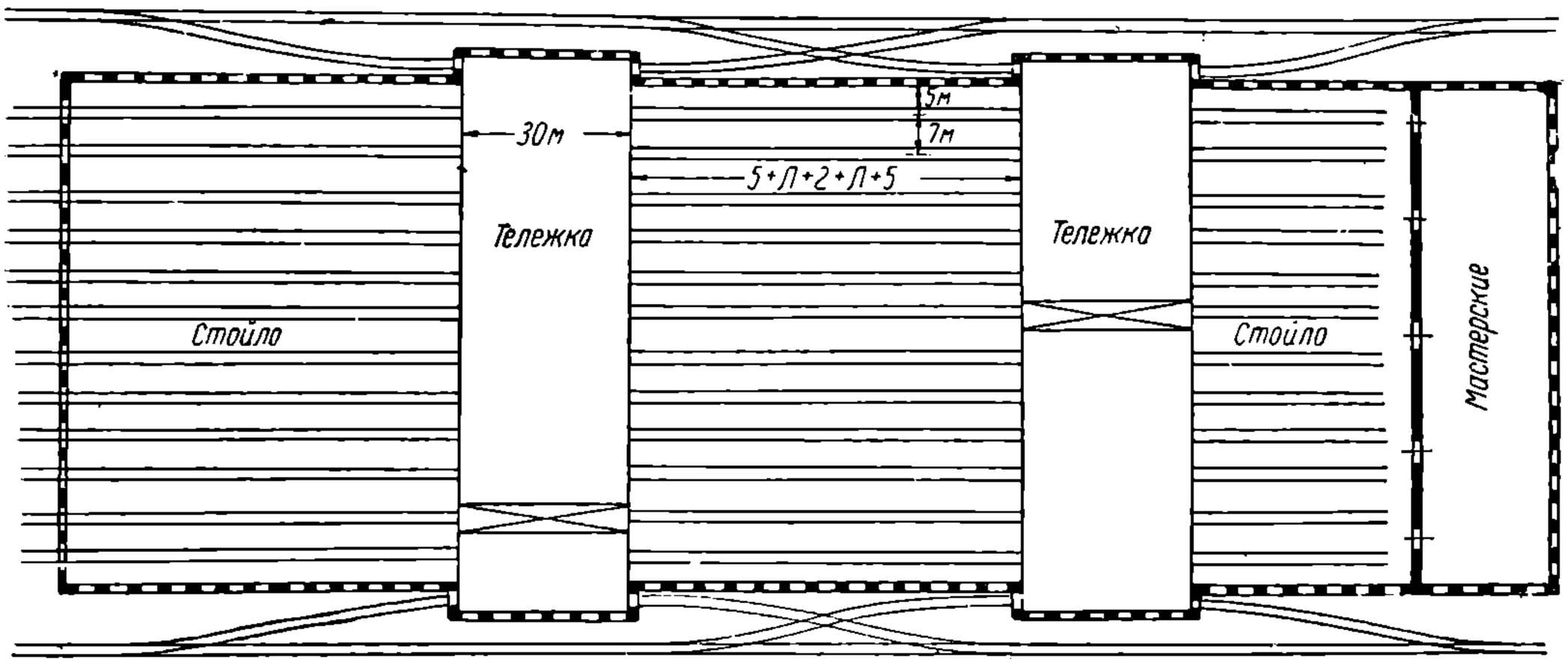


Фиг. 10

д) Освещение тележечных депо может быть получено при помощи верхних световых фонарей.

е) По содержанию в чистоте тележечные депо находятся в одинаковых условиях с веерными депо.

ж) В отношении противовоздушной обороны тележечные депо неудовлетворительны. Помимо вывода из строя тележки в этих депо легко могут быть произведены большие разрушения.



Фиг. 11

з) Увеличение числа стойл легко осуществляется путем пристройки здания. Удлинение стойл возможно только для одного ряда (крайнего) стойл путем пристройки. Удлинение средних рядов стойл и тележек невозможно.

и) Тележечные депо легко размещаются на станционной территории, занимая площадь меньшую, нежели другие типы депо, кроме веерных депо с кругами.

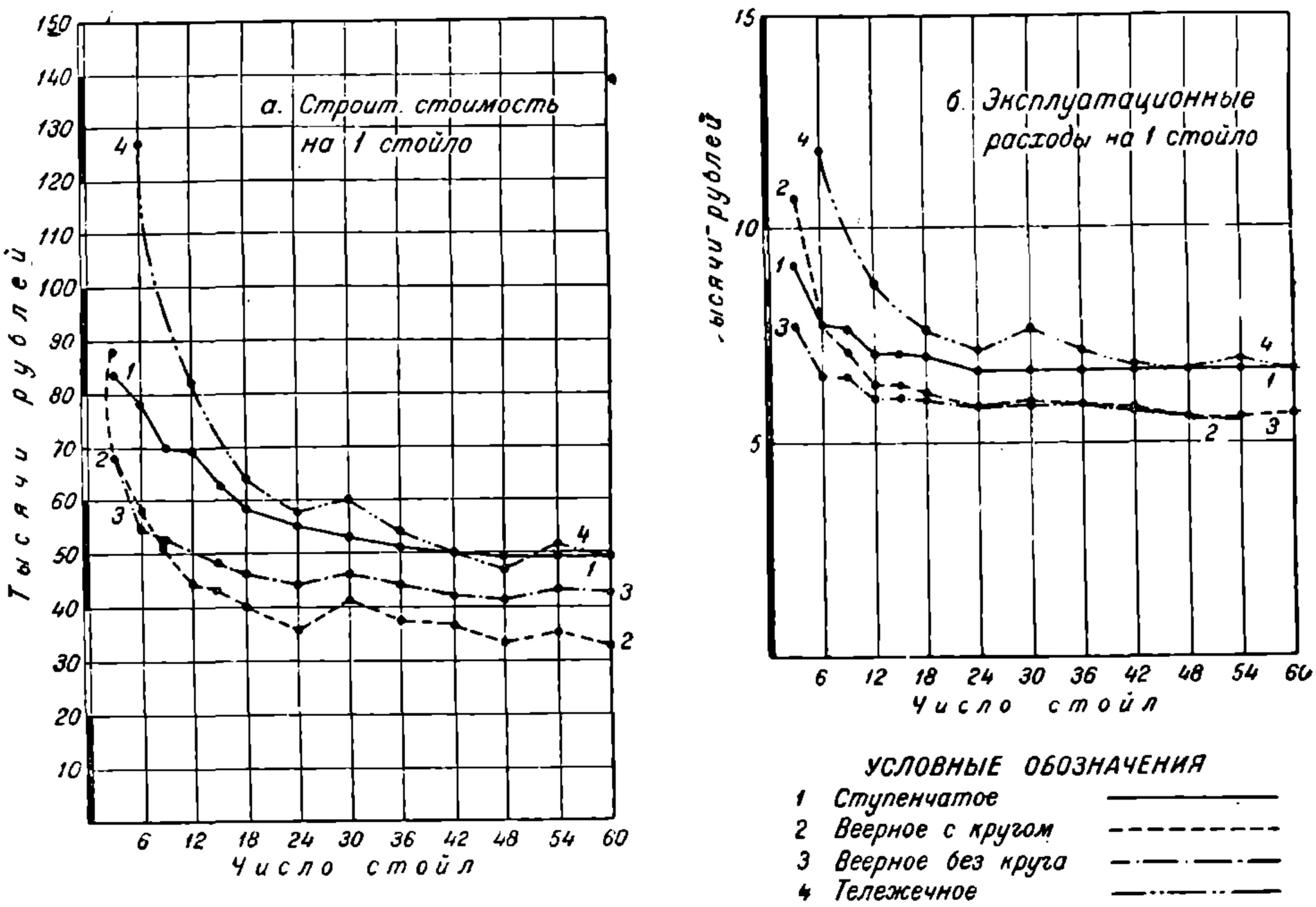
к) По стоимости постройки и содержания тележечные депо с большим числом стойл дороже веерных, но несколько дешевле ступенчатых. При малом числе стойл (менее 24) тележечные депо дороже других типов.

НБ УкрУНТ (ДШТ)

Помимо сравнения депо различных типов по их техническим качествам необходимо произвести также сравнительную экономическую оценку как по их строительной стоимости, так и по эксплуатационным расходам.

Строительная стоимость депо различных типов при равных всех прочих условиях зависит от периметра стен, площади пола и перекрытия, числа окон, световых фонарей и ворот, длины тракционных путей, числа стрелок и крестовин, наличия поворотных кругов или тележек.

Эксплуатационные расходы при равных прочих условиях зависят от величины амортизационных отчислений, стоимости ремонта, отопления и накладных расходов на транспортировку материалов и запасных частей, что зависит от средней дальности расстояния ремонтных стойл от мастерских. Расходы по отоплению в свою очередь зависят от площади стен (периметра их), площади перекрытия, числа окон и световых фонарей и числа ворот. Данные о стоимости постройки и эксплуатации депо приведены на прилагаемых диаграммах (фиг. 12, *а* и *б*).



Фиг. 12

Примечание. При расчете строительной стоимости зданий и их содержания учтены только те элементы расходов, которые зависят от типа зданий. Строительная стоимость и стоимость содержания одинаковых элементов не принимались в расчет (канавы стойл депо, вытяжные трубы).
При расчете приняты следующие единичные цены:

1. При расчете капиталовложений

1)	Стоимость котлована	1	$м^3$	4 р.	00 к.
2)	фундамента	1	»	61 »	50
3)	стены	1	»	100 »	00 »
4)	пола	1	$м^2$	20 »	00
5)	крыши	1	»	60 »	00
6)	фонаря	1		60 »	00 »
7)	окон	1		40 »	00
8)	ворот	1	»	40 »	00
9)	» оборудования отопления на	1	*кал/час*	0 »	06
10)	» пути	1	*км*	60 000 »	00
11)	стрелочного перевода	1	шт.	4 800	00
12)	крестовины	1	»	500	00
13)	тележки . . .	1		180 000	00
14)	поворотного круга	1		180 000	00

НБ УДУНТ (ДИТ)

2. При расчете эксплуатационных расходов

1)	Амортизационные отчисления от строительной стоимости	2%
2)	Стоимость ремонта	5%
3)	» отопления на 1 млн. *кал.* . .	10 р. 00 к.
4)	» освещения » 1 $м^2$ площади пола	3 » 50 »
	» » » 1 » » тележки .	1 » 75
5)	» содержания в чистоте на 1 $м^2$ площади пола . .	4 » 50 »
	» » » » 1 » » тележки	2 » 25 »
6)	» » путей на 1 *м/год*	1 » 50
7)	» стрелок на 1 стрелку в год . . .	75 » 00 »
8)	» тележки или круга за 1 шт. в год .	8 000 » 00 »

Расчет произведен для средней климатической полосы (Московской обл.).

Для других климатических условий и единичных цен результаты получатся иные. Для более мягкого климата сократятся строительные расходы (могут быть допущены более тонкие стены, неутепленное перекрытие, одиночные окна и фонари, неутепленные ворота) и расходы по отоплению. Наоборот, в более суровом климате эти расходы увеличатся.

Для средних условий при большом числе стойл наиболее экономичным типом депо является веерное с кругом, затем веерное без круга, тележечное и ступенчатое. При малом числе стойл наиболее дешевыми являются веерные без круга и ступенчатые, наиболее дорогими — тележечные.

Приведенные выше технические характеристики и данные диаграмм представлены в сводной табл. 4 по различным типам депо.

На основании данных приведенной таблицы можно сделать следующие выводы:

1. Ступенчатое депо является наиболее пригодным в пограничной зоне. В остальных случаях оно пригодно на тех станциях, где для тяговой территории может быть выделена узкая полоса. В остальных случаях ступенчатые депо уступают по своим техническим показателям и экономичности депо других типов. С увеличением числа стойл ступенчатые депо становятся малоудобными и более дорогими.

2. Веерные депо с кругом непригодны в пограничной зоне. В остальных местах могут применяться для паровозов и тепловозов, в особенности на станциях, где площадь для тяговой территории ограничена.

3. Веерное депо без круга с числом стойл до шести является наиболее пригодным типом для всех видов локомотивов в тех случаях, когда на территории станции может быть выделена достаточная площадь для этого типа депо.

4. Тележечное депо непригодно в пограничной зоне. Применение тележечных депо рационально для паровозов и тепловозов при большом числе стойл, в особенности в местностях с суровым климатом при простое локомотивов в депо в среднем не менее трех часов.

§ 8. Взаимное расположение отделений

Отделения депо и мастерских должны быть расположены таким образом, чтобы было обеспечено удобство сообщения между ними, по возможности сокращены расстояния передвижения материалов и частей и соблюдена поточность этого передвижения.

При помещении в одном здании всех отделений депо они располагаются обычно в следующем порядке: подъемные стойла, стойла для периодического ремонта (для промывки паровозов) и стойла для локомотивов, ожидающих работы. Стойла, оборудованные для ликвидаций случайных повреждений (для выкатки колесной пары), помещаются или между стойлами для подъемки и стойлами для периодического ремонта или между стойлами для периодического ремонта и стойлами для локомотивов, ожидающих работы, в зависимости от удобства выкатки колесных

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Сравнительная таблица характе

№ п/п	Типы депо	Пригодность для различных зон (в отношении обороноспособности)	Пригодность для различных типов локомотивов	Возможность развития	Расположение на станционной территории
	1	2	3	4	5
1	Ступенчатое депо	В отношении обороноспособности является наиболее рациональным типом	Одинаково пригодно для всех видов локомотивов	Для увеличения числа стойл должно быть пристроено новое отделение (секция). Для увеличения длины стойл здания могут быть удлинены	Требует узкую полосу. При большом числе стойл чрезмерно растягивается в длину
2	Веерное депо с кругом	Не удовлетворяет условиям обороноспособности	Неудобно для постановки электровозов	В отношении увеличения числа стойл развитие депо свободно. Для удлинения стойл нужно делать пристройку с переделкой внешней стены	Требует самую малую площадь по сравнению с остальными типами депо
3	Веерное депо без круга	При малом числе стойл (до 6) одинаково со ступенчатым. При большом числе стойл несколько уступает ступенчатому, но все же удовлетворяет требованиям обороноспособности	Одинаково пригодно для всех типов локомотивов	В отношении увеличения числа стойл развитие депо свободно. Для удлинения стойл нужно делать пристройку с переделкой внешней стены	Требует большую и широкую площадь
4	Тележечное депо	Не удовлетворяет условиям обороноспособности	Неудобно для постановок электровозов, требует специального приспособления	В отношении увеличения числа стойл развитие депо возможно путем пристройки здания, удлинение стойл возможно только для стойл крайнего ряда. Для стойл среднего ряда удлинение невозможно	Требует относительно небольшую площадь. Уступает в этом отношении веерным депо с кругом

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 4

ристик депо различных типов

Удобство ввода и вывода локомотивов	Удобство надзора и ухода за локомотивами	Взаимное расположение депо и мастерских	Сохранение тепла	Экономичность
6	7	8	9	10
Ввод и вывод локомотивов удобны. Для соблюдения поточности при выводе локомотивов требуется передвижение остальных	В отношении надзора и ухода за локомотивами уступает по удобству другим типам депо	Взаимное расположение при малом числе секций удовлетворительно. При большом (больше трех) числе секций неудобно	В отношении сохранения тепла уступает всем остальным типам депо	По сравнению с веерными депо более дорогое как по строительной стоимости, так и по содержанию, в особенности при большом числе стойл. При суровом климате стоимость депо и расходы по содержанию по сравнению с другими типами депо увеличиваются
Ввод и вывод через круг. Неудобно для паровозов и тепловозов в нерабочем состоянии, для электровозов во всех случаях	В отношении надзора и ухода за локомотивами удобно	Взаимное расположение удобно	В отношении сохранения тепла занимает среднее положение между ступенчатым и тележечным депо	Наиболее экономичное депо
Ввод и вывод всех типов локомотивов при всех условиях удобны	В отношении ухода и надзора за локомотивами удобно	Взаимное расположение удобно	В отношении сохранения тепла занимает среднее положение между ступенчатым и тележечным депо	Несколько уступает веерному депо с кругом. При малом числе стойл наиболее экономичное
Ввод и вывод при помощи тележки. Неудобно для паровозов и тепловозов в нерабочем состоянии и для электровозов во всех случаях. В этих условиях требуются специальные приспособления	В отношении ухода и надзора за локомотивами тележечное депо наиболее удобно по сравнению с депо других типов	В отношении расположения отделений депо и мастерских тележечное депо наиболее удобно по сравнению с депо других типов	В отношении сохранения тепла тележечное депо наиболее благоприятно по сравнению с депо других типов	При малом числе стойл самое дорогое. При большом числе стойл по стоимости близко к ступенчатым депо. В суровом климате сравнительная экономичность тележечного депо повышается

НБ УДУНТ (ДИТ)

пар. Мастерские располагаются возможно ближе к стойлам для подъемочного и периодического ремонта. В ступенчатых депо мастерские располагаются между секцией для подъемочного и секцией для периодического ремонта (фиг. 2), в веерных депо мастерские большей частью примыкают к стойлам для подъемочного ремонта (фиг. 4, 5, 6, 7 и 9) и в тележечных депо мастерские располагаются вдоль крайней стены, примыкая и к стойлам для подъемочного и к стойлам для периодического ремонта (фиг. 10 и 11).

В некоторых американских веерных депо мастерские располагаются в общих помещениях со стойлами, для чего площадь депо соответственно расширяется, как показано на схематическом плане фиг. 8.

Возможно ближе к ремонтным стойлам должны быть расположены те отделения, в которые подается больше всего частей и громоздкие части. Непосредственно к ремонтным стойлам обычно примыкает механическое отделение, причем некоторые (наиболее громоздкие) станки помещают непосредственно в отделение подъемочного ремонта (колесно-токарный, иногда токарно-поршневой).

Возможно ближе к ремонтным стойлам должны быть расположены кузница и заливочное отделение. Центральное место должны занимать инструментальная раздаточная, кладовая раздаточная и контора мастера. Отделения жестяночное, электротехническое, хозяйственное, водопроводное, столярное, малярное могут быть размещены в дальнем (от ремонтных стойл) конце мастерских и остальные отделения должны занимать среднее место.

Отделения, где происходит выделение вредных газов в процессе производства работ, как-то: кузница, заливочное, медницкое, хромировочное, электросварочное, газосварочное и бандажное, в целях оздоровления труда должны быть отделены от прочих рабочих помещений.

Отделения, в которые должны подаваться топливо и громоздкие материалы (кузница, медницкая), должны располагаться таким образом, чтобы была обеспечена удобная подача этих материалов.

Прочие помещения — хозяйственные, служебные, для обслуживания санитарно-гигиенических и культурно-бытовых нужд — должны размещаться в конце здания мастерских, а частично могут быть размещены во втором этаже или в отдельных пристройках. При размещении их в общем с мастерскими здании эти помещения должны быть отгорожены стеной от помещения собственно мастерских с проходом, который может запираться. При размещении помещений в пристройках должны быть соблюдены условия противовоздушной обороны, не должны допускаться замкнутые дворы или узкие проходы и промежутки между зданиями.

При размещении помещений должна быть учтена возможность дальнейшего развития депо и мастерских (до 50%).

Примерное распределение помещений указано на плане фиг. 13, а площади и оборудование — в табл. 5.

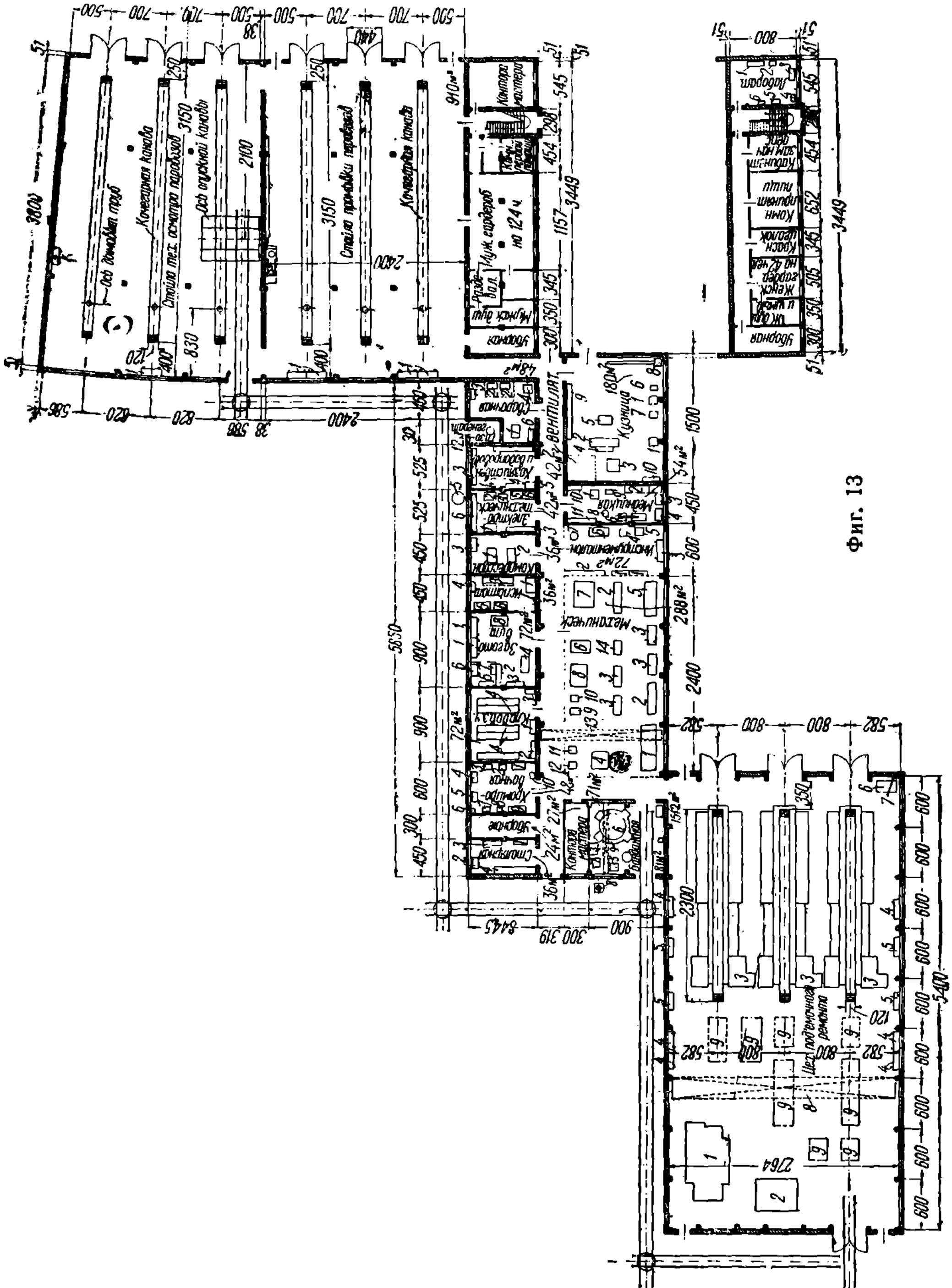
Помимо требований производственного характера в условиях нормальной эксплуатации при внутренней планировке депо необходимо стремиться к осуществлению основных требований оборонного порядка: соблюдать строгую поточность в производственном процессе путем соответствующей планировки помещений и размещения оборудования; предусматривать возможный перевод работы депо с двух- на трех- и даже четырехсменную работу (при увеличении задания), что в известных случаях может потребовать установки дополнительного оборудования (кроме других прочих мер и увеличения штата). Эта установка дополнительного оборудования в свою очередь требует соответствующего места. Таким образом и то и другое необходимо заранее предусматривать при проектировании и сооружении (и реконструкции) депо, согласовывая эти вопросы с соответствующими органами.

Необходимо предусмотреть возможность изменения технологического процесса и т. п., по сравнению с обычной производственно-эксплуатационной работой депо в мирное время.

Осуществляя планировку депо, целесообразно бытовые помещения располагать в отдельно стоящем здании.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Помимо удобств производственного характера и удовлетворения гигиеническим потребностям вынос бытовых помещений в отдельно стоящие здания вызывается еще тем, что степень уязвимости их при воздушном нападении будет снижена. Это



Фиг. 13

весьма важно, так как многие бытовые помещения кроме своего прямого назначения будут в известное время выполнять функции специальных устройств, предназначенных для уменьшения последствий поражения с воздуха и быстрейшей

НБ УГМНТ (ДГТ)

Эксплика

№ п/п	Наименование оборудования	Количество	Характеристика
	Цех подъемочного ремонта		
1	Колесно-токарный станок	1	ВЦ[1] = 950 *мм* РМЦ[2] = 2 700 *мм*
2	Карусельный станок для расточки бандажей фирмы Найльс-Верке, модель RA-2	1	Диаметр планшайбы 2 200 *мм*
3	Электрифицированные домкраты для подъемки паровозов (комплектов)	3	Подъемная сила комплекта 100 *т*
4	Верстаки слесарные	6	На двое тисок
5	Стеллажи для деталей	4	Размер 2 × (0,9 × 0,7) × 1,1 *м*
6	Выварочный бак	1	Размер 2 × 1,5 *м*
7	Консольный поворотный кран	1	Грузоподъемность 0,5 *т*, вылет 2,5 *м*
8	Мостовой электрический кран	1	» 10 », пролет 27 »
9	Место для тележек и колесных пар паровоза тендера	—	—
	Механическая мастерская		
1	Токарно-винторезный станок	1	ВЦ = 400 *мм* РМЦ = 3 000 »
2	То же	2	ВЦ = 200 » РМЦ = 2 000 »
3	То же	4	ВЦ = 175 » РМЦ = 1 000 »
4	Карусельно-токарный станок	1	Планшайбы 810 »
5	Универсально-круглошлифовальный станок	1	ВЦ = 135 *мм* РМЦ = 1 050 *мм*
6	Поперечно-строгальный станок	1	Ход резца 650 *мм*
7	Продольно-строгальный станок	1	Размер стола 850 × 1 500 *мм*
8	Универсально-фрезерный станок	1	Рабочая площадь стола 270 × 1 250 *мм*
9	Вертикально-сверлильный станок	1	Диаметр сверления 35 *мм*
10	То же	1	» » 8 »
11	Точильно-шлифовальный станок	1	» круга 400 »
12	Песочное точило		» » 800 »
13	Электрический однобалочный кран	1	Грузоподъемность до 2 *т*
	Балка типа КВ-11	1	Пролет 14 *м*
14	Разметочная плита	1	Размер 12 × 0,8 *м*
	Инструментальная		
1	Шкафы инструментальные	2	Размер 2,2 × 0,6 × 2 *м*
2	Полки для инструмента	1	Ширина 0,8 *м*
3	Верстак слесарный	1	На двое тисок
4	Настольный сверлильный станок	1	Диаметр сверления до 12 *мм*
5	Универсально-заточный станок	1	» обрабатываемого предмета 250 *мм*
6	Соляная закалочная печь	1	Тип СП-2
7	Вращающийся стеллаж	1	Диаметр 1 *м*
	Кузница		
1	Горн кузнечный	2	На один огонь
2	Молот «Беше»	1	Вес бабы 230 *кг*
3	Нагревательная печь	1	Нефтяная
4	Ванна металлическая	1	Размер 1,2 × 0,6 × 0,6 *м*
5	Плита правильная	1	» 1,5 × 1 × 0,1 »
6	Станок для обрезки труб	1	Диаметр пилы 250 *мм*

[1] Высота центра—ВЦ.
[2] Расстояние между центрами—РМЦ.

НБ УДУНТ (ДШТ)

д и я (к фиг. 13)

Таблица 5

№ п/п	Наименование оборудования	Количество	Характеристика
7	Установка для раздачи обжимки и зачистки труб	1	Пневматическая
8	Пресс для испытания труб	1	Гидравлический давлением 30 *ат*
9	Стеллаж для труб .	1	Ширина 0,8 *м*
10	Шкаф инструментальный . .	1	Размер 2,2 × 0,6 × 2 *м*
	Сварочная		
1	Электросварочный агрегат	1	Тип СМГ-2
2	Сварочные столы .	2	Размер 1,2 × 0,8 × 0,5 *м*
3	Верстак слесарный . . .	1	На одни тиски
4	Горн для нагревания деталей .	1	Медницкого типа
5	Газосварочный агрегат	1	Тип МГ-5
6	Шкаф инструментальный .	1	Размер 1,1 × 0,6 × 2 *м*
	Медницкая		
1	Горн медницкий	1	На один огонь
2	Верстак для жестянщика . .	1	Размер 2,0 × 0,8 × 0,85 *м*
3	Стол для пресса Бриннеля . . .	1	Пресс Бриннеля на 500 *кг*
4	Стол для формовки подшипников .	1	Размер 1,5 × 0,8 × 0,85 *м*
5	Консольный поворотный кран .	1	Грузоподъемность 0,5 *т*, вылет 2,5 *м*
6	Печь для плавки баббита . . .	1	Нефтяная
7	Стол для заливки подшипников .	1	Размер 1,5 × 1,0 × 0,4 *м*
8	Плита круглая с клиньями .	1	Для гнутья труб
9	Ванна металлическая . .	1	Размер 1,0 × 0,5 × 0,6 *м*
10	Шкаф инструментальный .	1	1,1 × 0,6 × 2 *м*
11	Стеллаж для деталлей .	1	Ширина 0,6 *м*
	Компрессорная		
1	Компрессор .	1	Тип ВВК = 200
2	То же . . .	1	Тип ВВК = 155
3	Верстак слесарный . .	1	На одни тиски
4	Бачок для масла . .	1	Высота 600 *мм* Диаметр 400 *мм*
5	Реципиент .	1	Объем 5 $м^3$
	Хромировочная		
1	Стол для сборки рамок . . .	1	Размер 1,5 × 0,5 × 0,85 *м*
2	Ванна для обезжиривания	1	» 0,9 × 0,6 × 0,6 »
3	» » холодной промывки .	1	0,9 × 0,6 × 0,6 »
4	» » хромирования	1	1,2 × 0,75 × 0,85 »
5	» » дестиллированой воды	1	» 1,2 × 0,6 × 0,6 »
6	Бачок для дестиллированной воды	1	Объем 0,5 $м^3$
7	Ванна для горячей промывки .	1	Размер 0,9 × 0,6 × 0,6 *м*
8	Сушильный шкаф .	1	Температура 220°
9	Мотор-генератор .	1	Генератор напряжения 12 *в* силой тока 1 280 *а*
10	Ванна для травления .	1	Размер 1,0 × 0,6 × 0,6 *м*
	Испытательная		
1	Установка для испытания насосов	1	По чертежам Трансгехпроекта
2	Консольный поворотный кран . . .	1	Грузоподъемность 0,75 *т*

НБ УДУНТ (ДИТ)

№ п/п	Наименование оборудования	Количество	Характеристика
3	Установка для испытания инжекторов	1	Системы Хитрова
4	Верстак слесарный	1	На одни тиски
5	Установка для испытания пресс-масленок	1	Системы Хитрова
6	Установка для испытания деталей автотормоза	1	Типовая
	Заготовительная		
1	Верстаки слесарные	2	На двое тисок
2	Шкаф инструментальный	1	Размер 22 × 0,6 × 2 *м*
3	» для деталей	1	» 22 × 0,6 × 2 »
4	Стеллаж для насосов	1	» 2 × 1 *м*
5	Стол для испытания указателей скорости	1	Типовой
6	Стол для проверки манометров	1	С прессом системы Рухгольца
7	Шкаф для приборов	1	Размер 1,1 × 0,6 × 2 *м*
8	Стол для разборки инжекторов	1	» 2 × 1,0 × 0,85 »
	Кладовая запчастей		
1	Стол для кладовщиков	1	Размер 1,2 × 0,8 × 0,85 *м*
2	Шкаф для запчастей	1	» 2,2 × 0,6 × 2 *м*
3	Весы десятичные	1	На 0,5 *т*
4	Полки-стеллажи для деталей	5	Ширина 0,8 *м*
	Столярная		
1	Шкаф инструментальный	1	Размер 2,2 × 0,6 × 2 *м*
2	Стол для малярно-стекольных работ	1	» 1,5 × 0,8 × 0,85 *м*
3	Верстак столярный	1	Типовой
4	Полки-стеллажи	1	Ширина 0,8 *м*
	Бандажная		
1	Вентилятор ротационный	1	№ 8 на 5 *м³/час*
2	Нефтяной бак	1	Диаметр 0,5 *м* Высота 0,6 »
3	Верстак слесарный	1	На одни тиски
4	Плита	1	Диаметр 1,2 *м*
5	Станок для загибки закрепительных колец	1	По типу ЦМТ НКПС
6	Горн бандажный	1	Двухступенчатый
7	Дымосос «Сирокко»	1	№ 4 на 7500 *м³/час*
8	Дымовая труба	1	Диаметр 0,5 *м* Высота 5,5 »
9	Ручной мостовой кран	1	Грузоподъемность 7,5 *т* Пролет 7 *м*
	Лаборатория		
1	Стол для топлива и смазки	1	Размер 2 × 0,7 × 0,85 *м*
2	Титровальный шкаф	1	» 0,95 × 0,6 × 1,75 »
3	Стол для исследования воды	1	» 1,5 × 0,7 × 0,85 »
4	Стол для аналитических весов	1	» 0,8 × 0,5 × 0,85 »
5	Вытяжной шкаф	1	» 1,0 × 0,6 × 2 »
6	Шкаф для посуды и реактивов	1	» 0,8 × 0,5 × 0,9 »
7	Водоотводная раковина	1	

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение табл. 5

№ п/п	Наименование оборудования	Количество	Характеристика
	Стойла промывочного ремонта и техосмотра паровоза		
1	Верстаки слесарные	6	На двое тисок
2	Теплообменники [1] (комплектов) . .	2	В жаровых трубах
3	Центробежный насос с электромотором [1] .	1	Насос 35 *м*³/*час* Высота подачи 29 *м*
4	Коксовый фильтр . .	1	Диаметр 990 *мм*
5	Опускная канава для выкатки колесных пар .	1	С электроподъемной силой 23 *т*
	Электротехническое отделение		
1	Стол для испытания турбогенераторов	1	
2	Стол для ремонта испытательных приборов	1	
3	Стеллаж для труб и запчастей .	1	
4	Барабан для приводов	1	
5	Шкаф для хранения приспособлений и приборов . .	1	
6	Слесарные верстаки . . .	1	
7	Шкафы для хранения инструментов	1	
	Хозяйственное отделение		
1	Сверлильный станок	1	
2	Гидравлический пресс для испытания труб	1	
3	Слесарный верстак .	1	
4	Стеллаж	1	
5	Шкаф для хранения материалов .	1	

ликвидации этих последствий. Во всяком случае вне зависимости от размещения бытовых помещений последние должны быть распланированы таким образом, чтобы часть их могла служить в нужное время пунктами первой медицинской помощи и обмывочными пунктами. Примерная планировка последних иллюстрируется фиг. 14 и 15.

При подсобных помещениях депо необходимо предусматривать помещения для хранения соответствующих защитных, дегазационных и противопожарных средств и приборов.

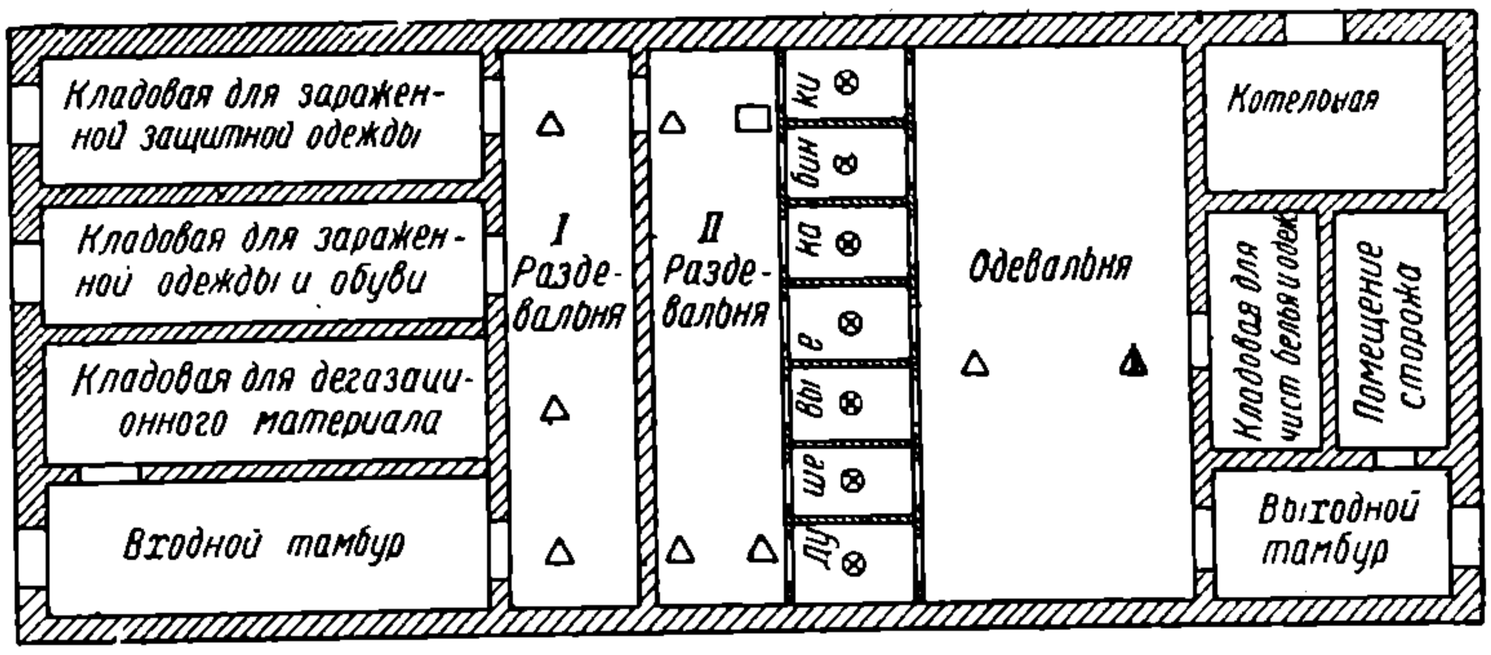
Планировка производственных помещений должна допускать возможность прогрессивного развития первоначально осуществляемых оборонных мер, причем по мере возрастания необходимости оборонных мер может оказаться целесообразным дополнительное дублирование некоторых наиболее важных производственных участков. Для этого при первоначальной планировке помещений депо и размещении оборудования следует предусматривать возможность беспрепятственной расстановки дополнительного оборудования, которая не только не нарушала бы общую, первоначально запроектированную систему производственного

[1] Оборудование теплой промывки.

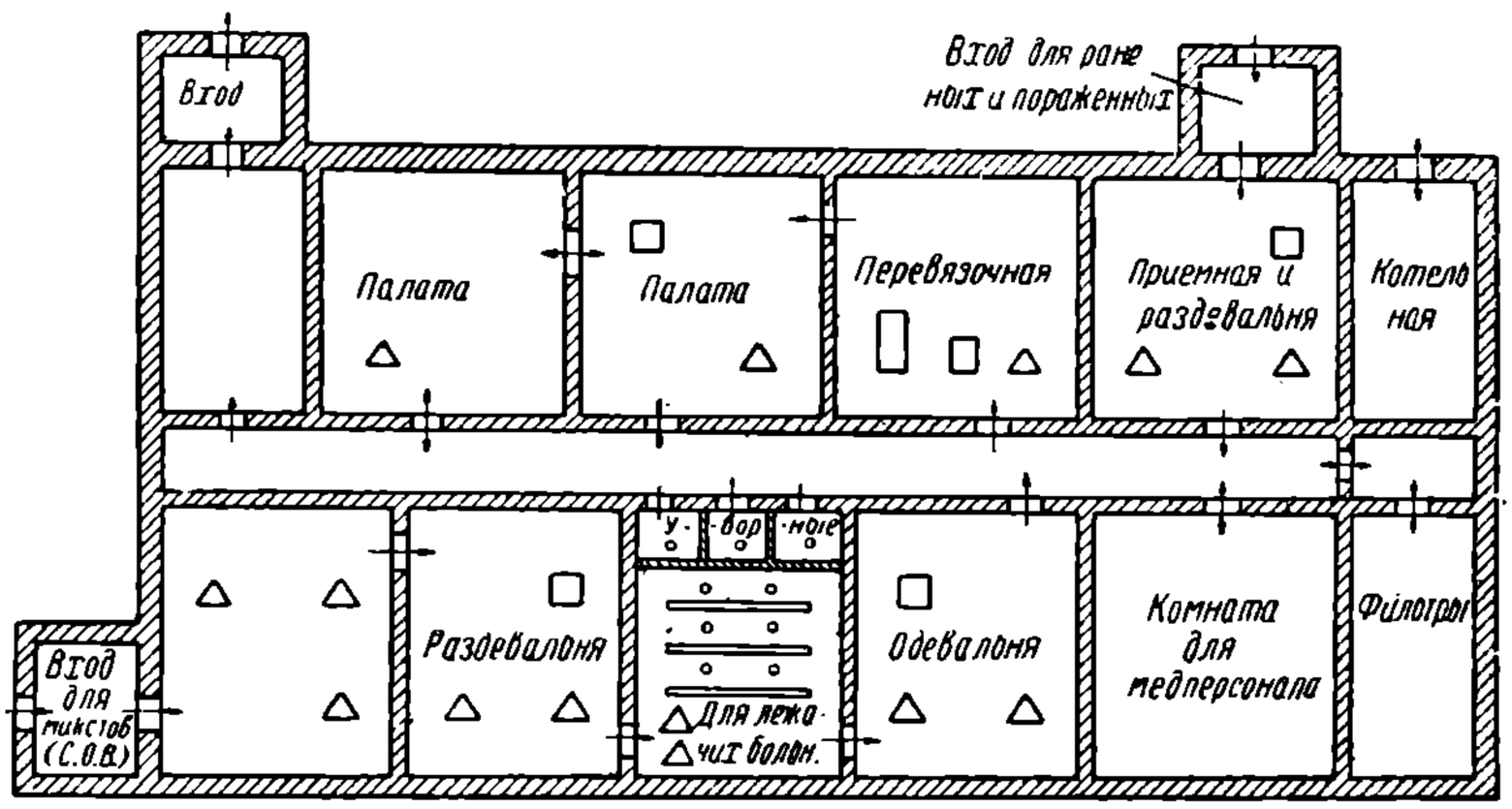
НБ УДУНТ (ДШТ)

потока (технологического процесса), но, напротив того, усиливала бы ее и дополняла. Планировка помещений депо должна обеспечивать беспрепятственный прямой и наиболее быстрый доступ ко всем его цехам.

Желательно, а в некоторых случаях обязательно предусматривать возможности сооружения так называемых внутрицеховых убежищ (укрытий) определенного типа, что связано опять-таки с соответствующей планировкой помещений и размещением оборудования. Сооружение указанных внутрицеховых укрытий дает возможность прекращать работу только лишь на исключительно короткий срок, т. е. на время фактического налета, длящегося обычно несколько минут,



Фиг. 14



Фиг. 15

что имеет весьма существенное значение для производственного процесса, так как каждая приостановка работ в депо в военный период весьма тяжело отразится на работе железнодорожного транспорта.

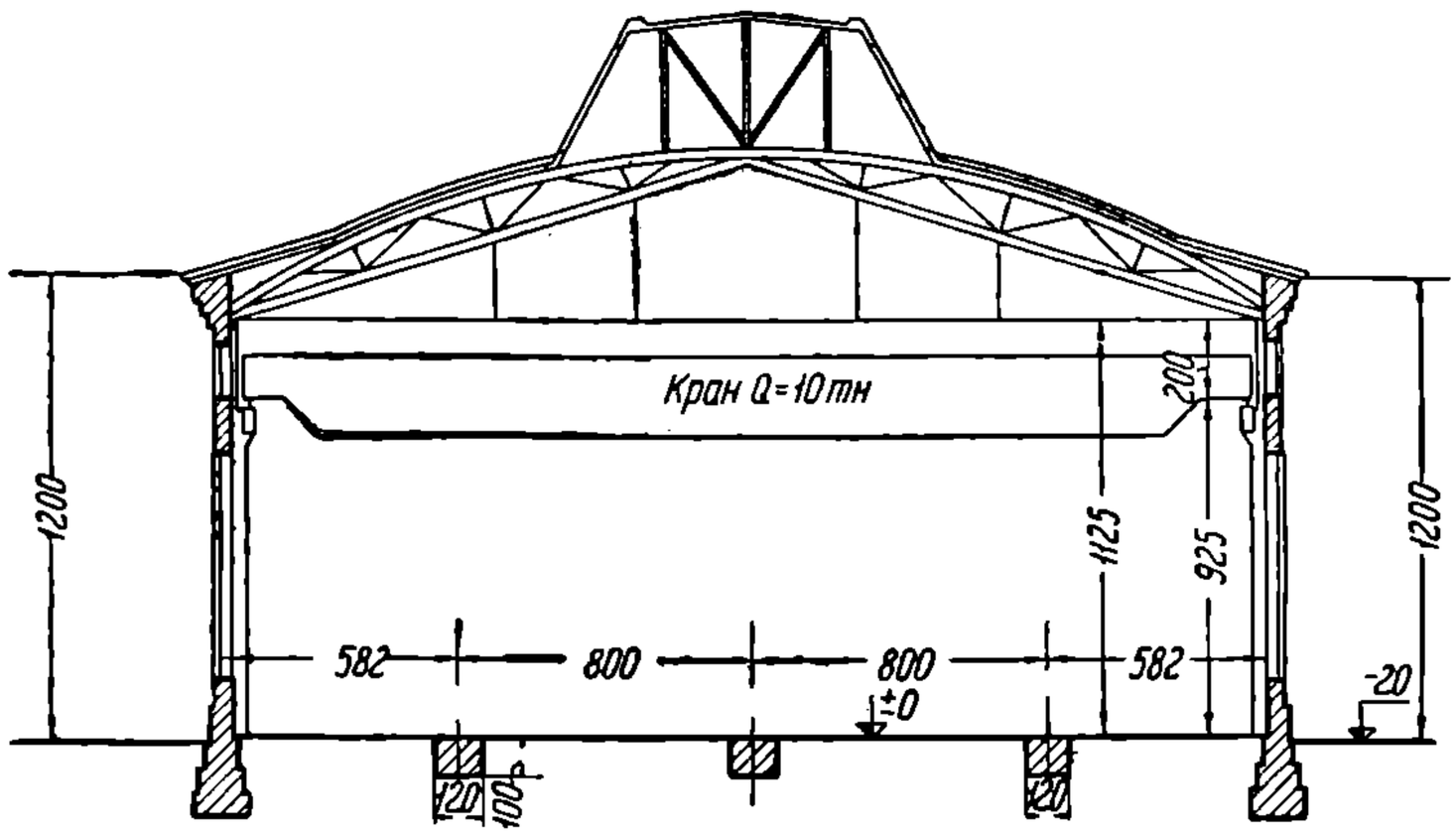
Склады с легко воспламеняющимися материалами, необходимыми для повседневной производственной работы депо, желательно выносить за пределы его на соответствующее расстояние. В исключительных случаях, когда это чрезвычайно затрудняет нормальную производственную работу, можно эти склады размещать и внутри депо, но со строжайшим соблюдением противопожарных мер, как-то: размещение их в подвале или полуподвале с огнестойкими стенами, перегородками и перекрытиями, с отводными каналами в запасные резервуары, с оборудованием данных помещений противопожарными средствами и инвентарем, пожарной сигнализацией и т. п.

НБ УИИТ (ДИИТ)

§ 9. Основные размеры помещений

Как было указано выше, основные размеры депо и мастерские должны обеспечить постановку локомотивов, расстановку оборудования, надлежащие рабочие места и проходы. При определении основных размеров должны быть учтены возможность перепланировки в будущем помещений и изменение целевого назначения таковых, особенно это относится к стойлам депо кроме подъемочных. Поэтому размеры стойл депо кроме подъемочных должны определяться так, чтобы они могли быть использованы в будущем для периодического ремонта (промывки паровозов), установки оборудования для ликвидации случайных повреждений и для стоянки локомотивов, ожидающих работы.

Стойла, предназначенные для подъемочного ремонта, должны обеспечить по длине постановку локомотива (паровоза без тендера), расстановку всех колесных пар и тележек с интервалами между ними (по 0,5 *м*) и достаточные проходы. При постановке в ремонт с подъемкой паровоза с тендером занимаются два стойла, причем общая длина этих двух стойл должна обеспечить постановку паровоза и тендера, расстановку всех колесных пар и тележек с интервалами между ними



Фиг. 16

(фиг. 13). Длина стойла должна дать возможность передвижения локомотива на один оборот колеса после подкатки под него колесных пар для проверки и сборки (проверка парораспределения паровозов).

Длина подъемочных стойл должна быть достаточной для постановки колесно-токарного станка.

По ширине отделение для подъемочного ремонта должно быть достаточным для постановки домкратов Беккера, для размещения частей локомотивов при проверке и сборке, помещения слесарных верстаков, оставления проходов для свободного пропуска электрокар. Эти условия обеспечиваются при расстоянии от оси канавы до стены 6,0 *м* и между осями смежных канав 8,0 *м*.

Высота помещения должна обеспечить возможность подъемки локомотива для выкатки из-под него колесного ската и прохода над локомотивом мостового крана с деталями (фиг. 16). Для этого высота от головки рельса до нижней части поднятого кверху крюка мостового крана должна составлять 8,0 *м*.

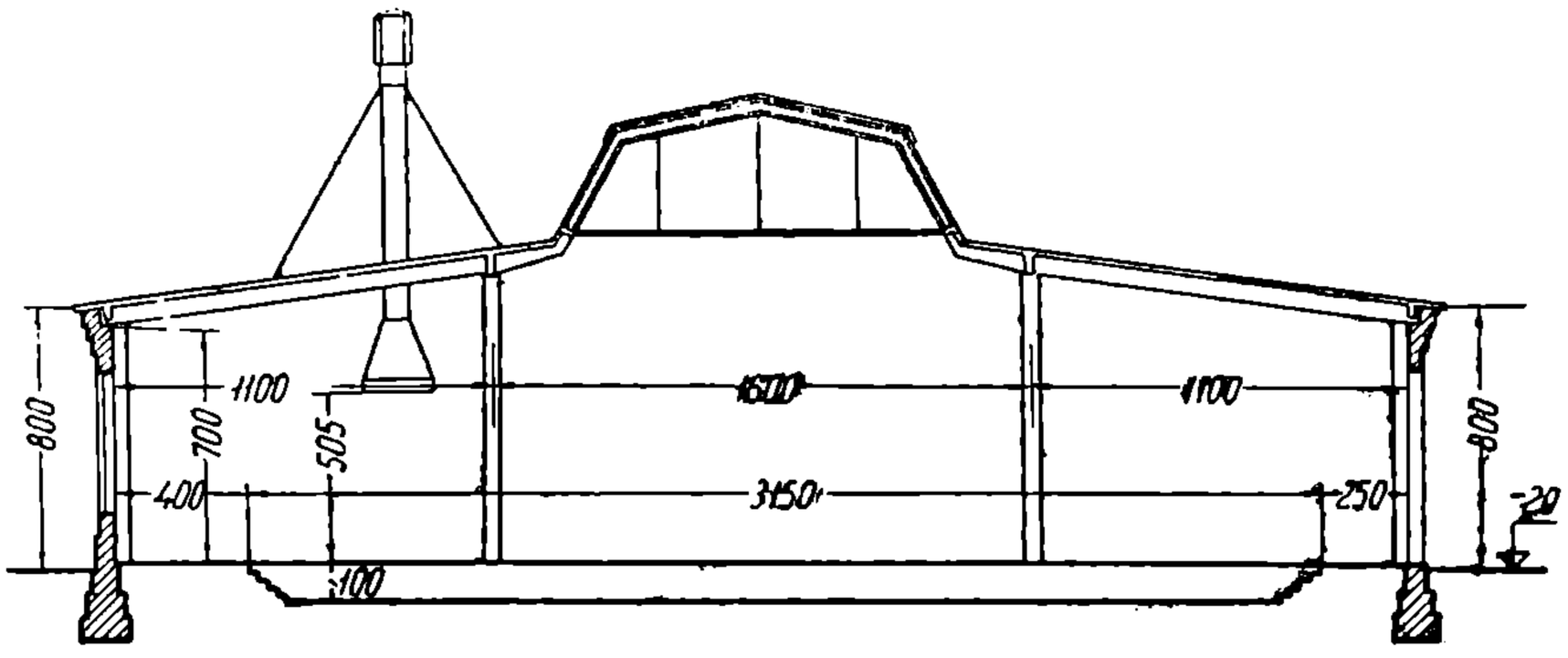
Основные размеры стойл для подъемочного ремонта указаны на фиг. 13 (план подъемочных стойл для паровоза серии ФД) и на фиг. 16 (разрез подъемочных стойл).

Стойла, предназначенные для периодического ремонта локомотивов (промывки паровозов), установки локомотивов для ликвидации случайных повреждений и для локомотивов, ожидающих работы, должны быть достаточными по длине для постановки локомотивов, возможности их передвижения на один оборот колеса, для постановки верстаков и оставления проходов с обеих сторон, причем с одной стороны проход должен быть достаточным для проезда электрокары.

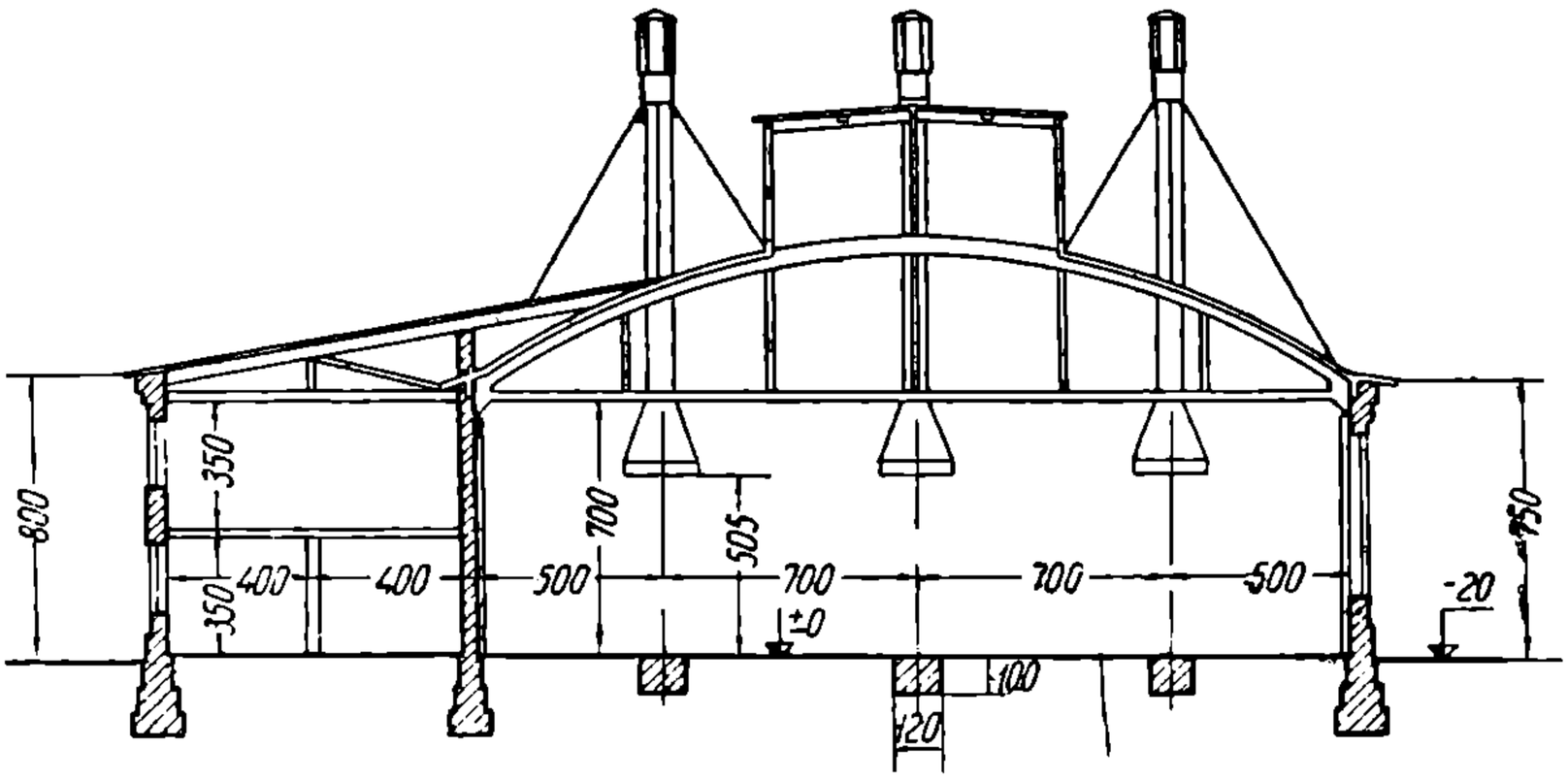
НБ УГЛТУ (ДШТ)

По ширине эти отделения должны быть достаточными для обеспечения рабочего места при ремонте и оставления проходов с пропуском по ним электрокар. По высоте стойла должны соответствовать габариту для пропуска локомотивов, причем в паровозных депо высота должна быть достаточной для постановки кожухов вытяжных труб, кроме тех депо, в которых применяются безогневая заправка и питание котлов паром от центрального паропровода.

Основные размеры депо показаны в табл. 6 и 7 и на фиг. 16, 17 и 18.



Фиг. 17



Фиг. 18

Основные размеры помещений мастерских определяются площадями этих помещений, причем ширина их должна обеспечить достаточное освещение. При освещении с помощью верхних световых фонарей ширина помещений не ограничивается. При освещении только из окон ширина помещений не должна превосходить определенных размеров, указанных в табл. 8, в которой указано также отношение площади окон к площади пола.

Ширина коридоров мастерских должна давать возможность свободного перемещения частей и передвижения электрокар. Высота помещений определяется установленными нормами. Для некоторых отделений мастерских высота определяется устанавливаемым оборудованием. В механической мастерской высота должна быть достаточной для установки трансмиссий. В кузнице и других горячих цехах высота помещений должна быть достаточной для установки кожухов вытяжных труб.

НБ УГУНТ (ДШТ)

Таблица 6

Главные размеры локомотивных депо прямоугольного типа в метрах

№ п/п	Типы депо	Основные депо		Оборотные депо	
		Тупиковые при постановке одного паровоза на канаве для стоянки, промывки и периодического осмотра паровозов	Со сквозными путями на 6 стойл при постановке двух паровозов на канаве для стоянки, промывки и периодического осмотра	С тупиковыми путями на 3 стойла при постановке одного паровоза на канаве	Со сквозными путями на 6 стойл при постановке двух паровозов на канаве
1	2	3	4	5	6
1	Длина депо, считая между внутренними гранями торцевых стен или пилястр, если таковые имеются:				
	а) Для паровозов со сбрасывателем	5,5+*Л*+3,5	5,5+*Л*+2+*Л*+4,5	4+*Л*+2	3+*Л*+1+*Л*+3
	б) Для паровозов без сбрасывателя	4,5+*Л*+3,5	4,5+*Л*+2+*Л*+3,5	3+*Л*+2	2+*Л*+1+*Л*+2
	в) Для электровозов и тепловозов без сбрасывателя или со сбрасывателем, не выходящим за буфера	3 + *Л* + 3	3+*Л*+2+*Л*+3	—	—
	г) Для электровозов и тепловозов со сбрасывателем	4 + *Л* + 4	4+*Л*+4+*Л*+4	—	—
2	Длина канавы в уровне пола депо:				
	а) Для всех локомотивов со сбрасывателем .	*Л* + 2	2 *Л* + 5	*Л* + 2	2 *Л* + 4
	б) Для всех локомотивов без сбрасывателя .	*Л* + 1	2 *Л* + 3	*Л* + 1	2 *Л* + 2
3	Расстояние от внутренней грани торцевой стены или пилястр, если таковые имеются, до начала канавы в уровне пола:				
	а) Со стороны примыкания следующей секции или тупика	4	3	1,5	1,5
	б) С противоположной стороны .	3	4	2,5	1,5
4	Расстояние между буферами локомотивов .	—	2	—	1,0
5	Расстояние от внутренней грани торцевой стены или пилястр, если таковые имеются, до оси дымовытяжной трубы:				
	1) Со стороны примыкания следующей секции или тупика				
	а) Для паровозов со сбрасывателем	5,5 + *а*	5,5 + *а*	4 + *а*	3 + *а*
	б) Для паровозов без сбрасывателя .	4,5 + *а*	4,5 + *а*	3 + *а*	2 + *а*

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение табл. 6

№ п/п	Типы депо	Основные депо		Оборотные депо	
		Тупиковые при постановке одного паровоза на канаве для стоянки, промывки и периодического осмотра паровозов	Со сквозными путями на 6 стойл при постановке двух паровозов на канаве для стоянки, промывки и периодического осмотра	С тупиковыми путями на 3 стойла при постановке одного паровоза на канаве	Со сквозными путями на 6 стойл при постановке двух паровозов на канаве
1	2	3	4	5	6
	2) С противоположной стороны				
	а) Для паровозов со сбрасывателем . . .	—	$4{,}5 + a$	—	$3 + a$
	б) Для паровозов без сбрасывателя .	—	$3{,}5 + a$	—	$2 + a$
6	Расстояние между осями средних дымовытяжных труб	—	$2a + a$	—	$2a + 1$
7	Расстояние между осями крайней и средней дымовытяжных труб .	—	$Л - 2a$	—	$Л - 2a$
8	Расстояние от внутренней грани продольной стены до оси крайнего пути .	5,0	5,0	—	3 — 5
9	Расстояние между осями смежных путей в депо без колонн	7	7	—	7,0
10	Расстояние между осями смежных путей в депо с колоннами .	$7 + б$	$7 + б$	—	$7{,}0 + б$

Примечание. $Л$ — полная длина паровоза с тендером.
a — расстояние от буфера до оси трубы паровоза.
$б$ — толщина колонны.

В формуле длины стойла на один локомотив (графы 3 и 5): первое слагаемое (числовое) обозначает расстояние от крайней точки (буфера) со стороны тупика, второе (буквенное) слагаемое — расстояние между крайними точками локомотива (длину), третье (численное) слагаемое — расстояние от крайней точки локомотива до ворот.

В формуле длины стойла на два локомотива (графы 4 и 6): первое и пятое (числовые) слагаемые обозначают расстояние от крайних точек локомотивов до ворот; второе и четвертое слагаемые — расстояние между крайними точками одного локомотива (длину) и третье слагаемое — длину между крайними точками двух локомотивов, стоящих на одном пути.

§ 10. Устройство депо [1]

Для удобства осмотра, смазки и ремонта нижних междурамных частей локомотивов пути для стоянки локомотивов в депо располагаются над канавами глубиной около 1 *м*. Эти канавы в паровозных депо предназначаются также для спуска воды из котла и тендера при промывке и стока случайно попадающей воды (фиг. 19).

Для обеспечения стока воды канава или специальные желоба в них устраиваются с уклоном к середине или к одному из концов. С той же целью дну канавы придают специальную форму. В начале строительства депо дно канавы делалось вогнутым (фиг. 20, *б*). При такой форме дна работа в канаве была затруднительной,

[1] Подробное описание строительных элементов депо дается в главе 10.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Таблица 7

Главные размеры паровозов зданий веерного депо с кругом и без круга в метрах

№ п/п	Типы депо	Здания основных веерных депо для межпоездного ремонта, стоянки, промывки и периодического ремонта паровозов	Здания оборотных веерных депо
1	2	3	4
1	Длина депо по направлению радиуса, считая между внутренними гранями стен или пилястр, если таковые имеются:		
	а) Для паровозов со сбрасывателем	$5{,}5 + Л + 2{,}5$	$4{,}5 + Л + 2$
	б) Для паровозов без сбрасывателя	$4{,}5 + Л + 2{,}5$	$3{,}5 + Л + 2$
2	Длина канавы в уровне пола депо:		
	а) Для паровозов со сбрасывателем	$Л + 2$	$Л + 2$
	б) Для паровозов без сбрасывателя	$Л + 1$	$Л + 1$
3	Расстояние от внутренней грани стены или пилястр, если таковые имеются, до начала канавы в уровне пола:		
	а) Со стороны ворот	2	1,5
	б) С противоположной стороны	4	3
4	Расстояние от внутренней грани стены большого радиуса или пилястр, если таковые имеются, до оси дымовытяжной трубы:		
	а) Для паровозов со сбрасывателем	$5{,}5 + а$	$4{,}5 + а$
	б) Для паровозов без сбрасывателя	$4{,}5 + а$	$3{,}5 + а$
5	Расстояние от внутренней стены (малого радиуса) до оси второго ряда дымовытяжных труб	$3{,}0 + а$	$3{,}0 + а$
6	Расстояние от внутренней грани продольной стены до оси крайнего пути, считая по кривой, проходящей через середину канавы:		
	а) Для внутренней стены	5,0	3,5
	б) Для внешней стены	5,0	—
7	Расстояние между осями смежных путей, считая по кривой, проходящей через середину канавы	$7{,}0 + б$	$7{,}0 + б$
8	Расстояние между осями смежных путей, считая по наружной грани стены малого радиуса	Не менее 6,3	Не менее 6,3

Примечание. $Л$ — полная длина паровоза с тендером.
$а$ — расстояние от буфера до оси трубы паровоза.
$б$ — толщина колонны.

В формуле длины стойла на один локомотив: первое слагаемое (числовое) обозначает расстояние от крайней точки (буфера) со стороны тупика, второе (буквенное) слагаемое — расстояние между крайними точками локомотива (длину), третье (числовое) слагаемое — расстояние от крайней точки локомотива до ворот.

НБ УЗУНТ (ДШТ)

Таблица 8

Глубина помещений в зависимости от освещения

Наименование	Глубина заложения от	Глубина заложения до	Отношение световой площади окон к площади пола
а) В лестничных клетках и коридорах . .	—	—	0,08
б) В рабочих помещениях, в которых производятся грубые работы, а также в кладовых, уборных, умывальнях, душевых и раздевальнях, если последние имеют непосредственное естественное освещение . . .	1,5 2,0	2,0 3,0	0,10 0,15
в) В рабочих помещениях, в которых производятся средние работы, требующие различения крупных и средних деталей (все рабочие деповские помещения кроме перечисленных в пп. «а», «б», «г»), конторах, культурно-просветительных помещениях, комнатах для принятия пищи и пр.	1,5 2,0	2,0 3,0	0,15 0,20
г) В рабочих помещениях, в которых производятся мелкие и точные работы, требующие различения мелких деталей (механическая, инструментальная и помещение для ремонта точных приборов)	1,5 2,0	2,0 3,0	0,20 0,25

Примечание. При исчислении освещенности световая площадь окон принимается равной площади оконных отверстий, измеряемой между притолками по внешней стороне стены, за вычетом оконных переплетов.

Помещения, имеющие боковое освещение с двух или нескольких сторон, разбиваются в плане на несколько площадей, освещаемых с одной стороны, причем каждая такая отдельная площадь рассматривается при определении освещенности как площадь пола помещения, освещенного естественным светом с одной стороны.

Во всех местностях Союза, расположенных севернее 60° и южнее 45° параллели, нормы освещенности должны быть согласованы с органами охраны труда.

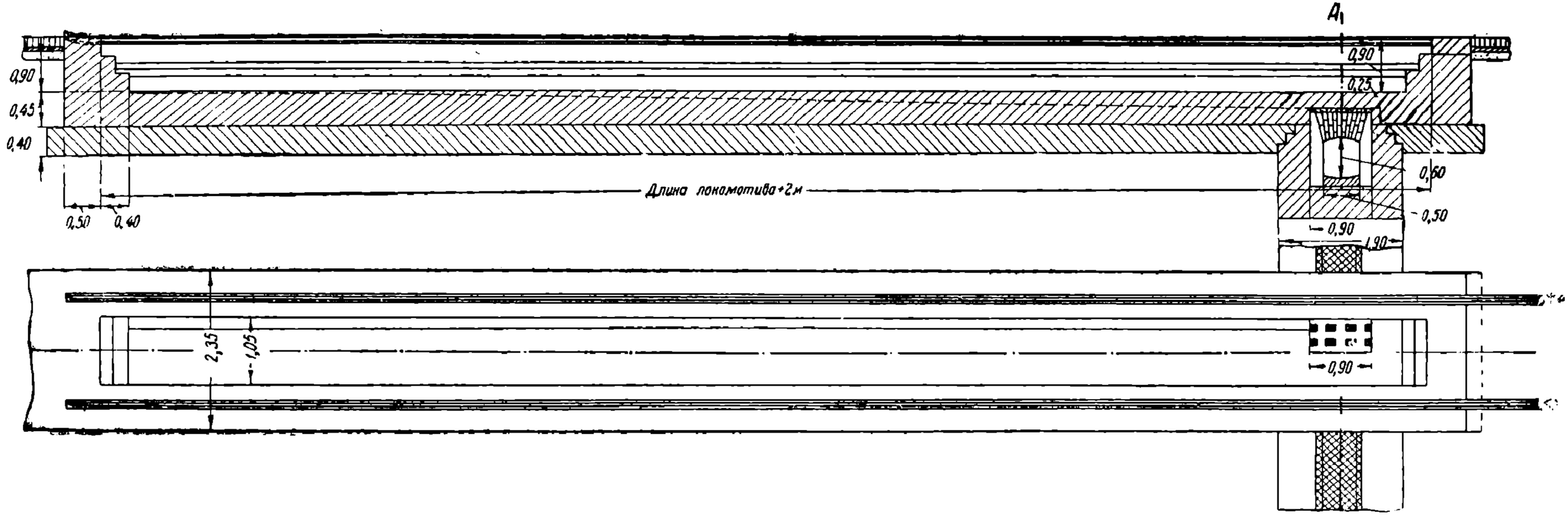
гак как в средней части канавы были вода и грязь. Во избежание этого стали придавать дну канавы выпуклую форму (фиг. 20, *а*). Эти канавы, хотя несколько лучше, но все же неудобны. В последнее время стали строить канавы с плоским, несколько наклонным в поперечном направлении дном. Вдоль всей канавы по дну канавы с более низкой стороны дна устраивается жолоб (углубление) с продольным уклоном для стока воды в коллектор (фиг. 19). Этот тип канавы наиболее целесообразный. Канава получается одинаковой глубины по всей длине, удобная для прохода; такую канаву легко содержать в чистоте.

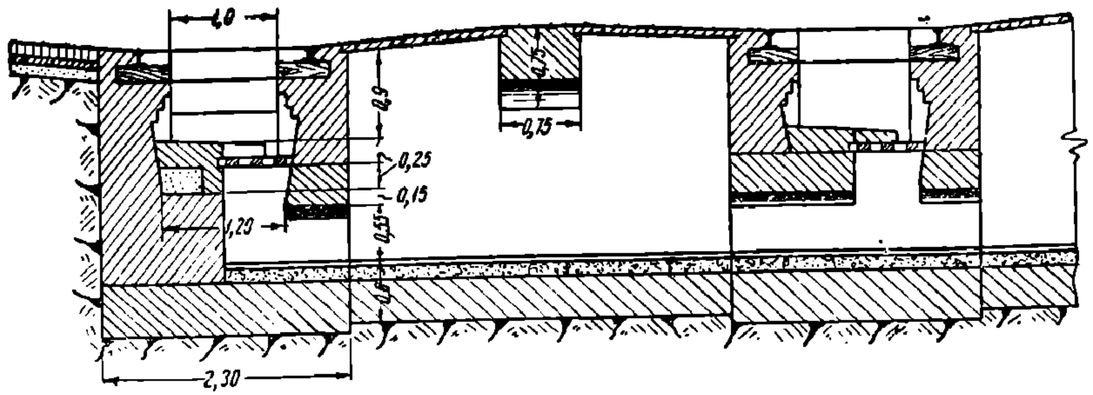
Длина канавы делается несколько длиннее стоящего над ней локомотива. С обоих концов канавы делаются ступеньки.

В некоторых случаях в стенках канавы делают ниши для укладки в них труб отопления. Ниши могут быть использованы также для установки лампочек с рефлекторами и розеток для включения штепселей переносных лампочек. Во избежание несчастных случаев осветительная сеть при этом устраивается пониженного напряжения — 12 *в*.

Для удобства осмотра и ремонта цилиндров и цилиндровых кранов паровозов у стойл, предназначенных для таких работ, с одного конца делаются с обеих сторон канавы дополнительные углубления до 0,5 *м* глубиной (фиг. 21). Когда этими углублениями не пользуются, они закрываются крышками (деревянными

НБ УИМТ (ДИТ)



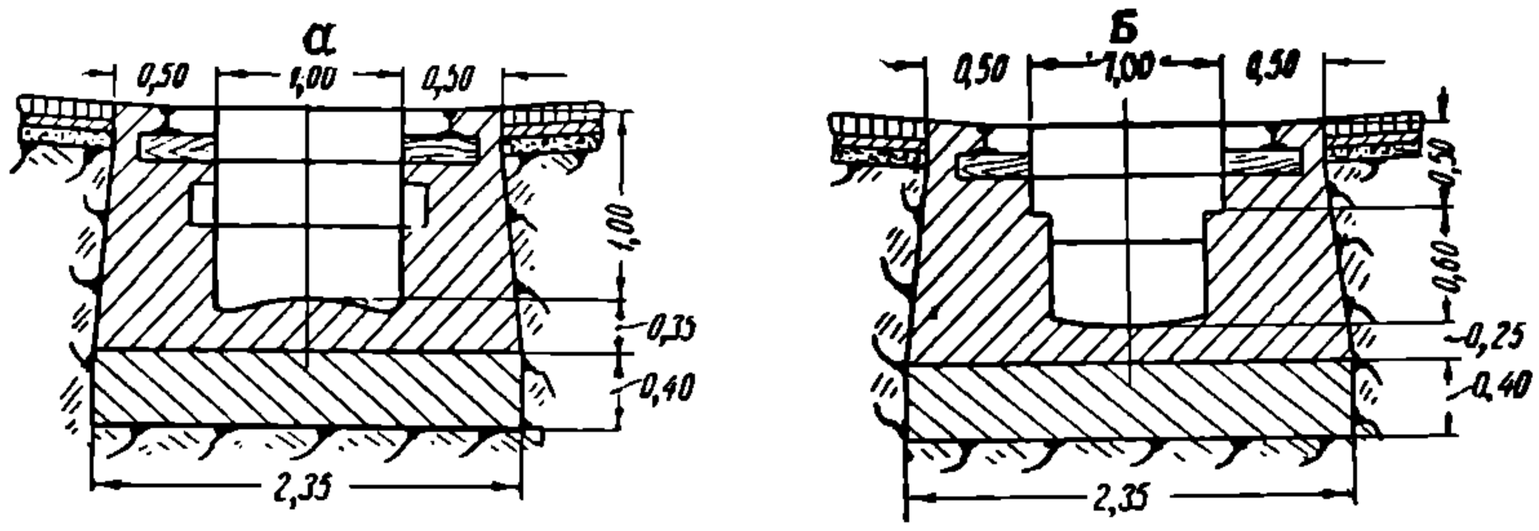


Фиг. 19

НБ УДУНТ (ДШТ)

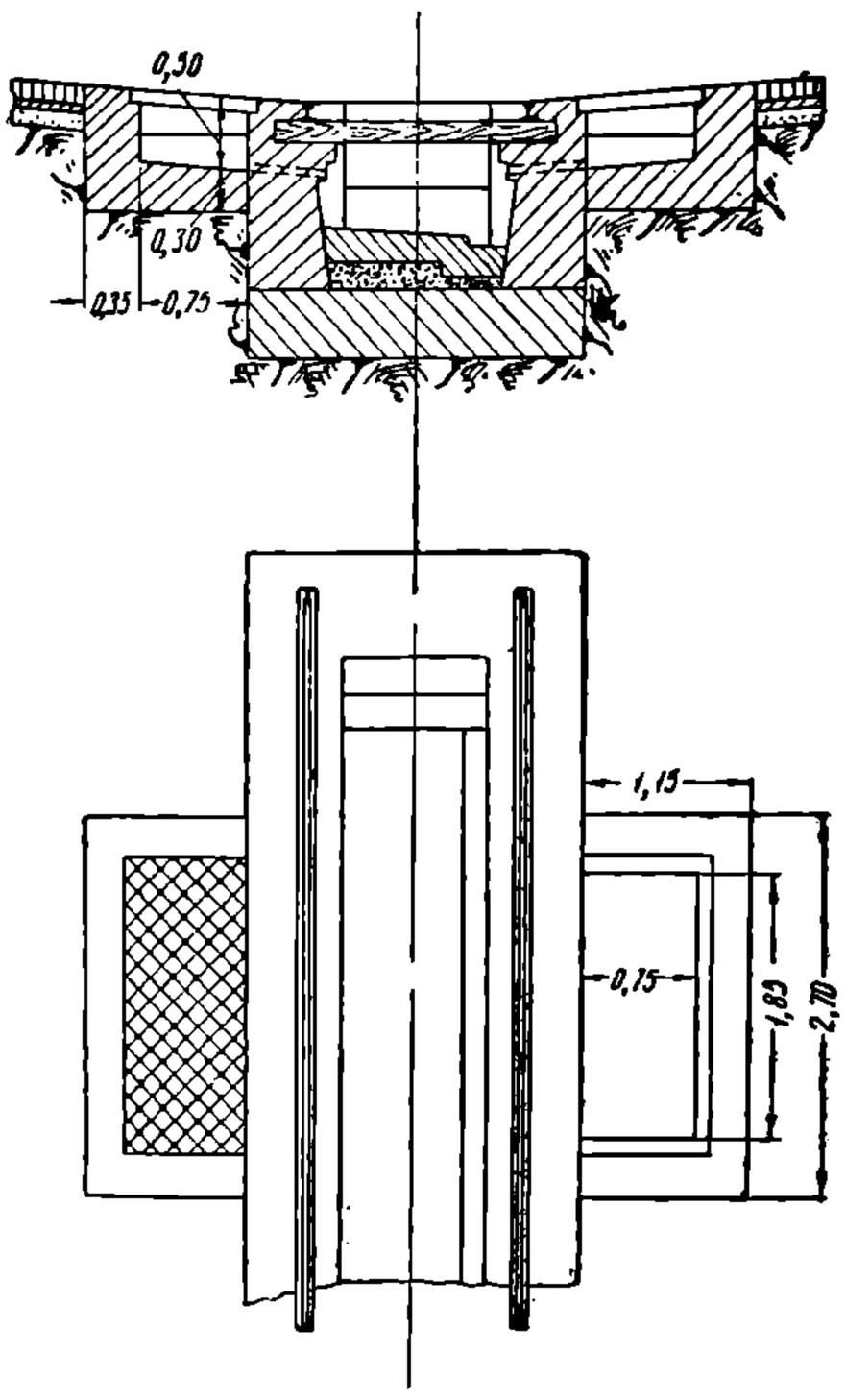
или железными щитами).

Вода из канав стекает в коллекторы через отверстие в дне канавы. Эти отверстия перекрываются сеткой (фиг. 19). Коллекторы делаются яйцевидного сечения (фиг. 22) или в виде глубоких каналов шириной около 0,30—0,50 *м*, стены которых доходят до пола депо (фиг. 19).

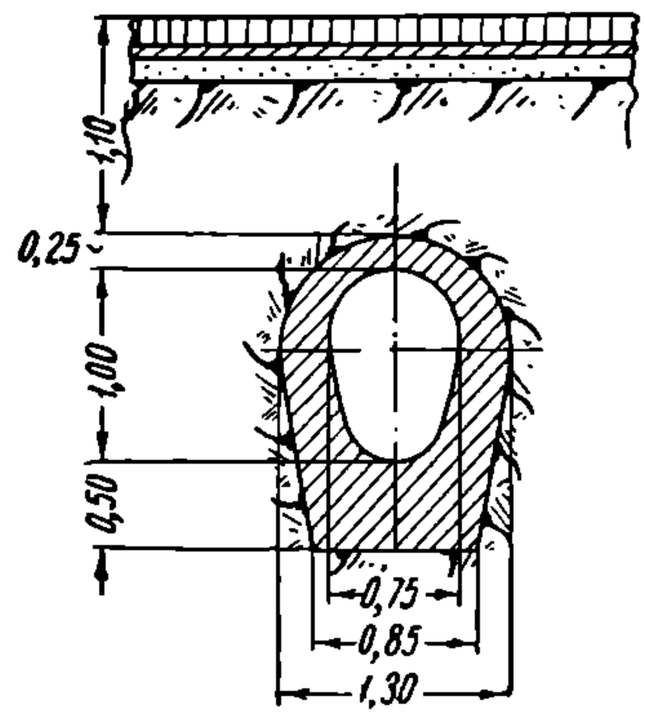


Фиг. 20

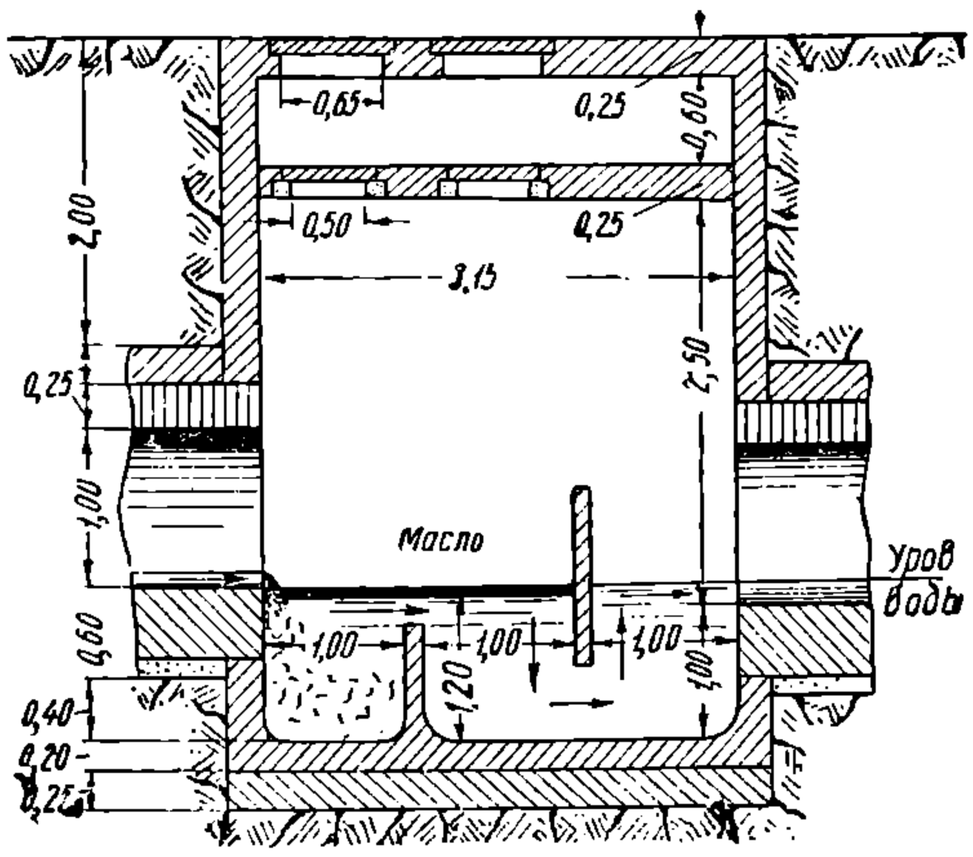
Последние каналы делаются открытыми и сверху перекрываются крышками из рифленого железа заподлицо с полом. Коллекторы второго типа (открытые) удобнее для ухода за ними. Для очистки их достаточно снять крышку и очистить коллек-



Фиг. 21



Фиг. 22



Фиг. 23

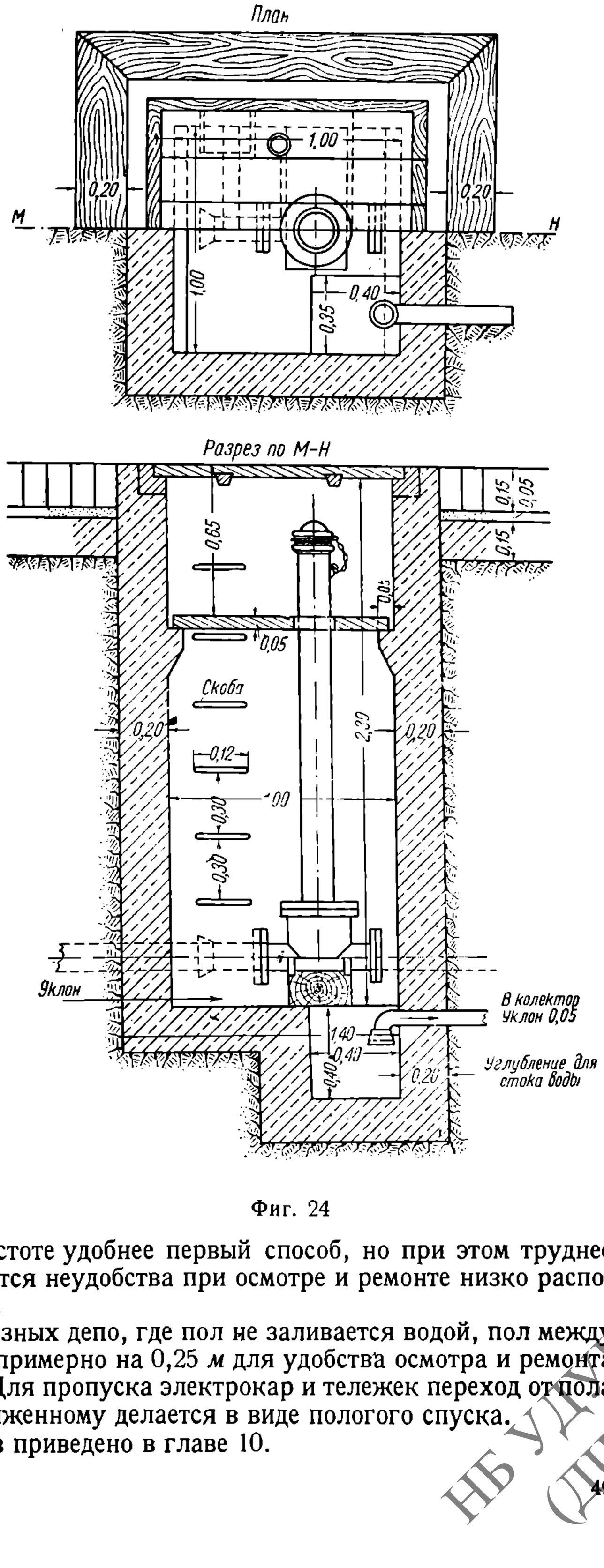
тор совком. Для очистки коллекторов первого типа (в виде закрытых труб) в нескольких местах депо необходимо устраивать смотровые колодцы, через которые приходится залезать в коллектор.

Так как сточная вода в депо загрязнена маслом, кусочками накипи и другим мусором, то перед выпуском в общие водостоки вода должна быть предварительно

НБ МГУПТ (ДГТ)

освобождена от этих примесей. Эта очистка достигается пропуском сточной деповской воды через специальные очистительные колодцы (фиг. 23).

Очистительный колодец делится перегородками на три отделения. Первая перегородка идет со дна колодца и заканчивается ниже выходного отверстия колодца, т. е. ниже уровня воды. Эта перегородка образует первое отделение, в котором осаждаются тяжелые частицы грязи, благодаря чему в следующие отделения попадает вода, освобожденная от тяжелых примесей. Вторая перегородка начинается выше уровня воды и опускается вниз, но не доходит до дна колодца. Между низом второй перегородки и дном колодца образуется щель, через которую вода проходит в третье отделение. Масло, плавающее сверху, задерживается второй перегородкой, таким образом в третье отделение поступает вода, очищенная от твердых примесей и масла.



Фиг. 24

Вода поступает в колодец из коллектора через отверстие в стенке колодца в первое отделение и выходит из колодца через отверстие из третьего отделения. Выходное отверстие делается ниже входного.

Для удобства очистки депо и стока воды с пола полы делаются несколько выпуклыми между канавами, что и обеспечивает сток в канавы (фиг. 19).

Для того чтобы вода и грязь не задерживались, полы делаются вровень с головкой рельса или ниже подошвы рельса. Во втором случае рельс укладывается на подкладках так, чтобы между подошвой его и полом оставалась щель. В отношении содержания депо в чистоте удобнее первый способ, но при этом труднее боксовать локомотив и создаются неудобства при осмотре и ремонте низко расположенных частей локомотива.

В тепловозных и электровозных депо, где пол не заливается водой, пол между канавами иногда понижается примерно на 0,25 *м* для удобства осмотра и ремонта нижних частей локомотивов. Для пропуска электрокар и тележек переход от пола в остальной части депо к пониженному делается в виде пологого спуска.

Описание устройства полов приведено в главе 10.

НБ УДИИТ (ДИИТ)

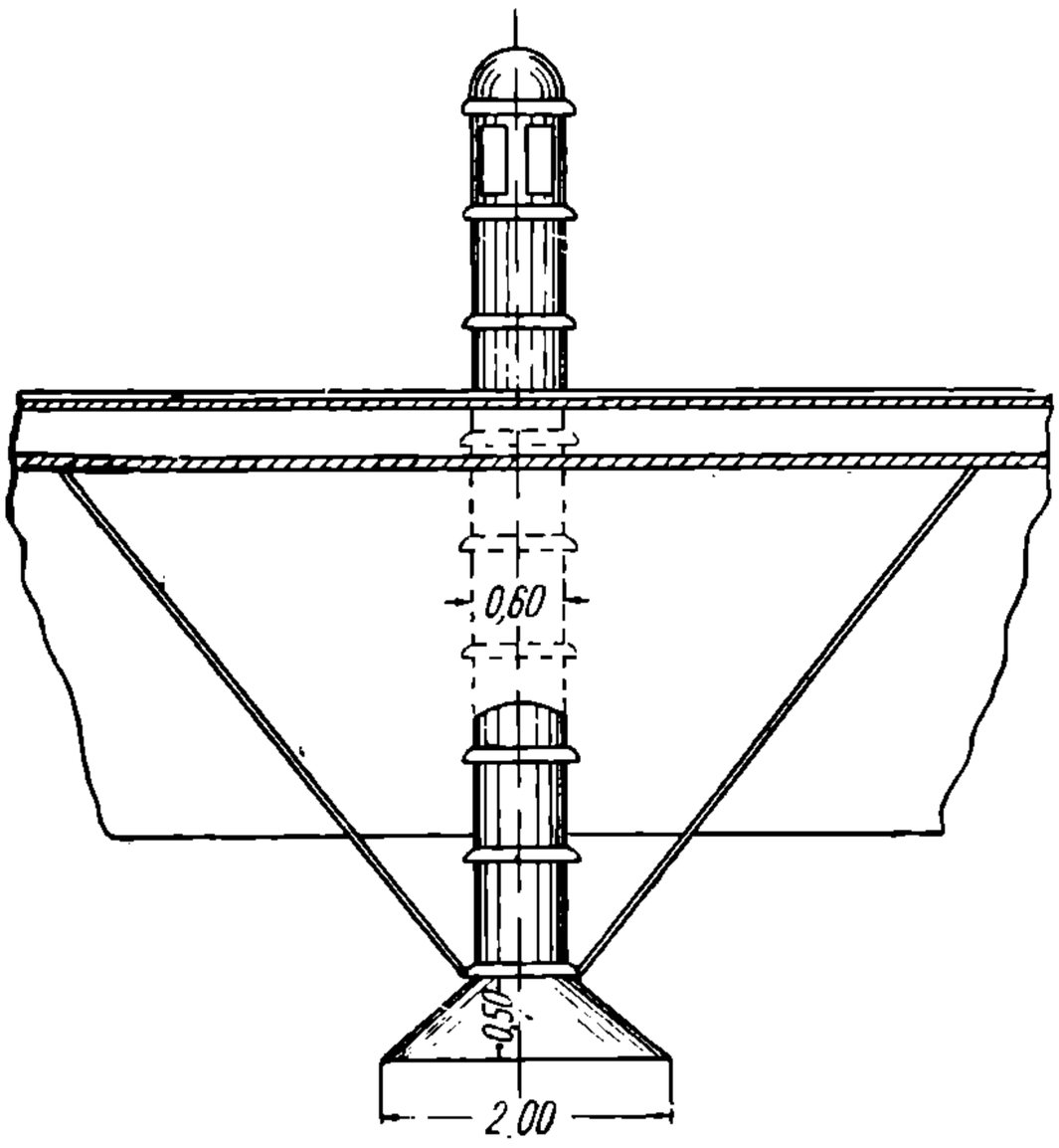
Для предупреждения прохода локомотива чрезмерно далеко, на концах рельсовых путей тупиковых стойл устраиваются небольшие барьеры в виде загнутых кверху концов рельс (фиг. 19) или в виде брусьев.

Для подачи в депо воды в паровозных и тепловозных депо между канавами устраиваются колодцы с гидрантами, к которым может быть присоединен рукав (фиг. 24).

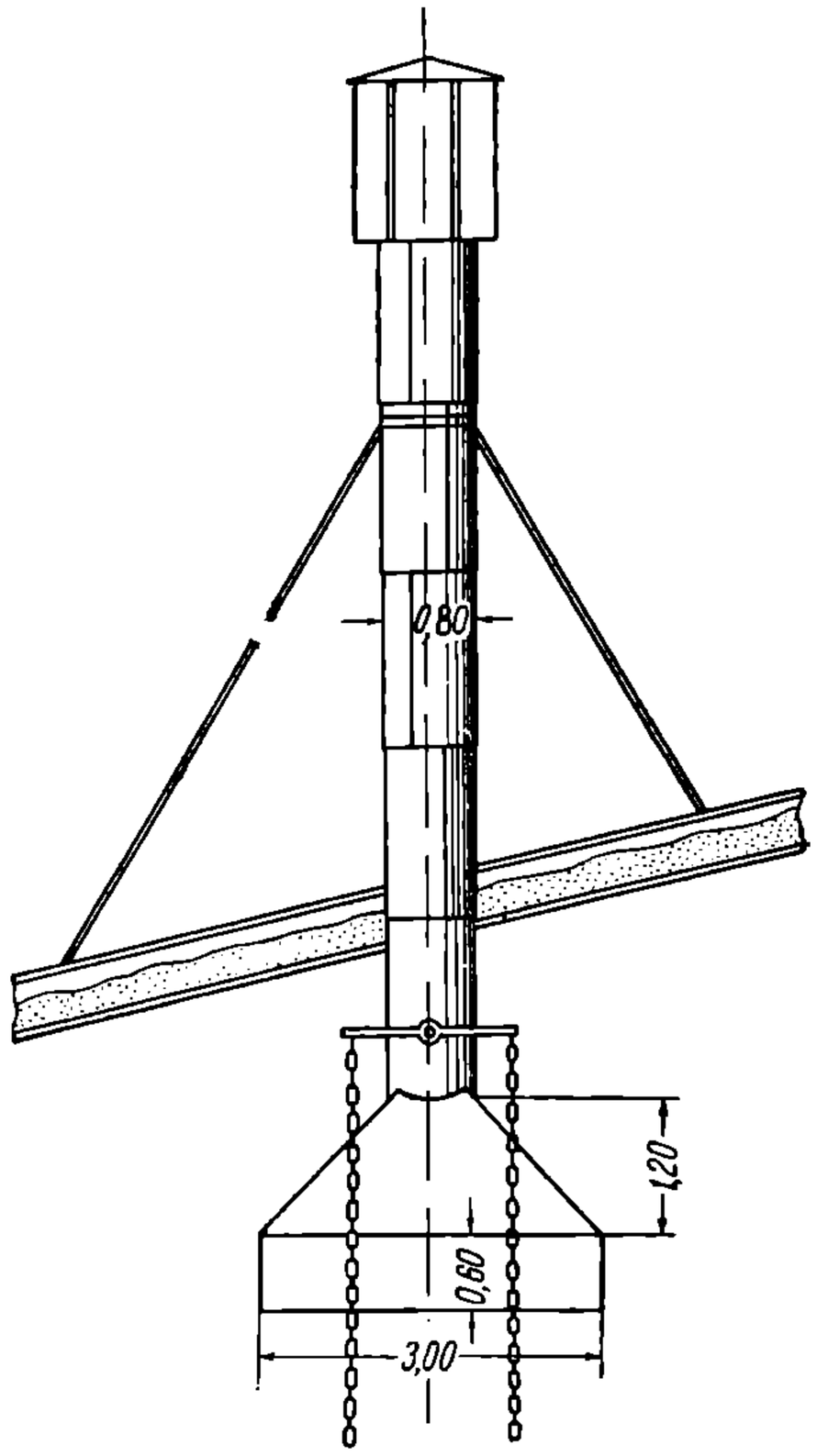
Для отвода дыма в паровозных депо устанавливаются вытяжные трубы, под которыми устанавливаются трубы паровозов. Вытяжные трубы устраиваются гончарные (фиг. 25), железные (фиг. 26), чугунные, деревянные из пропитанных огнестойким веществом досок (фиг. 27) и асбестовые с железным каркасом (фиг. 28).

Гончарные слишком тяжелы, железные быстро ржавеют, лучшими являются асбеститовые.

Наиболее распространенными в настоящее время дымовытяжными устройствами депо являются так называемые корягинские трубы, состоящие из зонтов



Фиг. 25



Фиг. 26

с присоединенными к ним вертикальными шахтами-трубами квадратного сечения, обычно 700 × 700 *мм*, увенчанными поверх крыши дефлекторами типа Шанар-Этуаль (фиг. 28). Такие трубы устанавливаются в кровле депо против того места, где приходится труба паровоза при постановке его в депо.

Дымовытяжная труба указанного типа представляет собой железный каркас, обшитый кровельным железом, или асбо-шиферными или асбо-цементными плитками. Слабым местом асбестовых плиток является легкое выпадение их при искривлении каркаса под влиянием ветров.

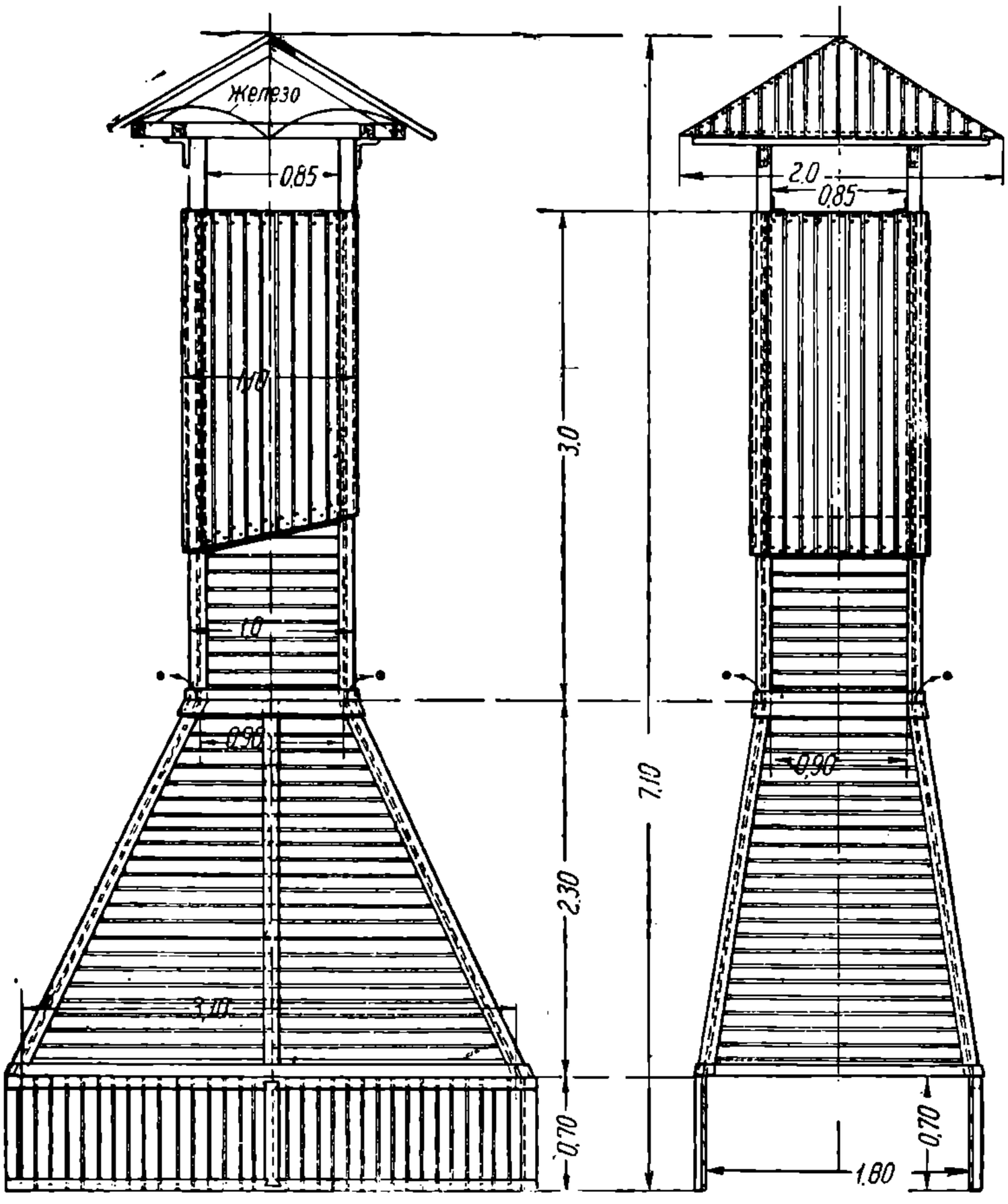
Дефлектор Шанар-Этуаль усиливает тягу в трубе под влиянием ветра любого направления.

Для обеспечения удовлетворительной вытяжки дыма трубы должны иметь достаточное сечение, около 1 $м^2$. С другой стороны, при большом сечении вытяжные трубы в холодное время года сильно охлаждают депо. Для предупреждения

НБ УИИНТ (ДИТ)

охлаждения депо трубы снабжаются заслонками (дроссель-клапанами), вращающимися на горизонтальной оси (фиг. 26 и 28). К сожалению металлические части заслонок скоро ржавеют, все части заслонки, помещающиеся в трубе, покрываются смолой, и заслонка начинает плохо работать. Заслонки нуждаются в частых осмотре и очистке, в противном случае они делаются быстро неработоспособными.

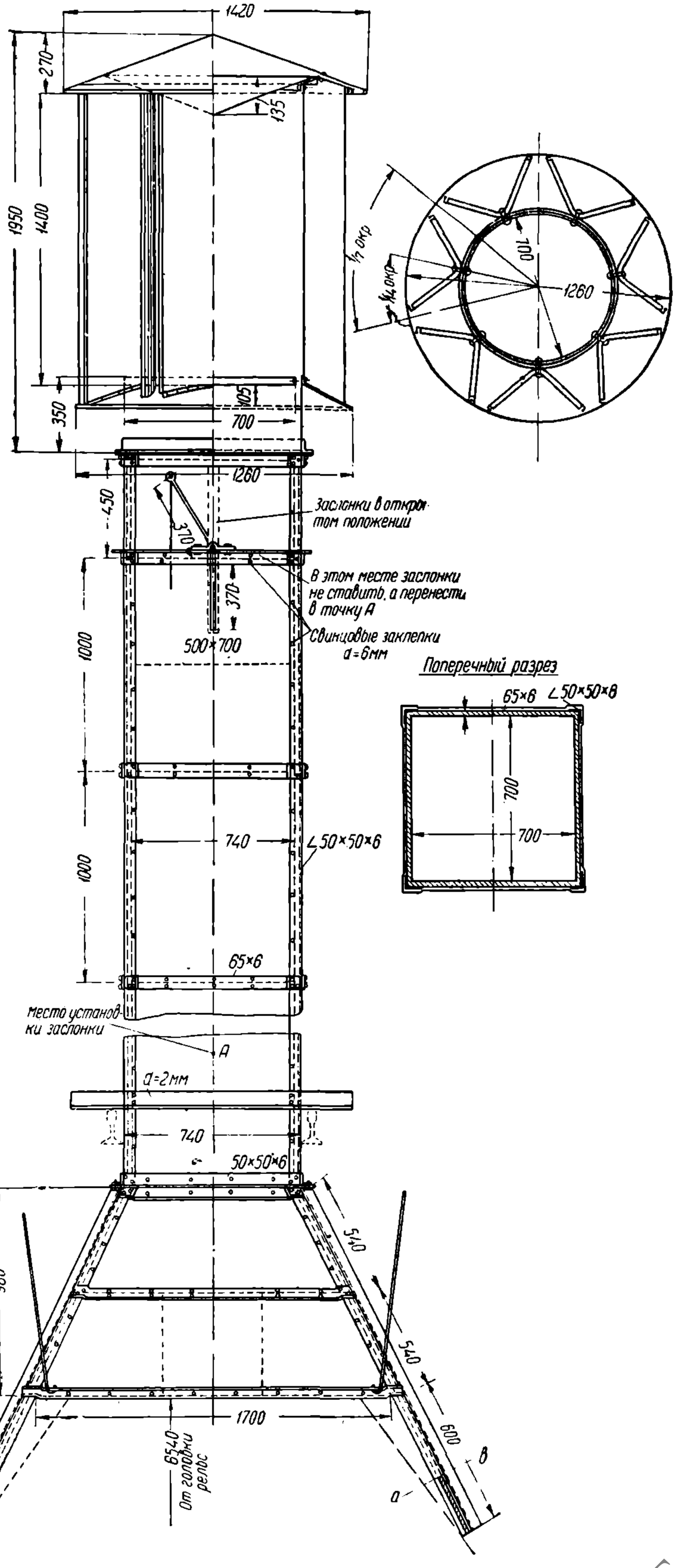
Для улавливания дыма из трубы паровоза нижние части вытяжных труб делаются в виде раструба (зонта). Вытяжная труба тем лучше работает, чем больше объем теплого воздуха и газов, помещающихся в трубе, поэтому для улучшения тяги следует делать раструб возможно большего объема. Тяга улучшается, если раструб окружает дымовую трубу. Для этого раструб делают с вертикальными



Фиг. 27

стенками, опускающимися ниже верха дымовой трубы. Для возможности передвижения паровоза передних и задних стенок раструба не делается или эти стенки подвешиваются на шарнирах, которые должны быть самой простой конструкции, так как всякий шарнир сложной конструкции от ржавчины и смолы быстро перестает работать. Передняя и задняя стенки могут быть подвешены на кольцах. С целью уменьшения прозора между дымовой трубой паровоза и зонтами вытяжной трубы некоторые конструкторы придают зонту форму, обхватывающую трубу паровоза, и делают зонт или створчатым (фиг. 29, *а* и *б*) или передвижным в вертикальном направлении (фиг. 30).

НБ УГЛТУ (ДШТ)

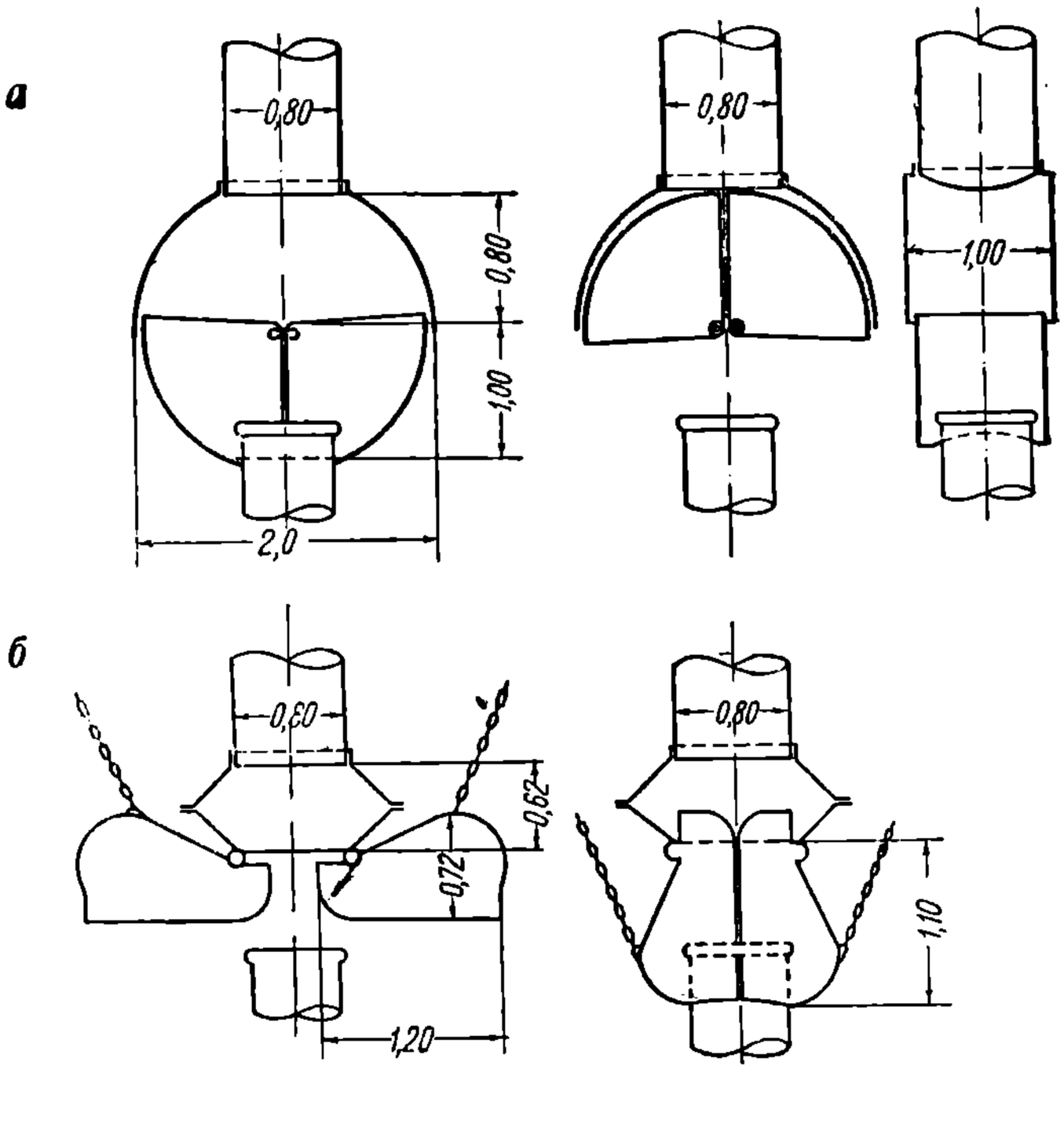


Фиг. 28

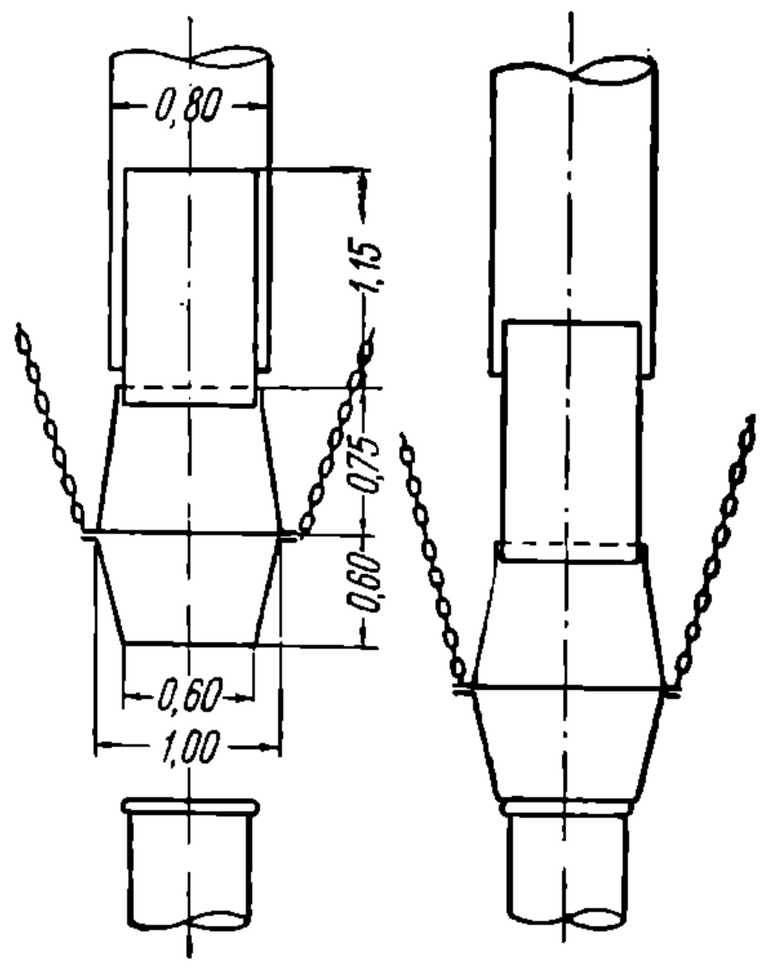
НБ УДУНТ (ДШТ)

В первом случае створки для пропуска паровоза раздвигаются, а после постановки паровоза смыкаются, плотно обхватывая трубу.

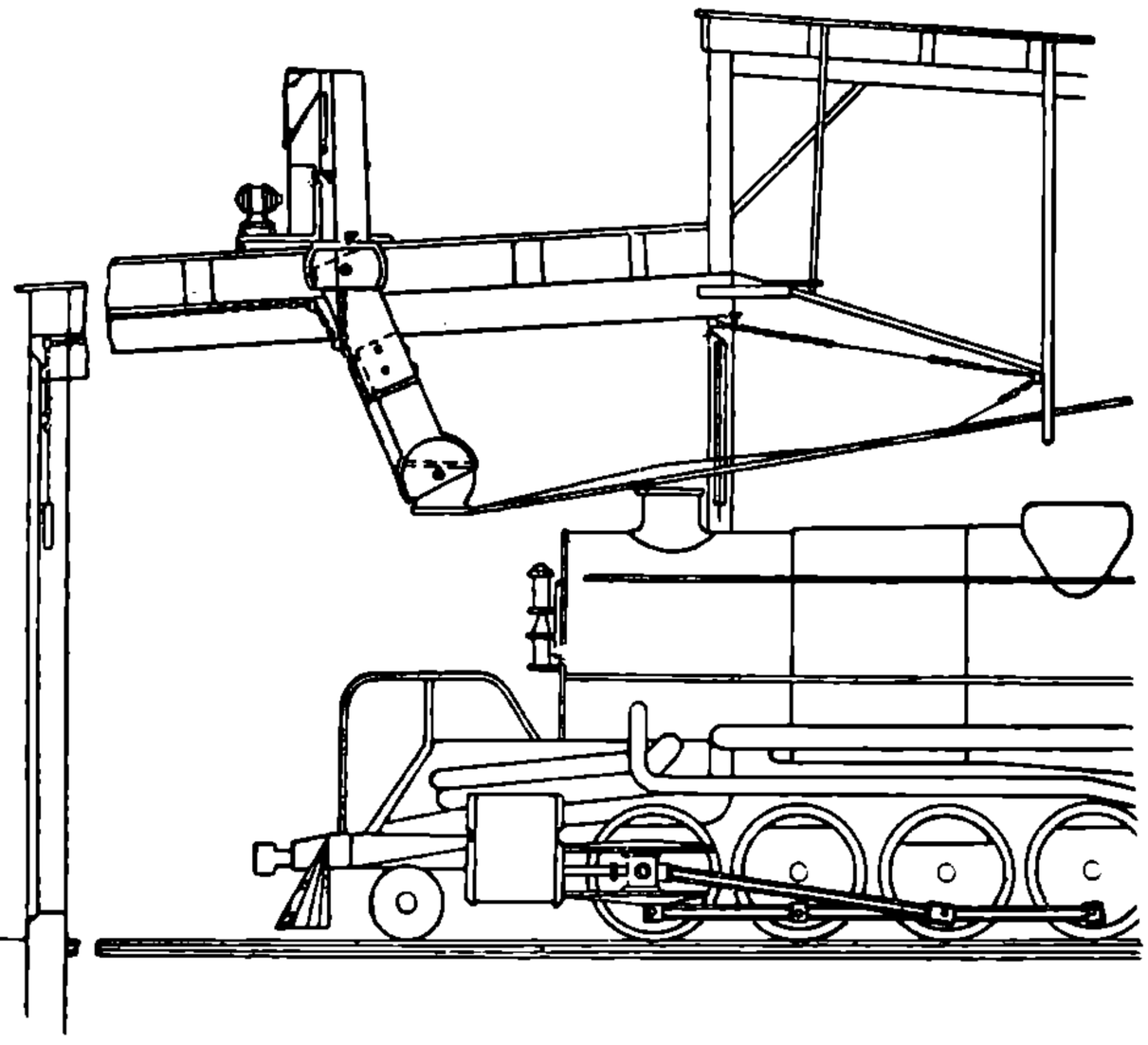
Во втором случае зонт для пропуска паровоза поднимается, а после постановки паровоза опускается и также перекрывает трубу.



Фиг. 29



Фиг. 30



Фиг 31

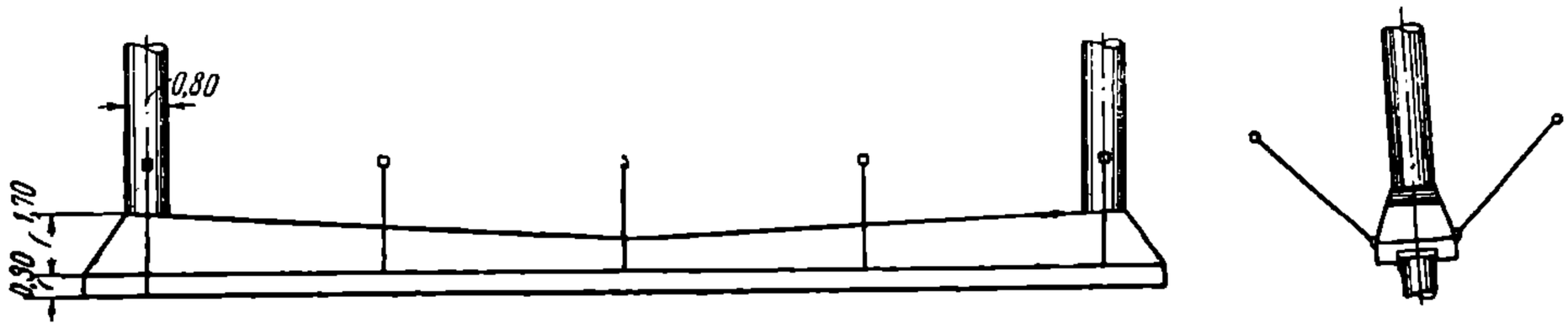
В некоторых американских депо применяются вытяжные трубы, в которых нижняя часть делается качающейся. Она шарнирно соединена с верхней неподвижной частью трубы (фиг. 31). Нижняя часть может быть отклонена тросом в вер-

НБ УДУНТ (ДИТ)

тикальной плоскости, проходящей через продольную ось стойла. При отклонении нижняя ее часть приподнимается над трубой паровоза. При постановке паровоза нижний конец качающейся части вытяжной трубы плотно накрывает дымовую трубу паровоза.

Пока эти приборы новы, они действительно значительно улучшают тягу, но, подвергаясь ржавлению и покрываясь смолой, они вскоре перестают работать, цепочки обрываются и тяга становится совершенно необеспеченной, поэтому таких приспособлений следует избегать.

В ступенчатых депо, где паровозы часто приходится передвигать, дым во время передвижки паровозов свободно входит в депо. Для улавливания дыма в этом

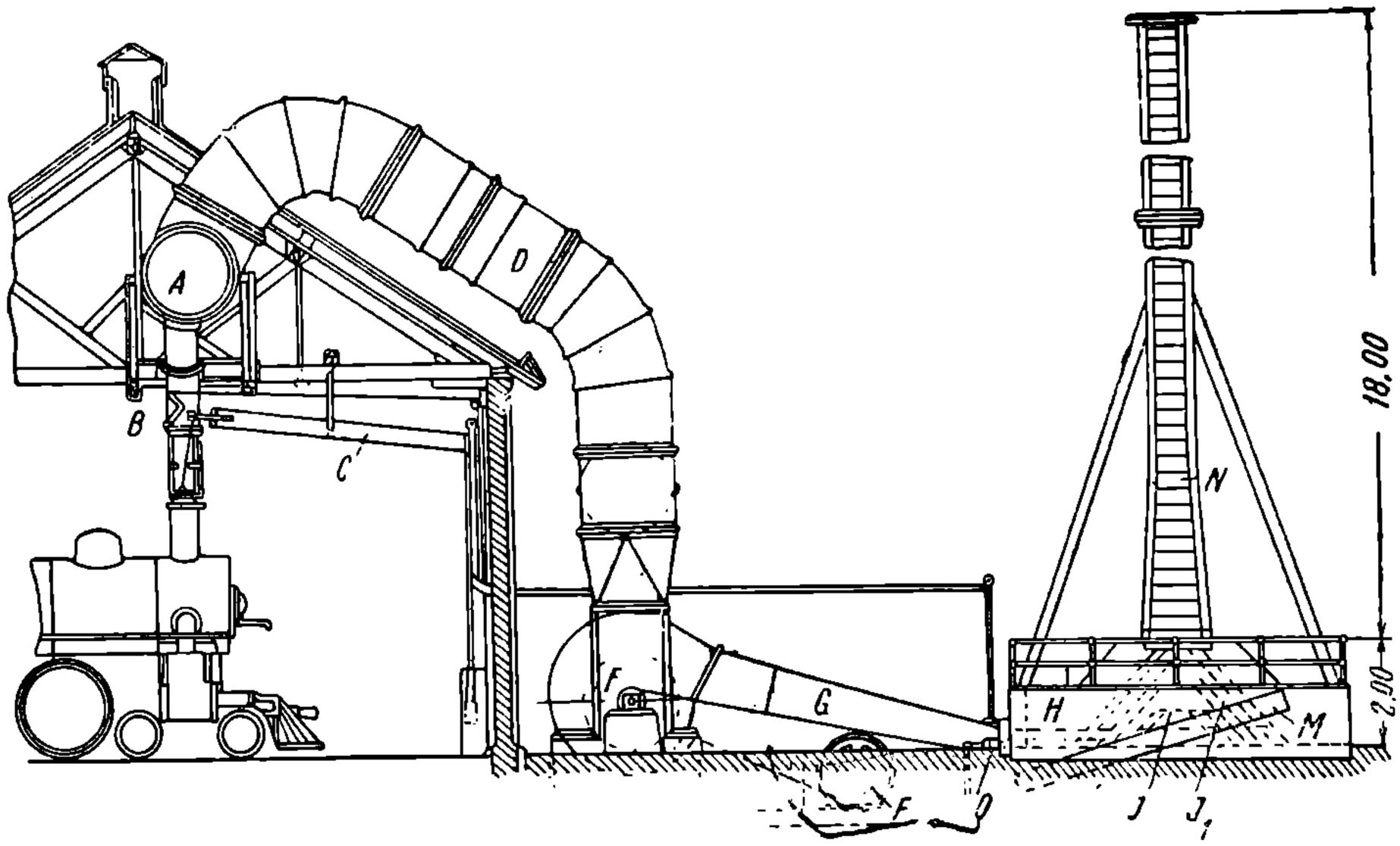


Фиг. 32

случае устраивают иногда длинные зонты в форме опрокинутых корыт над всей канавой от одной вытяжной трубы до другой с небольшим подъемом к вытяжным трубам (фиг. 32). Эти длинные кожухи мало помогают делу.

Для удаления выбивающихся из-под вытяжных зонтов дымовых газов под крышей депо кроме того устраиваются естественные вытяжки, работающие периодически — во время сильного задымления депо.

Во многих крупных населенных местах за границей предъявляется требование обесцвечивать дым (очищать его от сажи и несгоревших частиц угля) и вы-



Фиг. 33

водить на определенную высоту. Очевидно, что вытяжные трубы над каждым стойлом этому требованию удовлетворить не могут. Для этой цели устраивают центральную вытяжку дыма. При этом способе дымоудаления от кожухов над стойлами депо устраиваются патрубки к общей дымоотводящей магистрали, идущей по всему депо. Эта магистраль отводит дым в высокую дымовую трубу, предварительно пропуская его через дымоочиститель. Для улучшения тяги помимо естественной тяги, получающейся в высокой трубе при наполнении ее теплыми газами, устанавливается вентилятор (фиг. 33).

НБ УГЛТУ (ДИТ)

В некоторых американских депо для улучшения вытяжки дыма, а главным образом для усиления тяги при заправке паровоза применяются специальные вентиляторы, приводящиеся в движение электрическими моторами мощностью 5 *л. с.* Вентилятор делает 1 800—3 600 об/мин. Ось вентилятора укреплена на шарнирных подшипниках, работающих на густой смазке с охлаждением. Мотор помещается в специальном кожухе, ограждающем его от дыма. Через кожух проходит снаружи воздух для охлаждения мотора. Мотор и вентилятор расположены внутри цилиндрической трубы из алюминиевой жести или сплава.

Нижняя часть цилиндрической трубы имеет раструб, которым прибор плотно прилегает к дымовой трубе паровоза.

Этот прибор устанавливается в депо, а также и вне депо для облегчения заправки паровоза. При установке прибора в депо он подвешивается к двутавровой балке; при применении вне депо прибор подвешивается к специальному поворотному приспособлению.

Совершенных устройств, обеспечивающих хорошую вытяжку дыма, не имеется. В особенности неудовлетворительно обстоит дело с дымоудалением при растопке паровоза, пока вытяжная труба не прогрелась и не заполнена теплыми газами. В это время тяжелый дым (низкой температуры) выходит из-под кожуха, опускаясь вниз. Для улучшения тяги иногда устанавливают сифон, напоминающий сифон паровоза.

Радикальным решением вопроса является прекращение отопления паровозов в депо, что осуществляется путем питания котла паром от центрального паропровода. Описание этого устройства приведено ниже.

Для ввода и вывода локомотивов в депо устраиваются ворота.

Для естественного освещения депо и мастерских устраиваются окна, фрамуги над воротами и световые фонари. Описания всех этих устройств приведены в в главе 10.

Стойла, предназначенные для подъемочного ремонта, отличаются от прочих как размерами, о чем было сказано выше, так и устройством. В этих стойлах должны устанавливаться домкраты Беккера, для чего должны быть устроены фундаменты. Расположение и размеры (площадь) этих фундаментов должны быть так рассчитаны, чтобы была обеспечена установка всех видов и типов локомотивов, для ремонта которых предназначается данное депо. Для облегчения работы по установке домкратов при постановке в ремонт локомотива другого типа одну пару домкратов оставляют на месте, сдвигая только другую пару. В этом случае фундамент для передвижной пары домкратов необходимо устраивать таких размеров, чтобы домкраты оставались на них при перестановке для различных типов локомотивов.

При домкратах с обыкновенными балками неподвижными остаются домкраты, более удаленные от входа в депо, при домкратах с утопленными балками неподвижными остаются домкраты, более близкие к входу в депо.

В отделении депо, предназначенном для подъемки локомотива, должна быть предусмотрена возможность устройства передвижного мостового крана, путь для которого помещается или на обрезе стен или на специальных колоннах.

Стойла, предназначенные для ликвидации случайных повреждений, должны иметь специальные ямы или канавы для опускания и выкатки отдельных колесных пар. Если эти ямы или канавы предназначаются только для опускания колесных пар, они называются опускными, если они предназначаются также и для выкатки колесных пар, они называются выкатными. Эти ямы или канавы должны дать возможность опустить под локомотивом одну какую-либо колесную пару для осмотра и ремонта шейки, подшипника, буксы или опустить и выкатить колесную пару в сторону для ремонта самой колесной пары (например перетяжки бандажа).

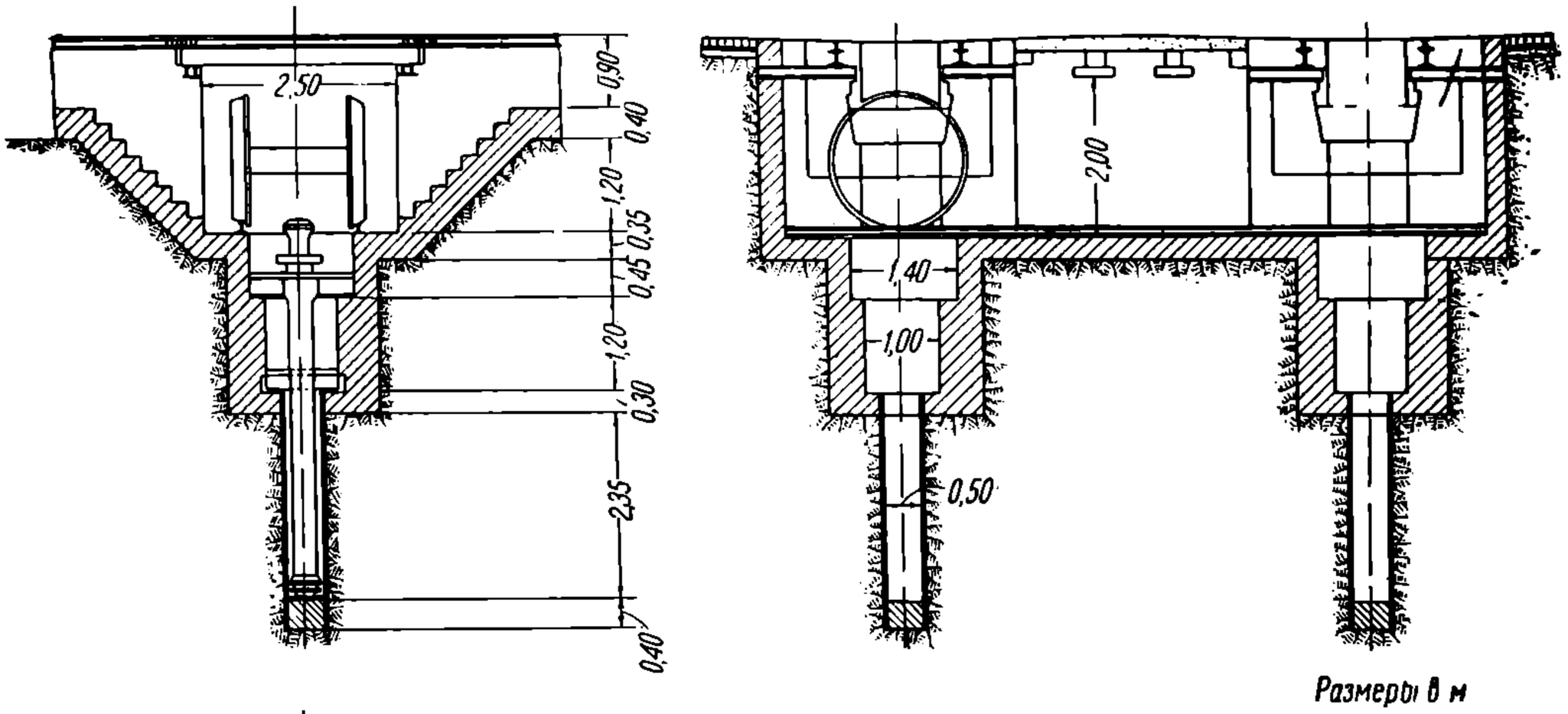
Эти канавы устраиваются поперек стойл депо и соединяют два соседних стойла (фиг. 34) или одно стойло и специальный путь в депо или вне депо. В последнем случае выкатная канава выводится вне депо под наружной стеной на особый путь, над которым устраивается крытое помещение в виде пристройки к депо. Выкатная канава должна иметь размеры, обеспечивающие опускание колесной пары,

НБ УИИТ (ДИТ)

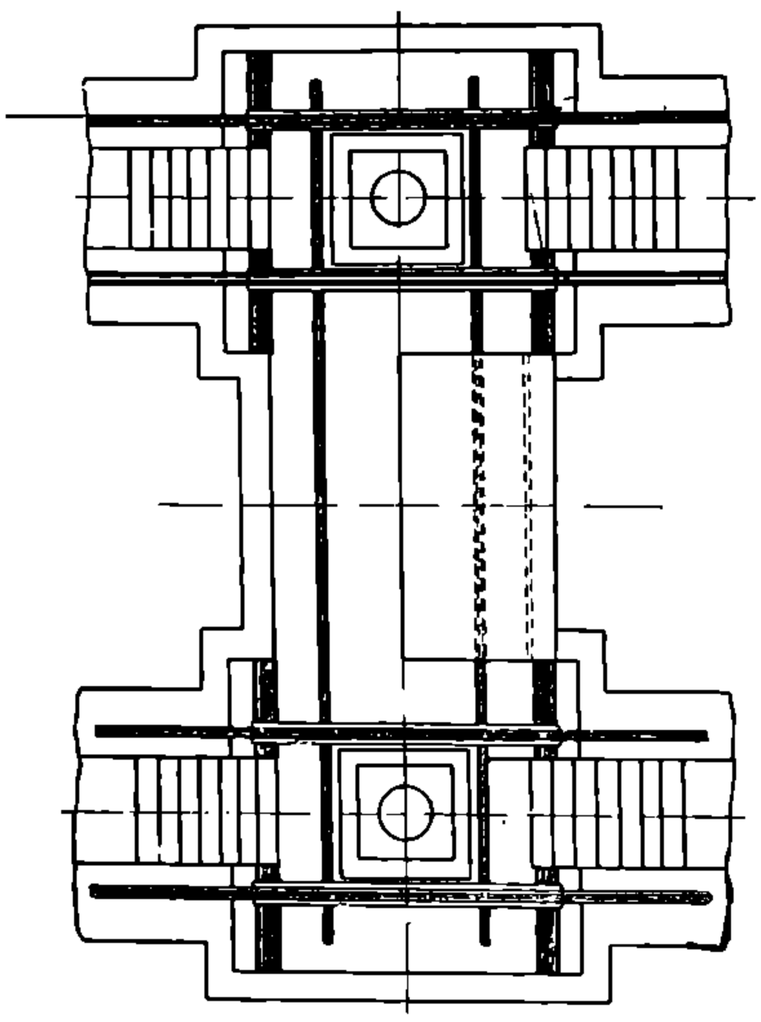
передвижение ее под полом депо до соседнего стойла или специального пути для вывода колесной пары наружу.

При опускании тележек и выкатке поддерживающих осей канава устраивается таким образом, чтобы могла быть опущена тележка на глубину, дающую возможность вывести тележку из-под локомотива (фиг. 34).

В нерабочем состоянии канава не должна служить препятствием для пропуска над ней локомотива. Для этого над опускной канавой (в местах разрыва стен деповской канавы) укладываются балки, на которых укрепляются рельсы. При нерабочем состоянии опускной канавы эти рельсы соединяются обычным способом с рельсами стойл. Балки лежат на рельсах, положенных поперек, по которым балки могут сдвигаться в стороны (фиг. 34 и 35), или лежат на специальных подвижных кронштейнах, вместе с которыми могут опускаться. В опускных канавах для тележек балками перекрывается средняя часть, предназначенная для опускания колесной пары. На боковых частях рельсы укреплены на балках, которые вместе



Фиг. 34



с рельсами могут отворачиваться. В канаве устанавливается подъемник (описание которого дается в главе 5).

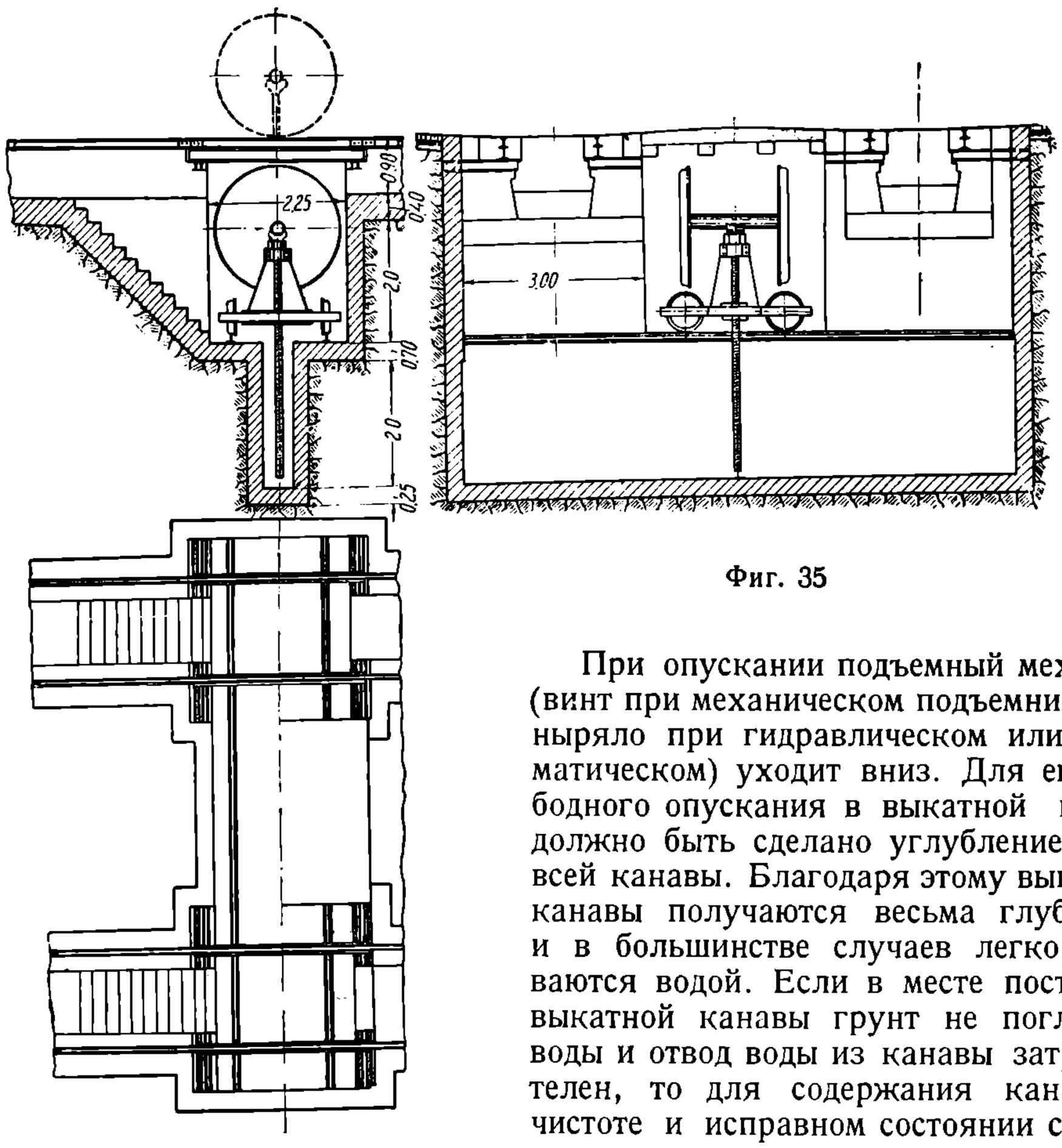
Подъемник предназначается или только для освобождения колесной пары локомотива и опускания ее в канаву или также для передвижения колесной пары к соседнему стойлу или специальному пути и поднятия ее наверх.

В первом случае подъемник может быть установлен неподвижно (фиг. 34), во втором случае он должен быть передвижным, для чего устанавливается на тележке. Тележка передвигается по рельсам, уложенным по дну выкатной канавы (фиг. 35 и 36). Процесс выкатки колесной пары производится следующим образом. Локомотив устанавливается в стойле так, чтобы колесная пара, которая должна быть выкачена, приходилась над опускной канавой, после чего колеса локомотива подклиниваются. Движущий механизм локомотива разбирается настолько, чтобы была освобождена опускаемая колесная пара. Вместе с тем разбираются тормозные части и рессорное подвешивание колесной пары. Подъемник устанавливается под осью выкатываемой колесной пары и подъемный механизм поднимается настолько, чтобы колесная пара слегка приподнялась и освободила рельсы от нагрузки. Если опускается тележка, то она должна быть также освобождена. Одновременно разъединяются рельсы над опускной канавой и от-

НБ УДУНТ (ДПТ)

водятся в стороны. После этой подготовительной работы колесная пара опускается при помощи подъемника и в случае надобности перемещается к соседнему стойлу или пути, где тем же подъемником поднимается и выкатывается на этот путь. Предварительно в месте подъемки рельсы над канавой, где производится подъемка, также должны быть разъединены и отведены в сторону. После подъемки колесной пары несколько выше пути рельсы устанавливаются на место и колесная пара опускается на них. Подкатка колесной пары под локомотив производится в обратном порядке.

Из приведенного описания видно, что подъемный механизм должен быть по высоте таких размеров, чтобы обеспечить подвод головки или стола подъемного механизма под ось выкатываемой колесной пары, небольшой подъем головки и затем опускание ее на такую высоту, чтобы колесную пару можно было передать под полом депо. Для уменьшения высоты опускания поперечную выкатную канаву, соединяющую два соседних стойла, можно делать открытой, перекрывая ее в нерабочее время деревянными щитами. В этих случаях колесная пара должна быть опущена настолько, чтобы она могла пройти под рамой локомотива.



Фиг. 35

При опускании подъемный механизм (винт при механическом подъемнике или ныряло при гидравлическом или пневматическом) уходит вниз. Для его свободного опускания в выкатной канаве должно быть сделано углубление вдоль всей канавы. Благодаря этому выкатные канавы получаются весьма глубокими и в большинстве случаев легко заливаются водой. Если в месте постройки выкатной канавы грунт не поглощает воды и отвод воды из канавы затруднителен, то для содержания канавы в чистоте и исправном состоянии следует устанавливать насос для откачки воды.

Мощность подъемника должна быть рассчитана так, чтобы он мог приподнять колесную пару, неосвобожденную от нагрузки, через рессору, т. е. подъемочная сила должна несколько превышать (до 5 *m*) нагрузку на ось данного локомотива. При опускании или подъеме оси или тележки подъемная сила должна соответствовать весу наиболее тяжелой колесной пары или тележки. Мощность двигателя подъемочного механизма определяется по той работе, которая должна быть совершена при опускании или подъемке колесной пары.

НБ УИИТ (ДИИТ)

Обозначая через $p_к$ — вес колесной пары в килограммах, $p_п$ — вес поднимающихся частей подъемочного механизма в килограммах, h — высоту подъема в метрах, t — время опускания или подъема в секундах, $\eta_п$ — к. п. д. двигателя и подъемочного механизма, получим мощность двигателя в лошадиных силах:

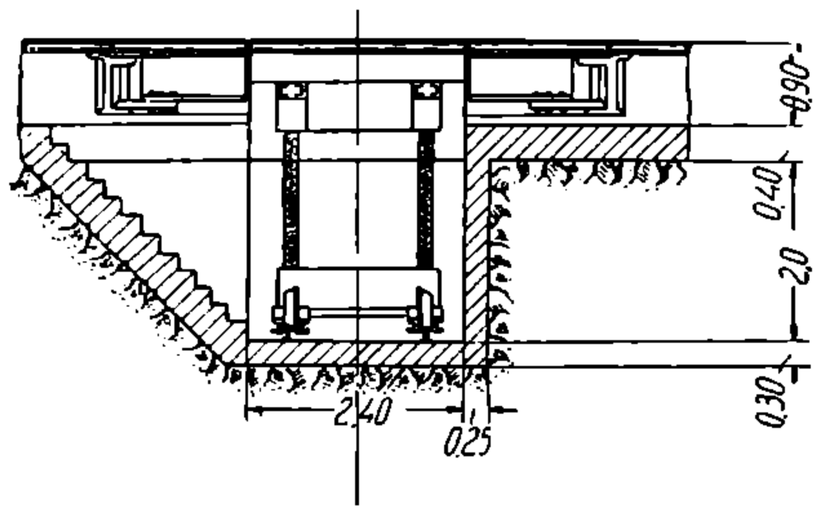
$$N=\frac{(p_к+p_п)h}{75\cdot t\cdot\eta_п}$$

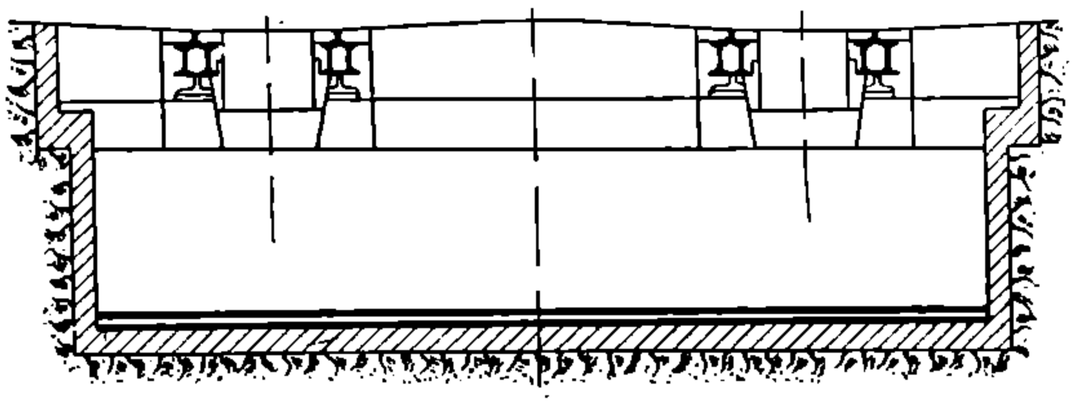
или, заменяя $\frac{h}{t}$ скоростью v подъема или опускания в метрах в 1 сек., получим:

$$N=\frac{(p_к+p_п)v}{75\cdot\eta_п}$$

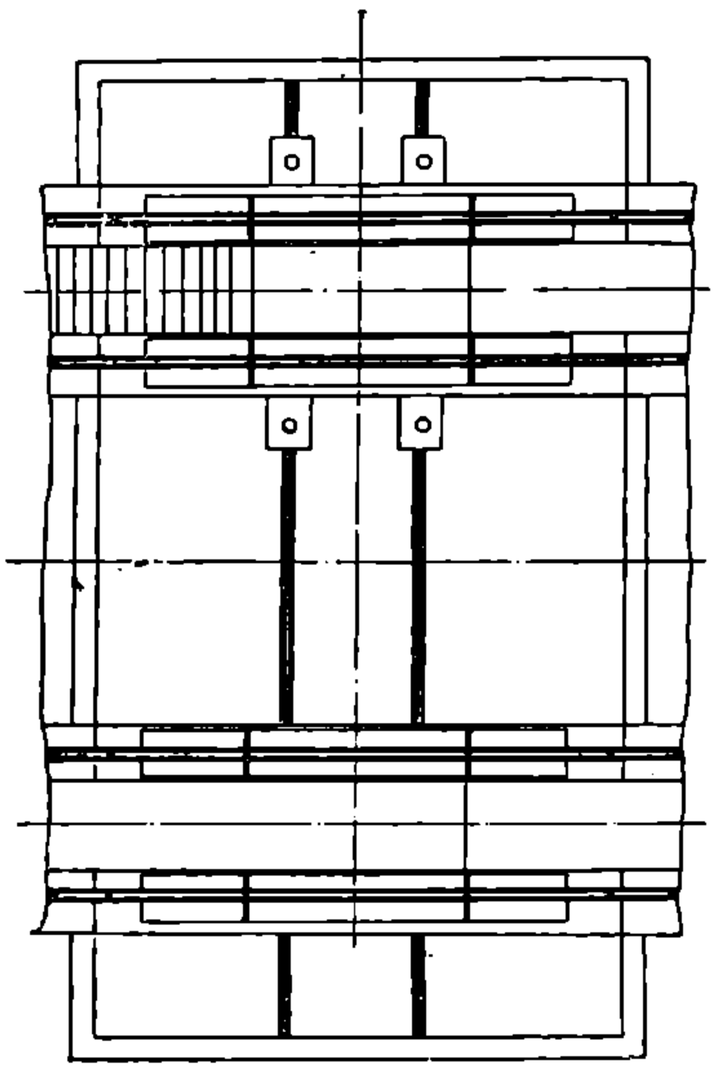
Описание подъемника приведено в главе 5.

По длине стойла выкатная канава должна быть расположена так, чтобы из-под паровоза могла быть выкачена любая ось при помещении локомотива в депо





Фиг. 36



без отцепки тендера. При этом паровоз можно повернуть трубой в любую сторону. При длинных паровозах не всегда удается выполнить это требование. В некоторых американских депо в таких случаях устраивают по две или три выкатные канавы в различных местах по длине стойла.

Стойла, предназначенные для промывки паровозов, должны быть оборудованы соответствующими устройствами, описание которых дается в главе 3.

Устройство мастерских, технических, хозяйственных, служебных, санитарно-гигиенических и культурно-бытовых помещений должно соответствовать общим условиям, предъявляемым к такого рода помещениям, указываемым в общесоюзных стандартах «Единые нормы строительного проектирования». Горячие отделения, особенно отделения, в которых производится работа с материалами, выделяющими вредные для здоровья газы (заливочное отделение при работе с кальциевым баббитом, сварочное отделение, аккумуляторное отделение), должны быть обеспечены надлежащей вентиляцией.

ГЛАВА 3

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОМЫВКИ ПАРОВОЗОВ

§ 11. Устройства для холодной промывки

Примерно до 1910 г. на русских и заграничных железных дорогах имелись устройства только для холодной промывки паровозов и лишь в начале второго десятилетия нашего века были введены устройства для горячей промывки по способам Шильгана и Уайта. С 1932 г. на железных дорогах СССР начали применять-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

ся также и устройства для теплой промывки; приказом Л. М. Кагановича № 183/Ц узаконены устройства для теплой п омывки с искусственным циркуляционным охлаждением паровозных котлов. В настоящее время значительное количество депо имеет такие устройства, а в остальных депо ведутся работы по оборудованию новых устройств для теплой промывки и по переоборудованию старых устройств для горячей и холодной промывки в устройства для тепловой промывки. Устройства исключительно для холодной промывки применяются лишь в очень немногих депо, где нет специального оборудования для горячей или теплой промывки. В депо, оборудованных устройствами для горячей промывки, производятся и горячая и холодная промывки. Как правило, каждый паровоз после двух очередных горячих подвергается холодной промывке.

Для производства промывки паровозного котла требуется сильная струя воды, способная не только смывать грязь и накипь с промываемых частей котла, но и отбить накипь, приставшую к стенкам. Чтобы получить струю такой силы, необходимо иметь напор (давление) воды в промывочном шланге не менее 5 *ат*. Получить такое давление в виде естественного напора для значительного числа депо затруднительно, поэтому для увеличения напора для холодных промывок должны устанавливаться насосы поршневые или центробежные. Наиболее удобным двигателем для центробежного насоса является электромотор. При холодной промывке насос располагается обычно в депо непосредственно в стойлах, предназначенных для производства промывки. К насосу от водопровода подводится труба, по которой насос всасывает воду. От насоса вода поступает по промывочному трубопроводу к колонкам, к которым во время промывки присоединяются промывочный шланг с брандспойтом. В некоторых депо для промывки служит передвижной центробежный или поршневой насос на тележке. Для холодной промывки в тех депо, где имеется оборудование для горячей промывки, обычно используются те же насосы и трубопроводы, которые служат и для горячей промывки.

Во многих депо к сожалению насосы не устанавливались, и для холодной промывки использовался недостаточный напор, создававшийся водонапорной башней (высота бака в водоемном здании).

§ 12. Устройства для горячей промывки

В целях сокращения простоя на холодных промывках и лучшего использования тепла паровоза, поставленного на промывку, были предложены устройства для горячей промывки. В настоящее время во всем мире применяются две системы установки для горячей промывки—Уайта и Шильгана с различными добавлениями.

Уайт предложил два способа промывки. По первому способу пар и вода спускаются одновременно под давлением; по этому способу Уайта имеются два варианта устройств. По второму способу сначала спускается пар, а затем—вода.

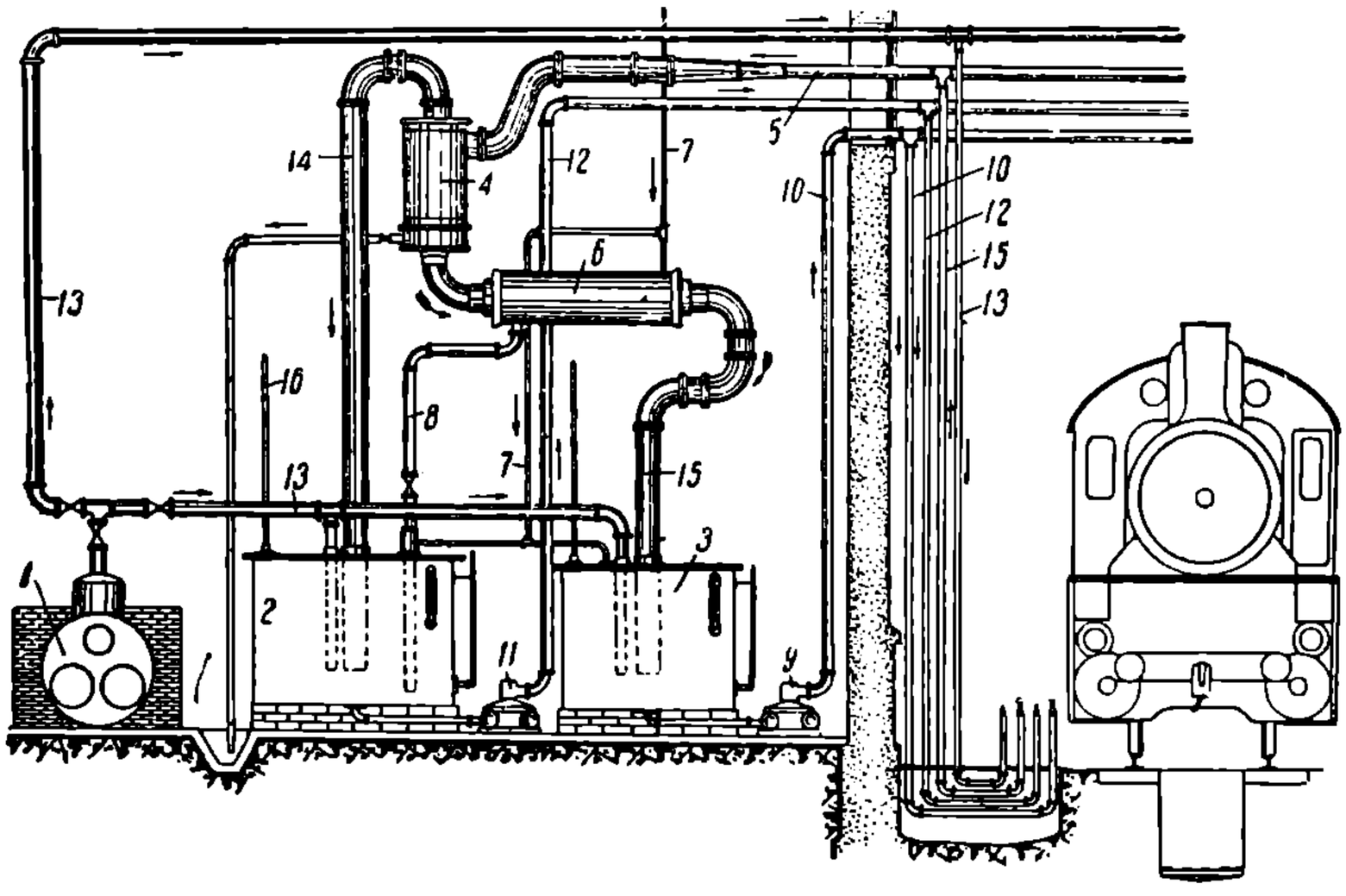
Первый вариант первого способа горячей промывки по системе Уайта. Основное оборудование промывочного устройства по этому варианту состоит из следующих элементов (фиг. 37): 1) парового стационарного котла с рабочим давлением 8 *ат*, 2) наполнительного резервуара *2*, служащего для наполнения котлов паровозов подогретой в нем водой, с температурой —80—90°, 3) промывочного резервуара *3*, в котором находится вода для промывки паровозных котлов; температура воды в промывочном резурвуаре поддерживается в пределах 60—75°, 4) пароотделителя *4* с помещенным в нем фильтром, 5) двух насосов системы Вортингтон *9* и *11*, 6) трубчатого подогревателя *6* и ряда трубопроводов.

Порядок операций и действие установки заключаются в следующем: пар и вода под давлением 4—5 *ат* поступают (из соответственно подготовленного паровозного котла) по спускному трубопроводу *5* в пароотделитель *4*, откуда пар, выделяющийся из спускаемой котловой воды с температурой 150°, поступает по трубе *14* в наполнительный резервуар *2*, котловая же вода устремляется вниз и проходит через коксовый фильтр, помещенный в пароотделителе *4*. Далее она поступает в противоточный трубчатый подогреватель *6*, где она, не смешиваясь, охлаждается свежей холодной водой до температуры 70°. Затем котловая

НБ УАДТ (ДГТ)

вода направляется по трубопроводу *15* в промывочный резервуар *3* для использования при промывке. Свежая же вода, поступающая по трубопроводу *7* в подогреватель *6*, в котором она подогревается до температуры 30°, направляется по трубопроводу *8* в наполнительный резервуар *2*, причем свежая вода может быть подана в оба резервуара и минуя подогреватель, что необходимо на случай перегрева воды в резервуарах.

После спуска пара и воды немедленно приступают к открытию люков и пробок, а затем начинают промывать паровозный котел горячей водой из промывочного резервуара *3*. Промывочная вода всасывается из резервуара *3* насосом *9*



Фиг. 37

а затем нагнетается по трубопроводу *10* к колонке для непосредственной промывки при помощи присоединенного брандспойта. После промывки, осмотра и закрытия люков и пробок приступают к наполнению котла горячей водой. Наполнение производится следующим образом: наполнительная вода из резервуара *2* всасывается насосом *11* и нагнетается по трубопроводу *12* к наполнительной колонке и затем через присоединенный к ней гибкий шланг в паровозный котел. По наполнению котла приступают к заправке.

Стационарный паровой котел *1* служит для приведения в действие насосов *9* и *11*, а также для прогрева воды в резервуарах и заправки паровозных котлов свежим паром. Свежий пар из стационарного котла для заправки паровоза в стойла подается по трубопроводу *13*.

Для контроля и наблюдения резервуары, как правило, оборудованы водомерными стеклами и термометрами.

Второй вариант первого способа горячей промывки по системе Уайта. Второй вариант устройства отличается от первого варианта лишь автоматизацией устройства.

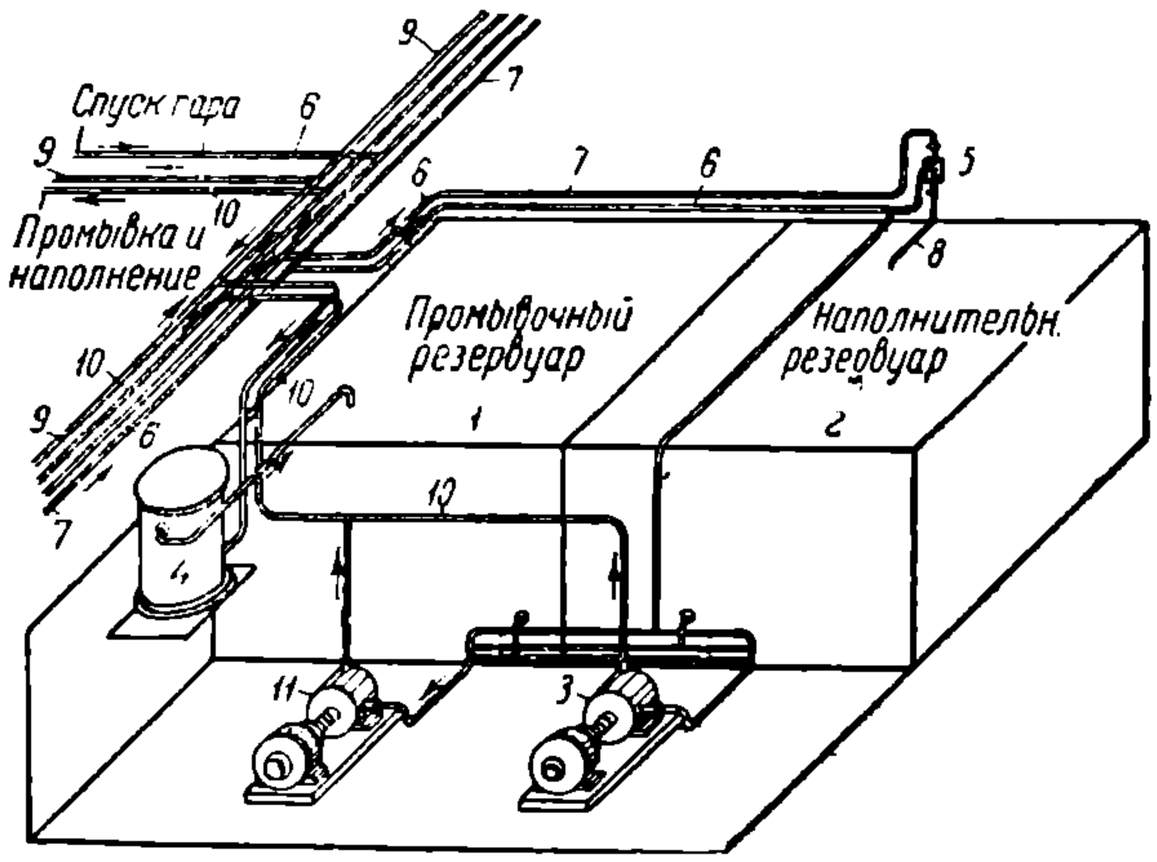
Кроме основного оборудования (резервуаров, насосов, противоточного подогревателя и фильтров) устройство горячей промывки по второму варианту имеет редукционный клапан для понижения давления до 0,5—1,0 *ат*, термостат—прибор для поддержания температуры воды в установленных пределах, поплавковый регулятор для подвода определенного количества воды и ряд манометров, водомеров и термометров.

Устройства для горячей промывки паровозов по второму способу Уайта с раздельным спуском пара и воды. Устройства для горячей промывки по второму способу Уайта осуществлены в наших депо в самых различных вариантах. Типичная схема устройства этого способа представлена на фиг. 38.

Как видно из схемы, основное оборудование по этому способу состоит из промывочного резурвуара *1*, наполнительного резервуара *2*, центробежных насо-

НБ УДУНТ (ДИТ)

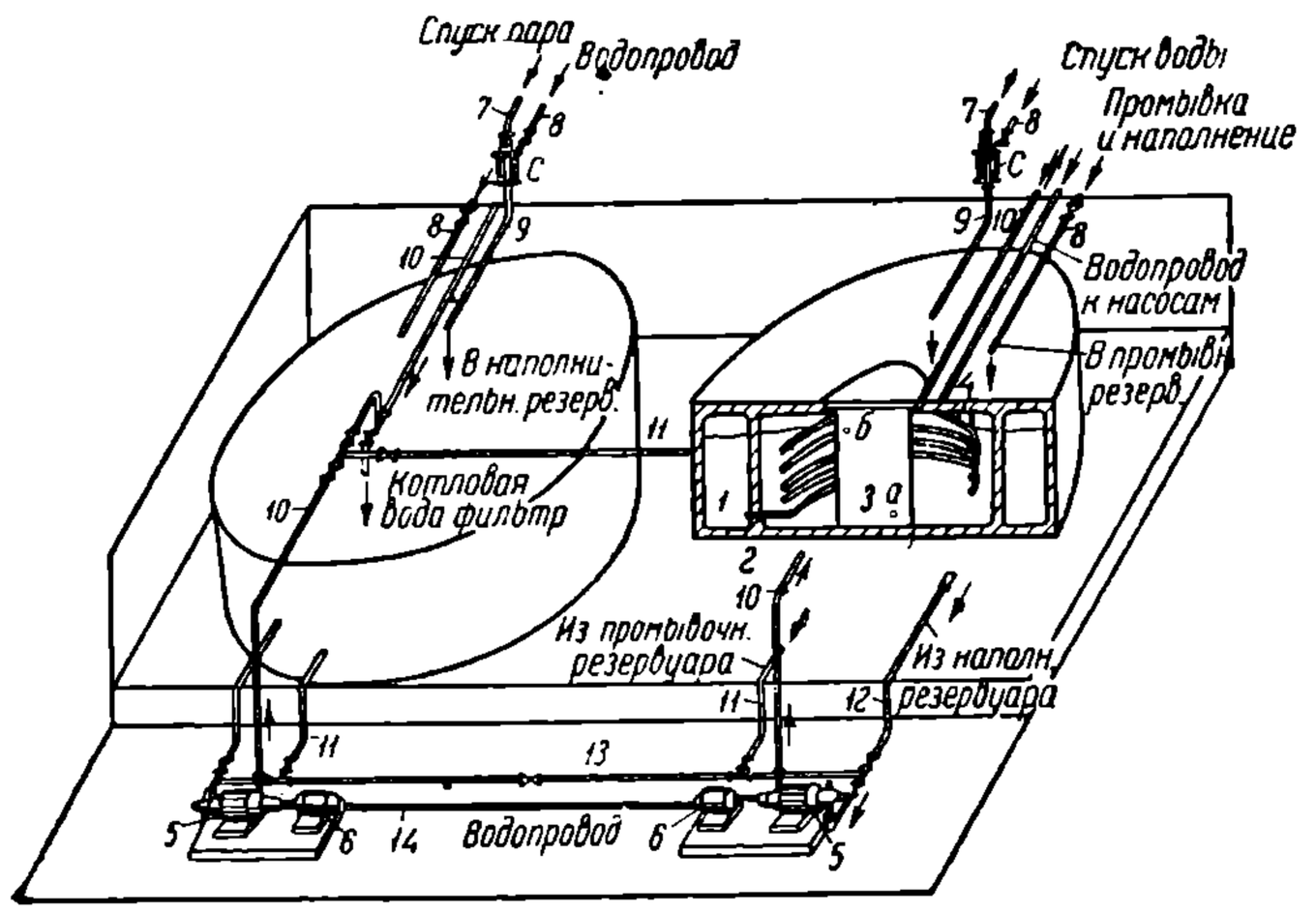
сов для промывки и наполнения *3* и *11*, коксового фильтра *4* и системы трубопроводов. Кроме того на схеме показан паросмеситель системы Горюнова *5*, вошедший как дополнение к основному оборудованию за последние годы. Порядок операций и действие установки заключаются в следующем: после постановки паровоза в стойло с давлением пара 6—7 *ат* производят спуск пара. Пар из паровозного котла спускается по спускному трубопроводу *6* и поступает в смеситель *5*, к которому с другой стороны подводится свежая вода из водопровода 7. В смесителе пар конденсируется, нагревая воду, и гонит ее по трубе *8* в наполнительный резервуар *2*. Подогретая вода служит для наполнения котла после промывки, причем температура этой наполнительной воды должна быть в пределах 75—85°. После этого вода из котла спускается по трубопроводу *9* и поступает в коксовый фильтр *4*, здесь она очищается от грязи и накипи и поступает в промывочный резервуар *1*. После спуска воды открываются люки и затем производится промывка котла. Вода с температурой 65—75° всасывается из промывочного резервуара *1* насосом *3* или *11* и нагнетается им в трубопровод *10* для промывки. Для возможности производства холодной промывки к насосам подводятся ответвления от водопровода. По окончании промывки производятся осмотр котла и закрытие люков. Котел наполняется водой из наполнительного резервуара *2* насосом *3* или *11* и нагнетается им по трубопроводу *10*. После наполнения котла производится обычная заправка.



Фиг. 38

Дополнительное устройство И. И. Горюнова ко второму способу Уайта. Помимо устройств по горячей промывке по первому и второму способам Уайта в СССР за последние несколько лет значительное распространение получила горячая промывка с добавлениями Горюнова, которая в принципе совершенно совпадает со вторым способом Уайта (т. е. с разделенным спуском пара и воды) и является лишь некоторым конструктивным улучшением последнего.

На принципиальной схеме фиг. 39 представлена типовая установка НКПС по второму способу Уайта с добавлениями Горюнова на 8 паровозов в сутки.



Фиг. 39

Два комплекта оборудования для промывки размещены в пристройке к депо. Основное оборудование каждого из комплектов состоит из паросмесителя С, укрепленного к стене, промывочного резервуара *1* емкостью 11 *м*³, наполнительного резервуара *2* емкостью 12 *м*³, коксового фильтра *3*, причем фильтр расположен внутри наполнительного резервуара, а наполнительный — внутри промывочного.

НБ УДУНТ (ДПТ)

В наполнительном резервуаре расположен змеевик *4*. В шахте расположен центробежный насос *5* с электромотором *6* на одном валу. Соответствующим образом смонтированы спускные и нагнетательные трубопроводы, а между стойлами оборудованы колонки.

Порядок выполнения отдельных операций и действие установки заключаются в следующем: пар из паровозного котла подводится по спускному трубопроводу *7* к смесителю *С*, к нему же подводится по водопроводу *8* холодная вода. В смесителе пар, встречаясь с холодной водой, конденсируется, нагревает воду и гонит ее по трубопроводу *9* в наполнительный резервуар *2*. Для измерения температуры воды, полученной после смешения пара и холодной воды, на отводящем трубопроводе смесителя устанавливается термометр.

Вначале пар спускается постепенно при осторожном открывании вентиля на сухопарнике паровоза. По установлении нормального истечения пара вентиль открывается полностью. При этом вентиль на подводящем трубопроводе *7* у смесителя должен быть открыт полностью до начала спуска пара через вентиль на сухопарнике.

По мере спуска пара давление его все время понижается, следовательно и температура воды после смешения также будет понижаться. Отсюда необходимо регулирование, т. е. увеличение или уменьшение подачи холодной воды из водопровода *8*. Это регулирование подачи холодной воды производится большим или меньшим открытием вентиля на трубопроводе *8*. Температура воды после смешения поддерживается более высокой с той целью, чтобы в конечном результате температура наполнительной воды в резервуаре *2* была бы равной 80—90°.

После спуска пара производится спуск воды из паровозного котла. Вода по спускному трубопроводу *10*, который служит для промывки и наполнения, подводится в нижнюю часть коксового фильтра *3*, где она, проходя слой кокса, очищается и поступает в змеевик *4*. Пройдя по змеевику *4* и отдав часть своего тепла наполнительной воде, котловая вода поступает в промывочный резервуар *1*, в который отведен конец змеевика. При поступлении в промывочный резервуар вода имеет температуру часто не ниже 80—90°, а для промывки необходима вода с температурой не выше 75°. Чтобы понизить температуру промывочной воды, в промывочный резервуар *1* добавляется холодная вода из водопровода *8*. После спуска воды открываются люки, а затем производится промывка котла. Вода для промывки всасывается насосом *5* из промывочного резервуара *1* по всасывающему трубопроводу *11* и нагнетается по трубопроводу *10* к колонкам для промывки. Соответствующим переключением вентилей (см. схему) оба насоса могут заменять друг друга во время ремонта, осмотра и т. д. и производить операции промывки, наполнения в зависимости от того, подводится ли промывочная или наполнительная вода из резервуара *1* или *2* по всасывающим трубопроводам *11* и *12* или она идет по соединяющему трубопроводу *13* к другому насосу. Нагнетательные трубопроводы *10* также для переключения соединяются трубопроводом *14*. По окончании промывки ставятся на место люки, а затем производится наполнение котла водой. Вода всасывается насосом *5* из наполнительного резервуара *2* по всасывающему трубопроводу *12* и нагнетается по трубопроводу *10* к колонкам. Как и при промывке, вода может быть подана и другим насосом по соединяющему трубопроводу соответствующим переключением вентилей (см. схему). Заправка паровозного котла после наполнения его водой производится обычным порядком.

Устройство горячей промывки с раздельным спуском пара и воды по системе Шильгана. Устройство горячей промывки с раздельным спуском пара и воды по способу Шильгана отличается от вышеописанных устройств по второму способу Уайта лишь тем, что в качестве резервуара для промывки и наполнения используется тендерный бак.

В тендере подготовляется достаточное количество воды для промывки и наполнения с соответствующей температурой за счет спускаемого пара в котле. Промывка и наполнение котла производятся водой из тендера при помощи передвижного насоса.

В капиталистических странах до настоящего времени идут по линии макси-

НБ УДУНТ (ДГТ)

мальной автоматизации устройства горячей промывки и наибольшего использования тепла паровозного котла. Но, по существу говоря, все эти устройства представляют собой тот или иной вариант первого или второго способа Уайта с теми или иными изменениями, добавлениями и усложнениями.

Действия этих устройств почти полностью совпадают с вышеописанными.

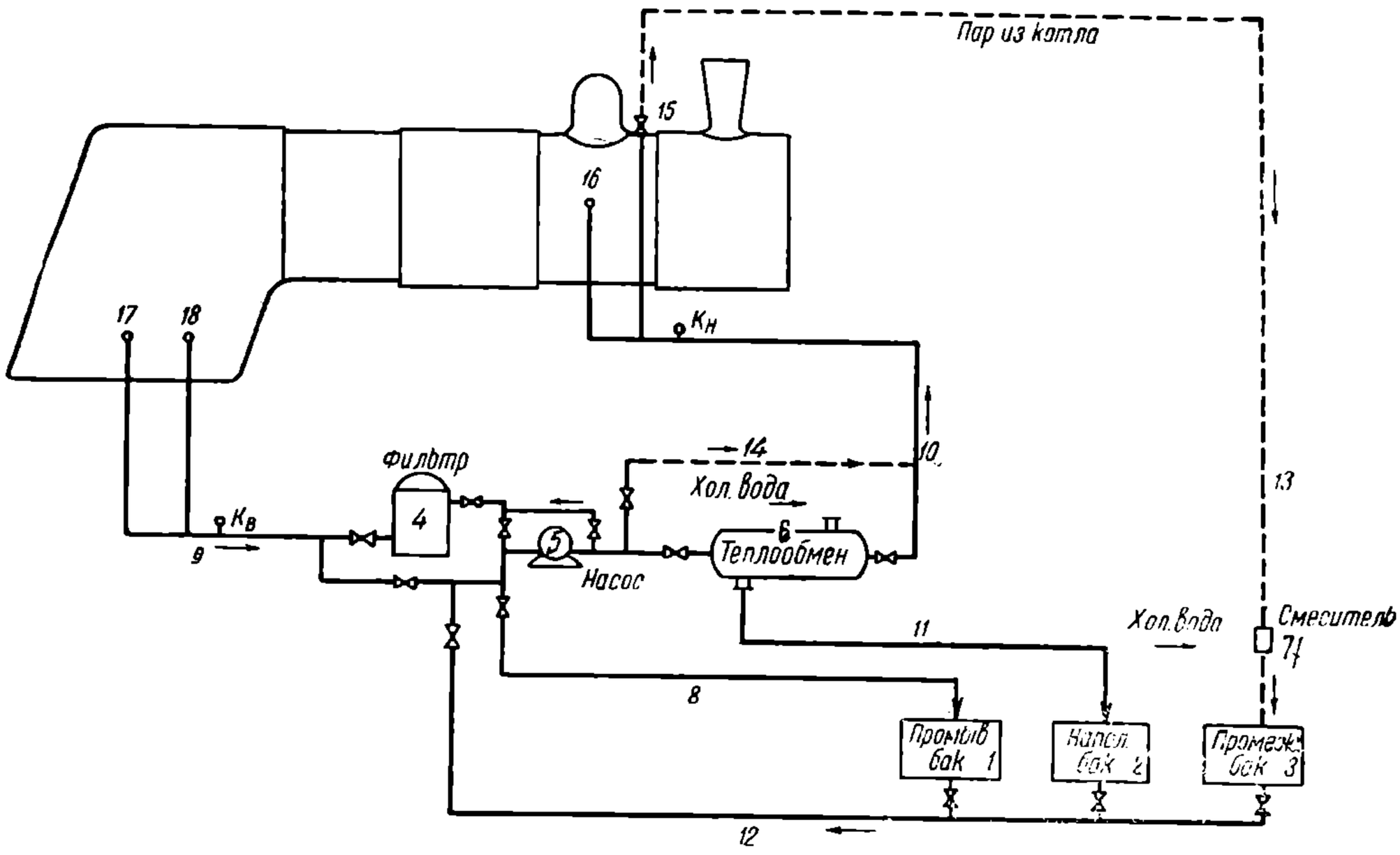
§ 13. Устройства для теплой промывки

В первой части курса было освещено чрезвычайно важное значение циркуляционного расхолаживания и заправки паровозных котлов с их теплой промывкой. Ниже даются описание устройств для производства теплой промывки и методы расчета отдельных элементов оборудования и теплового процесса устройств для теплой промывки.

Для лучшего понимания и усвоения сущности устройства и действия оборудования для теплой промывки ниже дано сначала описание по принципиальной схеме, а затем описание наиболее типичных существующих и принятых устройств в депо, а также дано описание устройств теплой промывки по методу смешения и впуску холодной воды.

Принципиальная схема устройства

Принципиальная схема оборудования устройства для теплой промывки показана на фиг. 40. Основное оборудование устройства состоит из следующих элемен-



Фиг. 40

тов: 1) трех резервуаров — промывочного *1*, наполнительного *2* и промежуточного *3*, 2) фильтра *4*, 3) центробежного насоса *5* с электромотором, теплообменника *6*, паросмесителя *7* и ряда трубопроводов. Кроме того для производства теплой промывки каждый паровоз оборудуется одним вентилем и тремя кранами. Вентиль *15* служит для спуска пара из котла (его же используют для ввода воды в котел при циркуляции), он расположен вверху цилиндрической части котла; первый кран *16* для ввода воды в котел при циркуляции расположен по оси цилиндрической части котла сбоку; второй и третий краны *17* и *18* для отвода воды из котла при циркуляции установлены на боковых стенках кожуха топки.

Порядок основных операций и действие устройства заключаются в следующем

НБ УрГУПС (ДПТ)

Спуск пара. Пар спускается через вентиль *15* по гибкому металлическому шлангу через колонку по пароспускному трубопроводу *13* в смеситель *7*. Здесь пар смешивается с холодной водой, поступающей из водопровода и подогреваемой за счет теплоты спускаемого пара до 95—97° Горячая вода отводится по трубе в промежуточный резервуар *3*.

Заполнение циркуляционной сети горячей водой. Перед началом циркуляционного расхолаживания вся циркуляционная система заполняется горячей водой 95—97° из промежуточного резервуара *3* для того, чтобы удалить из циркуляционной системы холодную воду, оставшуюся после предыдущей промывки, и не дать возможности оголения потолка топки промываемого паровоза. При заполнении горячая вода из промежуточного резервуара *3* всасывается насосом *5* и нагнетается им одновременно во всасывающий и нагнетательный трубопроводы через фильтр *4* и теплообменник *6*. Заполнение сети продолжается до тех пор, пока прокачиваемая вода не достигнет температуры 90—95°.

Циркуляционное охлаждение котла. Циркуляционное охлаждение состоит в том, что вода из котла отводится через краны *17* и *18* и идет по гибким прорезиненным шлангам через колонку и по всасывающему трубопроводу *9* в нижнюю часть фильтра *4*. При проходе через фильтр снизу вверх вода очищается, всасывается насосом *5* и им же нагнетается в теплообменник *6*, где несколько охлаждается (не смешиваясь) подаваемой в теплообменник холодной водой. Из теплообменника вода идет по нагнетательному трубопроводу *10* через колонку по гибким шлангам через вентиль и первый кран обратно в котел. Охлаждающая же вода, подогреваясь в теплообменнике, отводится из него по трубопроводу *11* в наполнительный резервуар *2*. Таким образом котловая вода за счет работы насоса циркулирует по замкнутому кольцу: котел — всасывающий трубопровод— фильтр—насос — теплообменник — нагнетательный трубопровод — котел. За счет такой циркуляции все части котла равномерно и быстро охлаждаются. Охлаждение ведется с 100—95 до 35—40°.

Спуск воды. Вода из котла спускается через краны *17* и *18* по всасывающему трубопроводу *9* и спускному *8* в промывочный резервуар.

Промывка котла. Котел промывается теплой водой 35—40° из промывочного резервуара. Вода из этого резервуара всасывается насосом *5* по трубопроводу *12*, минуя фильтр, и нагнетается им помимо теплообменника по обводному трубопроводу *14* к колонке для промывки.

Наполнение котла водой. Котел наполняется теплой водой 40—50° из наполнительного резервуара *2*. Вода из этого резервуара всасывается насосом *5* и подается по обводному трубопроводу *14* через колонку по шлангам через краны *17* и *18* в котел (шланги при этом пересоединяются к нагнетательной колонке).

Заправка паровозного котла с циркуляцией воды. Заправка паровозов после теплой промывки производится с циркуляцией воды в котле с целью равномерного нагревания воды и всех частей котла. Циркуляция начинается после разжога дров. Циркуляция котловой воды производится по тому же замкнутому кольцу, как и при охлаждении, но минуя фильтр и теплообменник (по обводным трубопроводам). Циркуляция заканчивается, когда давление в котле повысится до 0,5—1 *ат*, после чего заправка продолжается обычным порядком.

Устройства, расположенные в пристройках к зданию депо по схеме Боженова, Давидсона и Якобсона

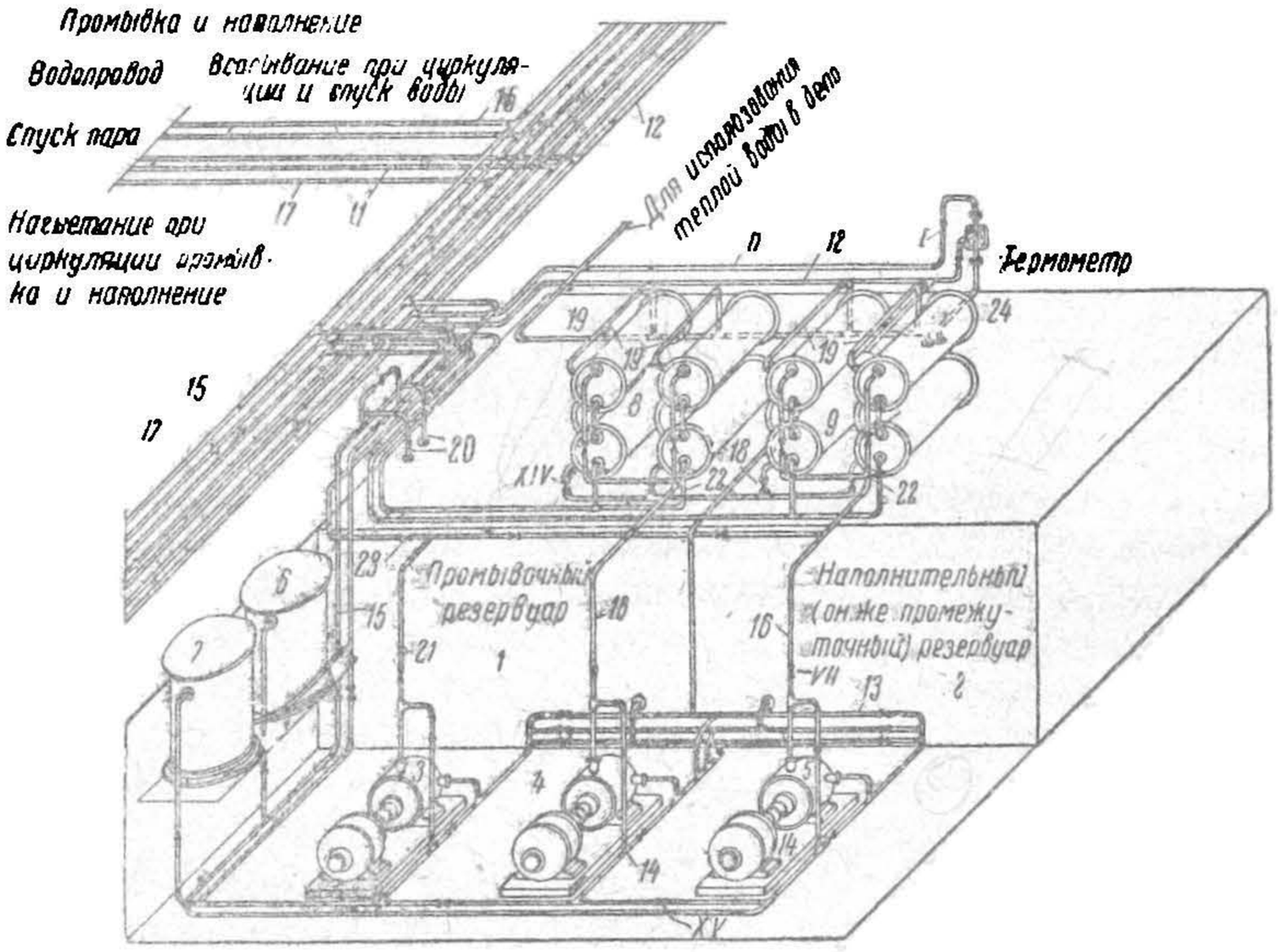
Как известно, значительное число основных депо нашей железнодорожной сети было оборудовано установками для горячей промывки паровозов, и к настоящему времени большинство из них уже переоборудовано в устройства для теплой промывки. Такое устройство для теплой промывки, переоборудованное из установки для горячей промывки по второму способу Уайта, показано на фиг. 41. Устройство расположено в специальной пристройке к депо. Основное

НБ УГЛТУ (ДГТ)

оборудование устройства состоит из: а) двух резервуаров — промывочного *1* и наполнительного *2* (он же промежуточный), б) трех центробежных насосов *3*, *4*, *5*, из которых насос *3* служит для промывки и наполнения, а остальные служат для циркуляционного охлаждения и заправки паровозов, в) двух фильтров *6* и *7*, г) двух комплектов теплообменников *8* и *9*, д) паросмесителя *10* и е) ряда трубопроводов с ответвлениями и колонками. Двойной комплект оборудования устройства позволяет производить промывку одновременно двух паровозов.

Порядок операций и действие установки заключаются в следующем.

С п у с к п а р а. Пар из котла по трубопроводу *11* спускается в паросмеситель *10*, где смешивается с холодной водой, подаваемой из водопровода *12*. В смесителе пар, встречаясь с холодной водой, конденсируется, нагревает воду и гонит ее по трубопроводу *24* в наполнительный резервуар *2*. Регулирование притока холодной воды в паросмеситель производится большим или



Фиг. 41

меньшим открытием вентиля *I* с расчетом получения воды в наполнительном резервуаре с температурой 95—97°. Спуск пара производится до тех пор, пока давление пара в котле не понизится до 0,5 *ат*.

П р о г р е в и з а п о л н е н и е ц и р к у л я ц и о н н о й с е т и г о р я ч е й в о д о й. В конце спуска пара вся циркуляционная система (всасывающий трубопровод — фильтр — насос — теплообменник — нагнетательный трубопровод) заполняется горячей водой 90—95° из наполнительного резервуара *2*. Цель такого заполнения заключается в том, чтобы предотвратить возможность утечки воды из котла в трубопроводы, когда в них отсутствует вода, и не допустить тем самым оголения потолка топки. Если бы даже трубопроводы остались заполненными водой после предыдущей промывки, то эта вода, имеющая сравнительно низкую температуру, могла бы попасть в котел и вызвать в нем местное охлаждение и деформацию отдельных частей. При заполнении вода из наполнительного резервуара *2* всасывается циркуляционным насосом *4* или *5* и нагнетается им одновременно во всасывающий и нагнетательный трубопроводы. В нагнетательной линии вода от насоса идет по трубопроводу *16* в теплообменник *8* или *9*, заполняет его и идет далее по нагнетательному трубопроводу *17* к нагнетательной колонке. Во всасывающей линии вода из насоса идет по всасывающему трубопроводу *15* через фильтр *6* или *7* к всасывающей колонке. Прокачивание циркуляционной сети водой через колонки в канаву производится до тех пор, пока температура ее не достигнет 90—95°. Быстрее, лучше и выгоднее производить заполнение циркуляционной сети следующим образом:

НБ УДУХТ (ДПТ)

1) в конце спуска пара оставшийся в котле пар спускается на прогрев циркуляционной системы;

2) после прогрева паром производится заполнение линий горячей водой.

Насос всасывает воду из наполнительного резервуара, гонит ее через теплообменник *8* или *9* по нагнетательному трубопроводу *17* к нагнетательной колонке, из которой вода по шлангу идет во всасывающую колонку и далее по всасывающему трубопроводу *15* в фильтр *6* или *7*, а затем спускается в промывочный резервуар *1*. На спускной трубе *20* должен стоять термометр, и когда температура достигает 95°, насос останавливается и заполнение прекращается. При заполнении циркуляционной системы имеющийся в трубопроводах воздух выпускается через специально поставленные краники. Эти краники при заполнении держатся открытыми до тех пор, пока через них не пойдет вода, а затем они закрываются.

Спуск шлама из котла. Одновременно с заполнением линии из паровозного котла через спускные краны выпускается часть воды с грязью, скопившейся в нижних частях котла, с тем, чтобы во время расхолаживания основная масса шлама не попадала в фильтр, иначе шлам мог бы забить фильтр, и котловая вода, пропускаемая через него, не очищалась бы в нем, а, наоборот, загрязнялась.

Циркуляционное расхолаживание котла. После спуска грязи и заполнения циркуляционной системы водой начинается расхолаживание котла. Процесс расхолаживания заключается в следующем: после подготовки всего оборудования к циркуляции открываются всасывающие и нагнетательные краны на котле и пускается в ход насос. Вода из котла поступает через краны на топке и гибкие шланги во всасывающую колонку и всасывающий трубопровод *15* и далее идет к коксовому фильтру *6* или *7*. Проходя фильтр, вода очищается, всасывается насосом *4* или *5* и гонится им по трубопроводу *16* через теплообменник *8* или *9* в нагнетательный трубопровод *17*, а из него в колонку по шлангам поступает в котел.

Вначале производится циркуляция котловой воды (без подачи холодной воды в теплообменник) и охлаждение котла идет только за счет естественного охлаждения воды при прохождении ее по циркуляционной сети. Это необходимо для выравнивания температуры в паровозном котле и циркуляционной сети. Такая циркуляция производится 7—10 мин., после чего без прекращения циркуляции в теплообменник подается холодная вода. Подачу воды в теплообменник регулируют вентилем с таким расчетом, чтобы котловая вода охлаждалась в теплообменнике на 8—10°. Для наблюдения за перепадом температуры котловой воды при входе в теплообменник и выходе из него на подводящей и отводящей трубах поставлены термометры. Холодная вода при проходе через теплообменник подогревается и отводится по трубопроводу *19* в наполнительный резервуар *2*. Избыток воды используется на всевозможные нужды депо (обмывка паровозов, душевая, питание стационарных котлов и т. д.). Циркуляционное расхолаживание котловой воды продолжается до тех пор, пока температура воды не снизится с 106—105 до 35—40°, после чего циркуляция прекращается, насос останавливается, все циркуляционные краны на котле закрываются и начинается подготовка к спуску воды из котла.

Спуск воды из котла. Вода из котла спускается через открытые нижние циркуляционные краны, по шлангам поступает в колонку и идет по всасывающему трубопроводу *15*, а перед фильтром *6* или *7* она отводится по трубопроводу *20* в промывочный резервуар *1*. Вода, остающаяся в котле ниже уровня циркуляционных кранов, спускается через нижние люки.

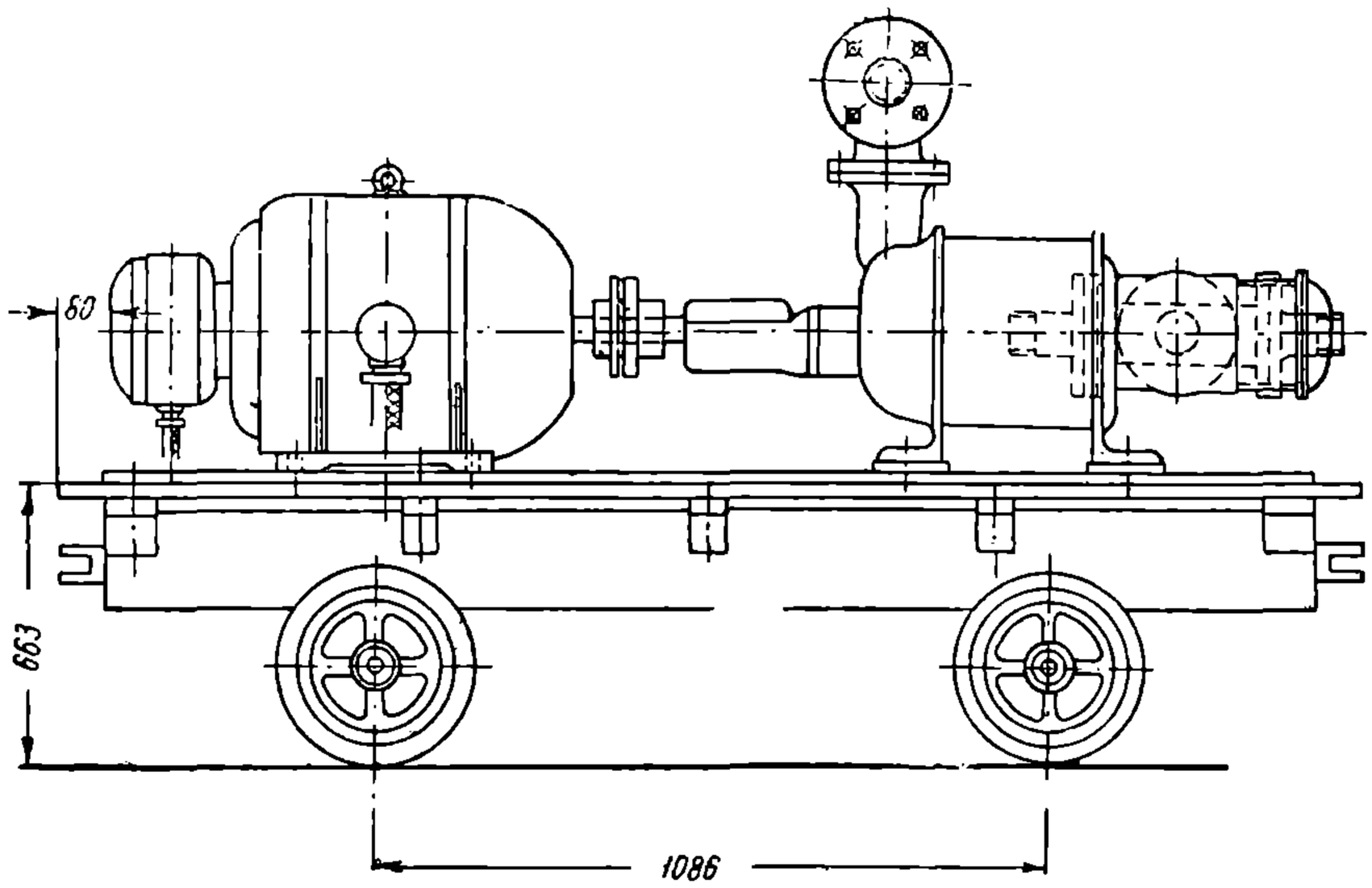
Открытие люков. Все верхние люки и люк-лаз котла открываются во время циркуляционного расхолаживания. Средние и нижние люки открываются во время спуска и после спуска воды.

Промывка котла. Котел промывается теплой водой 35—40° из промывочного резервуара *1* при помощи насоса *3*. Для промывки предварительно открываются вентили у насоса, резервуара и промывочном трубопроводе. К промывочной колонке присоединяется шланг с брандспойтом. После этого пускается

НБ УИИНТ (ДИТ)

насос. Вода всасывается насосом из резервуара *1* и нагнетается по промывочному трубопроводу *23* (он же наполнительный) к промывочной колонке.

Наполнение котла водой. После промывки, осмотра котла и закрытия нижних и средних люков котел наполняется водой температурой 40—45° из резервуара *2* при помощи насоса *3*. Вода из наполнительного резервуара *2* всасывается насосом и нагнетается им по трубопроводу *23* через колонку по шлангам в котел. Котел наполняется водой до уровня $^1/_4$—$^1/_2$ водомерного



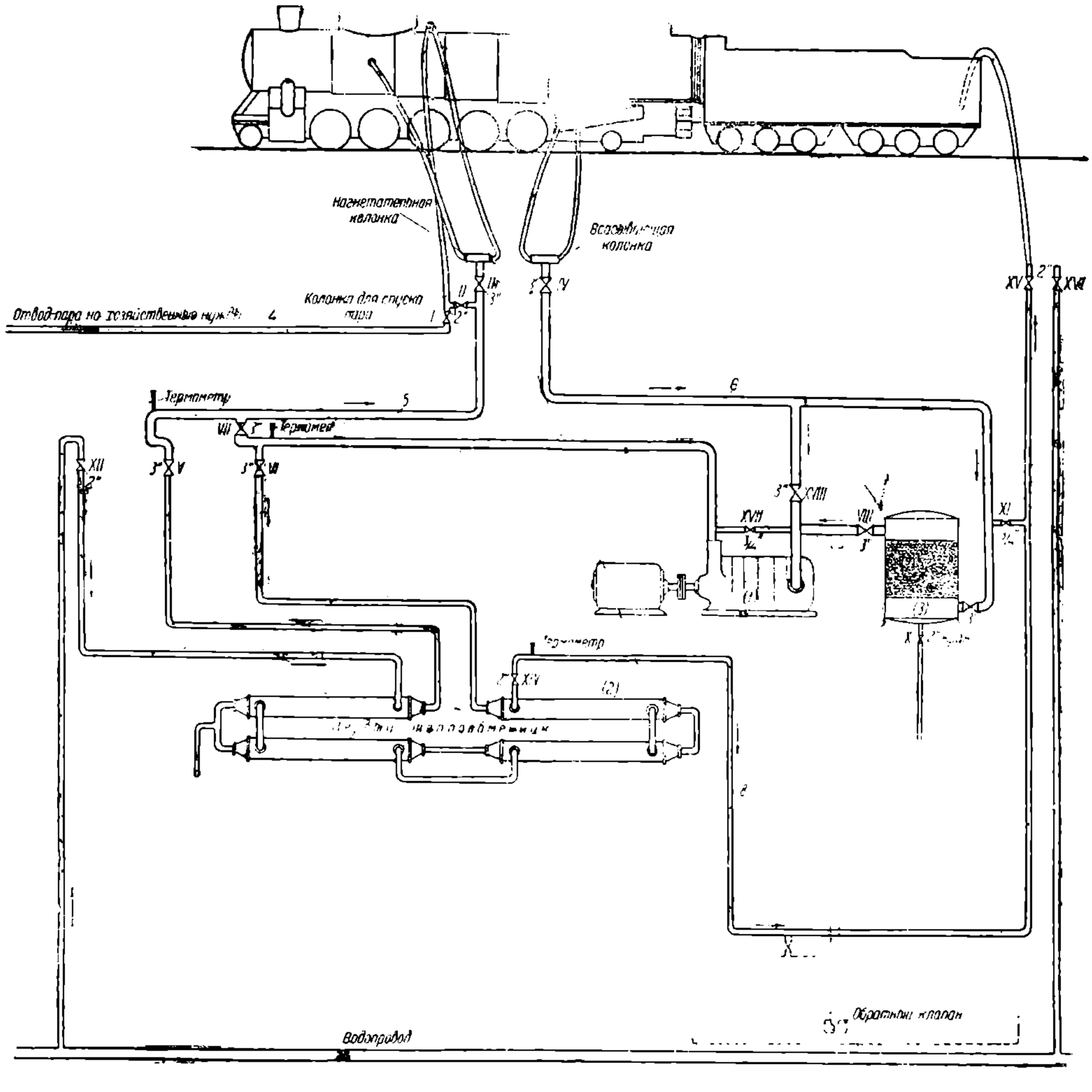
Фиг. 42

стекла. Одновременно с наполнением котла производится закрытие верхних люков.

Заправка паровоза с циркуляцией воды. После наполнения котла водой производятся растопка и заправка паровоза. Во время растопки присоединяются шланги к циркуляционным кранам котла и к колонкам; если они были присоединены, то проверяется правильность их присоединения. Затем подготавливается циркуляционная магистраль открытием вентилей с таким расчетом, чтобы циркуляция котловой воды проходила помимо фильтра и теплообменника по обводным трубопроводам. После подготовки открываются циркуляционные краны и пускают в ход насос. Вода из котла поступает по шлангам в колонку и всасывающий трубопровод *15* и идет, минуя фильтр, по обводной трубе к насосу *4* или *5*, а насос подает ее помимо теплообменника в на-

НБ УДУНТ (ДИТ)

гнетательный трубопровод *17* и дальше в котел. Таким образом вода циркулирует по замкнутому кольцу: котел — всасывающий трубопровод — насос — нагнетательный трубопровод — котел, и равномерно нагревает различные части котла. Когда давление пара в котле повысится до 0,5—1 *ат*, насос останавливается, краны закрываются, шланги отнимаются и заправка продолжается обычным порядком. Но циркуляция при помощи оборудования стационарного устройства не рекомендуется, в особенности при удаленности его от промывочных стойл, так как имеется большой риск сжечь заправляемый паровоз. Циркуляционная заправка должна производиться, как правило, передвижным агрегатом (фиг. 42). Агрегат состоит из центробежного насоса и электромотора, соединенных муфтой и смонтированных на тележке с шариковыми или роликовыми подшипниками. Работа с передвижным агрегатом ведется следующим образом: к тройнику всасывающего патрубка насоса присоединяются два шланга, соединенные с нижними циркуляционными кранами на боковых стенках кожуха



Фиг. 43

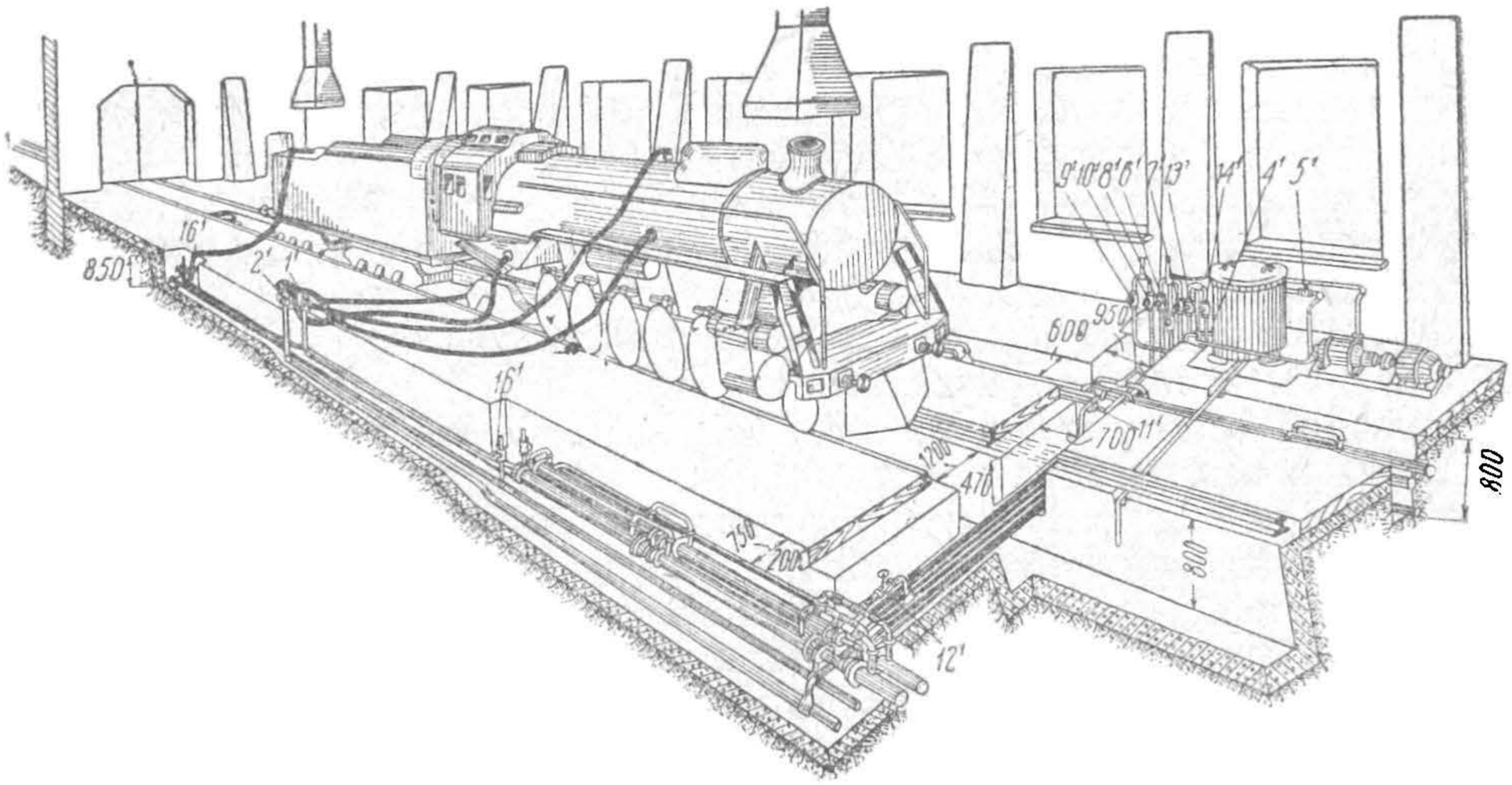
топки котла. К тройнику нагнетательного патрубка насоса также присоединяются два шланга к верхним нагнетательным кранам на цилиндрической части котла. После разжога топлива в топке открываются все циркуляционные краны на котле и пускается в ход насос. Вода из котла всасывается по всасывающим шлангам насосом и нагнетается им же по нагнетательным шлангам обратно в котел. Процесс циркуляционной заправки протекает аналогично описанному выше.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Устройства для теплой промывки в средних и малых депо

Депо с средним и малым объемом работы оборудуются более простым устройством для теплой промывки. В схеме сохранен принцип циркуляционного расхолаживания котла по способу Ф. Д. Баженова, П. Л. Давидсона и М. И. Якобсона с применением поверхностных теплообменников. Устройства по указанной схеме не требуют строительных работ, за исключением небольших работ по устройству фундаментов под насосы и галлерей для прокладки труб. Вся работа по устройству теплой промывки сводится только к установке и монтажу оборудования. Устройства по этой схеме располагаются непосредственно в промывочных стойлах депо, как показано на фиг. 43 и 44. Из этих фигур видно, что оборудование устройства состоит из циркуляционных насосов, фильтров, теплообменников и сети трубопроводов. Насосы и фильтры устанавливаются, как правило, у стены депо. Трубопроводы идут под полом в галлереях. Теплообменники устанавливаются между стойлом в горизонтальном или вертикальном положении. Вместо резервуаров при этих устройствах используется тендерный водяной бак.

Порядок операций и действие устройства (фиг. 43) заключаются в следующем.



Фиг. 44

Спуск пара, прогрев и заполнение циркуляционной сети горячей водой. Пар из котла через металлический шланг и пароспускной трубопровод *4* спускается на хозяйственные нужды депо до тех пор, пока давление в котле не понизится до 2 *ат*. Затем закрывается вентиль *I* для спуска пара по пароспускному трубопроводу и открывается вентиль *II* для доступа пара в нагнетательный трубопровод с целью прогрева и заполнения горячей водой циркуляционной сети. Для свободного доступа пара в циркуляционную сеть открываются вентили *III*, *V*, *VI*, *VIII*, *IX*, *IV* и спускной кран фильтра. Остальные вентили и краны закрыты. Пар из пароспускного трубопровода поступает в нагнетательный трубопровод, теплообменник, насос и фильтр, при этом спускной кран фильтра не закрывается до тех пор, пока не пойдет чистый пар. После этого спускной кран фильтра закрывается и пар поступает по всасывающему трубопроводу к всасывающей колонке. При спуске пара в теплообменник (в межтрубное пространство) при закрытом выходном вентиле *XIV* пускается холодная вода, которая нагревается проходящим паром. Кроме того после предварительного прогрева магистрали паром вентиль *IV* у всасывающей колонки закрывается и открывается $^3/_4''$ вентиль *XI*, помещенный на трубе, соединяющей всасывающий трубопровод с отводящим трубопроводом из теплообменника. По этой трубе подогретая вода (при открытом вен-

НБ УИИЖТ (ДИТ)

тиле *XIV*, будет поступать во всасывающий трубопровод и в фильтр, а затем постепенно заполняется и нагнетательная магистраль, включая и теплообменник. При этом для целей заполнения циркуляционной сети горячей водой 95—97° первый барабан (жаровую трубу) теплообменника превращают в активный подогреватель. Это делается следующим образом: пар, проходя внутри трубок первого барабана, не поступает во второй барабан и последующие, а свободно выпускается через трубку и $^1/_2{}''$ вентиль *XIII*; холодная же вода, поступая в межтрубное пространство первого барабана теплообменника, нагревается и поступает в следующие барабаны теплообменника, затем в фильтр, насос и обратно в теплообменник. Заполнение циркуляционной сети горячей водой 95—97° производится до появления воды во втором барабане теплообменника, что узнается по спускному вентильку *XIII*. Дальнейшее заполнение вообще может быть прекращено, так как оставшаяся незаполненной часть циркуляционной сети весьма незначительна. Если же потребуется дальнейшее заполнение, то оно может быть произведено за счет конденсации пара и его смешения с поступающей водой. Доступ холодной воды в циркуляционную сеть делается с таким расчетом, чтобы не понизить температуру воды в магистрали ниже 95—97°. Наблюдение за температурой ведется по термометрам; иногда при этих устройствах имеется необходимость подогреть воду в тендере. Это делается так: при прогреве циркуляционной сети паром открывается вентиль *XV*, а также пускается вода из водопровода в теплообменник небольшим открытием вентиля. Эта вода нагревается и, превращаясь в пар, поступает в тендер по отводящему трубопроводу и шлангу, где и подогревает воду.

Циркуляционное расхолаживание. Перед началом циркуляционного расхолаживания из котла выпускается шлам. Циркуляционные краны соединяются гибкими шлангами со всасывающей и нагнетательной колонками. К вентилю *XV* отводящего трубопровода *8* присоединяется шланг, который другим своим концом опускается в водяной бак тендера. К началу циркуляции должны быть открыты вентили *III*, *IV*, *V*, *VI*, *VIII* и *IX*. После открытия указанных вентилей и закрытия всех остальных пускается в работу насос, и вода из котла по всасывающему трубопроводу через фильтр всасывается насосом и нагнетается им в теплообменник (внутрь трубок), а затем по нагнетательному трубопроводу в котел. Такое прокачивание котловой воды производится для выравнивания температуры воды и стенок котла; оно продолжается 7—10 мин. После этого открывается вентиль *XII* для доступа холодной воды в теплообменник с таким расчетом, чтобы котловая вода охлаждалась на 8—10°. Перепад температур котловой воды наблюдается по термометрам у входа теплообменника и по выходе из него у нагнетательной колонки. Охлаждающая вода, пройдя теплообменник, уходит по отводящему трубопроводу и по шлангу в тендер. К концу охлаждения вода в тендере получается с температурой 45—50° и в количестве, вполне достаточном для промывки и наполнения.

Расхолаживание обычно ведется с температуры от 100—105° до 35—40°. По охлаждении котловой воды до температуры 35—40° насос останавливается и все вентили закрываются.

Спуск воды. После охлаждения вода из котла спускается в канаву или при наличии специального резервуара в этот резервуар.

Промывка котла. Промывка при этих устройствах производится, как правило, передвижным насосом. Всасывающий патрубок насоса присоединяется гибким шлангом к водоприемной трубе тендера, к нагнетательному патрубку присоединяется нагнетательный рукав с брондспойтом.

Если вода в тендере имеет температуру выше 45°, то в тендер добавляется холодная вода (см. схему). Затем открывается водозапорный клапан тендера, пускается в ход насос и производится промывка. Промывка может производиться и насосом установки при условии, если он обеспечит давление не ниже 5 *ат*. Если такая возможность имеется, то это производится таким образом: вода из тендера через открытый водозапорный клапан тендера и гибкий шланг, присоединенный к всасывающей колонке, всасывается насосом по обводной трубе мимо фильтра и нагнетается, минуя теплообменник, к нагнетательной колонке.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Отсюда при помощи присоединенного промывочного шланга с брандспойтом производится промывка.

Наполнение котла водой. После промывки, осмотра котла и постановки нижних и средних люков котел наполняется теплой водой из тендера при помощи передвижного насоса или циркуляционного насоса, причем промывочный шланг вводится в один из верхних люков.

Заправка паровоза. Циркуляция воды при заправке может производиться как передвижным, так и циркуляционным насосом. О циркуляции посредством передвижного агрегата сказано достаточно подробно выше. Циркуляция воды посредством циркуляционного насоса производится следующим образом: через всасывающие краны котла и присоединенные к ним и к всасывающей колонке шланги вода из котла всасывается насосом по всасывающей и обводной трубе помимо фильтра и нагнетается, минуя теплообменник, к нагнетательной колонке, а оттуда через присоединенные шланги — в котел; циркуляция котловой воды из котла в котел производится до давления пара в котле 0,5—1 *ат*. Дальнейшая заправка производится обычным порядкам.

Тепловой процесс и к. п. д. теплой промывки

Тепловой процесс и к. п. д. устройств теплой промывки поясняются на конкретном примере. В данном примере принимаются следующие основные данные:

1)	Вес воды в котле до спуска пара . .	$G_0^в = 8\,150$ *кг*
2)	» » » » после спуска пара	$G_1^в = 7\,300$ »
3)	Давление пара в котле	$p = 7$ *ат*
4)	Теплосодержание воды соответственно давлению пара в котле	$i' = 165$ *кал/кг*
5)	Теплосодержание пара до спуска из котла .	$i'' = 660$ »
6)	» » после » » »	$i_1'' = 639$ »
7)	» воды после спуска пара . .	$i_1' = 100$ »
8)	Средняя температура стенок котла до спуска пара из котла берется на 5—10° меньше температуры воды соответственно давлению пара в котле. В данном случае берем	$t_0 = 155°$
9)	Средняя температура стенок котла после спуска пара берется на 5—10° выше температуры воды в котле	$t_0' = 109°$
10)	Вес частей котла, находящихся в тепловом взаимодействии с водой и паром .	$G_к = 20\,000$ *кг*
11)	Средняя теплоемкость стали .	$c = 0{,}115$ *кал/кг*
12)	Вес пара в котле до его спуска .	$G_0^{пар} = 9$ *кг*
13)	Степень сухости пара	$x = 0{,}85$
14)	Падение температуры (вследствие излучения) котла вместе с содержимой в ней водой в течение часа	$\tau = 6°$
15)	Продолжительность спуска пара .	$T = 2$ часа
16)	Потери при спуске воды	$g_п^в = 300$ *кг*

По постановке паровоза на промывку в нем имеется определенный запас тепла, распределяющийся по следующим элементам:

а)	тепло, содержащееся в воде	Q_1
б)	» » » стенках котла	Q_2
в)	» » » паре	Q_3

Следовательно общее количество тепла, располагаемое котлом, будет равно:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 \qquad (1)$$

или

$$Q_0 = G_0^в \cdot i' + G_к \cdot c \cdot t_0 + G_0^{пар} \cdot X \cdot i''. \qquad (2)$$

Каждое из слагаемых правой части уравнения не является величиной постоянной при всяких условиях, в которых совершается горячая промывка. Количество тепла, заключенное в паровозном котле, поставленном на промывку, зависит от давления пара в котле, степени влажности пара и количества воды в котле при определенном весе металлических частей котла, находящихся во взаимодействии с паром и водой.

Подставляя взятые нами данные в правую часть уравнения (2), имеем:

$$Q_0 = 8\,150 \cdot 165 + 20\,000 \cdot 0{,}115 \cdot 155 + 9 \cdot 0{,}85 \cdot 660 \approx 1\,752\,000 \text{ } кал \text{ } [1].$$

---

[1] При других величинах давления пара в котле, веса воды в котле, степени влажности пара—это количество тепла, располагаемое котлом, было бы больше или меньше.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таким количеством тепла располагает котел перед спуском пара из котла.

Спуск пара. При спуске пара из котла в нем происходит понижение давления см. диаграммы в первой части курса), в результате чего в котле появляется процесс последующего испарения. Следовательно получается большее количество пара, нежели то, которое имелось в паровозном котле при постановке его на промывку. Количество килограммов пара X, спущенного из котла, определяется прямым подсчетом из уравнения:

$$G_0^в \cdot i' + G_к \cdot c \cdot t_0 = (G_0^в - X)\, i_1' + G_к \cdot c \cdot t_0' + i_{ср}'' \cdot X + (G_0^в - X)\, \tau \cdot T + G_к \cdot c \cdot \tau \cdot T,$$

подставляя данные, имеем:

$$8\,150 \cdot 165 + 20\,000 \cdot 0{,}115 \cdot 155 = (8\,150 - X)\,100 + 20\,000 \cdot 0{,}115 \cdot 109 + \frac{(660 + 639)}{2}\,0{,}85\,X +$$
$$+ 8\,150 \cdot 6 \cdot 2 - 12X + 20\,000 \cdot 0{,}115 \cdot 6 \cdot 2,$$

откуда

$$X = \frac{510\,150}{440} = 1\,160 \text{ кг пара}.$$

Количество тепла, заключенное в спущенном паре, равно:

$$Q_{сп}^{пар} = G_{сп}^{пар} \cdot i''_{ср} \cdot X \text{ или } Q_{сп}^{пар} = 1\,160\,\frac{660 + 639}{2}\,0{,}85 \approx 640\,400 \text{ кал}.$$

Это тепло направляется для нагревания воды в наполнительном резервуаре. При прохождении пара от котла к смесителю из всего количества тепла, заключенного в спущенном паре, теряется 12—15% вследствие: 1) внешнего охлаждения и прогрева трубопровода, 2) утечки пара через неплотности паропровода, 3) медленного протекания процесса смешения пара с водой. При потере в 15% реально располагаемое тепло для нагревания наполнительной воды будет:

$$Q_{нап}^{пар} = 549\,000 \text{ кал}.$$

Прогрев и заполнение циркуляционной системы. После спуска пара при теплой промывке производятся обязательный прогрев и заполнение циркуляционной системы горячей водой 95° из промежуточного резервуара. Количество тепла, затрачиваемое для прогрева и заполнения циркуляционных трубопроводов, определится из уравнения:

$$Q_{зап} = G^в_{зап} \cdot c_в \cdot t_{зап},$$

где $G^в_{зап}$ — вес воды для заполнения циркуляционных трубопроводов; принимаем 3 000 *кг*;
$c_в$ — теплоемкость воды; принимаем 1 *кал/кг*;
$t_{зап}$ — температура воды для циркуляционной сети; берем равной 95°.

Подставляя данные в вышенаписанное уравнение, имеем:

$$Q_{зап} = 3\,000 \cdot 1 \cdot 95 = 285\,000 \text{ кал}.$$

Таким образом из всего тепла, заключенного в спущенном паре на прогрев (и заполнение) циркуляционной системы, идет немного больше половины. Отсюда можно сделать вывод, что паровозы для производства теплой промывки могут ставиться с давлением пара, лишь обеспечивающим передвижение самого паровоза, т. е. при 4 *ат*.

В самом деле, если паровоз поставлен на промывку при 4 *ат*, то количество тепла, заключенного в спущенном паре, будет:

$$Q_{пар}^{сп} = G_{сп}^{пар} \cdot i_{ср}'' \cdot x = 383{,}500 \text{ кал},$$

где $G_{сп}^{пар} = 698$ *кг* определено подсчетом для данных условий аналогично предыдущему;

$i_{ср}'' = \frac{654 + 639}{2} = 646{,}5$ *кал/кг* — среднее теплосодержание спущенного пара от 4 до 1 *ата*;

x — степень сухости пара (0,85).

Учитывая потери (около 15%), будем иметь действительное количество тепла на нагревание воды, т. е. $Q_{ист}^{пар} = 326\,000$ *кал*, что вполне достаточно. Для установок, расположенных непосредственно в промывочных стойлах (по схеме инж. Мужичкова), для прогрева и заполнения линий требуется значительно меньше тепла по сравнению с установками, расположенными в пристройках. Это вполне понятно из конструктивных особенностей и расположения установки. При этих установках излишек пара отводится на хозяйственные нужды депо.

НБ УГХТ (ДИТ)

Расхолаживание. В процессе циркуляционного расхолаживания количество тепла, отданное котловой водой и стенками котла (без учета тепла, заключенного в арке) $Q_{расх}$, определяется из уравнения:

$$Q_{расх} = G^{в}_{расх}(i_1' - i_2') + G_к \cdot c\ (t_1 - t_2),$$

где $G^{в}_{расх}$ — вес воды в котле; берем равным 7 300 *кг* для паровоза серии Э,
$G_к$ — » частей котла, берем равным 20 000 *кг*,
c — теплоемкость железа, равная 0,115 *кал/кг*,
i_1' — теплосодержание воды в начале расхолаживания; принимаем равным 100 *кал/кг*,
i_2' — теплосодержание воды в конце расхолаживания; принимаем равным 40 *кал/кг*,
t_1 — температура стенок котла в начале расхолаживания; берем 109°,
t_2 — температура стенок котла в конце расхолаживания; берем 44°.

Подставляя данные в уравнение, имеем:

$$Q_{расх} = 7\,300\ (100-40) + 20\,000 \cdot 0{,}115\,(109-44) = 587\,500\ кал.$$

Это количество тепла идет на нагревание охлаждающей воды в теплообменнике, причем из этого количества тепла теряется около 8%[1] (на излучение у циркуляционных трубопроводах и на излучение и несовершенство теплопередачи непосредственно в теплообменнике). Исходя из вышеназванных потерь, количество тепла, непосредственно отданное охлаждающей воде, будет:

$$Q_{охл} \approx 540\,000\ кал.$$

Количество воды, идущей на охлаждение, по данным опытов 1935 и 1936 гг. с теплообменниками Кнорра и из жаровых труб выражается в среднем от 2 до 2,5 объемов воды, находящейся в котле. Так например, для расхолаживания паровозных котлов серии Э требуется охлаждающей воды от 15 до 20 $м^3$, а для паровозов серии ФД—от 24 до 30 $м^3$.

Спуск воды. Количество тепла, заключенное в воде, спущенной в промывочный резервуар, определяется из уравнения:

$$Q^{в}_{сп} = G^{в}_{сп} \cdot i_{сп}',$$

где $G^{в}_{сп}$ — количество воды за вычетом потерянной при спуске около 300 *кг* составляет:

$$7\,300-300 = 7\,000\ кг,$$

$i_{сп}'$ — теплосодержание спускаемой воды, равное 40 *кал/кг*.

Подставляя данные, получаем:

$$Q_{сп} = 7\,000 \cdot 40 = 280\,000\ кал.$$

Промывка. На промывку котла паровоза серии Э в среднем по сети дорог тратится 15 $м^3$ воды. Для паровозов серий ФД и ИС расход воды на промывку в среднем составляет 25 $м^3$ воды. Как правило, в начале котел моется водой из промывочного резервуара, а затем уже промывку продолжают водой из дополнительного резервуара.

Количество тепла, затрачиваемое при промывке, определяется из уравнения:

$$Q_{пром} = G^{в}_{пром} \cdot i'_{пром},$$

где $G^{в}_{пром}$ — количество воды; в данном случае принимаем равным 15 $м^3$;
$i'_{пром}$ — теплосодержание промывочной воды, равное 40 *кал/кг*.

Тогда:

$$Q_{пром} = 15\,000 \cdot 40 = 600\,000\ кал.$$

Наполнение. На наполнение котла паровоза серии Э до половины водомерного стекла требуется воды 8 000 *кг*, а паровоза серий ФД и ИС — 12 000 *кг*. Количество тепла, затрачиваемое на наполнение, определяется из выражения:

$$Q_{нап} = G^{в}_{нап} \cdot i'_{нап} = 8\,000 \cdot 50 = 400\,000\ кал,$$

где $G^{в}_{нап}$ — количество килограммов воды, идущее на наполнение, равное 8 000 *кал*;
$i'_{нап}$ — теплосодержание наполнительной воды, равное 50 *кал/кг*.

На основании вышеизложенного можно определить к. п. д. установки η_1:

$$\eta_1 = \frac{Q_{пром} + Q_{нап}}{Q_0} = \frac{600\,000 + 400\,000}{1\,752\,000} = 0{,}59.$$

Если же учесть возможность использования тепла, заключенного в оставшейся воде наполнительного и промежуточного резервуаров, то к. п. д. устройства несколько повысится:

$$\eta_2 = \frac{Q^{пар}_{нап} + Q_{охл} + Q_{сп} - Q_{зап}}{Q_0} = \frac{544\,000 + 540\,000 + 280\,000 - 285\,000}{1\,752\,000} = 0{,}625.$$

[1] По опытам 1935 и 1936 гг. с устройствами тепловой промывки.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В установках, расположенных непосредственно в промывочных стойлах, где на прогрев и заполнение циркуляционной системы затрачивается сравнительно небольшое количество тепла (около 100 000 *кал* в среднем), к. п. д. может быть доведен до 0,75—0,80.

В заключение приводится тепловой баланс промывки. Количество тепла, располагаемое котлом по постановке на промывку, выражается в:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1\,752\,000 \text{ } кал.$$

Баланс этого количества тепла:

1)	На нагревание воды в промежуточном резервуаре израсходовано	549 000 *кал*	31,5%
2)	На нагревание охлаждающей воды при расхолаживании израсходовано	540 000	30,6%
3)	Тепло, заключенное в воде, спущенной из котла в промывочный резервуар	280 000	16,0%
4)	Тепло, оставшееся в металле стенок котла после спуска воды	92 000	5,2%
5)	Потери тепла при спуске пара и расхолаживании на лучеиспускание как в котле, так и трубопроводах . .	296 000 »	16,7%
	Итого	1 757 000 *кал*	100%

§ 14. Оборудование для устройств теплой промывки

Насосы. Для производства циркуляции при охлаждении, заправке паровозов, для промывки и наполнения котла водой применяются, как правило, только центробежные насосы, так как поршневые дают сильные толчки и расстраивают соединения в трубопроводах. Выбор насосов производится в зависимости от их назначения. Для циркуляции насос должен обладать определенной производительностью (подачей), обеспечивающей своевременное расхолаживание паровоза при заданном перепаде температур воды, вводимой в котел и выводимой из котла. Производительность насоса может быть определена по следующей приближенной формуле:

$$N_{нас} = \frac{D \cdot (t_1 - t_2)}{\Delta t \cdot T_{расх}} \text{ } л/час,$$

где D — водяной эквивалент котла,

t_1 — средняя температура воды и стенок котла в начале расхолаживания; берется равной 105°,

t_2 — средняя температура воды и стенок котла в конце расхолаживания; принимается равной 35°,

Δt — разность температур воды, вводимой в котел и отводимой из котла; принята равной 6—10°,

$T_{расх}$ — время расхолаживания (норма для паровозов серий ФД, ИС — 5 час.; серий Э и Е—3 часа).

Водяной эквивалент котла определяется как сумма водяных эквивалентов котловой воды, металла котла, изоляции и свода. В подсчетах водяного эквивалента металла котла, изоляции и свода вводятся поправочные коэфициенты φ для учета отставания их температур по сравнению с падением температуры котловой воды при охлаждении (табл. 9).

Таблица 9

Водяной эквивалент

Наименование	Вес в *кг*	Теплоемкость в *кал/кг* °С	φ	Водяной эквивалент в *кал/кг* °С
Котловая вода .	$G_в$	1,0	1,0	$G_в$
Металл котла .	$G_к$	0,115	0,8—0,9	0,1 $G_к$
Изоляция .	$G_{из}$	0,2	0,7—0,8	0,15 $G_{из}$

Например водяной эквивалент котла паровозов серий ФД и ИС составляет:

Котловая вода (после спуска пара)	12 300 *кг*
Металл котла 0,1·24 000	2 400 »
Изоляция 0,15·2 000	300 »
Итого	15 000 *кг*

Водяной эквивалент паровоза серии Э—10 000 *кг*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

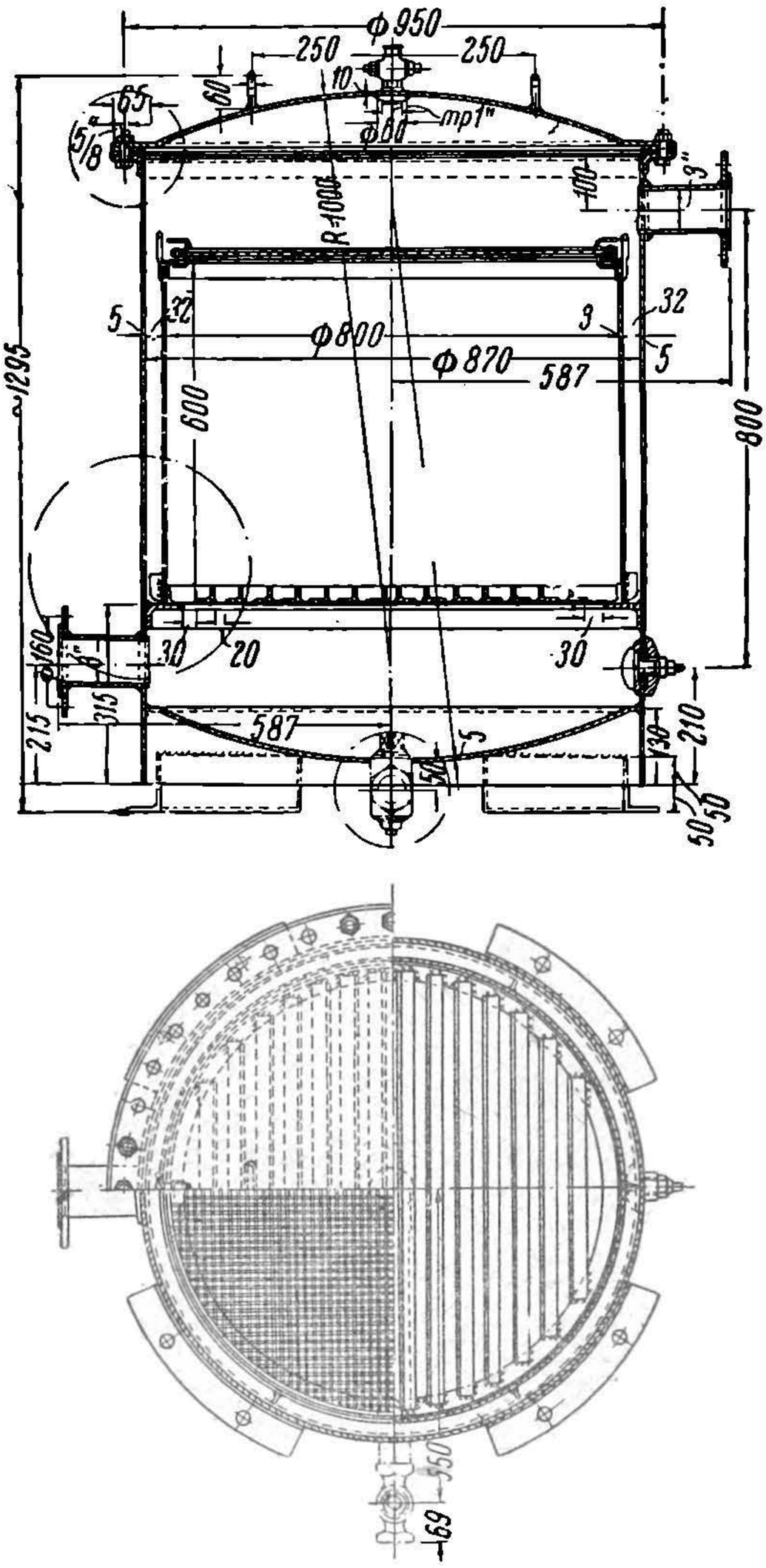
Большинство циркуляционных насосов, установленных в различных депо, имеет производительность 35—45 *м³/час*. Такие насосы дают возможность охладить котлы паровозов серий ФД и ИС от 105 до 35° при средней разнице температур воды в теплообменнике в 6—10° за 5 час., а котлы паровозов серий Э и Е и др. в 3 часа.

Из изготовляющихся промышленностью насосов наиболее подходящими для целей циркуляционного расхолаживания являются насосы завода им. Калинина с производительностью 35 *м³/час* и напором 43 *м*. Для передвижных агрегатов (для циркуляционной заправки) вполне достаточно иметь насосы той же производительности с напором 25—35 *м*.

Для промывки (и наполнения) насос должен иметь напор 50—70 *м* и производительность 20—30 *м³/час*. Из изготавливаемых промышленностью наиболее подходящими и выгодными (для целей промывки) являются насосы Сумского завода им. Фрунзе с производительностью 30 *м³/час* и напором в 60—72 *м*.

Электромоторы для приведения в действие центробежных насосов выбираются в соответствии с характеристикой того или иного насоса. Неправильная установка центробежного насоса, плохой монтаж всасывающего и нагнетательного трубопроводов, плохая смазка подшипников, чрезмерное сжатие сальников и целый ряд отдельных моментов могут создать ненормальную работу насосов.

Например определенное влияние на уменьшение производительности насоса оказывают следующие моменты: недостаточное наполнение насоса и всасывающей линии водой, негерметичность всасывающего и нагнетательного трубопроводов, недостаточное число оборотов насоса, неправильное вращение насоса и т. д. Насосы должны быть установлены на высоте, обеспечивающей всасывание. Во всех случаях, когда температура воды не превышает 30°, вакуумметрическая высота всасывания, т. е. расстояние между самым низким уровнем воды и уровнем насоса вместе с сопротивлением от трения во всасывающем трубопроводе, должна быть возможно меньшей и ни в коем случае не превышать 5 *м*. При большей высоте всасывания нормальная работа насоса не обеспечена. Вода, имеющая температуру выше 40°, должна притекать к насосу самотеком.

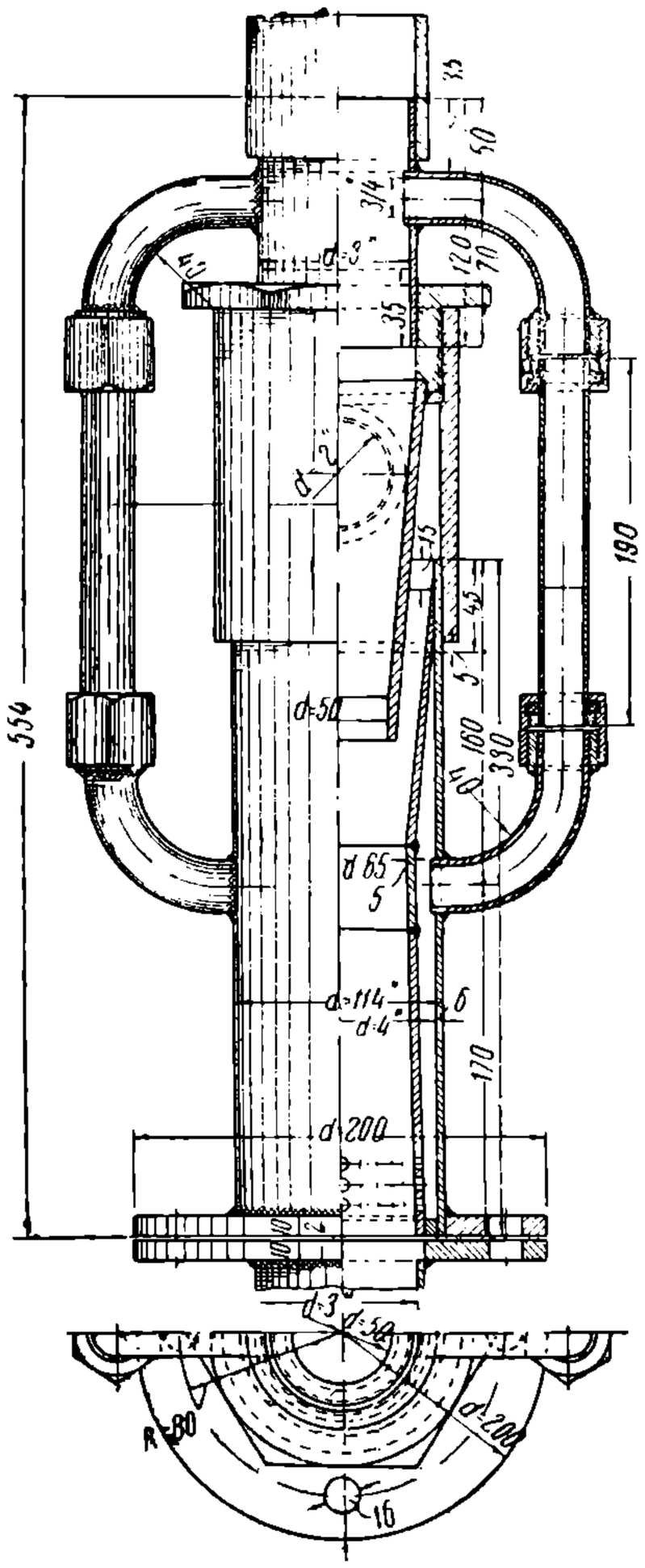


Фиг. 45

Фильтр. Фильтр служит для очищения котловой воды от накипи и грязи, предохраняя этим от загрязнения насос и теплообменники. Устанавливается фильтр на всасывающей линии. Устройство фильтра видно на фиг. 45. Фильтр нормальных размеров обычно имеет корпус диаметром около 1 *м* и высотой около 1,5 *м*. Фильтрующим веществом служит кокс в виде кусков размером 25—35 *мм*. Периодическая очистка фильтра от осевшей накипи и грязи про-

НБ УИИТ (ДИТ)

изводится через нижний боковой люк. Промывка, как правило, производится противотоком воды со спуском ее через нижний 2″ спускной кран. Капитальная очистка и промывка фильтра производятся с выемкой коксового барабана. Неплотности фильтра, мешающие нормальной работе насоса, должны немедленно устраняться. Неплотность фильтра проверяется следующим образом: вместо контрольного краника на фильтре ставится манометр; с одной стороны фильтр заглушается закрытием вентиля, а с другой в него накачивается насосом вода, а затем и эта сторона заглушается. Если давление воды в фильтре удерживается постоянным, то неплотностей в фильтре нет, если же давление в фильтре понижается, то это указывает на наличие неплотностей.



Фиг. 46

При заполнении циркуляционных линий воздух из фильтра выпускается через верхний контрольный краник.

Определение основных размеров фильтра. Очистка циркулируемой воды зависит от скорости протекания ее и фильтрующего материала. Фильтрующим материалом служит коксорешек. Скорость протекания котловой воды при циркуляции через фильтр нормально колеблется от 0,009 до 0,011 *м/сек*. Для определения размеров поперечного сечения и диаметра фильтра принимаем скорость протекания котловой воды через фильтр $V = 0{,}01$ *м/сек* (или 36 *м/час*) и часовой пропуск воды через фильтр 35 000 *кг* (35 *м*³). Поперечное сечение фильтра F определится по формуле:

$$F = \frac{V_{гор}}{v} = \frac{35}{36}\frac{м^3}{м} = 0{,}97\ м^2,$$

где $V_{гор}$ — часовой расход воды;

v — часовая скорость протекания воды в фильтре.

Откуда определяется диаметр фильтра:

$$d = \sqrt{\frac{0{,}97 \cdot 4}{3{,}14}} \approx 1{,}1\ м.$$

Высота фильтра по конструктивным соображениям в данном случае принята 1,5 *м*.

Бак фильтра выполняется из котельного железа толщиной 5 *мм*. Поверхность бака равна:

$$\pi \cdot d \cdot h = 3{,}14 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}5 = 5{,}2\ м^2.$$

Паросмесители. Все устройства теплой промывки, расположенные в пристройках к зданию депо, как правило, оборудуются паросмесителями системы И. И. Горюнова. Конструкция паросмесителя показана на фиг. 46. Нормальная установка паросмесителя показана на фиг. 47. К паросмесителю сверху подводится пароспускной трубопровод, а сбоку — труба для подачи холодной воды. На пароспускном трубопроводе перед смесителем ставится запорный вентиль, а на трубе для холодной воды — вентиль для регулирования подачи ее в смеситель. Хороший уход за паросмесителем (своевременная чистка и промывка от накипи) обеспечивает его нормальную и продолжительную работу.

Правильное регулирование подачи холодной воды позволяет подогревать воду до 95—97° до самого конца спуска пара. Паросмеситель с диаметром корпуса 4″ и внутренним диаметром малого парового конуса 2″ при 3″ спускном трубопроводе и 2″ пароспускном вентиле позволяет спустить пар из котла паровоза серии Э с 6—8 до 0,25 *ат* за 1 час — 1 ч. 30 м. и паровоза серии ФД — за 2 часа—2 ч. 30 м.

НБ УИИНТ (ДШТ)

Р а с ч е т п а р о с м е с и т е л я. Паросмеситель представляет собой конструктивно сопло и насадку, заключенные в камере. Диаметр парового сопла определяется из формулы:

$$F = \frac{g}{\varphi\sqrt{\eta\gamma}},$$

где F — сечение сопла в кв. метрах;
g — секундный расход пара, равный:

$$g = \frac{G_{сп}^{пар}}{T \cdot 3\,600} = \frac{1\,170}{1{,}5 \cdot 3\,600} = \frac{1\,170}{5\,400} = 0{,}216 \text{ кг},$$

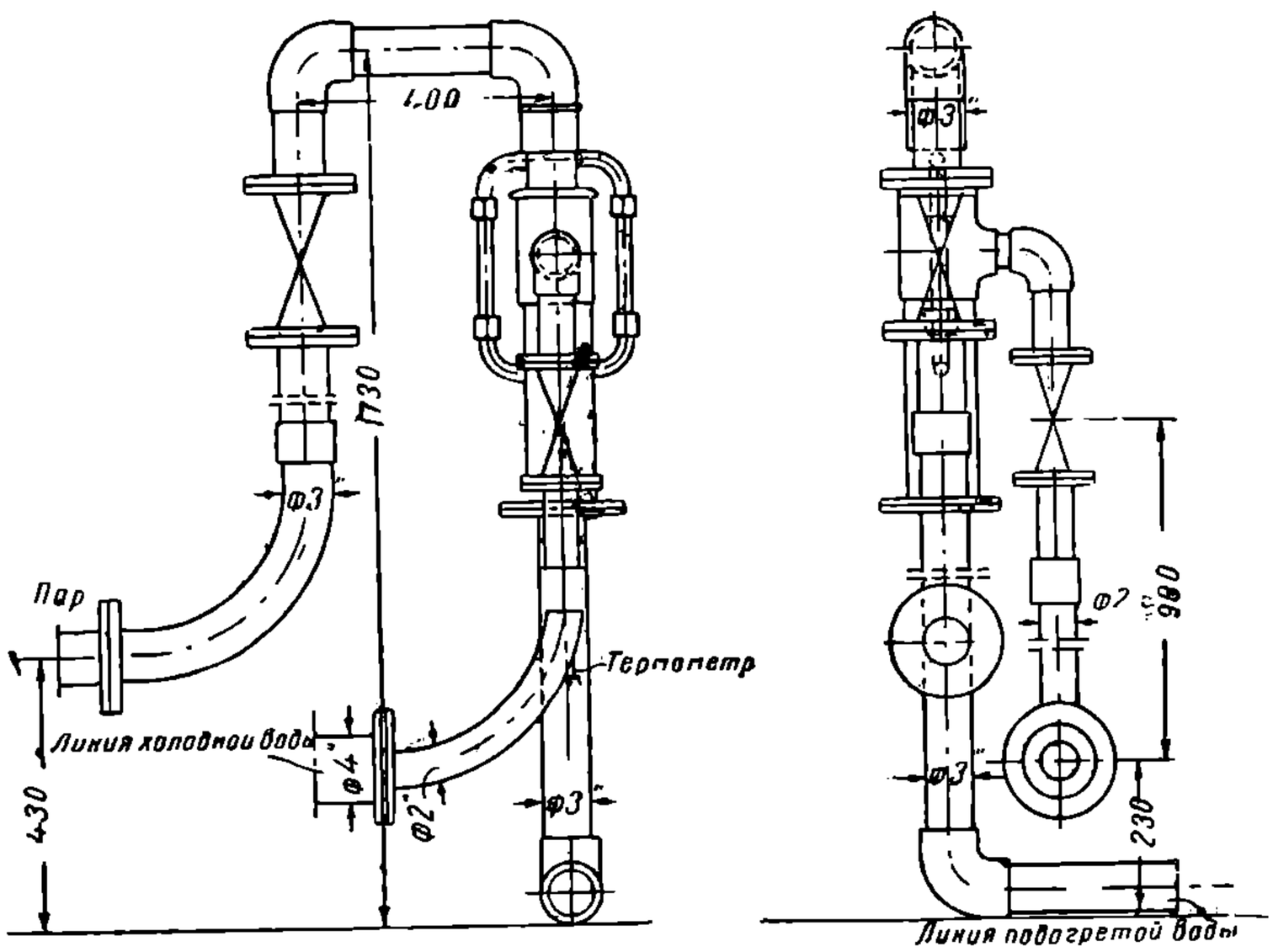
где $G_{сп}^{пар}$ — количество килограммов спущенного пара из котла в течение времени

$T = 1{,}5$ час. (см. «Тепловой процесс теплой промывки»),

φ — коэфициент, равный 4,43,

η — перепад между давлениями спускаемого пара и водопроводной водой, поступающими в смеситель, в *мм* вод. ст. Как известно, давление спускаемого пара переменно и напор водопроводной воды неодинаков. Для более полного использования пара необходимо, чтобы смеситель работал нормально даже при весьма малом перепаде давлений, а именно при $\eta = 0{,}15$ *ат* $= 1\,500$ *мм* вод. ст.,

γ — средний удельный вес спускаемого пара (при принятом среднем давлении в 3,5 *ата* равен 1,871).



Фиг. 47

При этих условиях сечение сопла будет:

$$F = \frac{0{,}216}{4{,}43\sqrt{1500 \cdot 1{,}871}} = 0{,}00092 \text{ м}^2 \approx 10 \text{ см}^2,$$

откуда

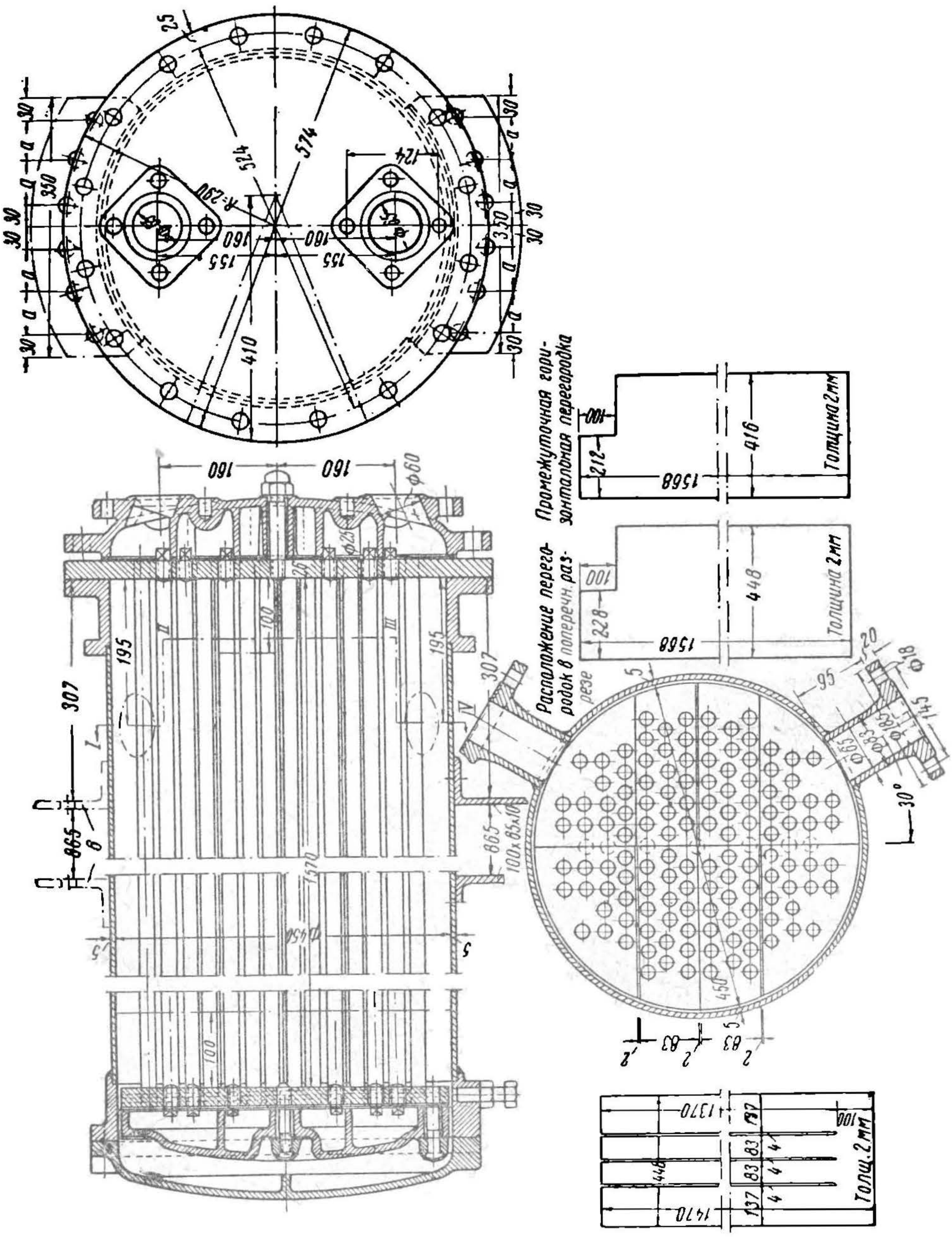
$$d = \sqrt{\frac{10 \cdot 4}{3{,}14}} = 3{,}5 \text{ см}; \text{ принимаем } d = 40 \text{ мм}.$$

Узкое место насадка берем конструктивно диаметром $d_1 = 50$ *мм*.

Т е п л о о б м е н н и к. В настоящее время устройства теплой промывки имеют теплообменники двух видов: 1) теплообменники, составленные из двух или четырех барабанов бывших паровозных водоподогревателей Кнорра с небольшой переделкой, и 2) теплообменники, сделанные из жаровых труб. На фиг. 48 показан один барабан теплообменника в переделанном виде. Вся переделка бывшего водоподогревателя Кнорра в теплообменник заключается в следующем: из труб-

НБ УДМТ (ДПТ)

чатой части водоподогревателя вынимается средний вертикальный ряд латунных трубок, а отверстия в передней и задней решетках заделываются шурупами. В образовавшийся между трубами прозор вставляется продольная вертикальная стальная перегородка толщиной 2 *мм*, шириной на 1,5—2 *мм* меньше



Фиг. 48

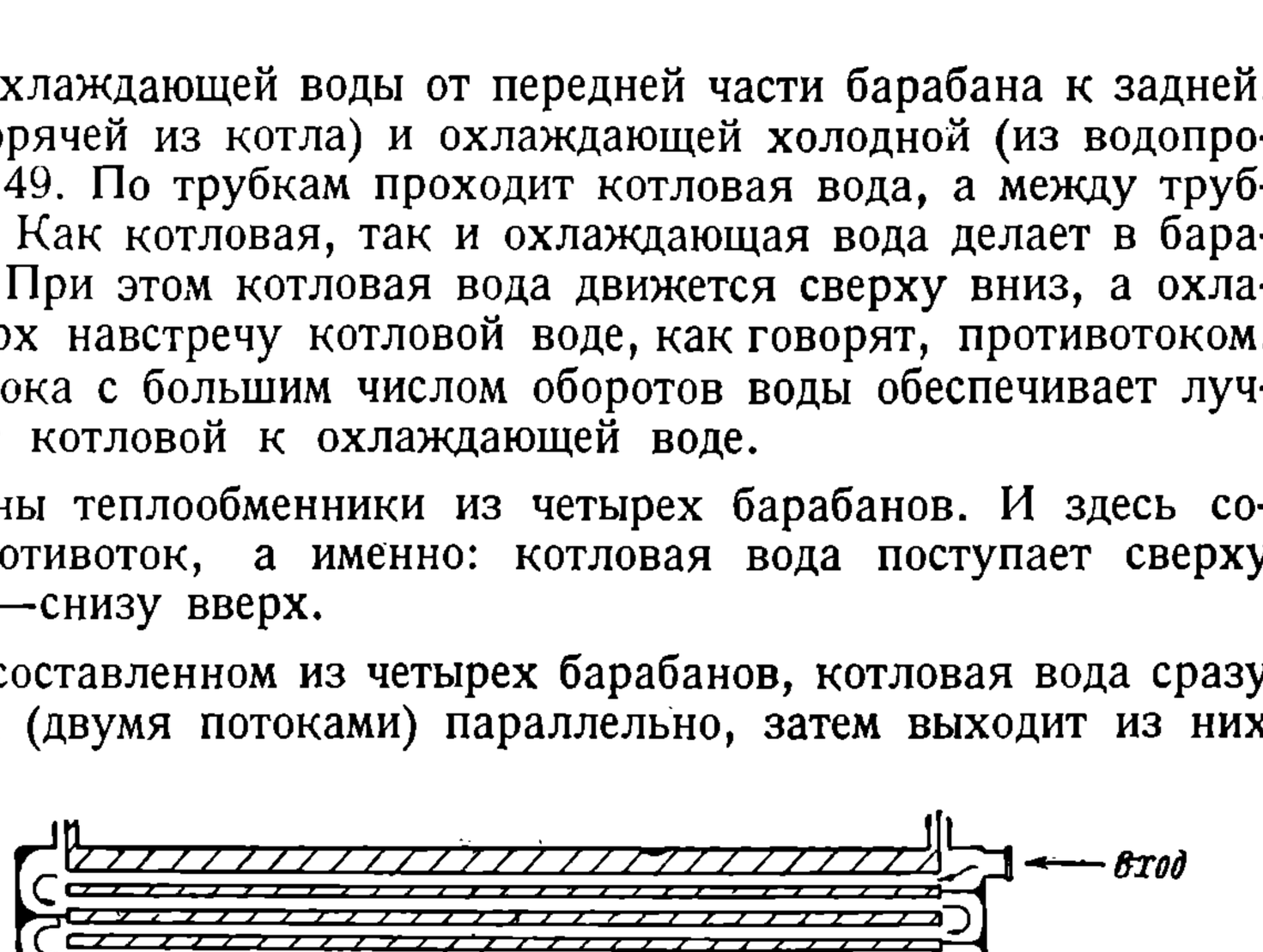
внутреннего диаметра корпуса барабана. Эта перегородка приваривается к передней решетке с внутренней стороны и по длине не доходит до задней решетки на 100 *мм* для того, чтобы дать поворот охлаждающей воде от задней части барабана к передней. Перегородка имеет по своей длине три прореза, не доходящих до передней решетки на 100 *мм*. В прорезы через прозоры между горизонтальными рядами трубок вставлены три горизонтальные продольные перегородки, приваренные с одной стороны к задней и с другой — к передней решеткам. У передней решетки они имеют вырезы вполовину своей ширины и длиной

НБУВ/НТ (ДІТ)

100 *мм* для поворота охлаждающей воды от передней части барабана к задней. Ход котловой воды (горячей из котла) и охлаждающей холодной (из водопровода) показан на фиг. 49. По трубкам проходит котловая вода, а между трубками — охлаждающая. Как котловая, так и охлаждающая вода делает в барабане по восемь ходов. При этом котловая вода движется сверху вниз, а охлаждающая — снизу вверх навстречу котловой воде, как говорят, противотоком. Такой способ противотока с большим числом оборотов воды обеспечивает лучшую теплопередачу от котловой к охлаждающей воде.

На фиг. 50 показаны теплообменники из четырех барабанов. И здесь соблюден полностью противоток, а именно: котловая вода поступает сверху вниз и охлаждающая—снизу вверх.

В теплообменнике, составленном из четырех барабанов, котловая вода сразу входит в два барабана (двумя потоками) параллельно, затем выходит из них и входит в два других барабана, по выходе из которых вливается в одну трубу и по ней уже поступает в нагнетательный трубопровод. Охлаждающая вода также входит в межтрубное пространство первых двух барабанов, затем переходит во вторые два и выходит в общую трубу, а затем направляется в наполнительный резервуар. Теплообменник, составленный из двух барабанов, является более выгодным, так как требует сравнительно небольшой строительной площади. Теплообменник, составленный из четырех барабанов, сложнее, требует значительно больше площади, но зато расход воды (холодной) на охлаждение паровоза несколько меньше, чем при работе с теплообменниками из двух барабанов. На фиг. 51 показан теплообменник из жаровых труб. Теплообменник состоит из четырех отдельных секций (жаровых труб) по 5 *м* длиной каждая, соединенных между собой переходами для котловой и охлаждающей воды. Каждая секция теплообменника состоит из жаровой трубы с двумя приваренными к ней патрубками с фланцами для входа и выхода охлаждающей воды, трубчатой части, состоящей из 12 трубок диаметром 22/18 *мм*, и двух конических крышек. При сборке этого типа теплообменников особенно необходимо обеспечивать плотность соединений во фланцах и плотность набивки сальников.



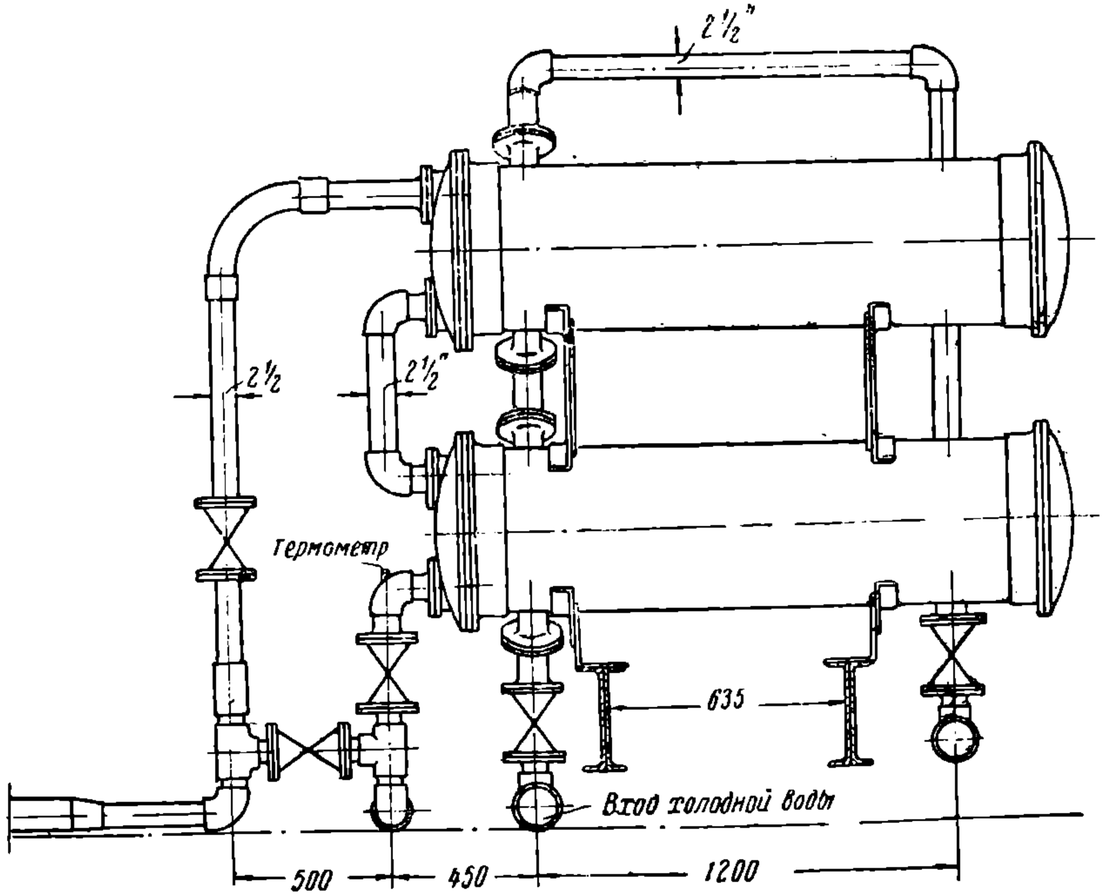
Фиг. 49

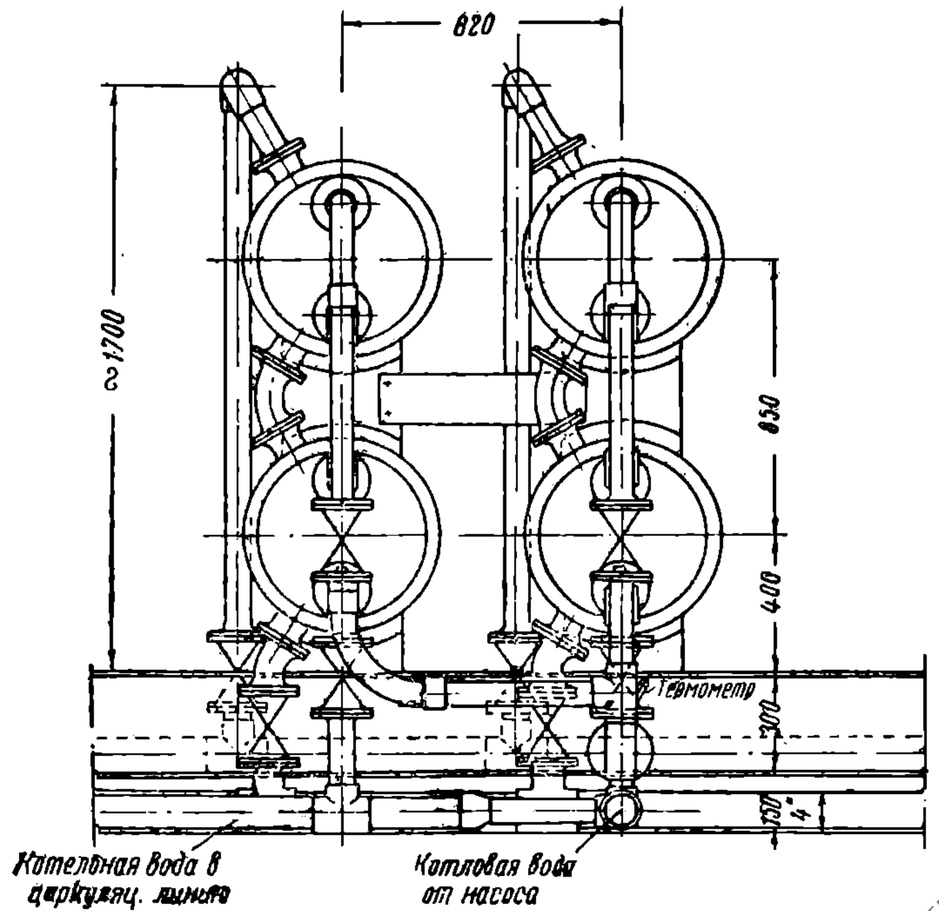
В процессе работы с течением времени теплообменники и особенно трубки загрязняются и покрываются накипью, что ухудшает теплопередачу, а следовательно и работу теплообменника. В связи с этим увеличивается расход холодной воды и затрудняется работа насосов, поэтому теплообменники через определенные промежутки времени должны очищаться и промываться от накипи и грязи. В интервалах времени между генеральной очисткой и промывкой рекомендуется химическая очистка теплообменников антинакипинами.

Тепловой расчет теплообменника. Метод расчета теплообменника указывается в приводимом ниже примере.

Для расчета теплообменника берем следующие основные данные.

НБ УДУНТ (ДИТ)





Фиг. 50

НБ УДУНТ (ДГТ)

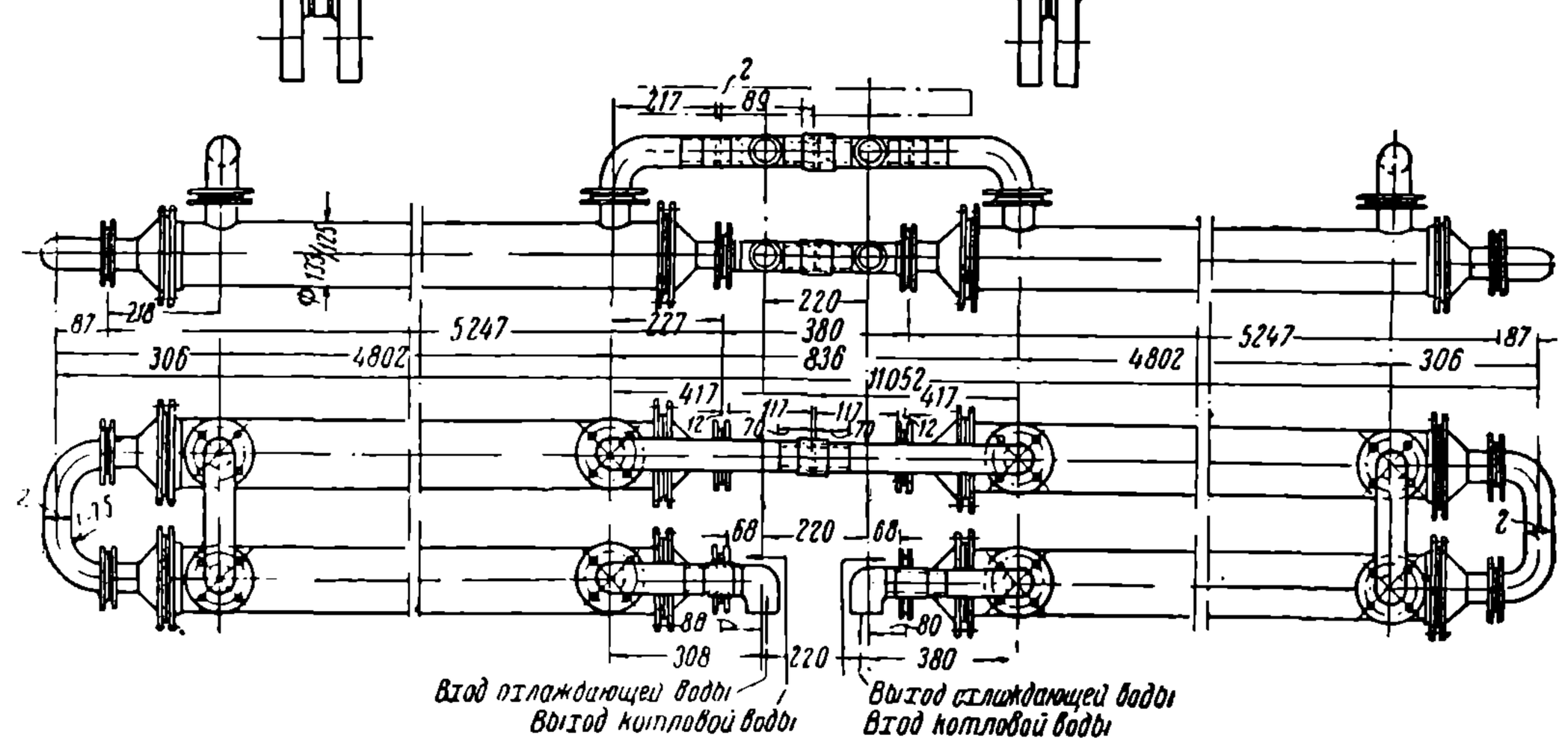
Количество тепла, отданное котловой воде в теплообменнике за весь процесс расхолаживания, берем равным:

$$Q_{теп} = Q_{расх} - Q_{кот}^{пар},$$

где $Q_{расх}$ — количество тепла, отданное котлом за весь процесс расхолаживания (тепло котловой воды плюс тепло металла стенок котла и плюс тепло арки):

$$Q_{расх} = D\,(t_1 - t_2) = 10\,000\,(100-40) = 600\,000\ кал,$$

где D — водяной эквивалент котла паровоза серии Э, равный 10 000 *кг*;
t_1 — температура котловой воды до расхолаживания; берем равной 100°;
t_2 — температура котловой воды в конце расхолаживания; берем равной 40°;



Фиг. 51

$Q_{пот}^{пар}$ — количество тепла, потерянное на лучеиспускание в трубопроводах во время циркуляционного расхолаживания:

$$Q_{пот}^{пар} = F \cdot k\,(t_{ср} - t_{воз}) \cdot T_{расх} = 22 \cdot 8\,(70-20)\,3 = 26\,400\ кал,$$

где F — излучающая поверхность циркуляционного трубопровода (при $l = 90$ *м* и диаметре 75/81 *мм*), равная приблизительно 22 $м^2$,
$t_{ср}$ — средняя температура котловой воды за процесс расхолаживания; берем равной 70°;
$t_{воз}$ — температура воздуха в стойле, принимаем равной 20°;
k — коэфициент теплопередачи при средней температуре циркулирующей воды; принимаем равным 8 *кал/м² час*;
$T_{расх}$ — продолжительность расхолаживания; берем равной 3 часа;
t_1 — температура котловой воды при поступлении в теплообменник в начале процесса расхолаживания; принимаем равной 100°;

НБ УДУНТ (ДШТ)

t_2 — температура котловой воды при поступлении в теплообменник в конце процесса расхолаживания, равная 40°;
t_1' — температура охлаждающей воды по выходе из теплообменника в начале процесса расхолаживания; берем равной 95°;
t_2' — температура охлаждающей воды по выходе из теплообменника в конце расхолаживания; берем равной 35°;
t_0 — температура холодной воды, поступающей в теплообменник, берем равной 15°;
$V_{гор}$ — количество протекающей котловой воды через теплообменник в час; принимаем 35 *м³/час*;
$V_{хол}$ — расход холодной воды в среднем в час.; принимаем 5,5 *м³/час*;
n — число трубок одного хода теплообменника; принимаем 12 шт.;
d — диаметр трубок, равный 18/22 *мм*;
D — внутренний диаметр кожуха теплообменника; берем равным 125/131 *мм*.

Теплообменник проектируется из ряда последовательно соединенных жаровых труб; котловая вода проходит внутри трубок.

Расчет.

1. Площадь живого сечения потока воды в трубах и межтрубном пространстве:

а) Сечение потока в трубах (один ход котловой воды):

$$f_1 = \frac{n \cdot \pi d^2}{4} = \frac{12 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}018^2}{4} = 0{,}003 \ м^2.$$

б) Сечение потока воды в межтрубном пространстве:

$$f_в = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{n \cdot \pi d_2^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot (0{,}125^2 - 12 \cdot 0{,}022^2) = 0{,}008 \ м^2.$$

2. Скорость протекания котловой воды внутри трубок определится из уравнения:

$$v_1 = \frac{V_{гор}}{3\,600 \cdot f_1} = \frac{35}{3\,600 \cdot 0{,}003} = 3{,}2 \ м/сек.$$

3. Средняя скорость протекания охлаждающей воды в межтрубном пространстве определяется из уравнения:

$$v_2 = \frac{V_{хол}}{3\,600 \cdot f_2} = \frac{5{,}5}{3\,600 \cdot 0{,}080} = 0{,}191 \ м/сек.$$

4. Средняя температура котловой воды за процесс расхолаживания:

$$t_{ср}' = 0{,}5 \ (t_1 + t_2) = 0{,}5 \ (100 + 40) = 70°.$$

5. Средняя температура охлаждающей воды (по выходе из теплообменника) в процессе циркуляционного расхолаживания:

$$t_{ср}'' = 0{,}5 \ (t_1' + t_2') = 0{,}5 \ (95 + 35) = 65°.$$

6. Эквивалентный диаметр трубчатой части теплообменника со стороны охлаждающей воды:

$$d_{эк} = \frac{D^2 - n \cdot d^2}{n \cdot d^2} = \frac{0{,}125^2 - 12 \cdot 0{,}022^2}{12 \cdot 0{,}022} = 0{,}0372 \ м.$$

7. Коэфициенты теплоперехода от горячей воды к поверхности нагрева теплообменника и от поверхности нагрева теплообменника к холодной воде определяем по формуле Меркеля:

$$\alpha = 1\,755 \ (1 + 0{,}015 \ t_{ср.в} \cdot v^{0{,}87} \cdot d^{-0{,}13}),$$

где $t_{ср.в}$ — средняя температура воды в °С,
v — скорость воды в *м/сек*,
d — диаметр трубы в метрах.

Для облегчения практического пользования формулой Меркеля в табл. 10, 11 и 12 приводятся величины значений множителей: $1\,755 \ (1 + 0{,}015 \ t_{ср.в})$, $v^{0{,}67}$, и $d^{-0{,}13}$.

Таблица 10

Значения величин $A = 1\,755 \ (1 + 0{,}015 \ t_{ср.в})$ для различных температур $t_{ср.в}$

$t_{ср.в}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
A	1 755	2 018	2 282	2 545	2 808	3 071	3 335	3 598	3 861	4 124	4 388	4 651	4 914

НБ УДУНТ (ДПТ)

Таблица 11

Значения величин $v^{0,87}$ для разных скоростей v

v	*м/сек*	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$v^{0,87}$	—	0,135	0,247	0,351	0,451	0,547	0,644	0,733	0,824
v	*м/сек*	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
$v^{0,87}$	—	0,912	1,000	1,09	1,17	1,26	1,34	1,42	1,51
v	*м/сек*	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$v^{0,87}$	—	1,59	1,67	1,75	1,83	2,22	2,60	2,98	3,34
v	*м/сек*	4,5	5,0	5,5	6,0	—	—	—	—
$v^{0,87}$	—	3,70	4,05	4,40	4,75	—	—	—	—

Таблица 12

Значение величин $d^{-0,13}$ для различных диаметров трубок d

d	*м*	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028
$d^{-0,13}$	—	1,82	1,78	1,74	1,71	1,68	1,66	1,64	1,62	1,60	1,59
d	*м*	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,060	0,070	0,080	0,090	0,100
$d^{-0,13}$	—	1,58	1,55	1,52	1,50	1,48	1,44	1,41	1,39	1,37	1,35

Исходя из вышеизложенного, определяем α_1 и α_2 (коэфициенты теплоперехода):

$$\alpha_1 = 1\,755\,(1 + 0{,}015 \cdot t_{ср.в})\, v^{0,87} \cdot d^{-0,13} = 1\,755\,(1 + 0{,}015 \cdot 70)\; 3{,}2^{0,87} \cdot 0{,}018^{-0,13} =$$
$$= 3\,598 \cdot 2{,}74 \cdot 1{,}68 = 16\,500 \text{ кал/м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C};$$

$$\alpha_2 = 1\,755\,(1 + 0{,}015 \cdot 65)\, 0{,}191^{0,87} \cdot 0{,}037^{2-0,13} = 3\,467 \cdot 0{,}233 \cdot 1{,}53 = 1\,240 \text{ кал/м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C}.$$

8. Коэфициент теплопередачи теплообменника с учетом загрязнения трубок с обеих сторон накипью толщиной 0,4 *мм* определится из формулы:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где δ — толщина стенки трубки, равная 2 *мм*,
δ_1 — » накипи, равная 0,4 *мм*,
λ — коэфициент теплопроводности железа, принимаем равным 60 *кал/м² час* °С,
λ_1 — то же для накипи, берем равным 1 *кал/м² час* °С.

Подставляя данные в формулу, имеем:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{16\,500} + \frac{0{,}002}{60} + \frac{0{,}0004}{1} + \frac{1}{1\,240}} = 770 \text{ кал/м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C}.$$

9. Коэфициент теплопередачи теплообменника при чистой поверхности трубок будет:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{16\,500} + \frac{0{,}002}{60} + \frac{1}{1\,240}} = 1\,110 \text{ кал/м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C}.$$

10. Поверхность теплообмена теплообменника при чистых трубках определяется из уравнения:

$$F_1 = \frac{Q_{теп}}{\Delta t_{ср} \cdot k_1} = \frac{573\,600}{41 \cdot 1\,110} = 12{,}6 \text{ м}^2,$$

где $\Delta t_{ср}$ — средняя разность температур первичной (котловой) и вторичной (охлаждающей и холодной) воды за весь процесс расхолаживания, определяемая так:

$$\Delta t_{ср} = \frac{(t_1 - t_2') - (t_2 - t_0)}{\ln \frac{t_1 - t_2'}{t_2 - t_0}} = \frac{(100-35) - (40-15)}{\ln \frac{100-35}{40-15}} = 41^\circ.$$

11. Поверхность теплообменника при загрязненных трубках:

$$F_2 = \frac{Q_{теп}}{\Delta t_{ср} k} = \frac{573\,600}{41 \cdot 770} \approx 18 \text{ м}^2.$$

12. Длина трубок теплообменника (при чистых трубах) определяется из уравнения:

$$l_1 = \frac{F_1}{\pi d_2 \cdot n} = \frac{12{,}6}{3{,}14 \cdot 0{,}022 \cdot 12} = 15{,}7 \text{ м}.$$

НБ УДУНТ (ДШТ)

13. Длина трубок теплообменника (при загрязненных трубах) будет:

$$l_2 = \frac{F_2}{\pi d_2 \cdot n} = \frac{18}{3{,}14 \cdot 0{,}022 \cdot 12} = 21{,}1 \text{ м};$$

Исходя из вышеизложенного, теплообменник возможно смонтировать из четырех жаровых труб длиной 5 *м* каждая и соединенных последовательно, причем теплообменник будет обладать достаточным запасом мощности, имея в виду большую скорость протекания котловой воды и систематическую очистку и промывку теплообменника.

14. Определение минимального перепада температуры циркулирующей котловой воды при прохождении через теплообменный аппарат. При данном типе теплообменника, продолжительности расхолаживания в 3 часа, расходе холодной воды 5,5 $м^3$ в среднем в час и непрерывной регулировке максимально допустимый перепад (снижение) циркулирующей котловой воды при прохождении через теплообменный аппарат может быть определен из уравнения:

$$\Delta t_{min} = \frac{D(t_1 - t_2)}{v_{гор} \cdot T_{расх}} = \frac{10\,000(100 - 40)}{35\,000 \cdot 3} = 5{,}7°.$$

Следовательно и со стороны перепада температур запроектированный теплообменник вполне удовлетворяет требованиям, имея определенный запас. При перепадах циркулирующей котловой воды в 8 — 10° охлаждение котла при помощи запроектированного теплообменника пройдет скорее.

Резервуары. Устройства теплой промывки, расположенные в специальных пристройках к депо, оборудуются резервуарами. Резервуары, как правило, делаются железобетонные и стальные. Для горячей воды 95—98° лучше иметь хорошо изолированные стальные резервуары, так как бетонные и даже железобетонные дают трещины, заделывать которые очень трудно. Для теплой воды 30—50° самыми лучшими и долговечными являются железобетонные резервуары; стальные же резервуары уступают им вследствие ржавления и разъедания водой. Все резервуары — промежуточные, наполнительные и промывочные — оборудуются в нижних своих частях трубами для забора воды насосом. В самой нижней части дна каждого резервуара помещается труба для спуска грязной воды в канализацию. Кроме того резервуары оборудуются водомерными стеклами или поплавками с указателями для определения уровня воды и термометрами для определения температуры воды в резервуарах. Спуск воды в резервуары производится обычно через верхние люки. Для разбавления горячей и теплой воды холодной водой к резервуарам подводятся ответвления от водопровода. Устройства для теплой промывки, рассчитанные более чем на 4 промывки в сутки, кроме наполнительного и промывочного резервуаров, должны иметь и промежуточный резервуар. Размеры резервуаров берутся, исходя из количества промывок в сутки и расхода воды на промывку, наполнение и обмывку каждого промываемого паровоза. Максимальное количество горячей воды, нагреваемой паром, спускаемым из котла до температуры 95°, в промежуточном резервуаре получается 5—7 $м^3$. Это количество воды будет расходоваться почти целиком на заполнение трубопроводов устройства (2—3 $м^3$) и обмывку следующего промывочного паровоза. Размеры промежуточного резервуара должны браться с некоторым запасом — от 10 до 12 $м^3$. Максимальное количество спускаемой воды из котла ФД выражается в 12 $м^3$. Как правило, вся спускаемая вода из котла идет на промывку. Размеры промывочного резервуара с некоторым запасом должны браться от 15 до 20 $м^3$.

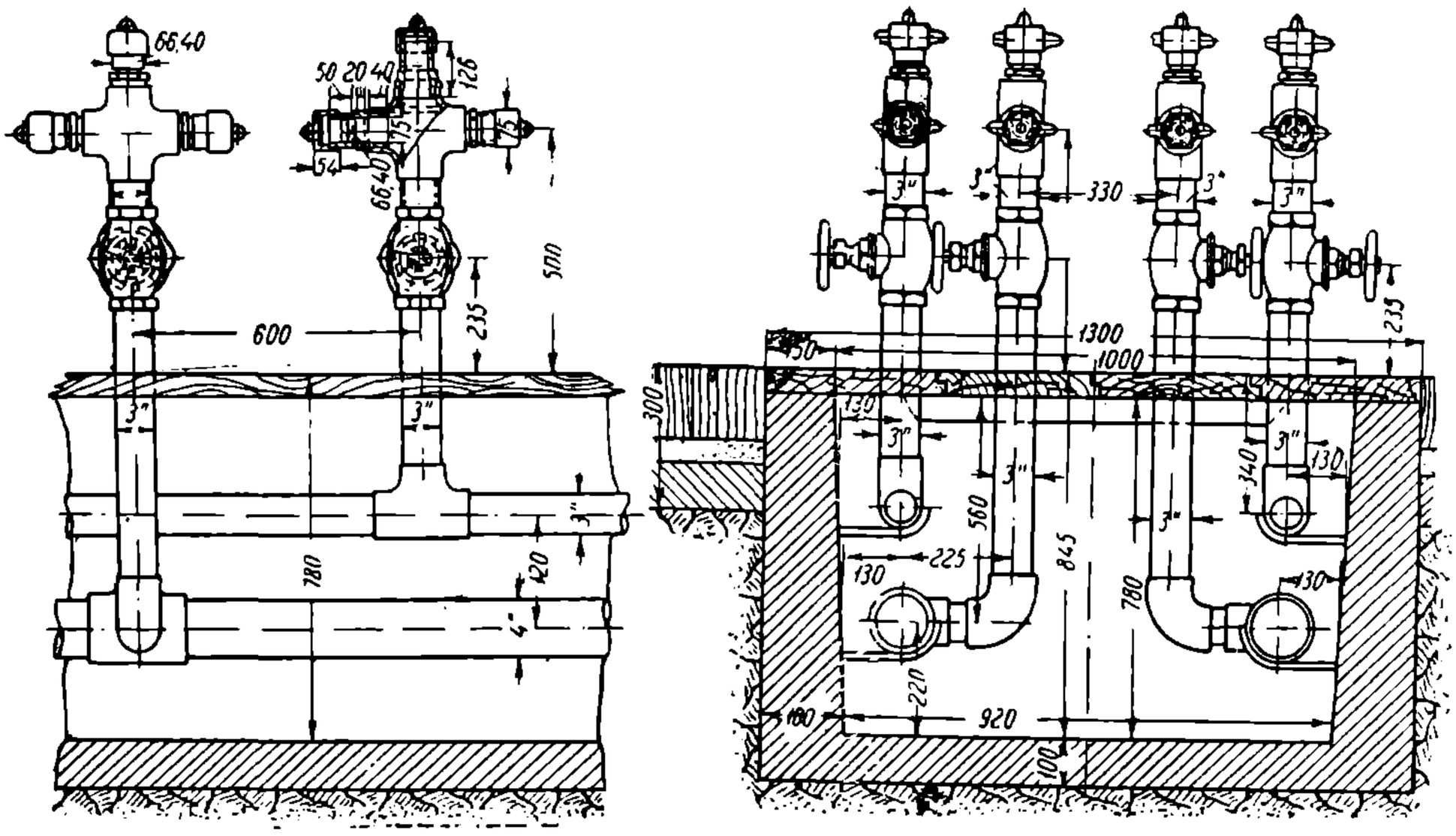
В процессе расхолаживания количество теплой воды, поступающей в наполнительный резервуар, составляет примерно 2—2,5 объема находящейся в котле воды, т. е. от 16 до 20 $м^3$ при расхолаживании паровоза серии Э и от 24 до 30 $м^3$ при расхолаживании паровоза серии ФД. Из этого количества воды тратится минимум 8 $м^3$ на промывку и от 8 до 12 $м^3$ на наполнение (в зависимости от серии паровоза). Следовательно размеры наполнительного резервуара могут браться по предельному количеству воды, получающемуся при расхолаживании, т. е. от 20 до 30 $м^3$ (в зависимости от обслуживания устройством теплой промывки той или иной серии паровоза).

Трубопроводы. Трубопроводы монтируются из газовых труб. Всасывающие трубопроводы, как правило, должны иметь диаметр не менее 4″, все остальные трубопроводы — 3″ Всасывающий трубопровод требует особенно внима-

НБ УИИНТ (ДИТ)

тельного отношения к себе, так как от правильного его устройства зависит хорошее действие насоса. Все всасывающие трубопроводы делаются сварными, чтобы устранить подсос воздуха в соединениях. Всасывающий трубопровод должен быть возможно короткий и прямой. Коротких непосредственных переходов, равно как и крутых изгибов, следует избегать для того, чтобы не расстраивать соединений от резких ударов и толчков воды и не затруднять работу насосов излишним сопротивлением. Одно из главных условий безупречной работы насоса — это абсолютная плотность всасывающего трубопровода, который должен быть совершенно герметичен. При монтаже всасывающего трубопровода особенное внимание следует обратить на плотность сальников у корпуса насоса и на плотность соединений фланцами труб, что проверяется давлением трубопроводов, включая и насос.

Нагнетательный трубопровод, так же как и всасывающий, не должен иметь крутых изгибов или коротких непосредственных переходов. Перед укладкой нагнетательный трубопровод должен быть подвергнут испытанию на нормальное давление плюс 5 *ат*. Во всяком случае трубопровод должен быть испытан на



Фиг. 52

давление, превышающее в 1,5 раза его рабочее давление. Во всех наивысших точках всасывающих и нагнетательных трубопроводов ставятся краники для выпуска воздуха как при заполнении трубопроводов водой, так и во время работы. Паропроводы во избежание охлаждения спускаемого пара должны обязательно изолироваться. Всасывающие и нагнетательные трубопроводы изоляции не требуют.

Колонки. Конструкция колонок и их монтаж показаны на фиг. 52 и особых пояснений не требуют.

Места установки циркуляционных кранов на котле паровоза. Циркуляционные краны на котле должны располагаться так, чтобы при охлаждении и заправке было максимальное выравнивание температур отдельных частей котла или, иначе говоря, разница между температурами верхних и нижних частей была бы очень небольшой. Такое равномерное охлаждение котла, как показаны опыты, возможно при следующих условиях: 1) участие в циркуляции всего объема котловой воды, отсутствие застоя воды и мертвых углов, 2) большое перемешивание воды в котле при циркуляции, что достигается отводом воды из нижних частей котла, где температура наиболее низкая, и вводом с распылением в верхнюю часть котла, где наиболее высокая температура котла.

НБ УКУНТ (ДШТ)

Как показали опыты, краны для отвода воды из котла должны ставиться на боковых стенках кожуха топки на уровне не более чем на 100 *мм* над грязевым кольцом и ближе к лобовому листу топки, что устраняет застой воды в задней части топки; при таком расположении циркуляционные краны можно использовать также и для нижней продувки. Краны для ввода нагнетаемой воды должны располагаться: один в верхней части котла около сухопарника (с приспособлением, создающим распыление воды по водяному зеркалу котла) и второй кран на боковой части котла ближе к дымовой коробке, в соответствии с конструктивными особенностями данной серии паровоза. Такое расположение кранов дает наилучшее перемешивание циркулируемой воды, следовательно и более равномерное охлаждение всех частей котла.

Расчет потребного количества оборудования для теплой промывки. Расчет количества оборудования для промывочных устройств производится, исходя из числа промывок (промываемых паровозов) в сутки и времени для производства промывочных операций. Число промывок в сутки определяется из следующего выражения:

$$n = \frac{L_{мес}}{30 \cdot L_{пр}},$$

где n — число промывок в сутки,
$L_{мес}$ — среднемесячный пробег паровозов в депо,
$L_{пр}$ — межпромывочный пробег паровозов,
30 — расчетное число дней в месяце.

Время на производство операций при теплой промывке паровозов согласно последним данным НКПС принято:

Таблица 13

№ операций	Наименование операций	Паровозы серий			
		ФД, ИС и пр.		Э, СУ и др.	
		час.	мин.	час.	мин.
1	Присоединение шланга для спуска пара, закрытие дымовой трубы и поддувала	—	15	—	15
2	Спуск пара	2	15	1	30
3	Прогрев и заполнение всасывающих и нагнетательных трубопроводов	—	20	—	20
4	Искусственное расхолаживание	5	00	3	00
5	Открытие верхних накладных и лазового люков (и ослабление промывочных пробок)	1	15	—	50
6	Спуск воды	—	60	—	60
7	Открытие люков: нижних, подбрюшных, угловых и кипятильных труб	—	45	—	45
8	Промывка	3	00	1	30
9	Осмотр котла	—	30	—	30
10	Закрытие люков: нижних, подбрюшных, угловых и кипятильных труб	—	45	—	30
11	Наполнение котла водой	—	45	—	30
12	Закрытие верхних накладных и лазового люков	—	45	—	30
13	Заправка при искусственной тяге	3	00	2	30
14	Циркуляция воды при заправке	1	45	1	30
15	Простой на промывке с учетом совмещения операций	17	00	11	00

Примечания: 1. Третья операция производится параллельно со второй операцией.
2. Пятая операция производится параллельно в шестой операцией.
3. Девятая состоит из 30 мин., 15 мин. из них производится параллельно с восьмой операцией.
4. Двенадцатая операция производится параллельно с одиннадцатой операцией.
6. Четырнадцатая операция производится параллельно с тринадцатой операцией.

НВУДУНТ (ДИТ)

В указанное время входит выполнение всех вспомогательных операций (переключение шлангов вентилей, осмотр котла, подготовка крышек люков и т. д.). Средний простой паровозов на промывках с учетом времени на котельный ремонт согласно приказу № 78/Ц принят для паровозов серии Э 14 час. и паровозов серии ФД — 20 час.

Все вышеприведенные данные позволяют приступить к расчету потребности оборудования для промывочного устройства. Расчет потребности оборудования произведен на конкретном примере переоборудования основного веерного депо *А*, имеющего устройство для холодной промывки, на устройство для теплой промывки согласно приказу народного комиссара путей сообщения Л. М. Кагановича № 183/Ц.

Пусть среднемесячный пробег паровозов депо составляет 750 000 паровозо-километров и межпромывочный пробег — 5 000 паровозо-километров. Определить число промывочных стойл и колонок.

Число стойл для промывки определяется из следующего выражения:

$$N_{ст} = \frac{\alpha \cdot n \cdot t_{ср}^{пр}}{24},$$

где

$$n = \frac{L_{мес}}{30 \cdot L_{пр}} = \frac{750\,000}{30 \cdot 5\,000} = 5 \text{ промывок в сутки,}$$

$t_{ср}^{пр}$ — среднее время простоя паровоза на промывке, равное 20 час.,
24 — число часов в сутках,
$\alpha = 1{,}2$ — коэфициент неравномерности подачи паровозов в стойла для промывки.

Отсюда имеем:

$$N_{ст} = \frac{\alpha \cdot n \cdot t_{ср}^{пр}}{24} = \frac{1{,}2 \cdot 5 \cdot 20}{24} = 5 \text{ стойл.}$$

Число групп колонок (для спуска пара, промывки и наполнения, всасывания и нагнетания при циркуляции) определяется из расчета обслуживания каждых двух соседних стойл одной группой колонок.

Следовательно пять стойл веерного депо оборудуются тремя группами колонок.

Определение числа насосов, фильтров, теплообменников и пароосмесителей. Число насосов определяется из выражения:

$$n_{нас} = \frac{n \cdot t_{нас}}{24},$$

где n — число промывок в сутки.
$t_{нас}$ — время работы насоса за время промывки, равное 10,75 (расхолаживание 5 час., заправка — 2 часа, промывка — 3 часа и наполнение — 0,75 часа).

Число насосов получается:

$$n_{нас} = \frac{5 \cdot 10{,}75}{24} = 2{,}24.$$

Вследствие необходимости периодического осмотра и ремонта насосов, а также учитывая ряд дополнительных работ насосом (по обмывке паровоза, стойл и т. д.), берем кругло три насоса. Из этих насосов один промывочный и два циркуляционных, причем промывочный насос при необходимости может быть использован и для циркуляции, для чего должна быть обеспечена взаимозаменяемость одного насоса другим, что достигается путем устройства дополнительных трубопроводов с вентилями для возможности переключения с одного насоса на другой во время ремонта или чистки.

НБ УГЛТУ (ДШТ)

Число фильтров и теплообменников определяется из уравнений:

$$n_{ф} = \frac{n \cdot t_{ф}}{24} \quad \text{и} \quad n_{теп} = \frac{n \cdot t_{теп}}{24},$$

где $t_{ф}$ и $t_{теп}$ — время работы фильтра и теплообменника. Это время в нашем случае равняется 5 час. Тогда:

$$n_{ф} = \frac{5 \cdot 5}{24} = 1{,}08; \qquad n_{теп} = \frac{5 \cdot 5}{24} = 1{,}08.$$

Учитывая периодический осмотр, чистку и ремонт, берем два фильтра и два комплекта теплообменников.

Число паросмесителей $n_{пар}$ определяется из выражения:

$$n_{пар} = \frac{n \cdot t_{пар}}{24},$$

где $t_{пар}$ — время спуска пара; для данного случая равное 2,5 часа. Тогда:

$$n_{пар} = \frac{5 \cdot 2{,}5}{24} = 0{,}52;$$

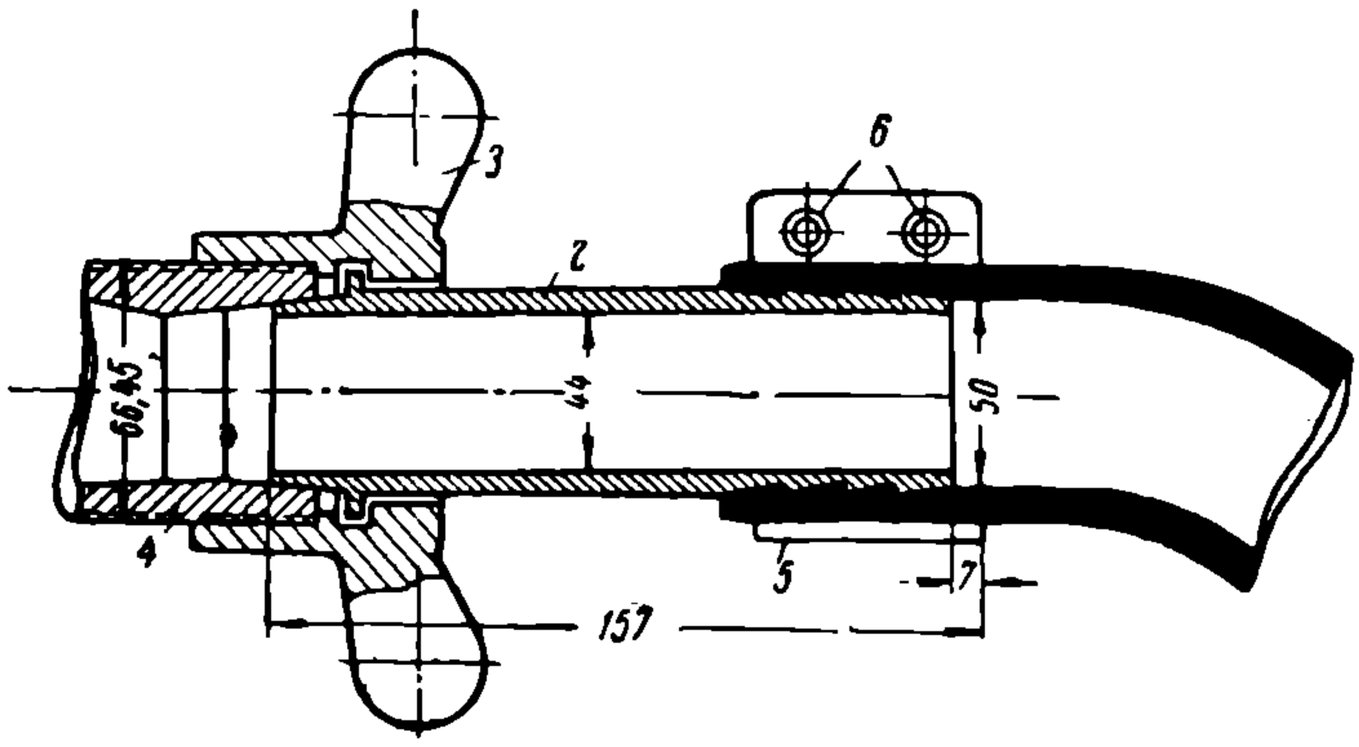
берем один паросмеситель.

Исходя из обоснований, изложенных выше (см. резервуары), для данного случая берется три резервуара: промежуточный, промывочный и наполнительный с размерами, соответственно 10, 15 и 25 $м^3$.

Всасывающие трубопроводы берутся диаметром 4″ и нагнетательные — 3″.

§ 15. Инструменты и приспособления, применяемые для промывки и очистки котлов

Шланги, наконечники, скребки и прутки Для спуска пара употребляются гибкие металлические шланги, обычно с диаметром отверстия 50 *мм*. При циркуляционном расхолаживании и заправке пользуются главным образом прорезиненными шлангами и реже—пеньковыми. Диаметр отверстия этих шлангов должен быть не менее 50 *мм*. Шланги имеют с обеих сторон гайки с конусами, дающие возможность присоединения шлангов к соответствующим колонкам с одной стороны и циркуляционным кранам с другой. Для всасывания воды из котла при циркуляции необходимо иметь прорезиненные шланги. В качестве промывочных шлангов употребляются плотные пеньковые или резиновые рукава с диаметром отверстия 50—65 *мм*; на фиг. 53 показано соединение промывочного рукава. К наконечнику колонки с другого конца рукава имеется вторая гайка —для привинчивания промывочного наконечника или брандспойта.

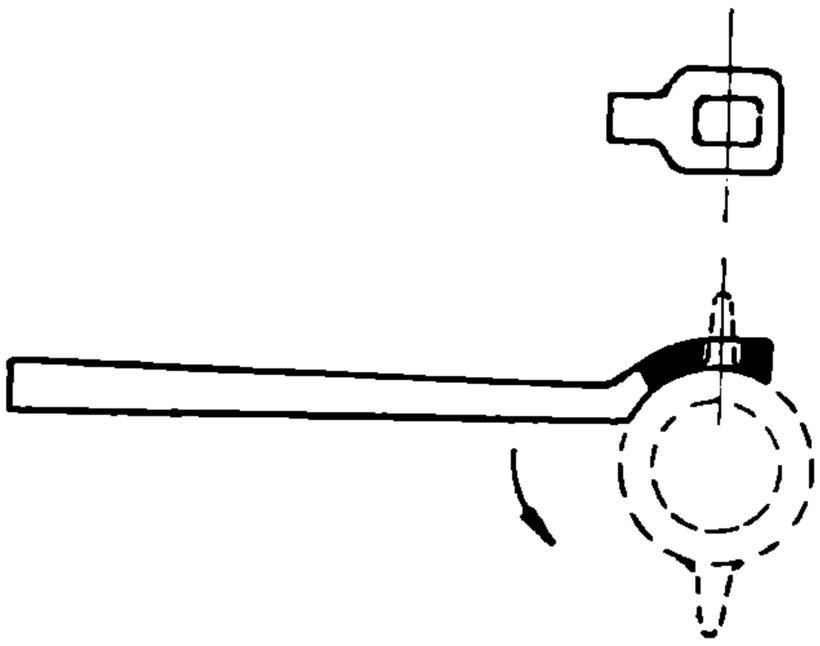


Фиг. 53

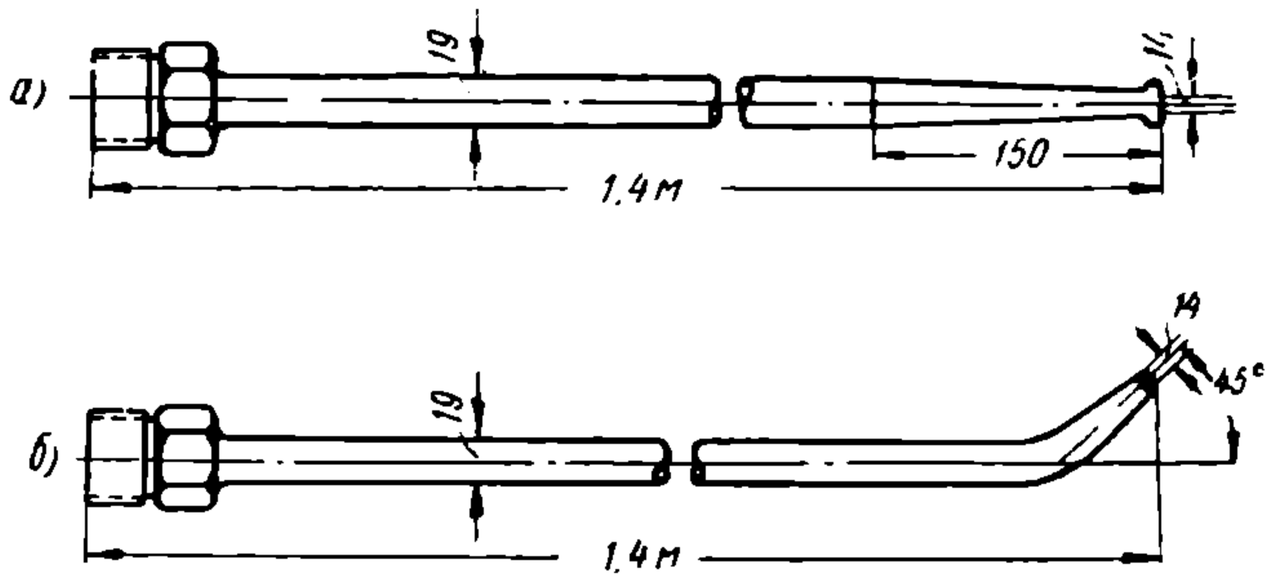
Все шланги должны иметь стандартизированные наконечники с конусами и гайками, имеющими одинаковую нарезку с нарезкой на циркуляционных кранах котла и на колонках, для того, чтобы каждый шланг любым концом возможно было присоединить к любой колонке и к любому крану на котле паровоза. Все гайки на шлангах должны иметь ушки и навертываться на наконечники кранов и колонок совершенно свободно от руки, так как не гайки соз-

НБУВ (ДПТ)

дают плотность, а конусы, которые после навертывания гаек от руки прижимаются небольшим поворотом гаек кольцевым ключом, показанным на фиг. 54.



Фиг. 54

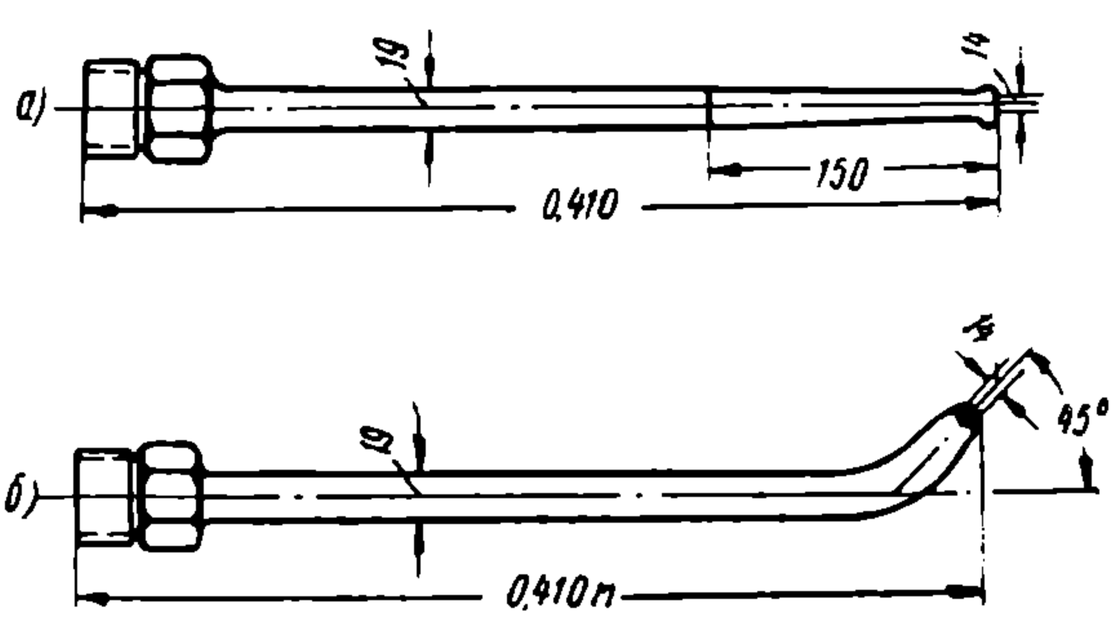


Фиг. 55

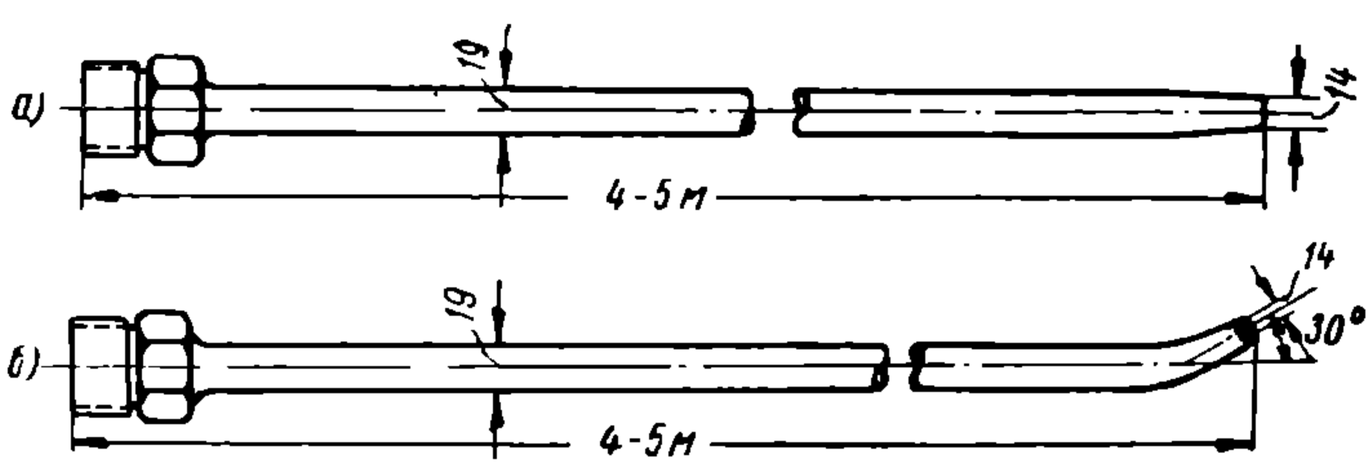
Для защиты шлангов от преждевременного износа на них надеваются или деревянные шайбы, или старые рукава, или они должны обматываться веревками по винтовой линии.

Перед употреблением шланги должны быть испытаны на давление 10 *ат*.

Наконечники употребляются различных форм и размеров применительно к условиям промывки каждой части котла. Для промывки потолка, боковых стенок и вообще, где можно проникнуть наконечником глубоко в котел, применяется прямой (фиг. 55,*а*) или изогнутый (фиг. 55,*б*) наконечник длиной 1 200—1 400 *мм*. В тех местах котла, где невозможно пользоваться длинным наконечником, промывка производится коротким прямым (фиг. 56,*а*) или изогнутым (фиг. 56,*б*) наконечником длиной 410 *мм*. Для промывки по низу цилиндрической части котла из дымовой коробки применяется наконечник прямой (фиг. 57,*а*) или с слегка загнутым концом (фиг. 57,*б*) длиной 4 — 5 *м*. Кроме вышеназванных наконечников применяются также короткие прямые наконечники 190 *мм* (фиг. 58,*а*), оперировать с которыми оказалось удобнее. Форма изогнутых наконечников этого образца показана на фиг. 58,*б*. У них загиб на конус сделан круче, что облегчает возможность управления струей воды в тесных местах между скреплениями котла. Во время изменения положения промывальщиков или направления струи конец рукава заламывается, образуется перехват, отчего сила исходящей струи уменьшается, а в самом рукаве образуется подпор или даже гидравлический удар. Это ускоряет износ рукава и вредно сказывается на работе насоса. В целях устранения вышеназванных явлений и для более легкого и удобного поворачивания наконечника применяется изогнутая вставная часть (фиг. 59), которая привертывается к рукаву таким образом, что ее можно поворачивать в любую сторону, не заламывая рукава.



Фиг. 56

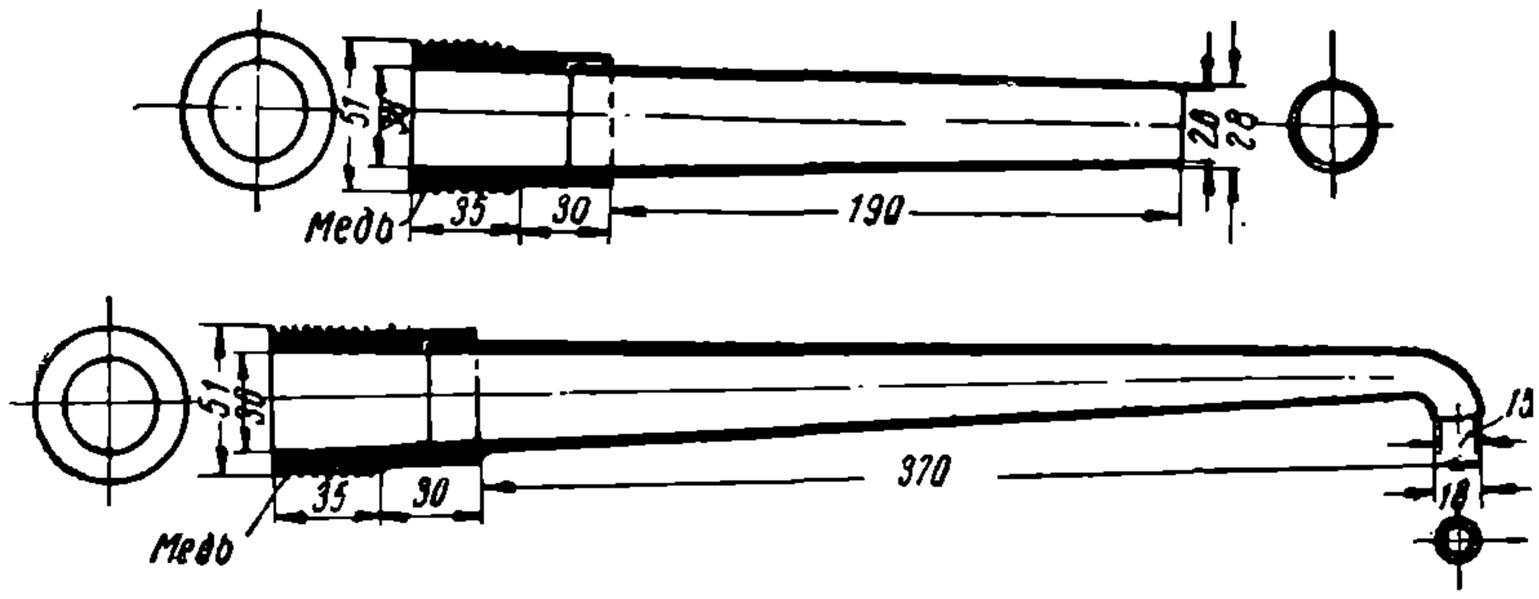


Фиг. 57

Для промывки паровозов серий ФД и ИС употребляются следующие типы наконечников с соединительной муфтой (фиг. 60а, 60б, 60в и 60г): наконечники № 1

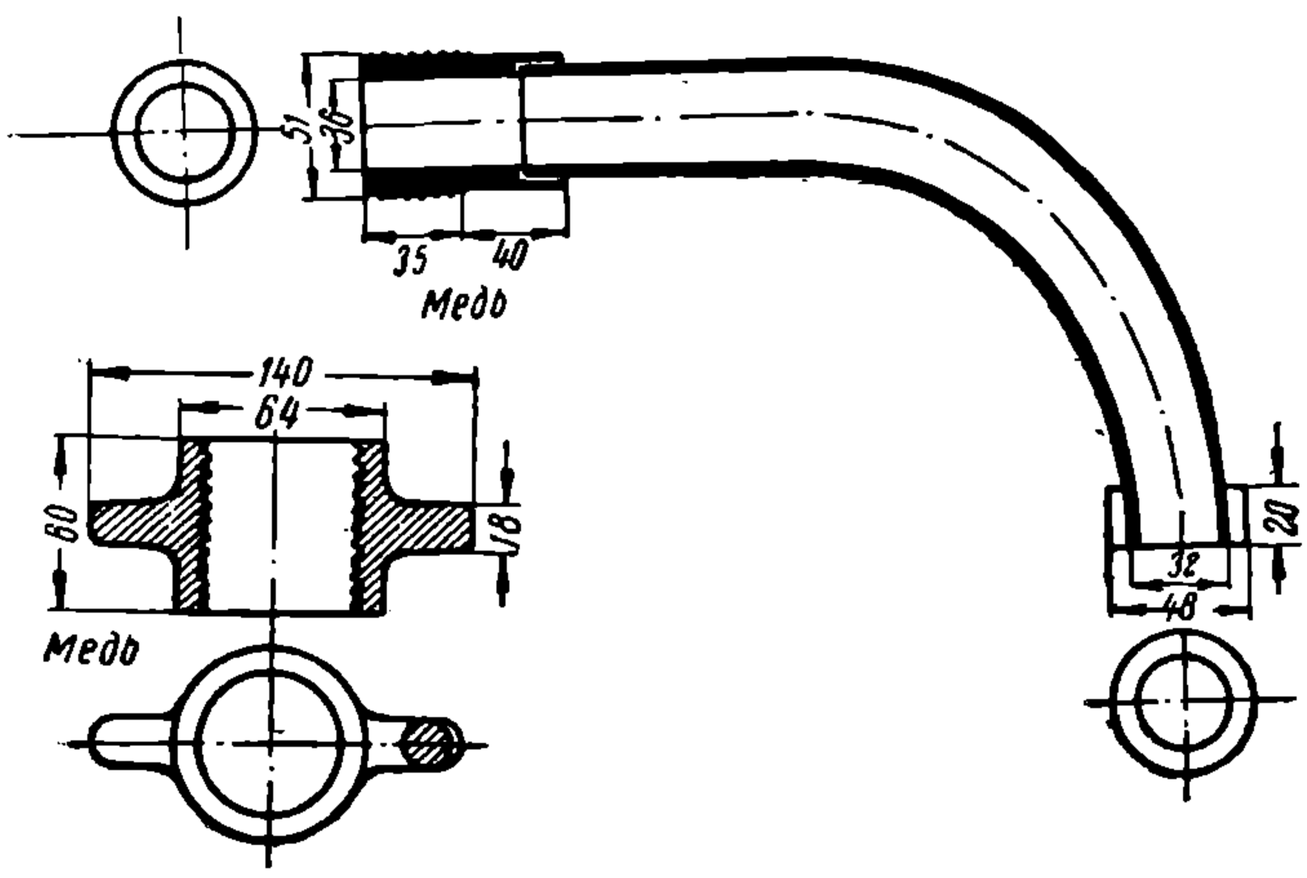
НБ УГЛТУ (ДГТ)

и 2 прямые, отличающиеся между собой лишь своей длиной, а именно длина наконечника № 1 равняется 455 *мм* и длина наконечника № 2—610 *мм* (фиг. 60а).



Фиг. 58

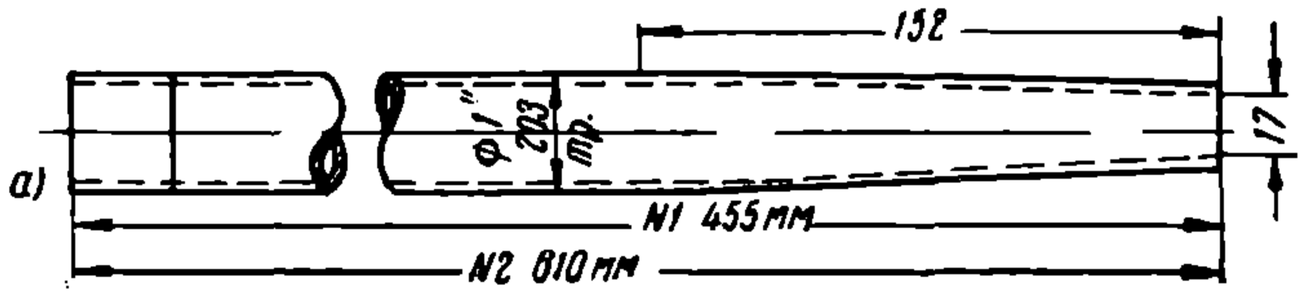
Эти наконечники употребляются главным образом для промывки потолка, задних концов жаровых и дымогарных труб, грязевого кольца и ухватного листа.



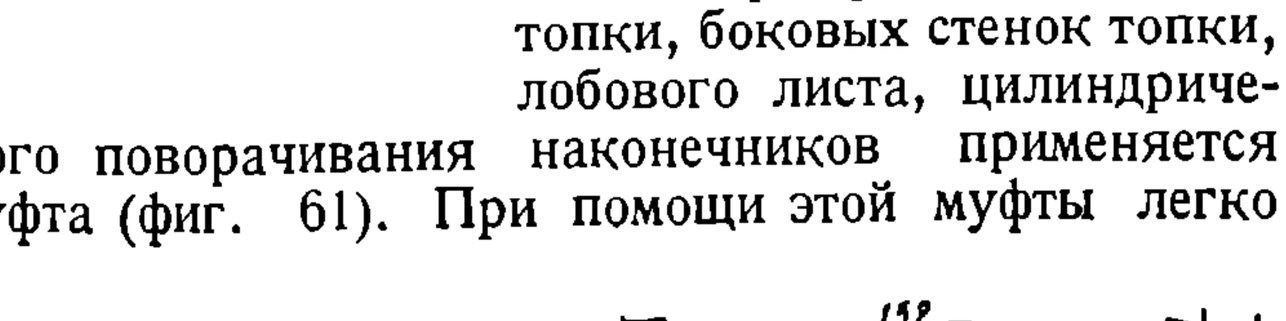
Фиг 59.

Наконечники № 3 и 4 (фиг. 60б) дают струе воды направление, перпендикулярное их продольной оси; длина наконечника № 3 равна 785 *мм* и № 4—1 115 *мм*. Применяются эти наконечники при промывке потолка топки и задних концов труб. Наконечник № 5 имеет конец, загнутый под углом 60°, длина его равна 685 *мм* (фиг. 60в). Наконечник № 6 длиной 685 *мм* имеет конец, загнутый под углом 90° (фиг. 60г).

Эти наконечники применяются при промывке потолка топки, боковых стенок топки, лобового листа, цилиндрической части котла. Для удобного поворачивания наконечников применяется содвижная соединительная муфта (фиг. 61). При помощи этой муфты легко осуществляется поворачивание брандспойта вокруг оси для возможности дать струе воды желаемое направление. При промывке цилиндрической части котла через передний и задний подбрюшные люки для удобства пользования наконечниками № 5 и 6 необходимо применять удерживающую скобу (фиг. 62). Скоба закладывается в отверстие люка так, чтобы опорные выступы ее упирались в кромки выреза и не давали ей возможности передвигаться, затем в отверстие скобы закладывается наконечник брандспойта. Для очистки стенок котла от накипи применяются специальные инструменты: прутки с заостренными концами в виде лопаток или же скребки



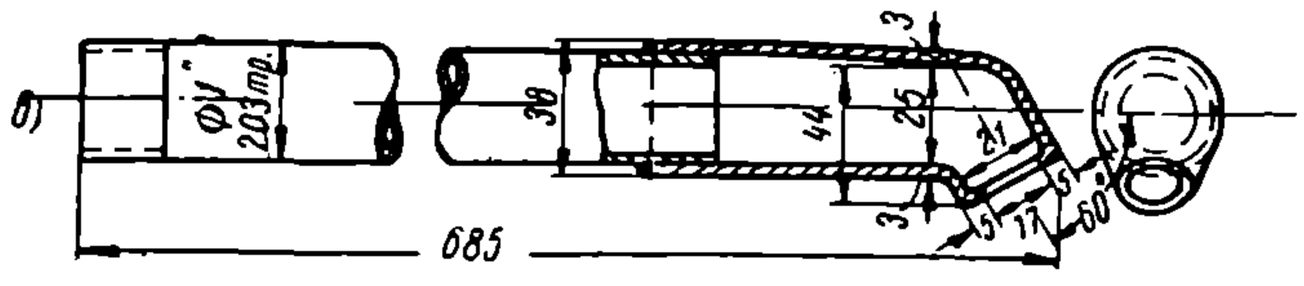
Фиг. 60а.



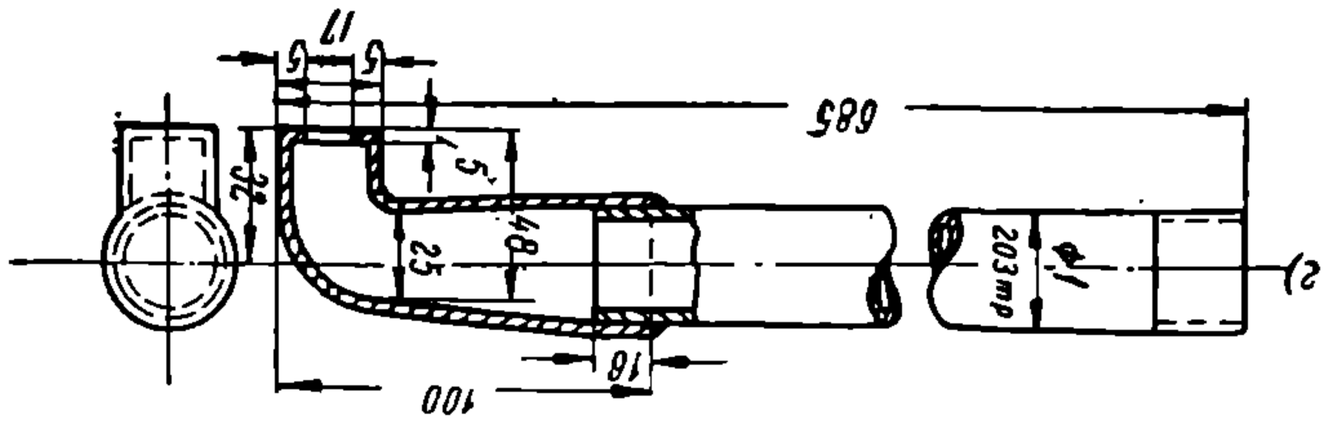
Фиг. 60б.

НБ УДУНТ (ДИТ)

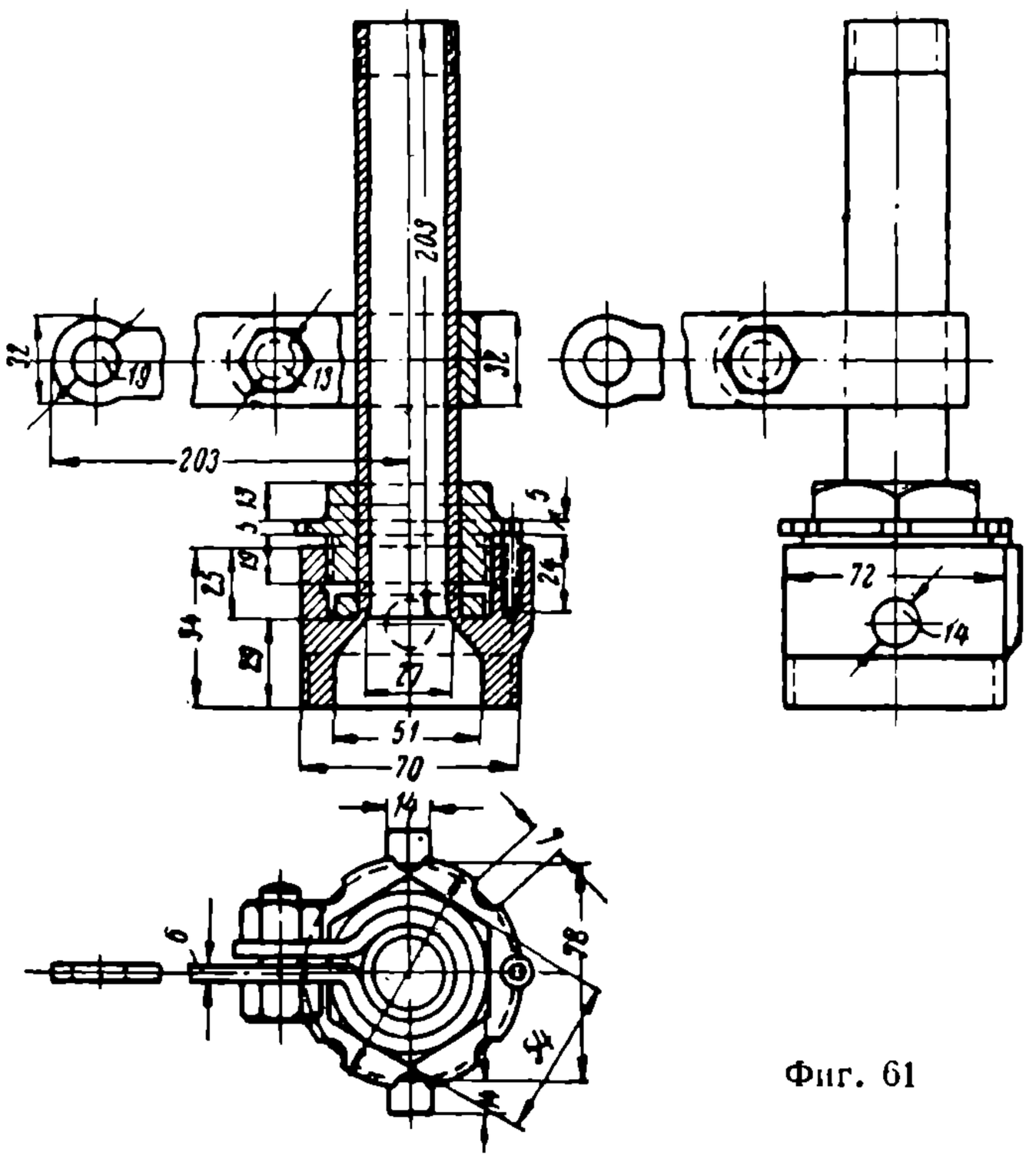
специальной формы, сделанные из круглой стали толщиной 6—8 *мм*. Прутки, скребки и крючки должны быть различной длины и формы применительно к условиям чистки каждой части котла. Для очистки накипи со связей, анкерных болтов и прочих скреплений котла применяется скребок (фиг. 63) длиной 1 500—2 000 *мм*. Для удаления грязи и накипи с грязевого или обвязочного кольца применяется скребок (фиг. 64,*а*), конец которого загнут в виде лопаточки. Для удаления твердых завалов на боковых стенках подрешеточной части применяется пика (фиг. 64,*б*) длиной от 1 500 до 2 000 *мм*. Для очистки стенок и остальных менее доступных частей котла применяется обыкновенный крючок (фиг. 64,*в*), конец которого загнут в виде заостренной лопатки. Таких крючков в депо должно быть несколько — от 3 до 5 шт. различной



Фиг. 60в



Фиг. 60г



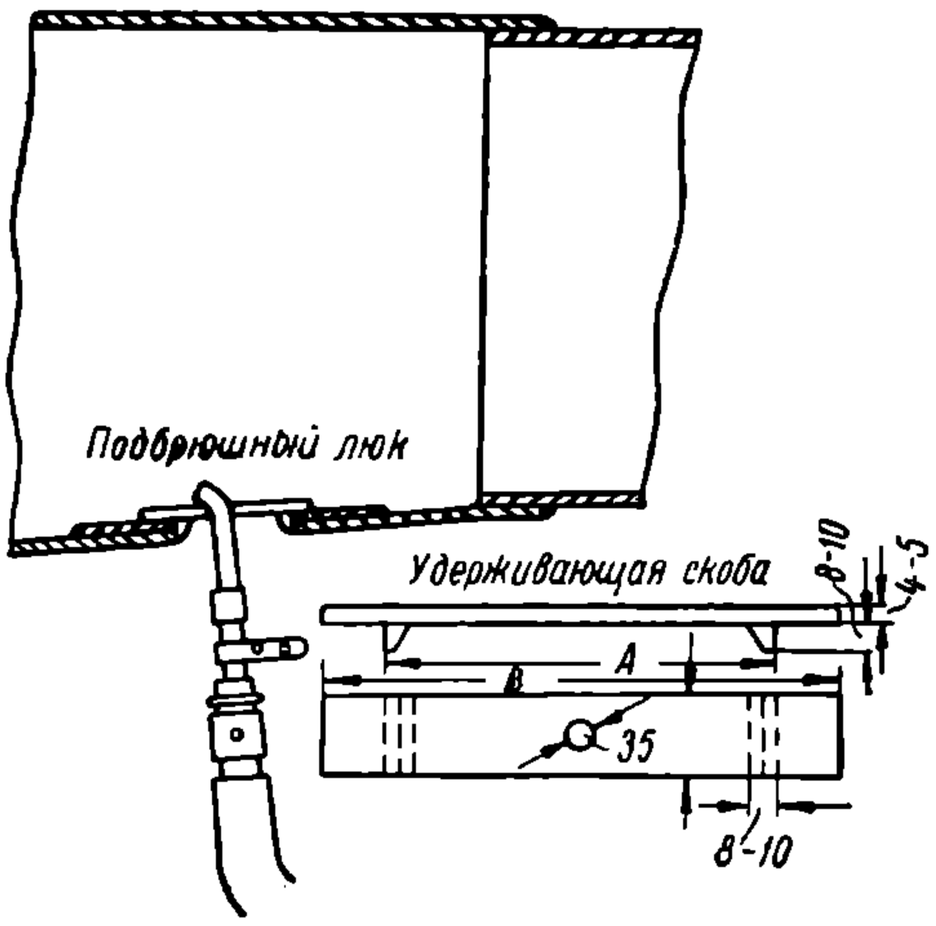
Фиг. 61

длины — от 1 000 до 4 000 *мм*. Последний размер необходим для очистки подбрюшной части котла в тех случаях, когда там образуется твердый осадок грязи или накипи.

НБ УДУНТ (ДПТ)

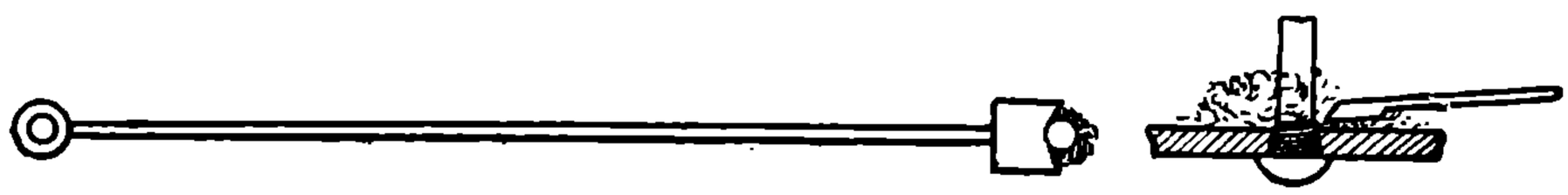
Приборы для очистки кипятильных труб

Для очистки от накипи кипятильных труб применяются механические приборы. Такие приборы бывают двух видов: 1) пневматические и 2) электромеханические.



Фиг. 62

Пневматический прибор. Пневматический прибор для очистки кипятильных труб (фиг. 65а) работает сжатым воздухом, давление которого должно быть не менее 5 и не более 6 *ат*. Рукав к прибору (фиг. 65б) берется диаметром 25 *мм*, так как рукав меньшего диаметра препятствует развитию прибором полной скорости и силы. Прибор состоит из головки, приводимой во вращение пневматическим моторчиком; головка имеет три пальца с коническими резцами впереди и звездочку с резцами сзади. Головка соединяется муфтой с пневматическим моторчиком, к которому присоединяется гибкий рукав для подвода сжатого воздуха. Действие прибора следующее: перед установкой прибора в трубу необходимо тщательно продуть воздушную линию и рукавчик для удаления грязи и песка, так как грязь и песчинки могут попасть в мотор и причинить ему серьезные повреждения. При установке прибора сначала вставляют головку прибора в трубу, а затем пускают воздух в моторчик. После этого чистильщик подает прибор медленно и непрерывно вперед по мере сбивания им накипи. Если прибор отказывается итти свободно, необходимо потянуть его назад так, чтобы головка пришла в соприкосновение с сопротивляющейся накипью, а затем подавать медленно вперед, как и раньше. При большом зарастании трубы накипью пропускают сначала проходной наконечник (фиг. 66) по всей длине трубы, а затем уже надевают прибор. Прибор все время должен продвигаться в очищаемой трубе. Если слишком долго работать им на одном месте, он скоро снимет накипь и резцы начнут работать по очищенному металлу трубы,

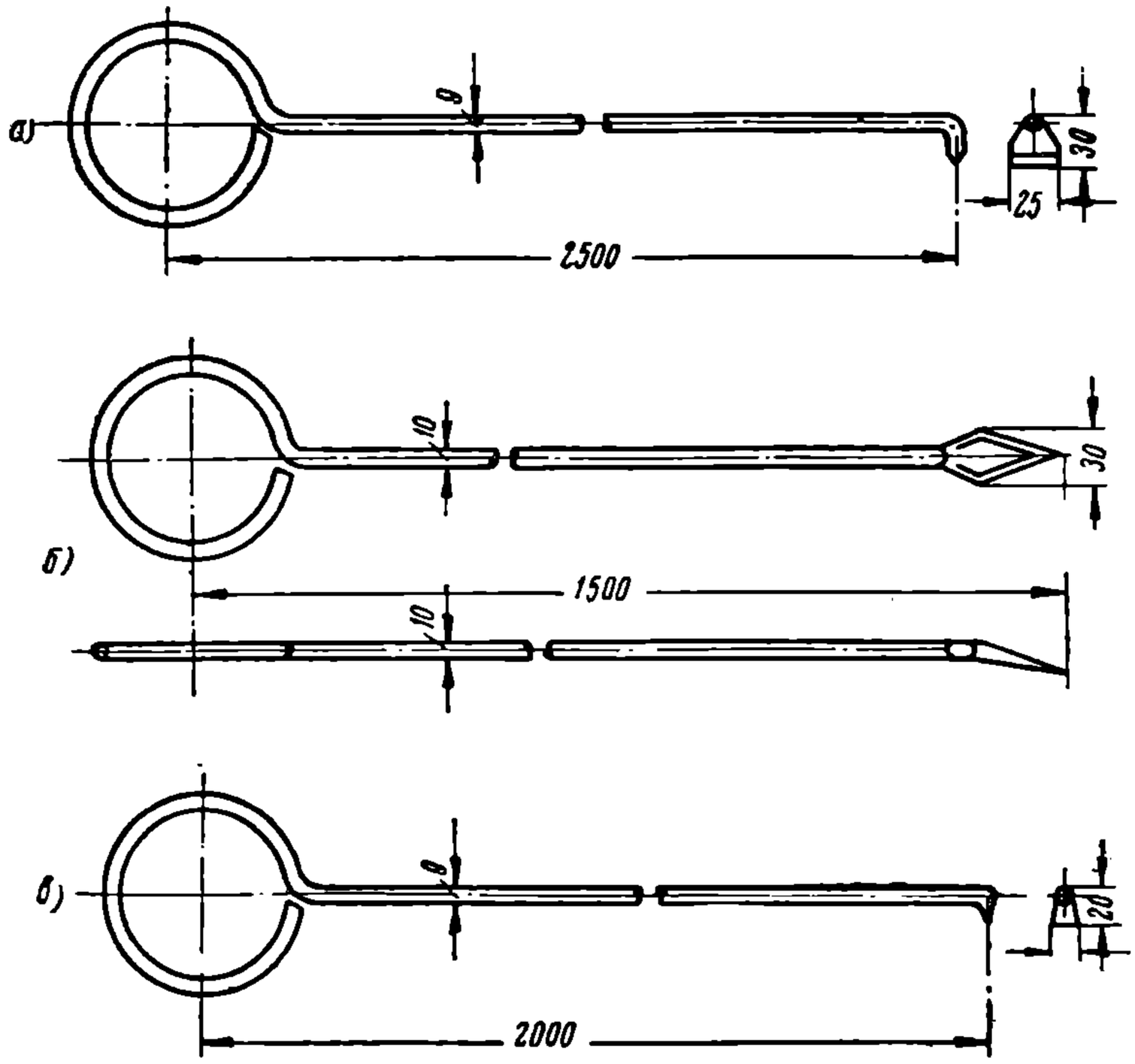


Фиг. 63

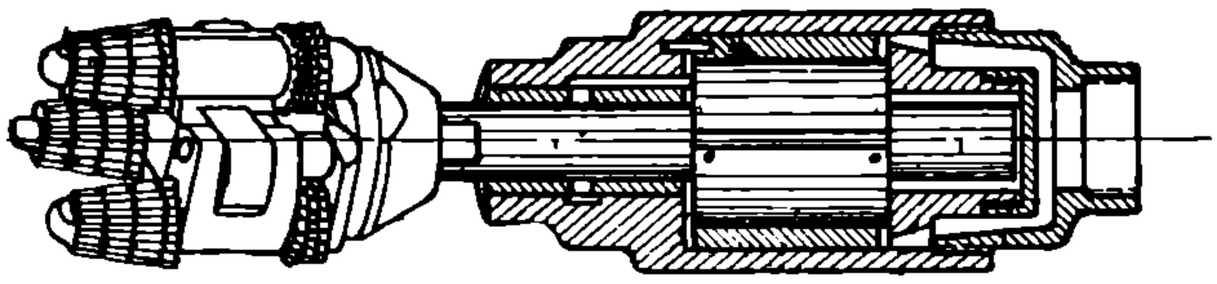
чем могут повредить ее стенки. После прохода всей трубы прибору не нужно давать выходить из трубы с переднего конца. На рукавчике делается отметка, чтобы работающий знал, где остановить продвижение прибора внутрь трубы. Смазка моторчика производится после очистки каждой трубы. Для смазывания прибора употребляется машинное масло. После окончания работы прибор очищают керосином, а мотор кладут в смазочное масло для предохранения его от ржавления. Для ввода и вывода шарошки или головки прибора употребляется направляющий желобок (фиг. 67), изготовляемый из кровельного железа. Один конец желобка вводится в раструб кипятильной трубы, а другой выходит из люка на 80—100 *мм* наружу. После введения шарошки желобок вынимается. Устройство электромеханического прибора в основном заключается в следующем: внутрь кипятильной трубы вводится шарошечная головка, соединенная гибким валом с электромотором. После введения шарошки внутрь трубы она приводится во вращательное движение электромотором. Направление вращения мотора при этом должно быть по часовой стрелке. Нормальное число оборотов мотора

НБ УГЛТУ (ДИТ)

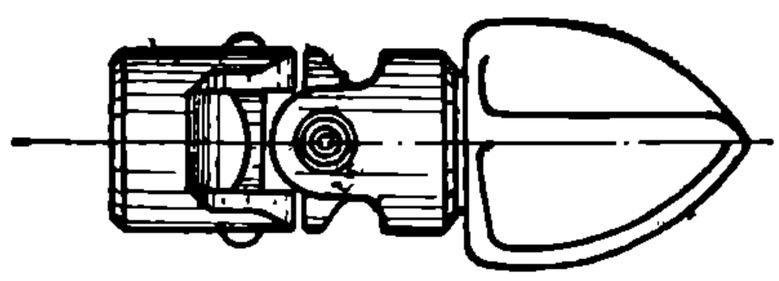
1 400 в 1 мин. Процесс очистки производится аналогично описанному выше. После окончания работы прибором головка его должна быть опущена в керосин,



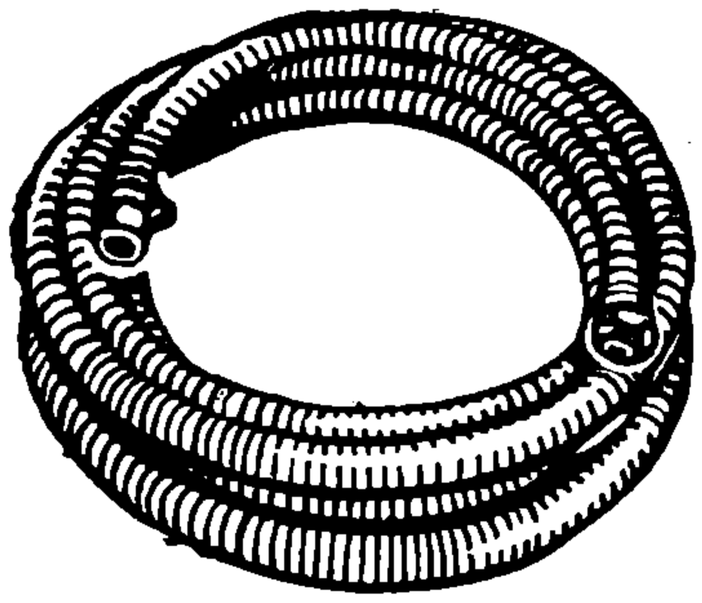
Фиг. 64



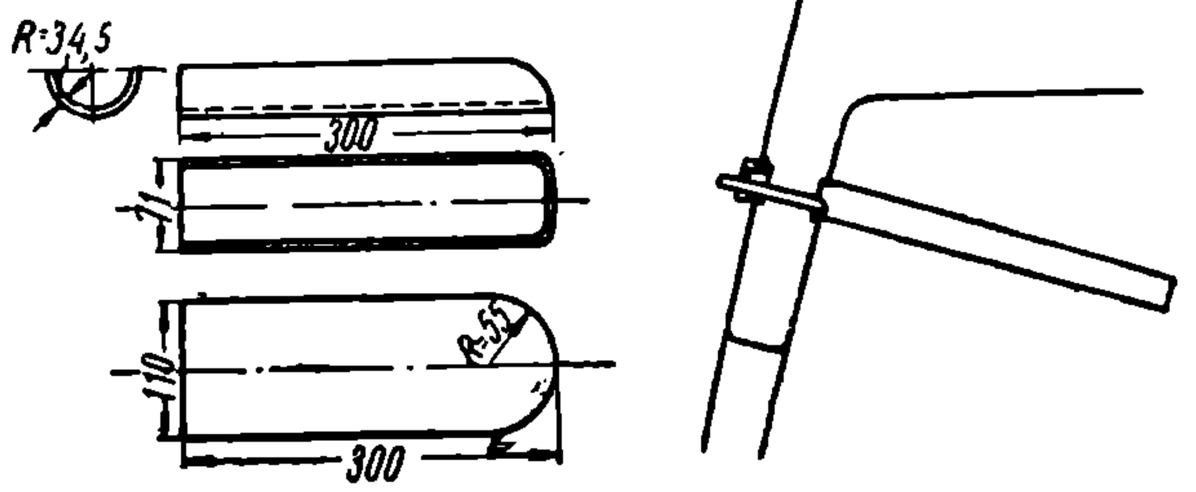
Фиг. 65а



Фиг. 66



Фиг. 65б



Фиг. 67

потом ее необходимо разобрать, прочистить и смазать. Гибкий вал вынимается также из брони, очищается от пыли и грязи и смазывается; мотор очищается и осматривается.

НБ УДУНТ (ДШТ)

ГЛАВА 4

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАПРАВКИ ПАРОВОЗОВ

§ 16. Обычная огневая заправка

Сущность заправки паровоза заключается в наполнении котла водой, разжоге топлива в топке, получении пара в котле с давлением, необходимым для самостоятельного передвижения и выезда паровоза из депо, и в достижении надлежащей интенсивности горения топлива.

Все применяемые в настоящее время методы заправки паровозов можно разбить на две группы. К первой группе могут быть отнесены различные способы огневой заправки, ко второй — все способы безогневой (паровой) заправки.

Обычная огневая заправка сводится к следующему: паровозный котел наполняется холодной, горячей или теплой водой в зависимости от того, после какой промывки паровоз заправляется. Наполнение котла водой производится в пределах от четверти до половины водомерного стекла. После наполнения котла водой или в процессе наполнения на колосниковую решетку забрасываются или укладываются в определенном порядке дрова; затем они разжигаются. Когда горение дров становится достаточно устойчивым, начинается загрузка угля. Уголь забрасывается на горящие дрова периодически, вначале мелкими порциями, а затем все более увеличенными. Плохая воспламеняемость дров и особенно угля и отсутствие надлежащей тяги (разрежения) при сравнительно холодных стенках котла создают вначале весьма неблагоприятные условия горения. Лишь после того как на колосниковой решетке образуется небольшой слой скоксовавшегося горящего угля, условия горения приближаются к нормальным. В соответствии с этим и нагревание воды в котле идет вначале очень медленно. По мере увеличения интенсивности горения нагревание воды усиливается, и начинается парообразование. Примерно через 1—3 часа после разжога дров в зависимости от начальной температуры воды, количества воды в котле, качеств топлива, опытности кочегара и серии паровоза начинаются кипение воды, усиление парообразования и повышение давления пара в котле, которое через 2—4 часа достигает 2—3 *ат*. В это время для усиления тяги открывается сифон, благодаря чему интенсивность горения резко возрастает. Через 2 —5 час. после разжога дров давление пара в котле достигает 6—8 *ат*. Сифон закрывается, и на этом заправка заканчивается. Единственно положительным моментом обычной огневой заправки являются сравнительная простота и отсутствие необходимости иметь какие-либо специальные устройства для ее выполнения. Основным недостатком этого вида заправки являются большая продолжительность и большой расход топлива. Кроме того, как было указано в первой части курса, при такой заправке возникают громадные термические напряжения отдельных частей котла вследствие их неравномерного нагревания. Еще одним и существенным недостатком этого способа заправки является распространение дыма в депо благодаря недостаточной тяге.

§ 17. Усовершенствованные способы огневой заправки

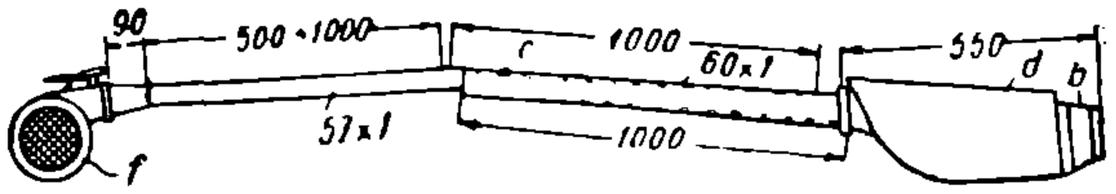
В связи с рядом недостатков обычной огневой заправки как за границей, так и у нас в СССР было предложено несколько усовершенствованных способов. Из этих способов ниже приводятся лишь наиболее характерные, отличающиеся друг от друга главным образом в части подготовки и растопки топлива.

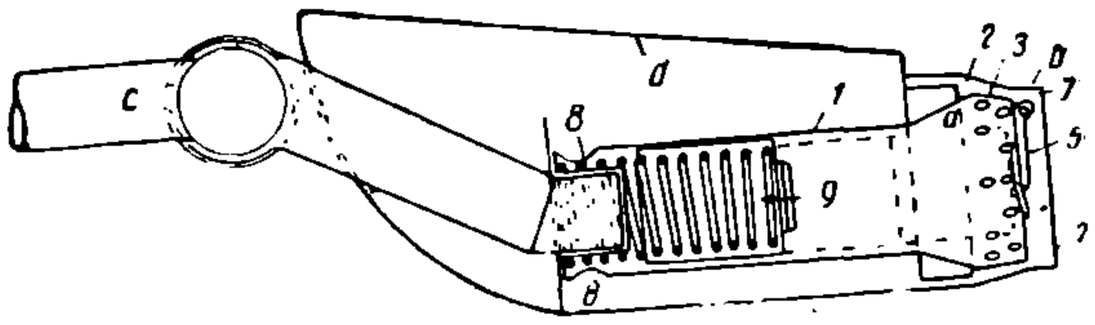
Наиболее известный усовершенствованный способ заправки, применяемый в наших депо, заключается в следующем: до или после наполнения котла водой на колосниковую решетку загружается слой угля (желательно легко воспламеняемый газовый или длиннопламенный уголь). Поверх этого слоя угля укладываются в клетках, располагаемых равномерно по площади решетки, мелкорасколотые и просушенные дрова или хворост или обрезки со стружками. Уложенное сверх слоя угля топливо обычным порядком разжигается и вслед за этим трубка сифона заправляемого паровоза соединяется гибким шлангом с воздушной или

НБ УГЛТ (ДГТ)

паровой сетью депо. Дрова или обрезки быстро загораются и вскоре разжигают уголь. По мере увеличения интенсивности горения производится загрузка угля. Усиленная тяга с самого начала разжога способствует созданию нормальных условий горения топлива, благодаря чему и нагревание воды в котле идет довольно быстро. Такой способ дает возможность произвести заправку паровоза за 1,5—3 часа (в зависимости от начальной температуры воды в котле и т. д.), и расход топлива при этом способе также значительно снижается.

За границей (в Германии, США и других странах) применяется разжог раскаленным топливом, огнеметом, нефтяной форсункой, светильным газом и т. д.





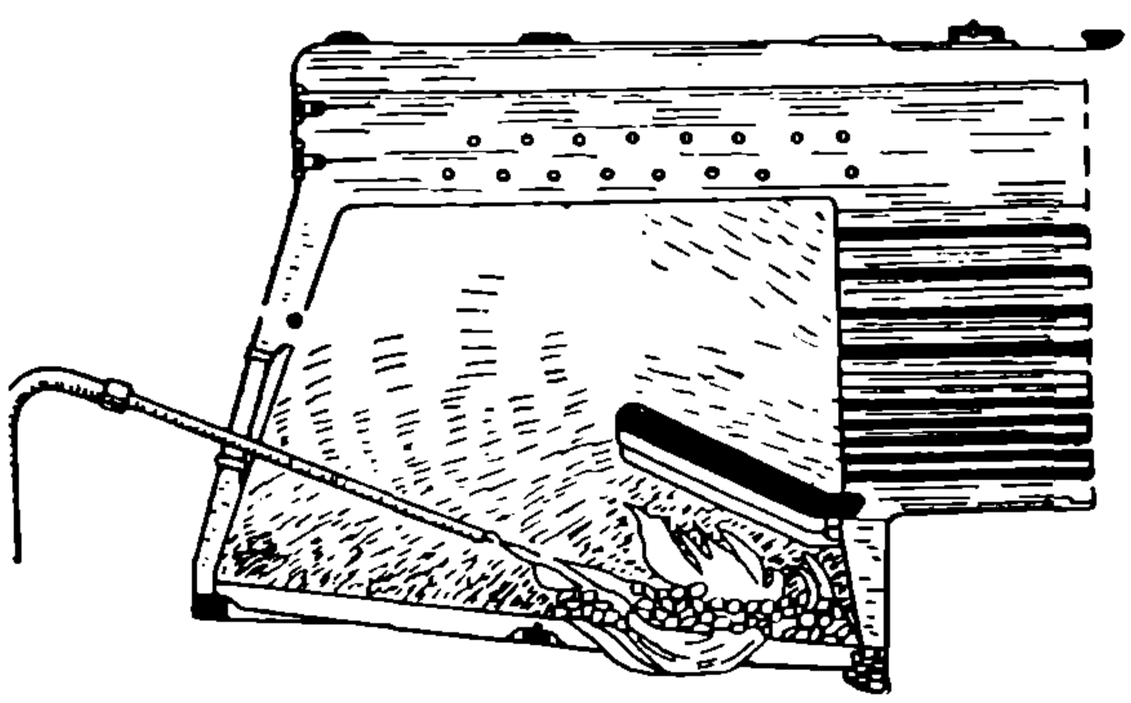
Фиг. 68

Способ растопки паровоза при помощи горящего топлива сводится к тому, что горящий уголь берется или из топки других паровозов или из печи пескосушилки и т. п. и загружается в топку заправляемого паровоза специальным совком. Заранее подготовленный слой угля в топке загорается, после чего включается искусственная тяга. Способ растопки с помощью огнемета заключается в том, что в специальный аппарат (фиг. 68) закладывают брикеты из древесных опилок, пропитанных смолой. Аппарат состоит из камеры сгорания *a*, насадки *b*, специального кожуха *d*, телескопической трубки *c* и вентилятора *f*, причем этот вентилятор может быть заменен подводом воздуха через специальное сопло.

Камера сгорания состоит из цилиндра *1* с шарнирным передним концом, который имеет двойной конус *2* и *3*. В этом цилиндре с помощью пружин *9* движется поршень, который, дойдя до ударника *5*, под действием этого последнего будет двигаться назад.

Насадка образует с передним конусом камеры сгорания кольцеобразное воздушное пространство *7*, которое служит для сжигания дыма. На заднем конце цилиндра имеется отверстие *8*, которое закрывается поршнем в его крайнем левом положении.

После закладки в аппарат брикета его зажигают спичкой и вставляют в огневую коробку через топочную дверцу. Зажженный аппарат вводят в топку и покрывают углем (фиг. 69). После этого пускают воздух при закрытом поддувале и лишь через 2—3 мин. медленно открывают поддувало. Через 1—2 мин. после открытия поддувала уголь в топке настолько разгорается, что аппарат можно вынуть из топки. Аппарат дает пламя от 1 000 до 1 300°.



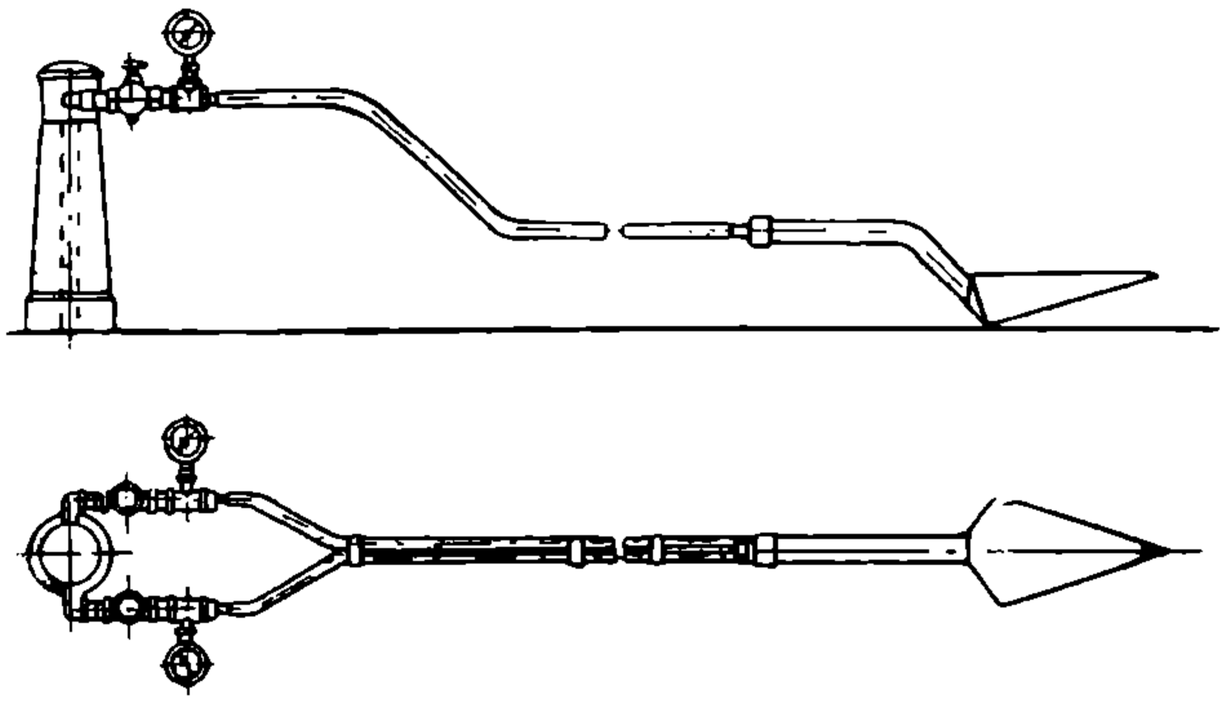
Фиг. 69

В Америке применяется способ разжога нефтяной форсункой, при помощи которой разжигается уголь, заброшенный в топку.

У растопочного пункта в бетонной яме, покрытой сверху железным листом, имеются вентили трубопроводов для нефти и сжатого воздуха, уложенные в земле; там же хранятся резиновые рукава форсунки. Для заправки форсунки вынимают из ящика и переносят в будку паровоза. Набросанное на колосниковую решетку топливо за время промывки подсыхает, что значительно ускоряет процесс воспламенения угля. В течение 5—10 мин. нефтяная форсунка зажигает

НБ ВГУНТ (ДГТ)

уголь по всей поверхности колосниковой решетки. Ввиду высокой ценности нефти следует применять другие методы растопки. Способ растопки паровоза с помощью светильного газа заключается в применении специальной газовой горелки, показанной на фиг. 70. После разжога топлива в топке заправляемого паровоза включается искусственная тяга, и дальнейшая заправка идет аналогично описанному выше.



Фиг. 70

Все эти способы не избавляют котел от вредных тепловых напряженпй и только искусственная циркуляция воды в котле (применяемая при теплой промывке) решает этот вопрос удовлетворительно, поэтому лучшим способом огневой заправки является в настоящее время такой, при котором правильно выбрано и подготовлено топливо, применено искусственное усиление тяги и искусственная циркуляция воды в котле как при заправке после теплой промывки, так и после холодной и горячей.

§ 18. Безогневая (паровая) заправка паровозов

Сущность безогневой заправки заключается в зарядке котла горячей водой и паром с последующим разведением огня в топке за пределами здания депо. Имеется большое количество всевозможных вариантов безогневой заправки. Ниже даются описания лишь некоторых основных вариантов заправки.

а) Наполнение котла водой с последующим прогревом ее паром (старый германский способ)

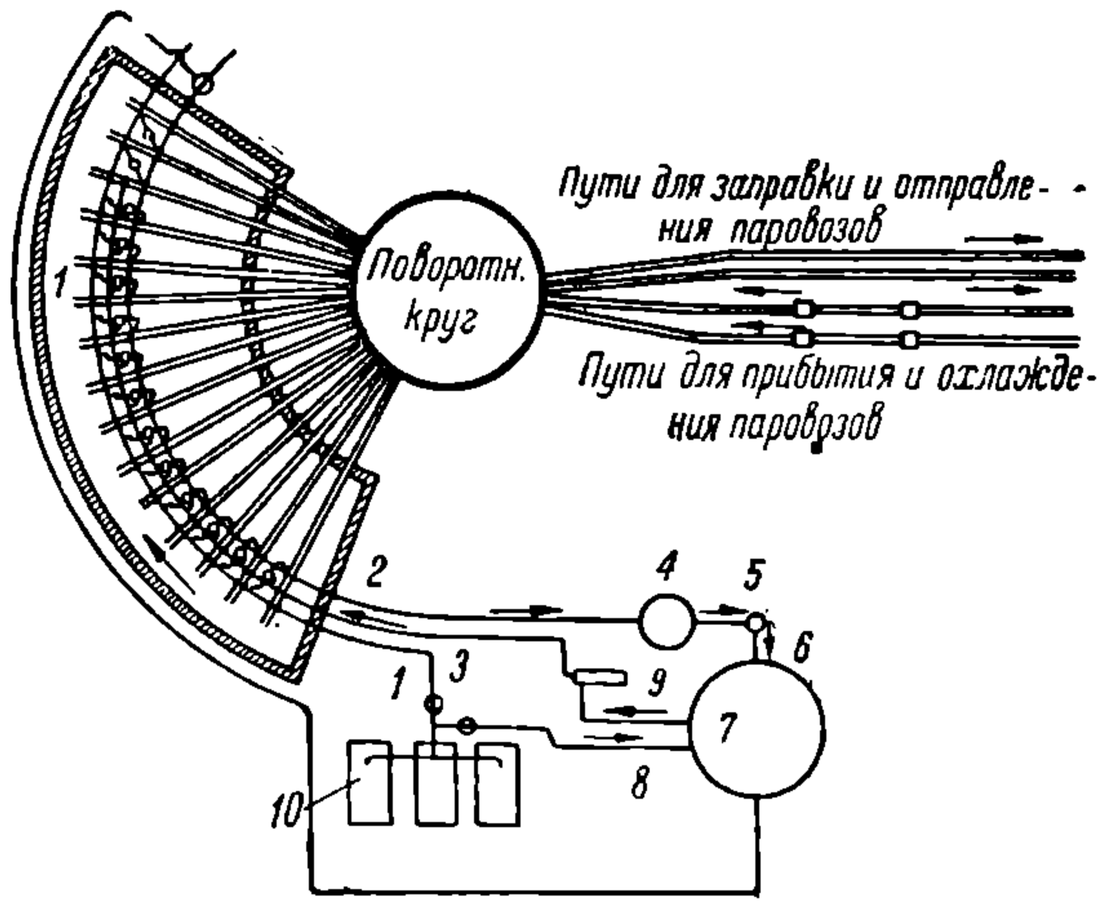
Этот способ заключается в наполнении котла холодной, горячей или теплой водой (в зависимости от произведенной перед заправкой той или иной промывки) и впуске (обычно через спускной кран) свежего пара из стационарного или паровозного котла другого (горячего) паровоза. При этом пар конденсируется и нагревает воду настолько, что в котле заправляемого паровоза образуется пар с давлением до 4—8 *ат*, вполне достаточным для выезда паровоза из депо без огня в топке. Уже за пределами здания депо производится растопка. К обычному оборудованию горячей промывки добавляется еще котельная, имеющаяся в каждом депо. Расход пара для заправки паровоза после теплой промывки по подсчетам инж. В. В. Черникова для паровозов серии Э^{У} составляет около 2 180 *кг* и для паровозов серии ФД — 3 585 *кг*; продолжительность же заправки соответственно составляет для паровозов серии Э^{У} 35—40 мин. и паровозов серии ФД — 1 час.

Основные недостатки этого способа сводятся к следующему: вследствие слабой теплопроводности воды, почти полного отсутствия циркуляции воды в начале процесса и усиленной конденсации пара создается резкая разность температур частей котла, непосредственно прилегающих к месту подвода пара, и частей, удаленных от этого места; отсюда возникновение резких деформаций котла. Кроме того конденсация пара в этом случае служит причиной резких гидравлических ударов, вызывающих сильное дрожание котла. Только когда температура воды достигнет 100—105°, гидравлические удары прекращаются. Следовательно для наших условий этот способ заправки является совершенно неприемлемым.

НБ УАДТ (ДШТ)

б) Американский способ безогневой заправки «direct steaming»

Американская железнодорожная техника несколько лет назад создала довольно стройную систему «direct steaming», включающую в себя не только безогневую заправку в удачной комбинации с промывочной установкой, но также и непосредственное питание отстойных паровозов паром. Этот способ безогневой заправки в американских депо впервые применен в 1926 г., и в настоящее время значительное количество депо оборудовано для заправки именно по системе «direct steaming». На фиг. 71 приведены схема и план установки и расположения трубопроводов системы «direct steaming»: *1* — трубопровод свежего пара, который проходит под стропилами депо по всем стойлам, *2* — трубопровод для спуска пара из котлов охлаждаемых паровозов, *3* — трубопровод для питания котлов паровозов горячей водой, *4*—сепаратор пара и воды, поступающих по трубопроводу от охлаждаемых паровозов, *5* — конденсатор пара с применением водяного охлаждения, *6*—трубопровод для подачи воды в резервуар, *7* — резервуар для горячей питательной воды, *8* — паропровод для подогревания питательной воды, *9* — насосное оборудование, *10* — стационарные котлы. Из плана расположения трубопроводов и агрегатов видно, что они одновременно являются устройствами для горячей промывки за исключением паропровода свежего пара. У каждого стойла в депо и места стоянки паровоза на путях имеются отводы для присоединения гибких рукавов или труб с металлическими подвижными соединениями к спускным кранам паровозных котлов. Запорные вентили трубопроводов и соединительных труб управляются рукоятками с пола депо и обеспечивают различные переключения пара и воды, причем главнейшие вентили имеют электрический контакт, замыкающийся в открытом положении и зажигающий сигнальные лампочки в депо на контрольной доске котельной.



Фиг. 71

Сущность безогневой заправки по системе «direct steaming» заключается в следующем: у паровозов, поставленных в депо для промывки, на кочегарных канавах очищают колосниковую решетку и поддувало от горящего угля и шлака, затем на колосниковую решетку насыпается слой угля толщиной 100—150 *мм*, после чего дверцы топки и поддувала плотно закрываются. Далее паровоз на собственном пару заезжает в стойло депо. После этого из котла спускаются пар и вода и делается промывка. Вслед за промывкой и закрытием люков пустой котел паровоза предварительно в течение нескольких минут прогревают паром с давлением 1—2 *ат*. Затем в котел подается смесь пара и воды с температурой, соответствующей давлению 1 *ат*. При появлении в водомерном стекле воды (причем давление пара в котле должно быть около 0,7—1 *ат*) доступ горячей воды прекращают, оставляя открытым вентиль для повышения давления пара в котле до 5—6 *ат*. После этого закрывают спускной кран котла, разъединяют подвижное соединение с трубопроводом депо, и паровоз выходит из депо на своем пару. На выходных путях депо производится разжог топлива в топке паровоза нефтяной форсункой (описание в § 17). Продолжительность такой заправки колеблется в пределах 30—45 мин. Для заправки холодного паровоза требуется 2 700 *кг/час* пара.

В тех случаях, когда промывки паровозного котла не требуется, а до отправления паровоза с поездом имеется интервал времени в несколько часов, произ-

НБ УЛУНТ (ДІТ)

водится полная чистка колосниковой решетки и поддувала, а затем загружается свежее топливо. После этого на место стоянки паровоза к спускному крану присоединяют гибкий рукав для подвода пара от стационарной котельной установки. Подвод пара делается с таким расчетом, чтобы поддержать давление пара в котле до 7 *ат*. За несколько минут до требования паровоза под поезд давление пара доводится до рабочего, а затем производится разжог огня в топке аналогично описанному выше.

Безогневая заправка по системе «direct steaming» обеспечивает равномерный прогрев всех частей котла, потому что смесь пара и воды подается уже в подготовленный подогретый котел. Подача смеси, имеющей все время одинаковую температуру, способствует дальнейшему выравниванию температур всех частей котла. Последний прогрев воды паром также не вызывает расстройства; гидравлические удары отсутствуют. Этот способ помимо сложных переключающих устройств требует также довольно значительного усиления котельных.

в) Прогрев и наполнение котла паром с последующим наполнением перегретой водой (чехословацкий способ)

При этой системе заправка паровоза включена в общее теплосиловое хозяйство депо. Система состоит из котельной установки повышенного давления в 40 *ат*, работающей на паротурбину с генератором из двухступенчатой аккумуляторной установки отъемного пара «высокого давления» 15 *ат* и низкого 2 *ат*. В систему удачно включены промывочная установка и устройство для безогневой заправки паровоза. Система вполне замкнутая. Для заправки используются отъемный пар из турбины 15 *ат* и перегретая вода высокого давления. Промывочные и охлаждаемые паровозы спускают пар до 2 *ат* в аккумулятор низкого давления, а воду вместе с оставшимся паром через противоточный подогреватель (подогревающий свежую воду для наполнения) в промывочный резервуар. После горячей промывки котел прогревается и наполняется отъемным паром. Затем подается перегретая вода из аккумулятора высокого давления. Наполнение производится через подбрюшный кран котла. Конечное давление заправки соответствует рабочему. Заправка холодного паровоза (такого, как серии Э^{У}) требует около 900 *кг* пара и 6 500 *кг* перегретой воды. После горячей промывки требуется около 600 *кг* пара и 6 500 *кг* перегретой воды. Продолжительность заправки составляет 40—50 мин. Предварительный прогрев котла паром обеспечивает достаточно равномерное повышение температур в различных частях котла. Последующий ввод перегретой воды не вызывает расстройства, наоборот, температуры окончательно выравниваются. Система сложна, в условиях СССР в предложенном виде она применима лишь при наличии железнодорожной ТЭЦ.

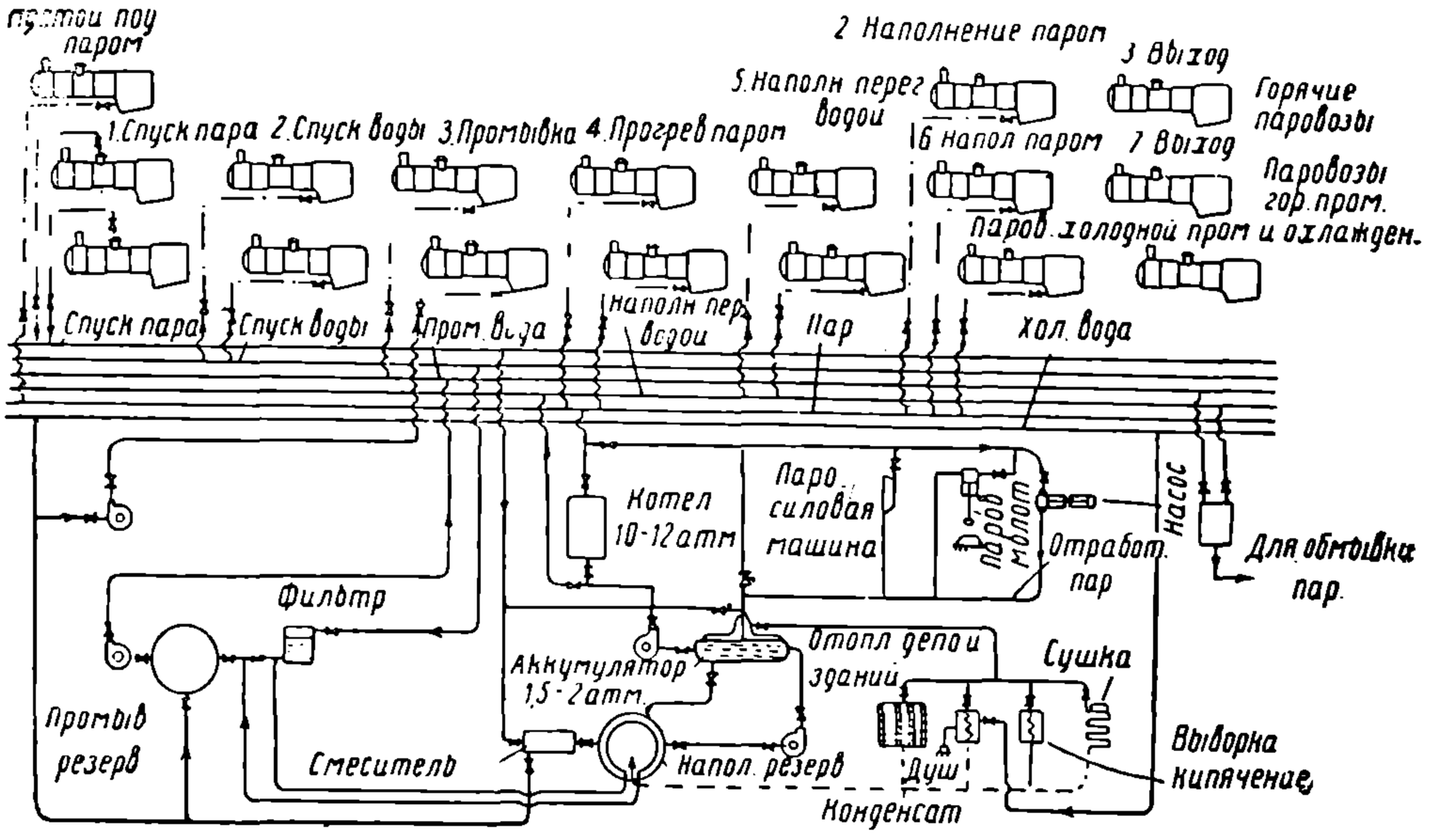
г) Безогневая заправка по системе бывшего Института реконструкции тяги

У нас в СССР безогневая заправка только начинает вводиться, причем имеется ряд проектов безогневой заправки. Наибольшие внимание и интерес заслуживает система ИРТ, разработанная под руководством инж. В. В. Черникова (фиг. 72). Система разработана в двух вариантах, сущность ее заключается в следующем.

Первый вариант. Паровозы, поставленные на промывку, после спуска пара, спуска воды и промывки прогревают паром примерно до 120°. Пар для прогрева подается из стационарного котла или из аккумулятора, после этого в котел подается перегретая вода из аккумулятора, затем следует прогрев воды паром до 8 *ат*, и паровоз готов к выходу под разжог. Отстойные паровозы входят и выходят из депо без огня. Во время стоянки в депо они присоединяются к паровой магистрали лишь для поддержания давления пара. Перед выходом давление пара повышается до 8 *ат*. Пар для питания и заправки поступает из стационарных котлов. Котлы могут быть любой системы с давлением от 10 до 14 *ат*. От тех же котлов питаются и другие потребители депо (насосы, молоты и пр.), отходящий же пар от этих

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

потребителей после очистки направляется в аккумулятор. Кроме того аккумулятор питается паром и от стационарных котлов; из аккумулятора питаются все потребители пара и воды низкого давления: отопление, кипятильники, выварка, сушка, купальни и пр. Весь конденсат от этих потребителей поступает в резервуар наполнительной воды. Сюда же поступает свежая вода, подогретая паром в смесителе. Из наполнительного резервуара горячая вода перекачивается в аккумулятор, где она перегревается. Перегретая вода идет на заправку и ею же



Фиг. 72

питаются стационарные котлы. Расход пара на заправку паровоза серии Э^{У} после теплой промывки составляет 1 500 *кг* и расход перегретой воды — 6 500 *кг*.

В т о р о й в а р и а н т. Порядок питания отстойных паровозов паром такой же, как было указано выше. У паровозов же, поставленных на промывку, сначала спускаются пар и вода, а затем делается промывка также, как и в первом варианте. Но предварительный прогрев котла паром продолжается до тех пор, пока давление пара в котле не установится равным 8 *ат*. Таким прогревом котел подготовливается к приему перегретой воды высокой температуры. Затем котел наполняется водой 8—9 *ат* из аккумулятора, включенного параллельно с котлом; этот же аккумулятор отдает пар потребителям депо. На этом и заканчивается процесс заправки. Продолжительность такой заправки выражается в 30—40 мин.

Г Л А В А 5

ПОДЪЕМОЧНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

§ 19. Обоснование выбора типов и определение потребного количества транспортных приспособлений

При ремонте паровозов в депо приходится поднимать и транспортировать тяжелые части для подачи их в различные отделения мастерских, кладовые и обратно. Эта работа требует большой затраты рабочей силы. В целях облегчения труда, ускорения и удешевления производства подъемка и транспортировка частей и материалов должны быть механизированы.

Механическое оборудование, применяемое для этой цели, зависит от типа ремонтируемого подвижного состава.

НБ УГЛУНТ (ДШТ)

Для ориентировки при выборе подъемочных средств при ремонте современных паровозов приводится сравнительная таблица размеров их и веса отдельных деталей (табл. 14).

Таблица 14

№ п/п	Детали	Серии паровозов					
		О	Э	ФД	СУ	М	ИС
1	Длина паровоза с четырехосным тендером в *мм*	18 691	20 485	25 798	—	22 959	25 430
2	Длина паровоза с шестиосным тендером в *мм* . . .	—	—	28 274	—	—	29 723
3	Вес поршневых дышел в *кг*	—	200	418	184	—	445
4	Вес осевой буксы в *кг*	—	110	330	145	—	333
5	Вес кулиссы в *кг* . . .	—	70	245	57	—	193
6	Вес паровоза с четырехосным тендером в *т* . . .	103	130	204,4	146	168	213
7	Вес паровоза с шестиосным тендером в *т* . . .	—	—	240	—	—	250
8	Давление на ось в *т* . .	12	16	20	17	18,3	20

Табл. 14 ясно показывает, что проведение механизации деповских ремонтных работ является весьма актуальной задачей, также должна быть механизирована передвижка холодных паровозов.

Кроме видов ремонта на типы и количество подъемно-транспортного оборудования большое влияние будут оказывать организация работы, сменность работ в депо, специализация работ, т. е. специфичность работ, выполняемых отдельными группами рабочих, а также расположение в депо рабочих мест.

В данное время в депо имеются следующие две основные группы рабочих:

1. Группа рабочих, участвующих в разборных и сборных работах на паровозе, т. е. производящих монтаж.

2. Группа рабочих, участвующих в ремонте паровозных деталей по подсобным отделениям депо.

Кроме вышеуказанного общего деления приходится учитывать более детальное деление по узкой специализации группы, т. е. по бригадам и по отделениям.

Комплексные бригады производят работы у паровоза, остальные рабочие работают в подсобных отделениях депо, куда и направляются ремонтные детали паровоза.

§ 20. Транспортные приспособления

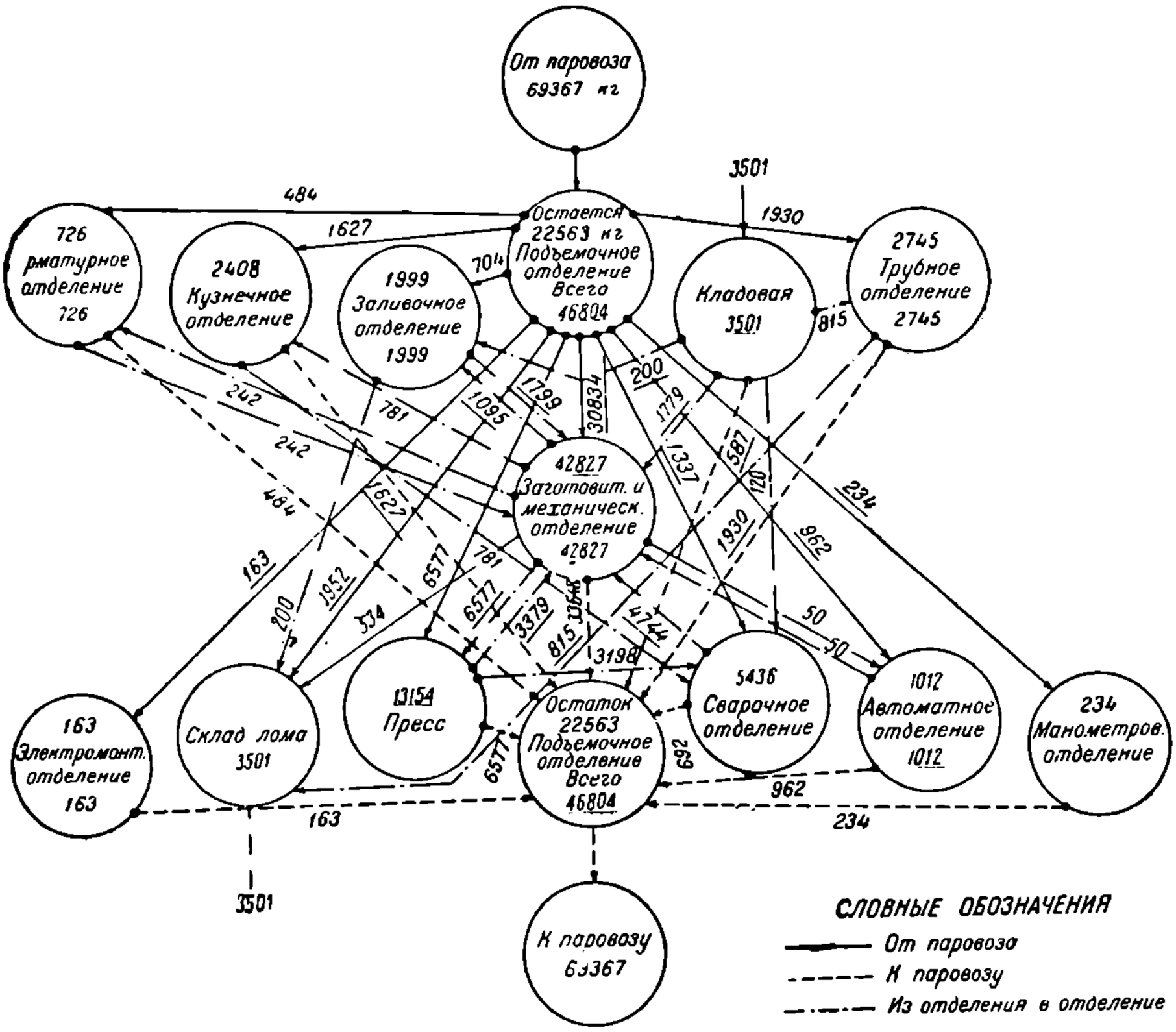
Транспортное хозяйство депо должно быть организовано соответственно потребности транспортировки частей и материалов.

Для иллюстрации направления и количества транспортируемых грузов на фиг. 73а дана схема грузопотоков запасных частей и материалов в депо при подъемочном ремонте паровоза серии ФД, а на фиг. 73б — то же при ремонте, связанном с теплой промывкой паровоза серии ФД.

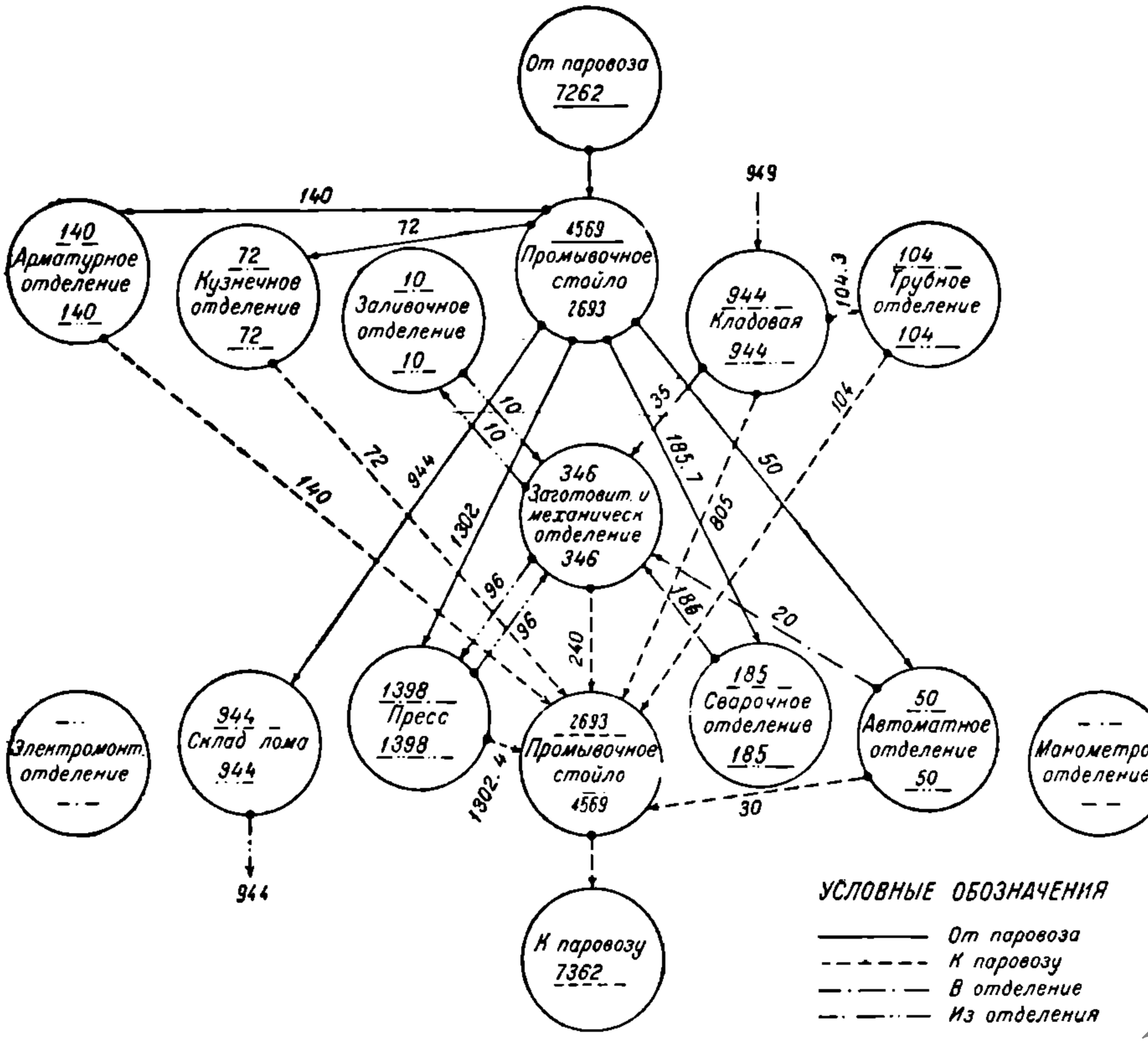
До настоящего времени во многих депо основными путями потоков служат узкоколейные линии, по которым вручную передвигаются тележки, для перемещения которых в груженом состоянии требуется не менее 2—3 рабочих.

Для решения вопроса о пользовании ручными или механическими тележками большую роль играет состояние полов. Пол должен представлять как можно меньше препятствий для передвижения по нему тележек, а поэтому он должен быть ровным, гладким и достаточно крепким. Лучшим полом, полностью отвечающим перечисленным условиям, при применении на колесах тележек резиновых шин является бетонный, что подтверждается нижеприводимой табл. 15.

НБ УДУНТ (ДШТ)



Фиг. 73а



Фиг. 73б

НБ УДУНТ (ДШТ)

Таблица 15[1]

Результаты испытания по выявлению тяговой силы, потребной для передвижения четырехколесной ручной тележки с грузом в 1 *т*

№ п/п	Характер пола	Материал обода колес	Тяговые усилия в англ. фунт. при трогании с места	Тяговые усилия в англ. фунт. во время движения
1	Бетонный, гладкий, ровный пол с глазированной поверхностью	Металл Резина	22,5 26,5	14 20
2	Бетонный пол в удовлетворительном состоянии, с изношенной, но гладкой поверхностью	Металл Резина	53,5 34,0	30,5 30
3	Деревянный торцевый пол в хорошем состоянии	Металл Резина	62 39,5	34 31,5
4	Деревянный тесовый пол в хорошем состоянии при движении тележки поперек досок	Металл Резина	67 45	28 23,5
5	Деревянный пол с неровностями размером около 6 *мм*	Металл Резина	485 137	— —

Приведенная выше схема грузопотоков (фиг. 73) дает обоснование к выбору типов и определению количества подъемно-транспортных приспособлений, потребных в депо.

В табл. 16 показаны подъемно-транспортные приспособления, необходимые для депо с годовым пробегом паровозов около 7 500 000 *км*.

Мотовозы. Мотовоз применяется для подачи материалов в депо со склада, для подачи и передвижки вагонов с углем, платформ с колесными скатами, песком и другими грузами.

Тележки для перевозки скатов. Эти тележки предназначаются для передвижения колесных пар в тех случаях, когда колесные пары не могут быть перекачены по рельсам. Передача колесных пар на колесно-токарные станки в тех случаях, когда станки устанавливаются в подъемочном отделении, производится при помощи мостового крана.

Аккумуляторные тележки—электрокары. Электрокары служат для транспортировки запасных частей и материалов из отделения в отделение мастерских. Электрокары могут свободно передвигаться по проходам шириной 1,2—1,5 *м*. Электрокары приводятся в движение электромоторами, которые питаются электроэнергией от аккумуляторов, зарядка которых производится раз в четыре-пять дней.

Тележки подъемной силой 0,75 *т* могут поворачиваться на кривой радиуса 1,5 *м*, тележки подъемной силой 1,5 *т* могут поворачиваться на кривых радиуса 2,5 *м* (фиг. 74).

Ручные тележки. Применение ручной тележки как транспортного средства бывает выгодно лишь при условии обслуживания ее одним человеком. Она должна иметь минимальный собственный вес, малое сопротивление движению и малый радиус поворотов.

---

[1] Опыты производились при передвижении нагруженной тележки в Америке. Характеристика тележки, служившей объектом испытаний, следующая: четыре колеса, из которых передние, вращающиеся на шкворнях, имеют размеры 255 × 75 *мм* и задние на глухих осях 305 × 100 *мм*. Колеса установлены на роликовых подшипниках. Собственный вес тележки 190 *кг*. Нагрузка 1 *т* (журнал «За трактор и автомобиль» № 12, 1934 г., статья т. Гуляева).

НБ УГХТ (ДШТ)

Наименование оборудования	Число единиц	Характеристика оборудования	Место работы
Мотовоз	1	Нормальная колея	Хозяйственные работы депо
Тележка для перевозки скатов	1	Стальная сварная	От подъемки до механического отделения
Аккумуляторная тележка	2	$G = 1\,100$ *кг* $N = 2{,}7$ *квт-ч*	Подъемочное отделение Промывочные стойла
Тележки ручные железные	6	Ширина 0,6 *м* Длина 0,9 *м* Высота 0,5 *м* $G = 100$ *кг*	Подъемочное отделение Промывочные стойла
Домкраты Беккера (комплекты)	4	2 по 120 *т* 2 по 100 *т*	Подъемочное отделение
Подъемник для скатов	1	$G = 10$ *т*	Стойло со спускной канавой
Мостовой кран	1	$G = 10$ *т*	Подъемочное отделение для паровозов
Мостовой кран	1	$G = 7{,}5$ *т*	То же для тендеров (в случае разных помещений для ремонта паровозов и тендеров)
Мостовой кран у токарного станка	1	$G = 250$ *кг*	Механическое отделение
Передвижной кран на тележке	2	$G = 1$ *т*	Подъемочное отделение Промывочные стойла
Подъемник у бандажного станка	1	$G = 7{,}5$ *т*	Подъемочное отделение
Таль (подъемник)	—	$G = 1$ *т*	Инструментальное отделение
Таль (подъемник)	—	$G = 0{,}5$ *т*	Инструментальное отделение
Пневматический подъемник	2	$G = 5{,}5$ *т*	Механическое отделение
Подъемник для деталей паровоза ручной	1	—	Промывочные стойла
Подъемник для подвески букс	1	—	Подъемочное отделение
Подъемник для подъема золотниковых крышек (плоские золотники)	1	—	Промывочные стойла
Домкраты на каретке	—	—	Инструментальное отделение
Электролебедка	2	$G = 15$ *т*	Промывочные стойла Подъемочное отделение

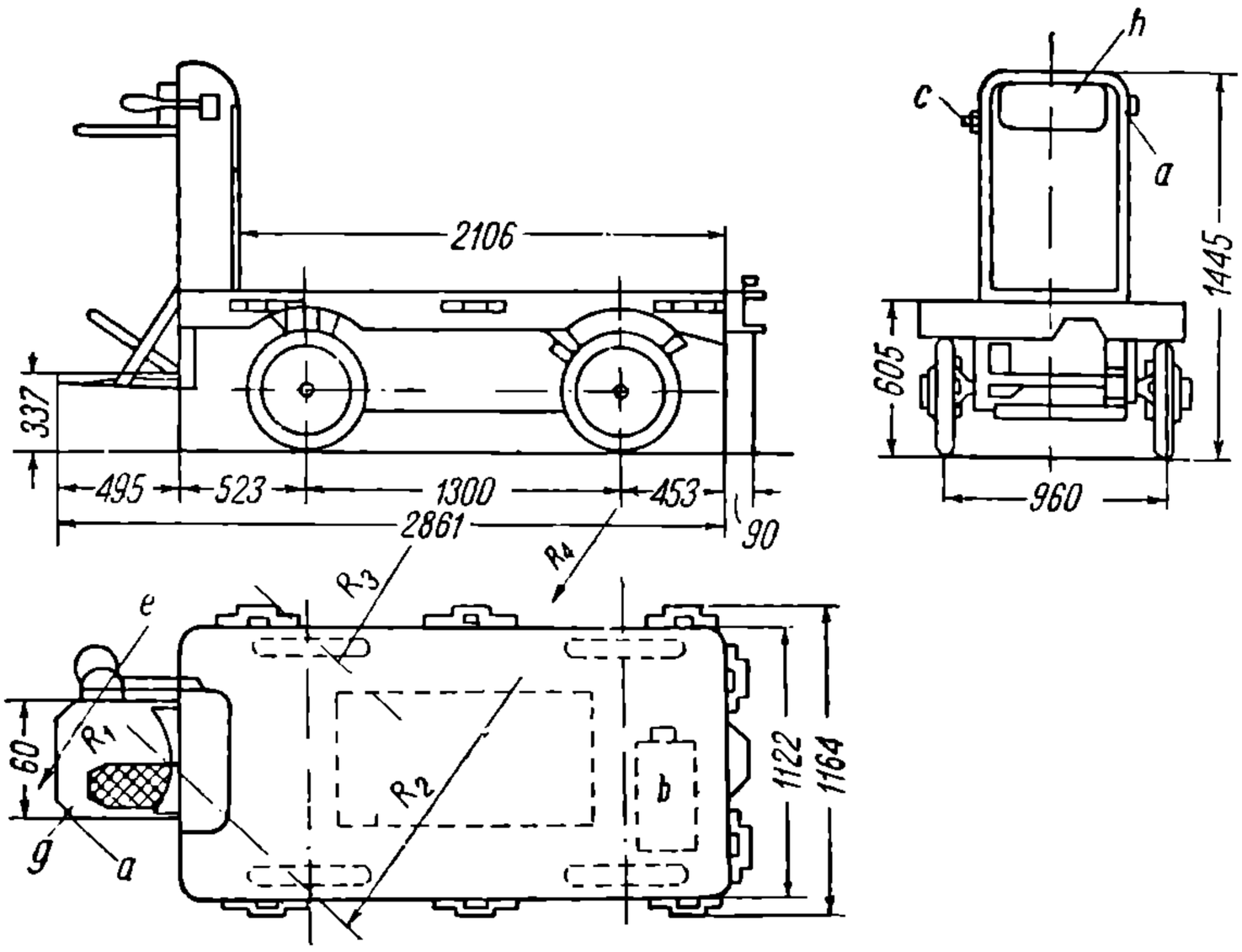
Примечания: 1. Перечень и количество оборудования в таблице указаны на основании данных двух больших депо железных дорог СССР.

2. Буквой G обозначена подъемная сила и буквой N—мощность оборудования.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Обычно тележка представляет собой платформу, покоящуюся на колесах при помощи металлических кронштейнов. Платформа бывает целиком деревянной, скрепленной иногда по углам железными угольниками, или состоит из металлической рамы с деревянным или железным настилом.

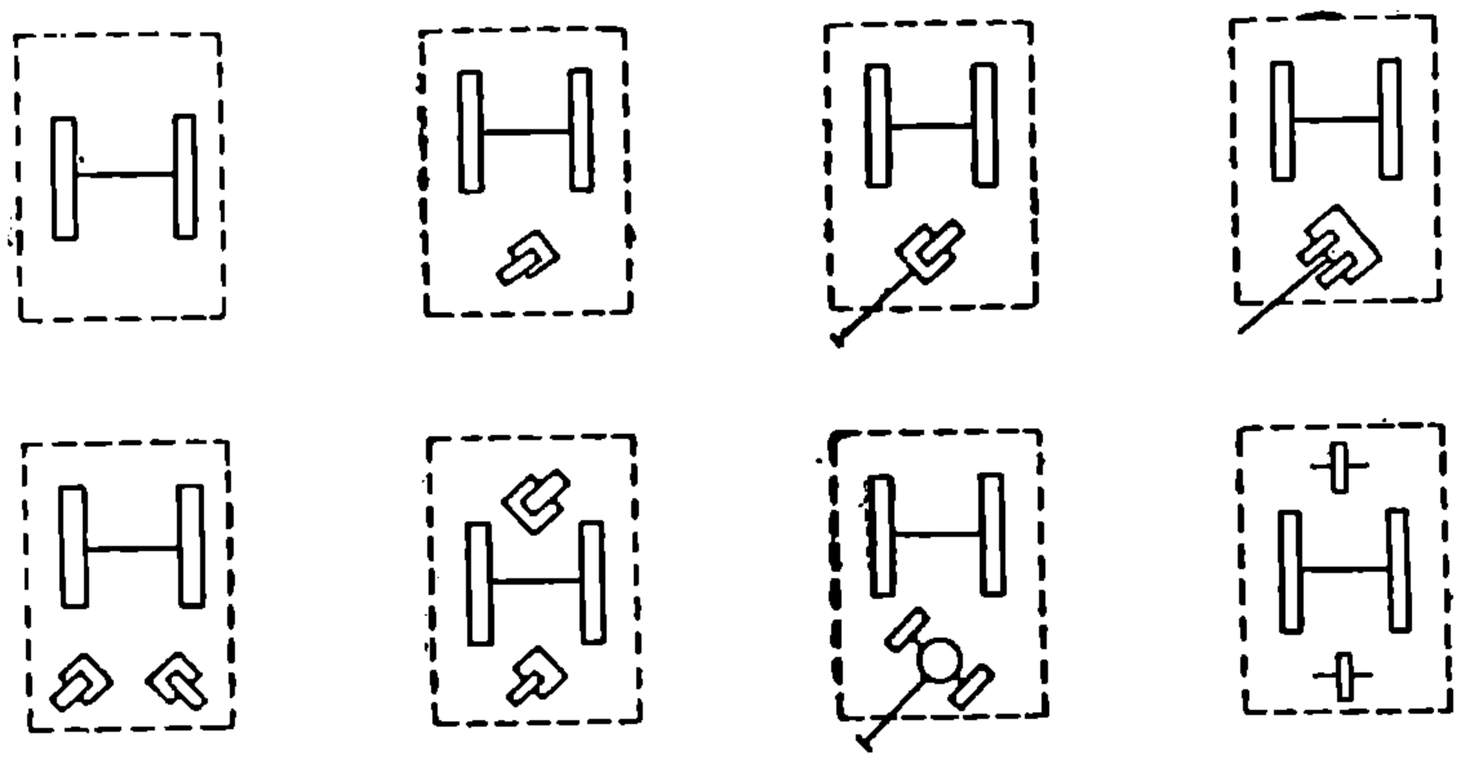
Число колес ручных тележек колеблется от двух до четырех. В целях облегчения поворотов колеса тележки делаются поворотными вокруг вертикальной



Фиг. 74

оси на шкворнях, но одна пара колес во всех конструкциях остается на неподвижной оси. Расположение колес и способы их крепления к тележкам приведены на фиг. 75.

Исключением является шестиколесная тележка английского типа. Все колеса имеют неподвижные оси. Для облегчения поворотов крайние колеса приподняты на 15—20 *мм*, так что поворот тележки осуществляется на средних колесах большого диаметра (фиг. 76).



Фиг. 75

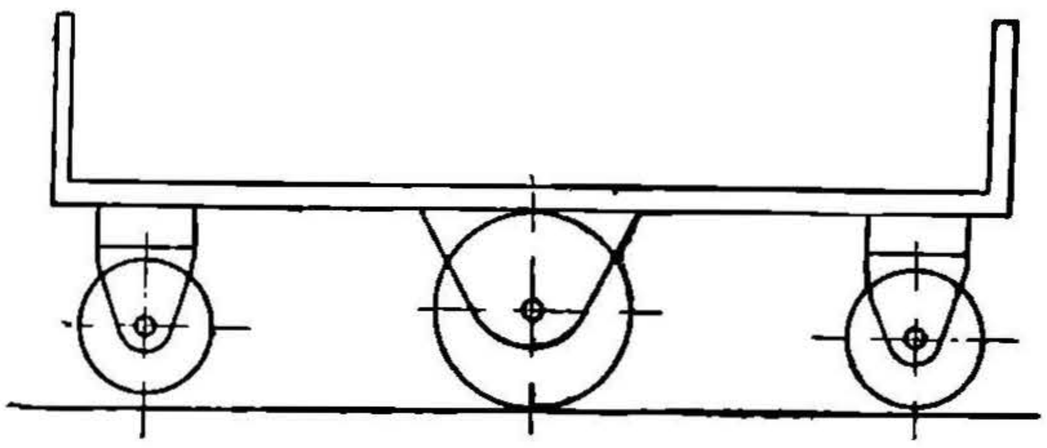
У двухколесной тележки колеса располагаются так, чтобы давление от перевозимого груза почти целиком приходилось на ось, чем освобождаются от лишних напряжений руки рабочего.

В конструкциях трех- и четырехколесных тележек давление от груза располагается так, чтобы большая часть его приходилась на неподвижную ось и меньшая—на поворотные колеса.

НБ УГЛУНТ (ДШТ)

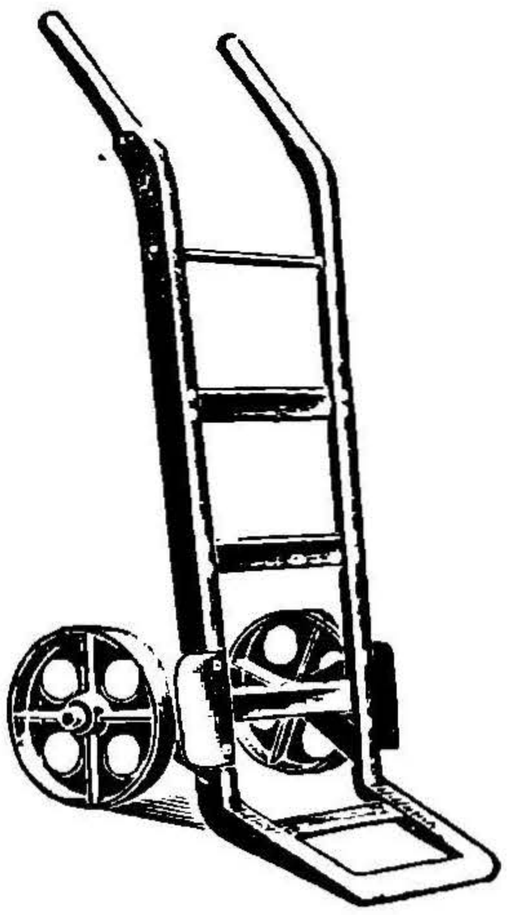
Для облегчения передвижения тележки колеса необходимо подбирать с наибольшим возможным диаметром и достаточно широкими ободами.

Размер колес ограничивается высотой тележки, которая делается для удобства загрузки довольно низкой, но в любой конструкции тележки диаметр одной пары колес, а именно той, которая посажена на глухой оси, должен быть значительно

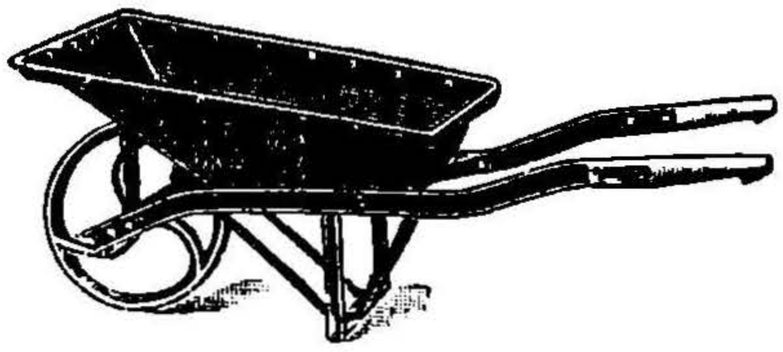


Фиг. 76

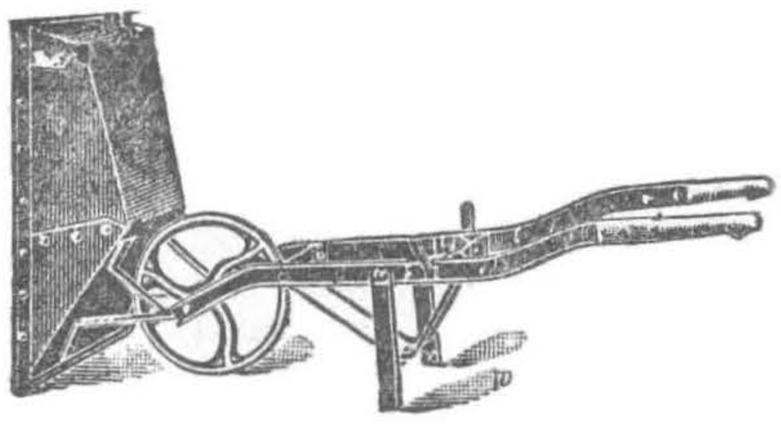
Фиг. 77



Фиг. 78



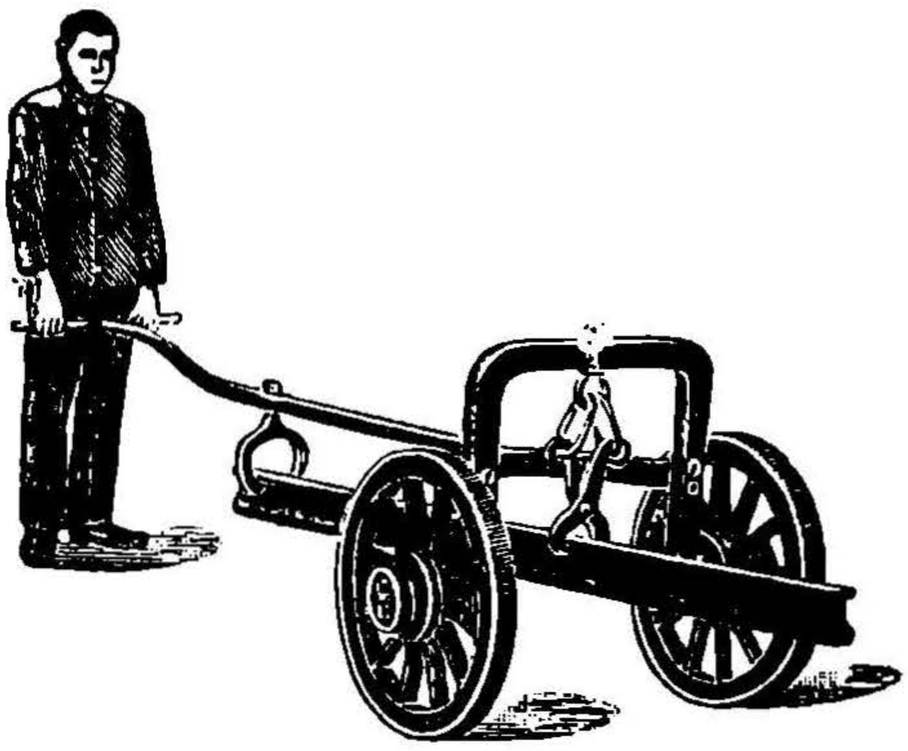
Фиг. 79а



Фиг. 79б

больше диаметра поворотных колес той же тележки. Это объясняется тем, что диаметр поворотных на шкворнях колес ограничен в размере не только высотой самой тележки, но и размером поворотных устройств, расположенных над колесами.

Вращение колес на осях осуществляется в ручных тележках на подшипниках скольжения или на подшипниках качения (шариковые, роликовые). Первый тип подшипников отличается простотой и дешевизной изготовления, но перемещение больших грузов на тележках со скользящими подшипниками требует довольно больших усилий. Применение роликовых или шариковых подшипников значительно дороже при их монтаже, но зато обладает ценными свойствами, так как перемещение таких тележек осуществляется с наименьшей затратой энергии, причем их пробег ускоряется, грузоподъемность их может быть значительно увеличена и применение их дает большую экономию в расходах по ремонту и смазке.



Фиг. 80

НБ УГУНТ (ДШТ)

Подшипники скольжения могут применяться в тележках с подъемной силой до 200 *кг*.

Колеса обычно стальные, чугунные или с резиновыми шинами. На фиг. 77—80 указаны различные типы ручных тележек.

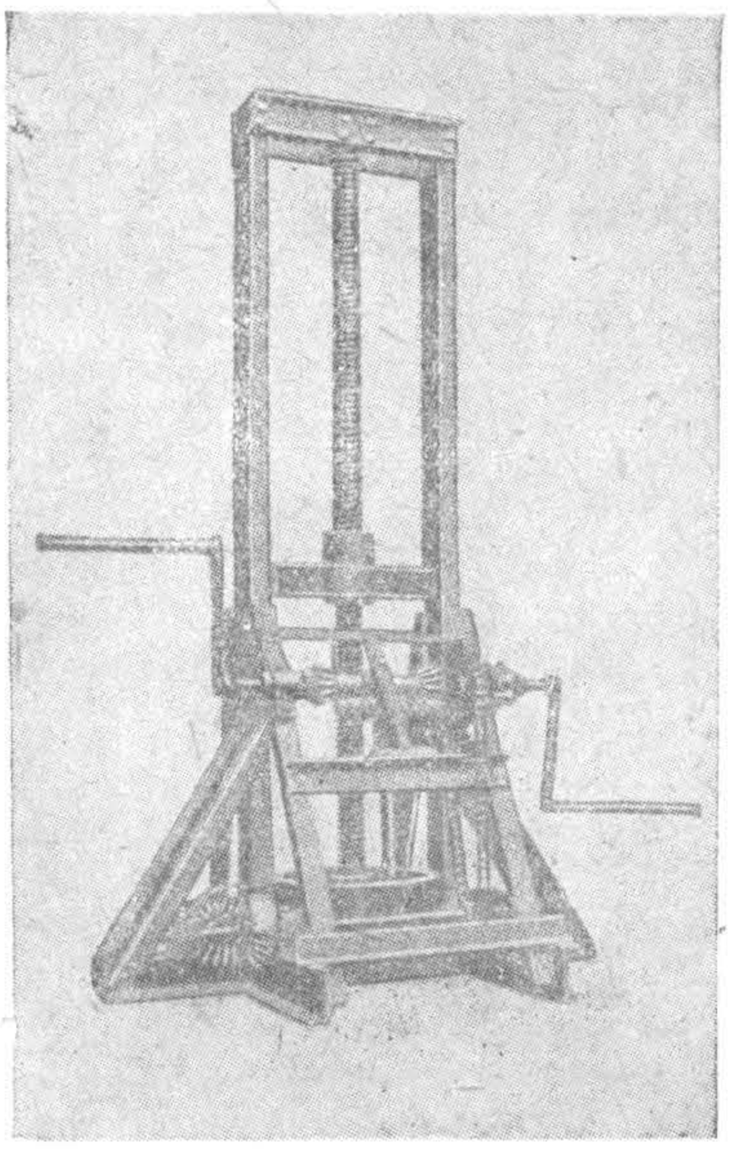
§ 21. Подъемные приспособления

Домкраты Беккера

Для подъемки паровозов в подъемочных стойлах устанавливаются комплекты домкратов Беккера, при помощи которых производится подъемка паровозов.

Домкраты Беккера представляют собой вертикальные станины (металлические или деревянные), в которых укреплен винт (фиг. 81). На винт навернута гайка с двумя хвостовиками, двигающимися в пазах станины. При вращении винта гайка поднимается или опускается, хвостовики гайки не дают ей возможности вращаться. Эти же хвостовики являются опорой для балок, которые подводятся под концы рамы поднимаемого локомотива или тендера.

Козлы домкратов устанавливаются на фундаментах попарно друг против друга (фиг. 82). При установке локомотива балка задней пары (по направлению хода локомотива) должна быть предварительно снята и затем после постановки локомотива вновь подведена под концы рамы локомотива и уложена на хвостовики гаек. Во избежание этой тяжелой операции в последнее время стали устанавливать заднюю пару домкратов так, чтобы балка в нерабочем состоянии помещалась ниже рельсов в специальном углублении. Рельс в этом месте имеет вставной кусок, убирающийся после постановки локомотива на место, благодаря чему балка беспрепятственно подводится под раму простым подъемом винтами домкратов. Такие домкраты называются домкратами с утопленной балкой.



Фиг. 81

В зависимости от серии ремонтируемых паровозов подъемная сила домкратов Беккера составляет:

а) Для паровозов мощностью, не превышающей мощность паровозов серий $Э^{У}$ и $С^{У}$, 80—100 *т*.

б) Для паровозов мощностью, соответствующей мощности паровозов серий ФД и ИС, 125 *т*.

в) Для более мощных паровозов 150 *т*.

г) Для тендеров четырехосных 50 *т*.

д) Для тендеров шестиосных 80 *т*.

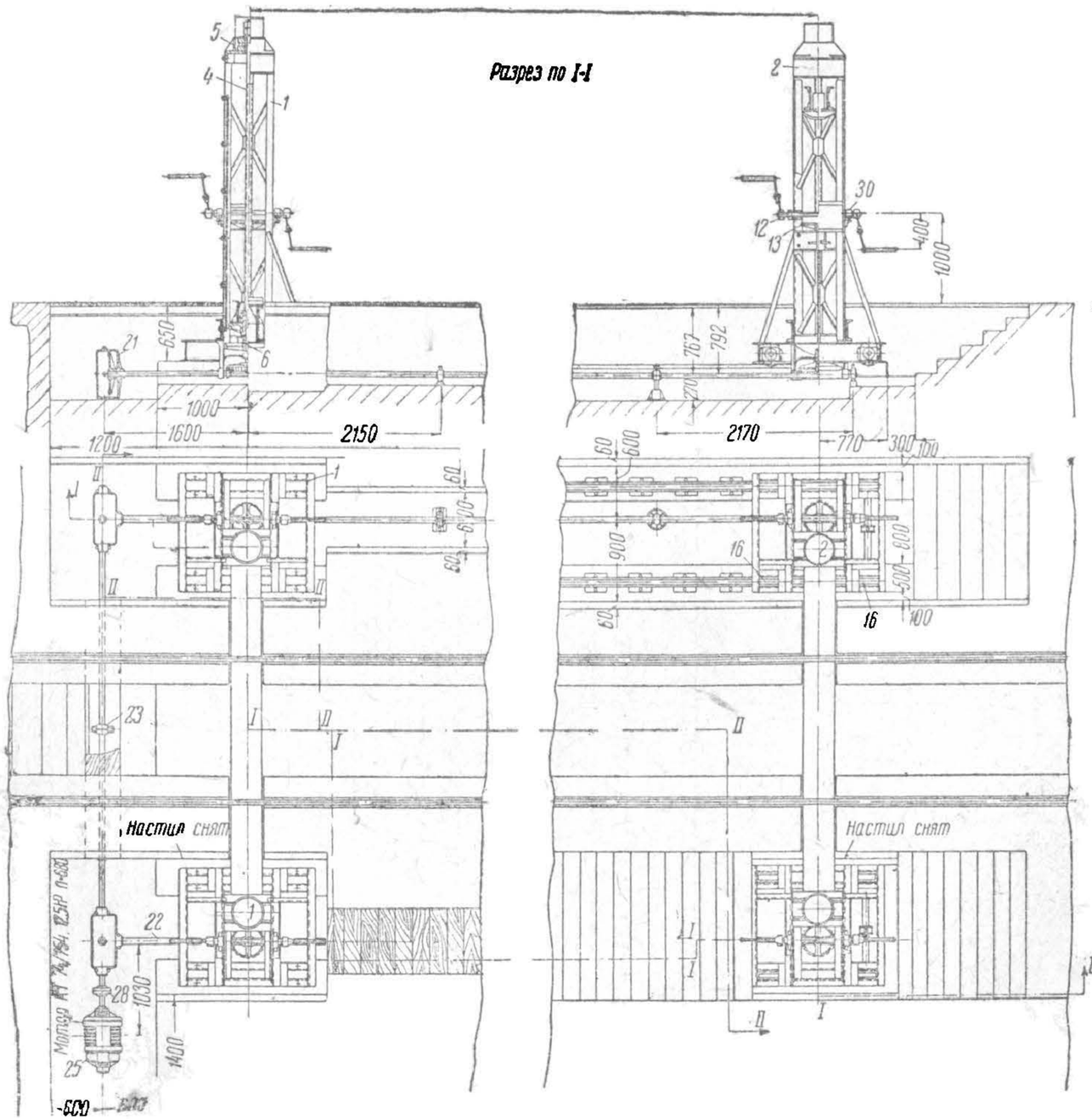
Количество комплектов домкратов Беккера определяется в зависимости от объема и фронта подъемочного ремонта, производимого в данном депо.

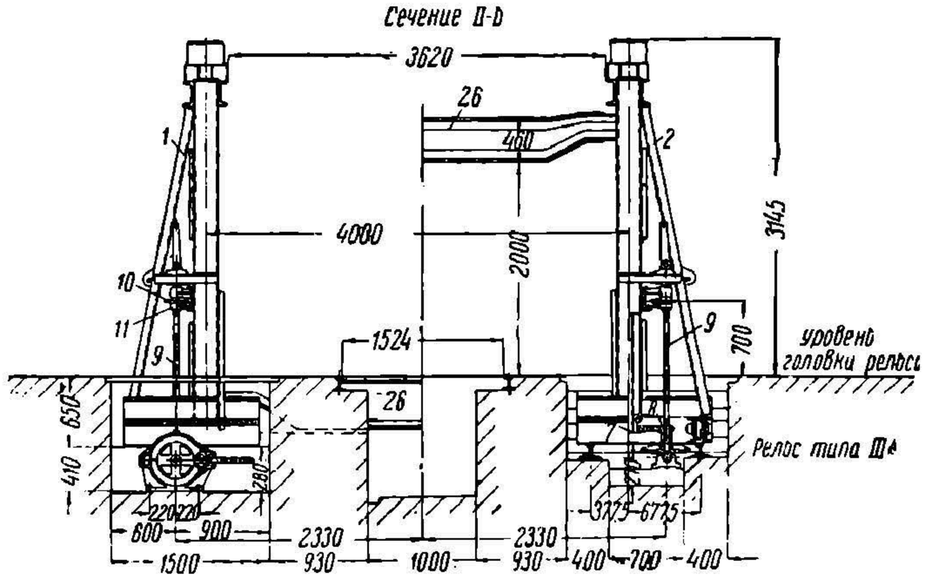
В старых домкратах Беккера винт вращается ручным приводом (фиг. 81). При увеличении веса паровозов работа вручную слишком тяжела, и подъемка отнимает много времени. В последнее время для облегчения труда и ускорения подъема домкраты механизируются—вращение винтов производится от мотора (фиг. 82). Во избежание перекоса вращение винтов всех домкратов должно быть равномерным. При механизации домкратов равномерное движение винтов достигается тем, что вращение всех винтов производится одним мотором при помощи валов, передающих вращение винтам (фиг. 82).

На фиг. 83 представлен общий вид передвижного мотора на тележке.

Домкраты Беккера по способу укрепления винта бывают двух родов: 1) винт, опирающийся на подпятник, 2) винт, подвешенный вверху домкрата.

НБ УДУНТ (ДШТ)





Фиг. 82

НБ УДУНТ (ДШТ)

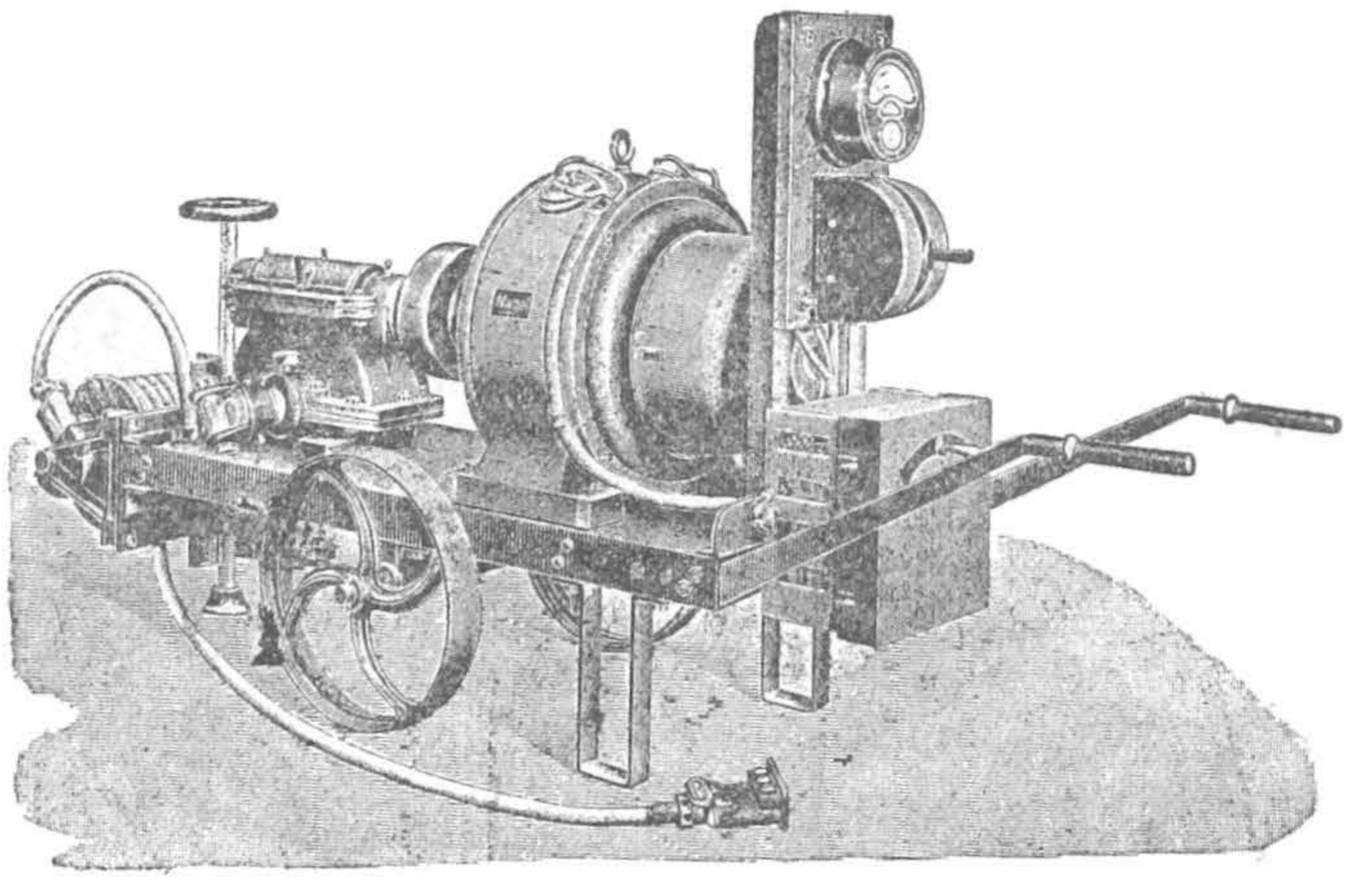
Последний способ более рационален, так как винт работает на растяжение, не подвергаясь продольному изгибу.

Подъемники опускных и выкатных канав

Эти подъемники предназначаются для опускания и выкатки отдельных колесных пар из-под локомотива или тендера.

Эти подъемники делаются или неподвижными или передвижными. В первом случае подъемник служит только для опускания и подъема колесной пары. Во втором случае подъемник опускает, перемещает и поднимает колесную пару, для чего он устанавливается на тележке, перемещающейся по рельсам.

Подъемная сила подъемников должна несколько превышать (на 5 *m*) нагрузку оси в рабочем состоянии, так как вначале необходимо приподнять ось для освобождения и уборки рельсов из-под колес. Когда колесная пара освобождена от нагрузки рессоры, т. е. во время самого процесса опускания и подъема,



Фиг. 83

подъемная сила должна соответствовать весу колесной пары с буксами или тележками.

а) Неподвижные подъемники. При пользовании неподвижными подъемниками большей частью устанавливаются два подъемника в двух соседних стойловых канавах. Опущенная колесная пара перекатывается по рельсам. Большей частью неподвижные подъемники устраиваются гидравлическими. Гидравлический подъемник представляет собой полый цилиндр, в который входит полое ныряло, закрытое снизу. Прозор между цилиндром и нырялом закрывается сверху сальником. В полый цилиндр нагнетается жидкость, под давлением которой ныряло выходит кверху. На верхней части ныряла помещается головка с выемкой, которая подводится под ось (фиг. 84). Длина цилиндра и ныряла должна соответствовать высоте опускания колесной пары.

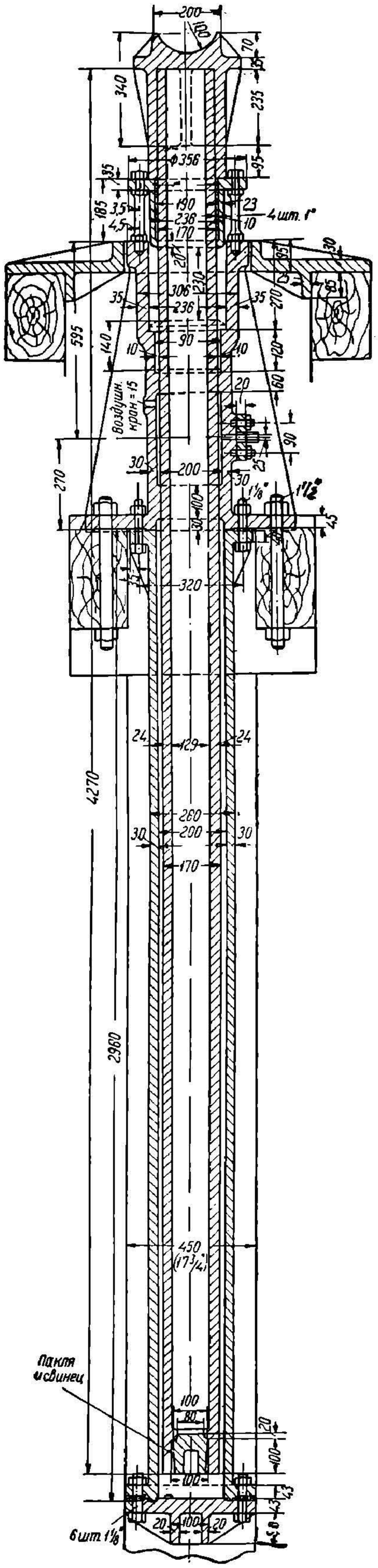
б) Передвижные подъемники для выкатки колесных пар и тележек. Передвижные подъемники устанавливаются на тележках. Они делаются винтовыми или гидравлическими.

Для того чтобы тележка с подъемником и колесной парой могла пройти в тоннеле ниже уровня пола депо, необходимо, чтобы самый подъемник опускался. При винтовом подъемнике должны опускаться винты, при гидравлическом подъемнике должно опускаться ныряло.

Благодаря этому в соединительной выводной галлерее приходится устраивать глубокие продольные траншеи (фиг. 35).

Для уменьшения глубины этих канав применяют гидравлические телескопические подъемники (фиг. 85).

НБ УДУНТ (ДИТ)



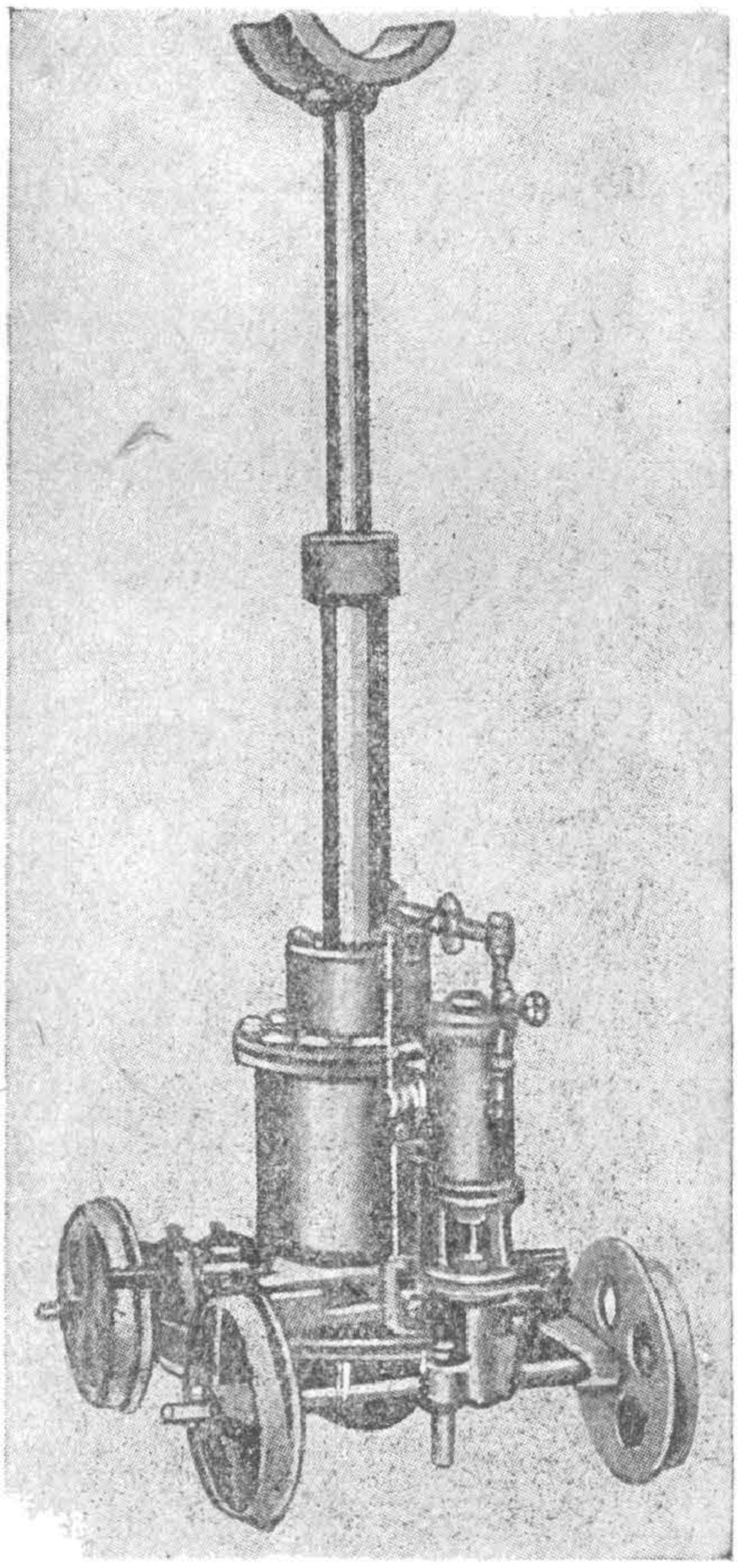
Фиг. 84

Для опускания тележек применяется более мощный подъемник в виде платформы с рельсами, установленной на четырех вертикальных винтах. Платформа с тележкой опускается и поднимается вращением гаек мотора при помощи передачи (фиг. 86).

Мостовые краны

Мостовые краны в депо обычно устанавливаются в подъемных стойлах и механическом отделении.

В подъемочных стойлах для съемки, установки и передвижки тяжелых частей



Фиг. 85

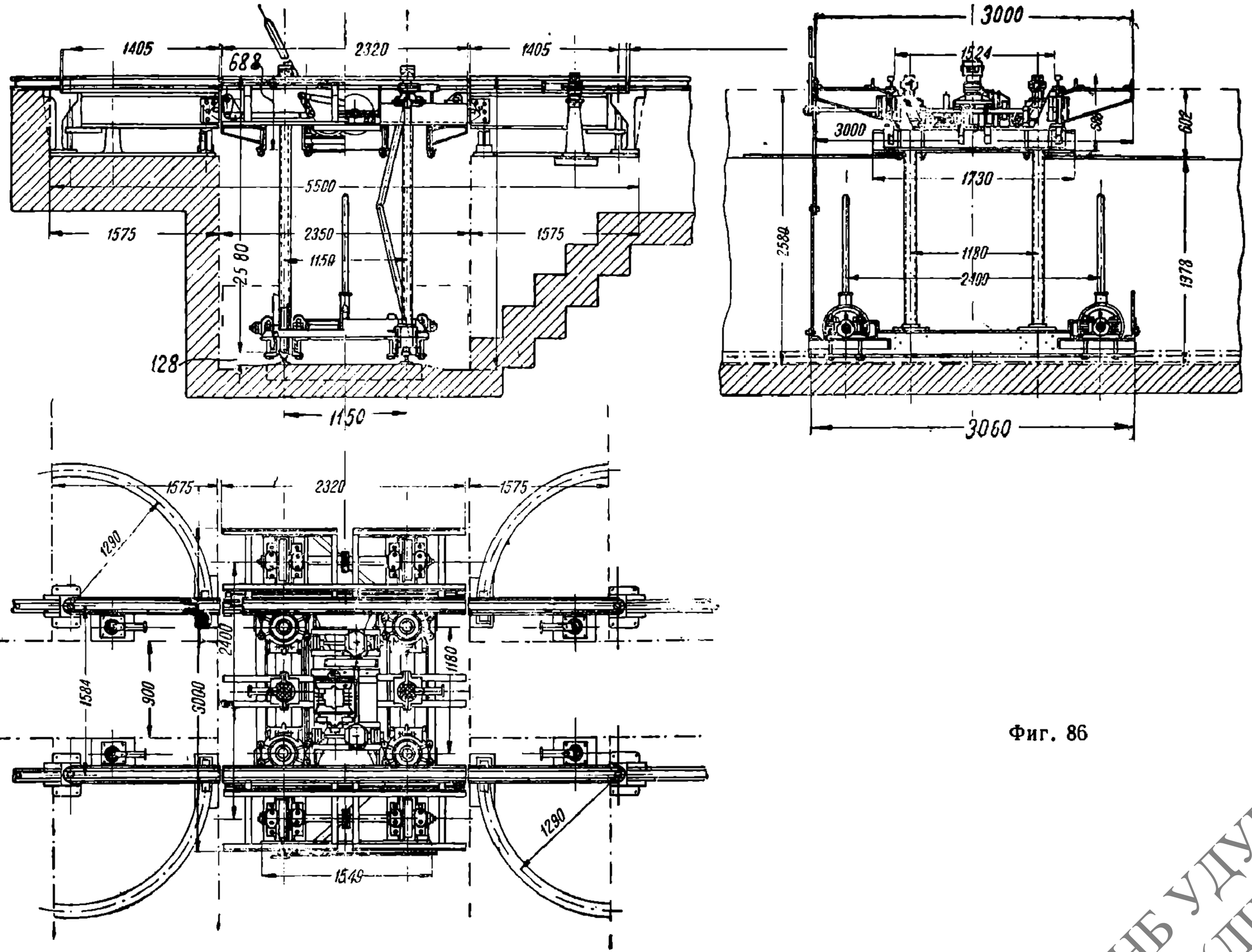
паровоза при ремонте его с обточкой скатов устанавливается мостовой кран подъемной силой:

а) для депо, обслуживающих паровозы мощностью, не превышающей мощности паровозов серий Э^{У} и С^{У},—5 *т*,

б) для депо, обслуживающего более мощные паровозы,—10 *т*.

Такой же мощности мостовой катучий кран необходим и в механическом отделении, особенно для обслуживания колесно-

ГБУДУНТ ОИТ)



Фиг. 86

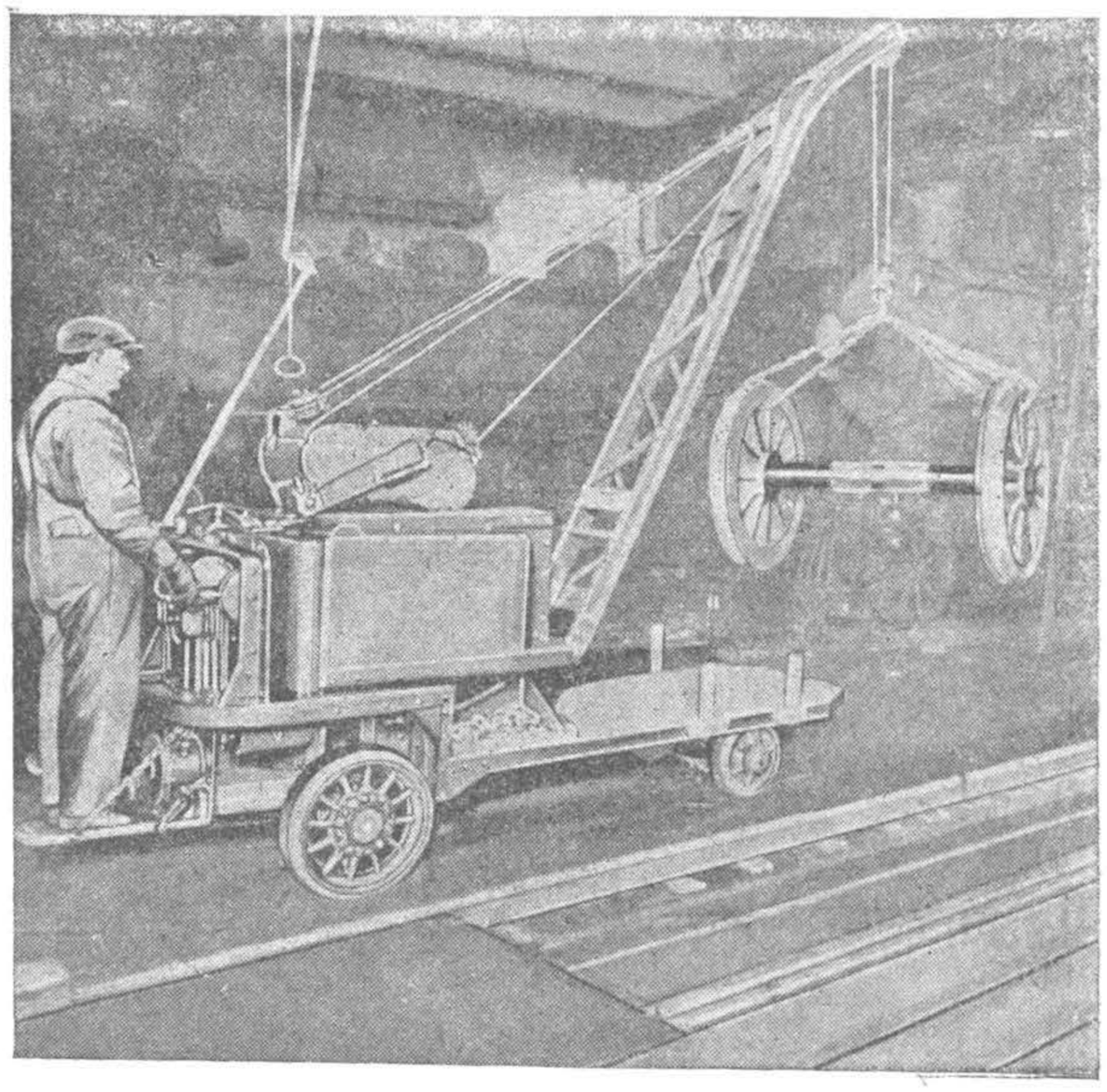
НБ УДУНТ (ДШТ)

токарных, крупных токарных, карусельных и других станков. В настоящее время применяются в зависимости от загрузки следующие виды кранов:

а) с управлением снизу при помощи калиброванных цепей, производящих подъем, спуск, передвижение вдоль цеха так же, как и передвижение каретки по крану. Такие краны преимущественно устанавливаются в малых механических отделениях;

б) с управлением снизу, причем спуск и подъем электрифицированы, а передвижение вдоль цеха и каретки по крану производится при помощи калиброванной цепи. Устанавливается так же, как и первый кран в механическом отделении;

в) наконец краны полностью электрифицированные во всех операциях, управляемые вожатым из кабины при кране. Эти краны более мощные и более удобные, чем первые два. Они устанавливаются в депо в подъемочных стойлах.



Фиг. 87

Передвижные подъемные краны

При разборке и сборке локомотивов приходится снимать и ставить на место тяжелые части. При паровозах старых типов эта работа производилась главным образом вручную, хотя и с большой затратой рабочей силы и потерей времени. Некоторые детали новых мощных паровозов по своей тяжести и громоздкости требуют применения специальных подъемочных средств. Наиболее рациональными подъемочными средствами для этой цели являются передвижные краны на тележках с опускной стрелой. Эти краны могут быть удобно подведены к любому месту локомотива и поднять часть на любой высоте локомотива.

Сбережение времени при применении передвижных электрических кранов видно из табл. 17.

Передвижные краны делаются с ручным приводом и механизированные.

В качестве примера механизированного крана приводится описание американского аккумуляторного крана (фиг. 87).

Этот кран дает возможность съемки и перевозки деталей паровоза на небольшие расстояния (до 80 *м*).

Управление крана осуществляется тремя рычагами. Простота управления позволяет быстро переключать движение троса и стрелы, поворот крана и его передвижение. Большая скорость поворота крана несколько снижает безопасность работы с тяжелыми деталями паровоза, подвешенных на крюке крана. Большой вес крана вызывает повреждение пола (вдавливание асфальтового слоя, прогиб деревянных дощатых полов, следствием чего является выдергивание головок гвоздей).

Лучшим полом для таких кранов является бетонный или торцевый пол.

При передвижении тяжестей на расстоянии более 80 *м* быстро разряжается аккумуляторная батарея.

В настоящее время для железных дорог СССР разрабатывается кран такого же типа с раздвижной укосиной (стрелой), которая позволит выполнять работы в верхних и нижних частях паровоза с большей безопасностью работы.

НБ УГЛУНТ (ДШТ)

Таблица 17

Время, затрачиваемое на различные операции при ручной работе и при применении кранов

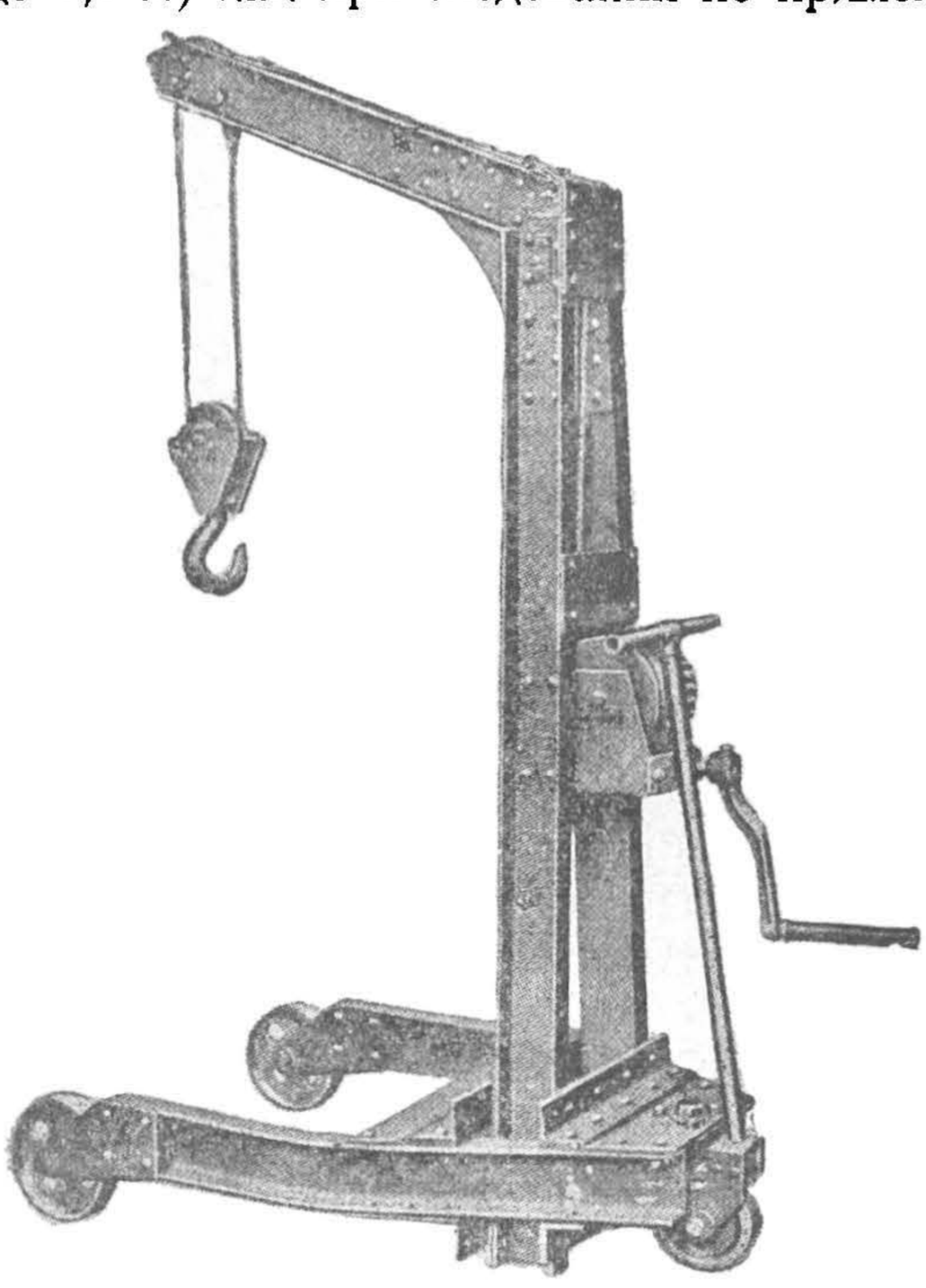
Наименование операций при ремонте паровозов серии ТА	Время при ручной работе	Время при пользовании электрическим передвижным краном и электрокаром в мин.
Отъем и доставка тормозного насоса в автотормозное отделение	2 ч. 43 м.	29
Выемка батарей водоподогревателей «Элеско»	1 рабочий день и устройство специального помоста	58
Съемка паровозной буксы с шейки и передача ее в механическое отделение	40 мин.	22
Выемка поршня и передача в механическое отделение	39	7
Снятие крейцкопфа и передача в механическое отделение	30	7

Электрокар с электрическим краном может проходить по узким проходам (до 1,5 *м*) как при следовании по прямому направлению, так и при поворотах. Электрокар может передвигаться со скоростью 12 *км/час*.

Работа электрического крана в одном из депо дала следующие результаты: расход электроэнергии краном на 1 *кг/м* перемещенного груза составляет 7—10 *вт-ч*; время на зарядку крана, оборудованного свинцовым аккумулятором, 10 час.; время на зарядку электротележки, оборудованной щелочным аккумулятором, 5 час.; расход электроэнергии на зарядку аккумуляторного крана 300 *а-ч*; расход электроэнергии на зарядку электротележки 53 *а-ч*.

Зарядка производится ртутным выпрямителем ЗВН-100: при 100—110 *в* и 20 *а* для электротележки; при 60 *в* и 50—60 *а* для крана.

Зарядка аккумуляторов производится как для крана, так и для тележки один раз в пять дней. Приблизительный месячный расход электроэнергии для крана 180 *а-ч*; для тележки 36 *а-ч*.



Фиг. 88.

При отсутствии электрического передвижного крана средствами депо может быть изготовлен ручной передвижной кран (фиг. 88).

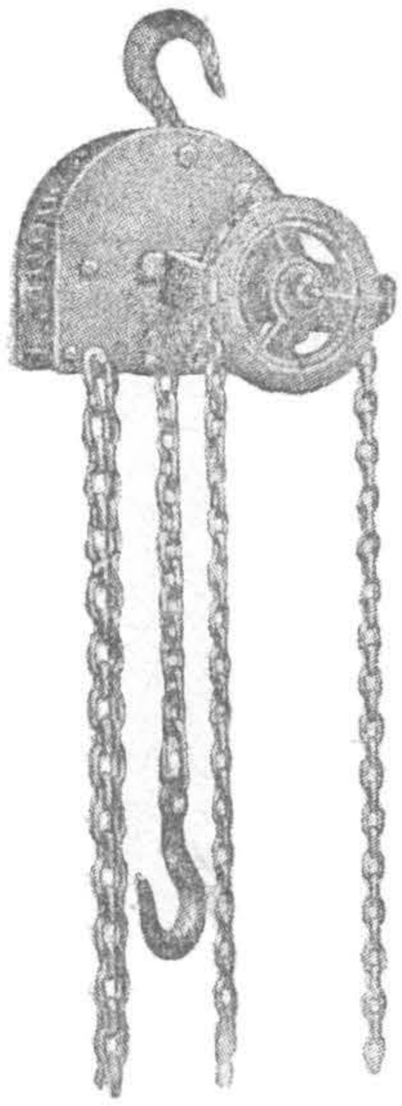
Этот кран, хотя и уступает во многих отношениях аккумуляторному, но все же значительно облегчает, ускоряет и удешевляет работу.

НБ УДУНТ (ДШТ)

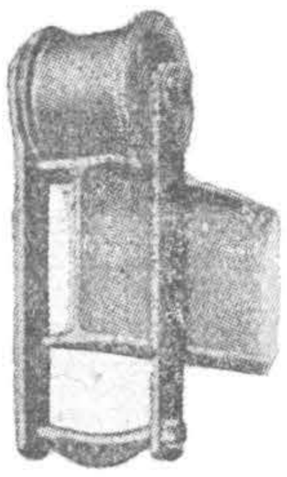
Этот кран устанавливается на стальной тележке и делается подъемной силой 0,50—1,0 *т*.

Подъемники для подачи деталей на станки

Для подачи и установки тяжелых деталей на станки, колесных пар на круглый горн для нагрева бандажа при перетяжке и др. применяются катучие балки,

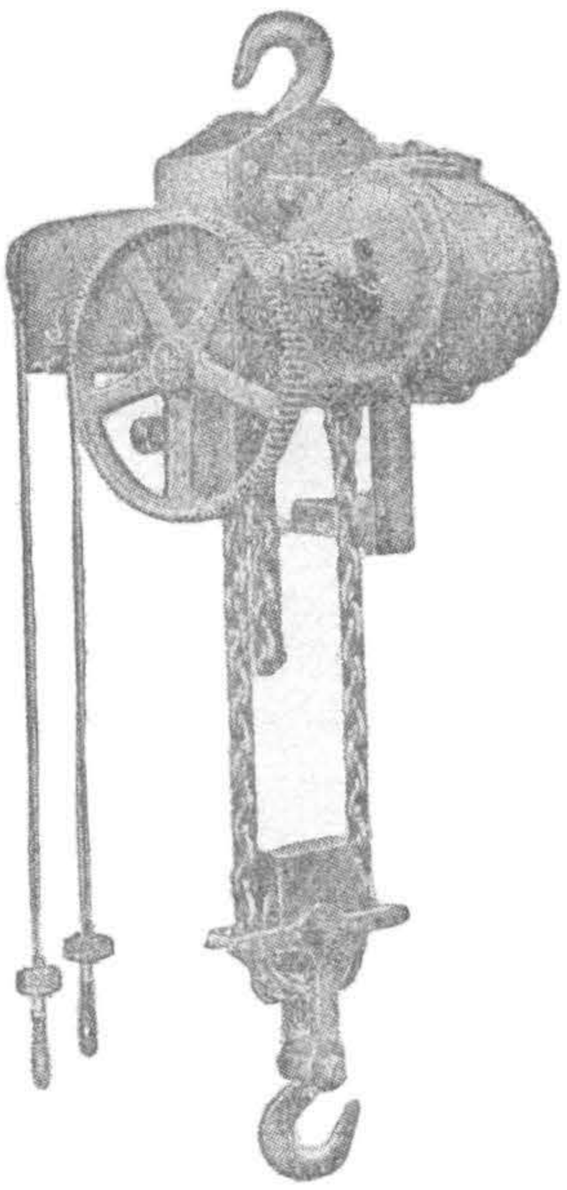


Фиг. 89



Фиг. 90

Фиг. 91

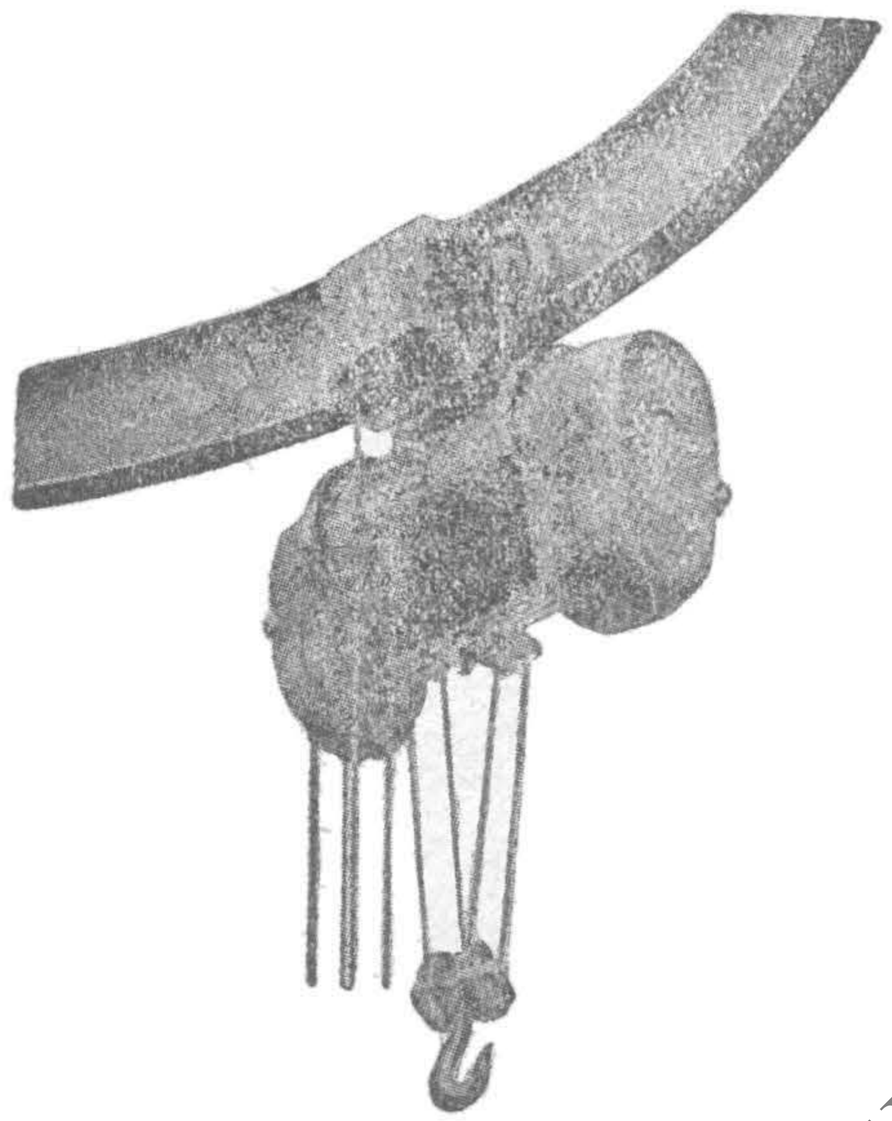


Фиг. 92

блоки различных систем и тельферы. На фиг. 89—93 показаны различные типы ручных и механизированных подъемников. Подъемная сила должна быть выбрана сообразно их назначению.

Подъемники для различных специальных работ

При ремонтных работах в депо приходится производить разборку и сборку частей в некоторых местах локомотива, плохо доступных для работы с обычными подъемными приспособлениями, а также производить некоторые специальные подъемочные работы. Для обеспечения таковых работ в депо применяются часто весьма остроумные и целесообразные приспособления, изготовляемые своими средствами по предложению работников депо. В качестве примера таких приспособлений приводятся пневматический подъемник и подъемник для подъемки букс.



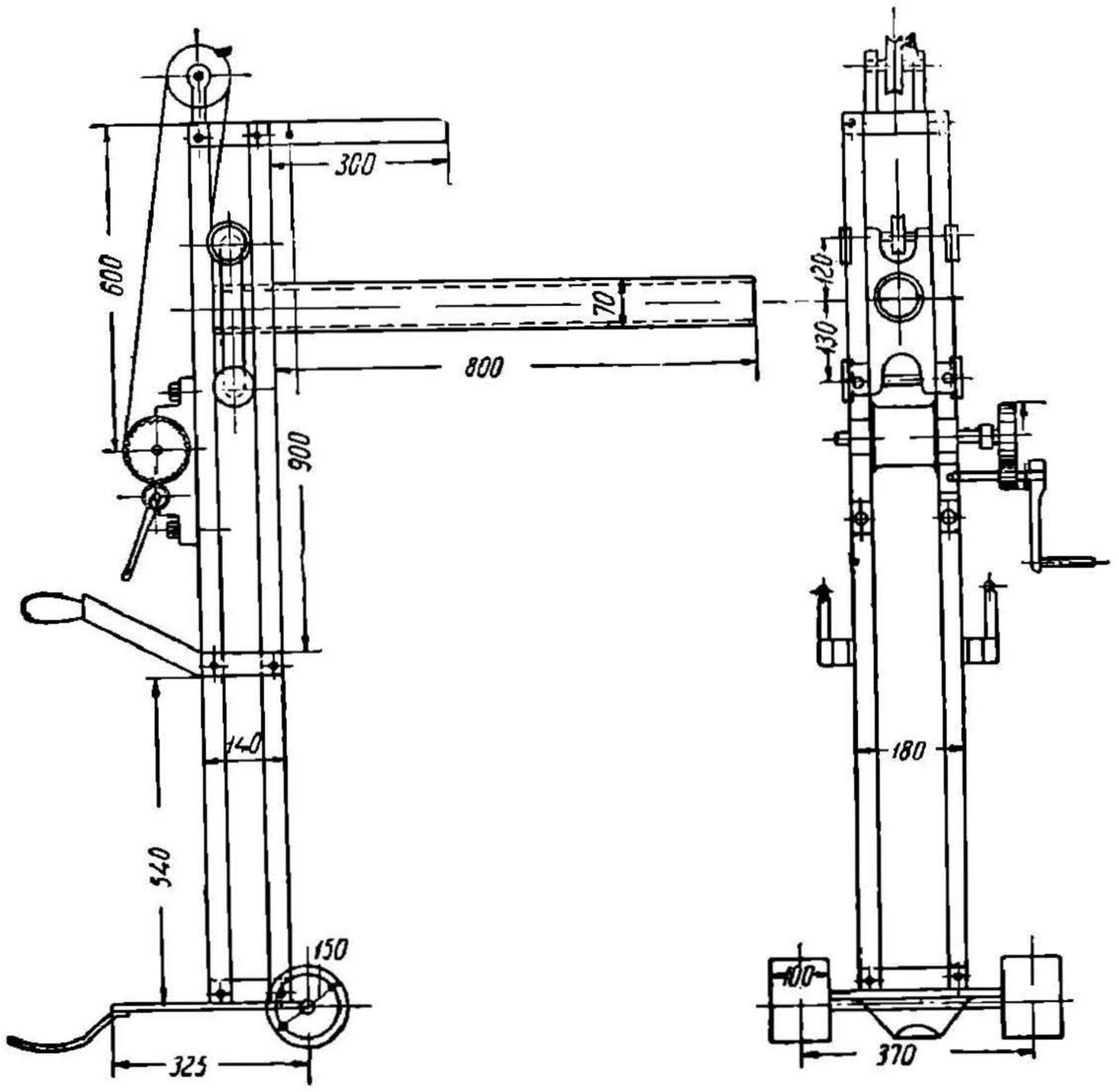
Фиг. 93

Пневматический подъемник установлен в депо для поворота идущих к колесно-токарному станку и обратно колесных пар.

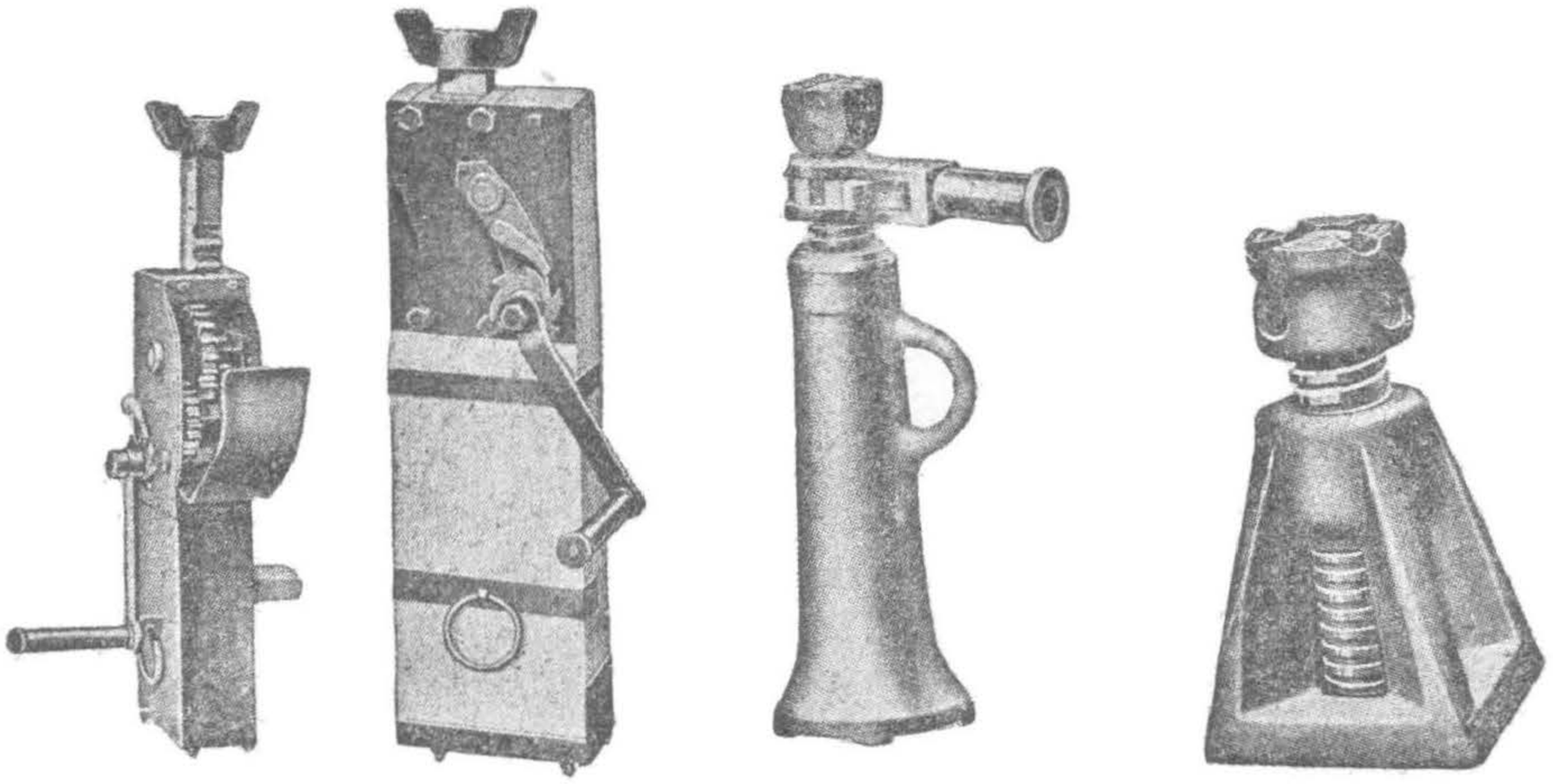
Этот подъемник представляет собой полый цилиндр с телескопическим нырялом подобно подъемнику, показанному на фиг. 85. Ныряло поднимается давлением воздуха. В нерабочем состоянии ны-

НБ УДУНТ (ДПТ)

ряло уходит под пол. Отверстие в полу закрывается металлической крышкой, благодаря чему этот подъемник в нерабочем состоянии не мешает проходу и проезду электрокар и тележек.



Фиг. 94



Фиг. 95 Фиг. 96а Фиг. 96б

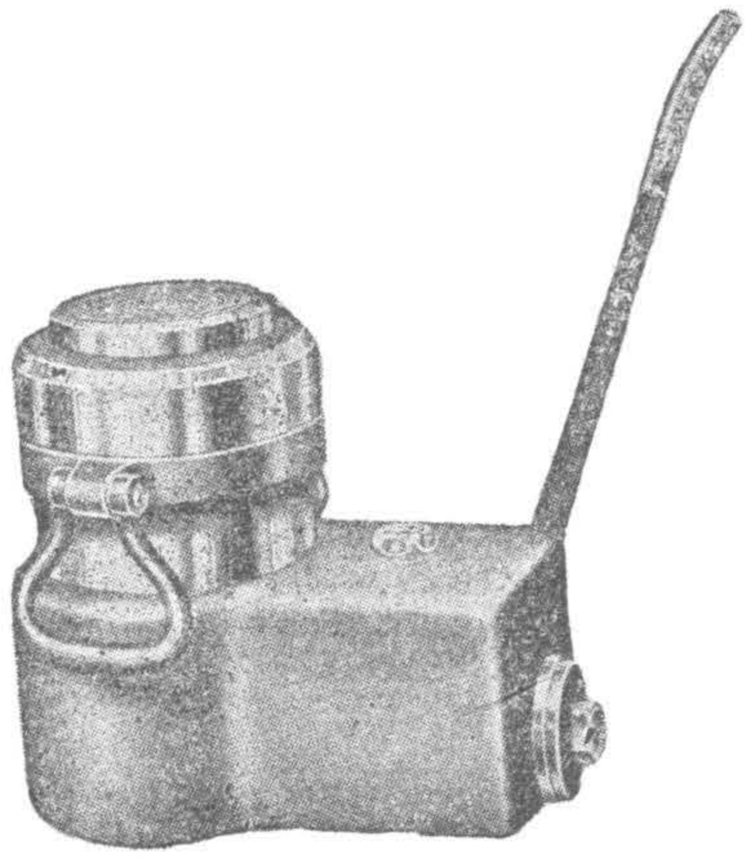
Приспособление для подъемки букс (фиг. 94) представляет собой металлическую станину, установленную на тележке. На станине ходит укрепленный на специальной каретке стержень, который служит опорой для букс.

Домкраты

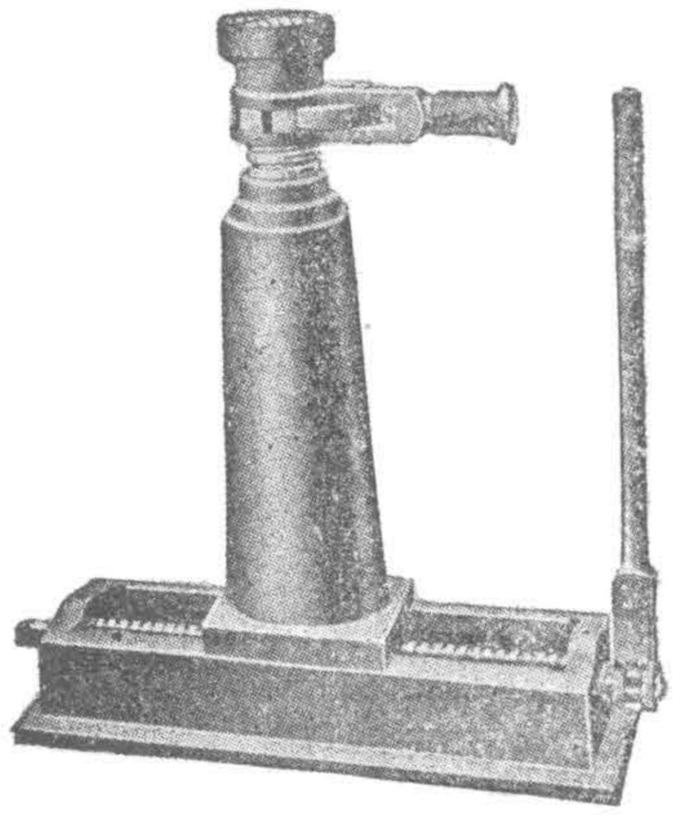
Для подъема паровозов на небольшую высоту или для подъема других тяжелых объектов служат различные типы домкратов. Подъем грузов домкратами

НБУДУНТ (ДИТ)

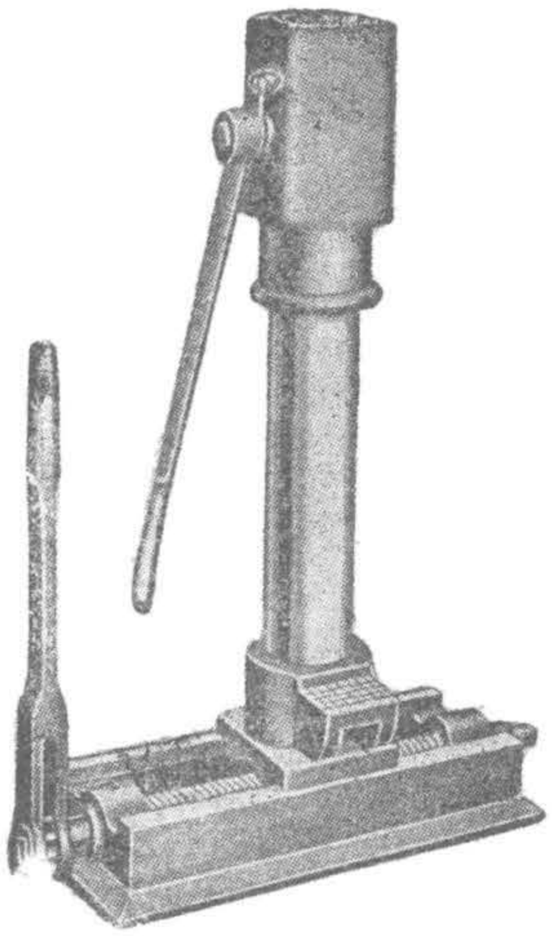
производится при помощи зубчатых реек (фиг. 95), винтов (фиг. 96а и 96б) или гидравлического пресса (фиг. 97 и 99). Если помимо подъема требуется горизонтальное перемещение поднятой части, то подъемная часть домкрата устанавливается на салазках, по которым она может передвигаться при помощи горизонтального винта (фиг. 98 и 99).



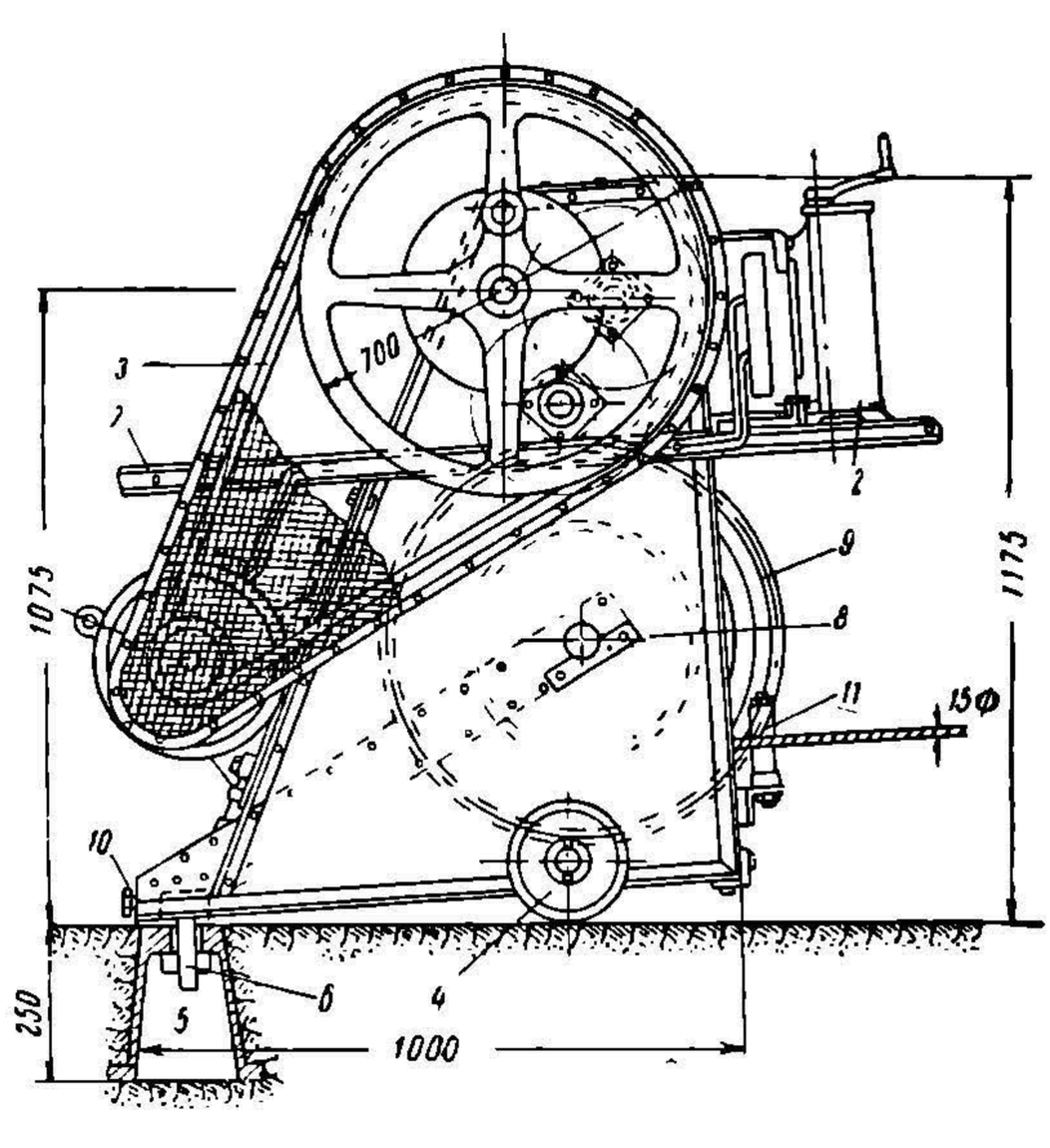
Фиг. 97



Фиг. 98



Фиг. 99



Фиг. 100

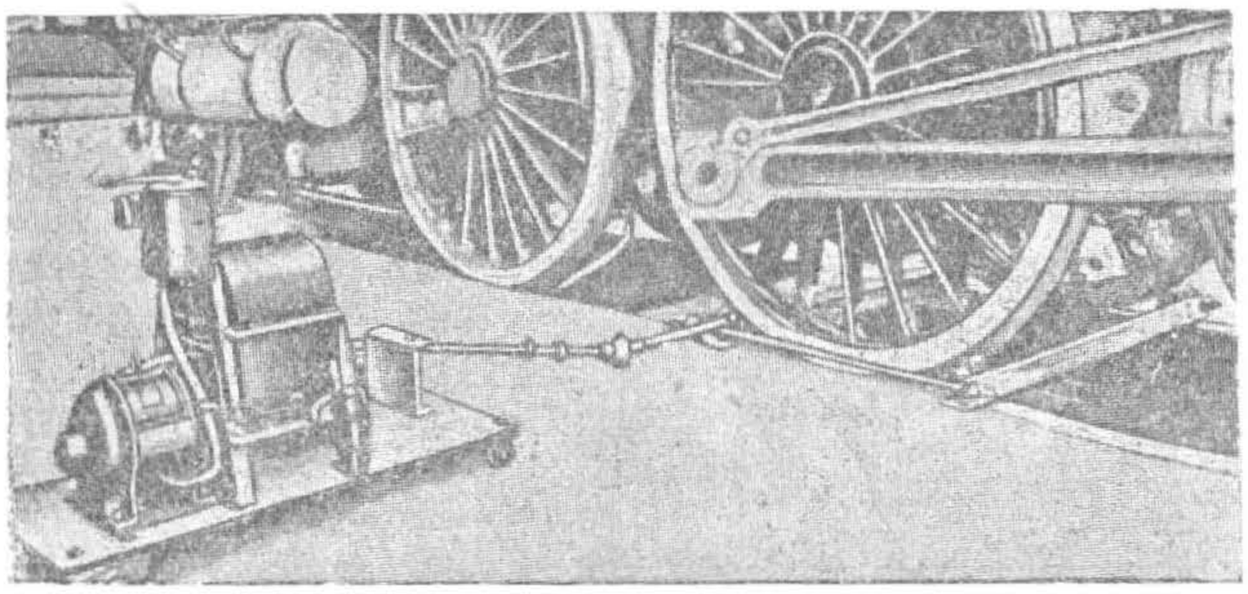
§ 22. Приспособления для передвижения локомотивов

При ремонте локомотивов их приходится передвигать вдоль пути. В старых депо для этой цели применялись так называемые боксовые ломы.

Боксовый лом имеет в нижней части плоский заостренный конец, который подводится под колесо с упором на том же конце, которым лом упирается в головку рельса.

НБ УГХТ (ДШТ)

Передвижение локомотива при помощи боксового лома затруднительно и медленно.

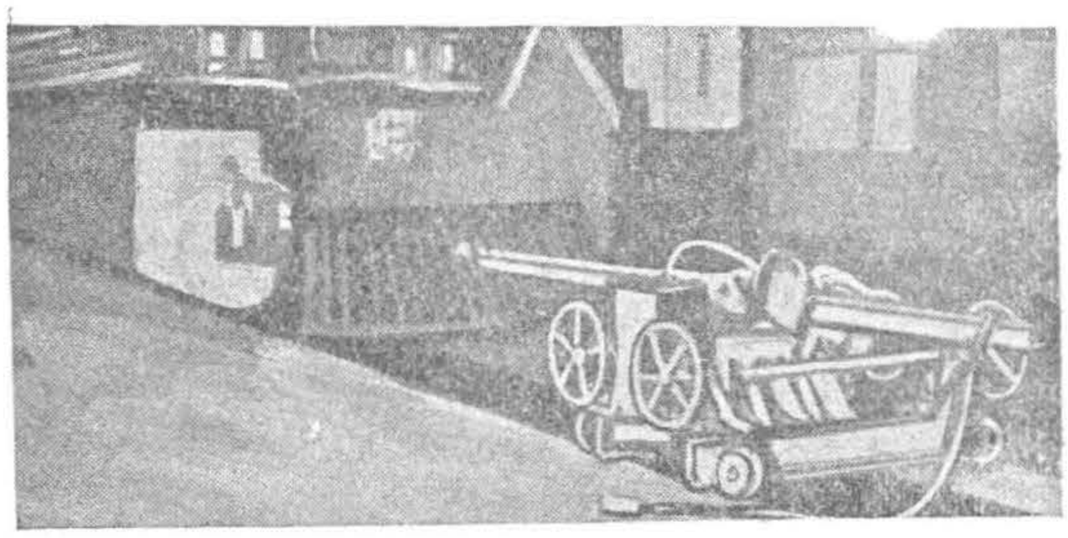


Фиг. 101

Для облегчения труда применяются различные механические приспособления:

а) Лебедка, устанавливаемая около стойла депо, на котором производится передвижка локомотива. Лебедка закрепляется на месте. На барабан лебедки наматывается канат, при помощи которого передвигается локомотив. На фиг. 100 показано расположение лебедки с электромотором.

б) Приспособление, вращающее колесо локомотива (фиг. 101). Это приспособление состоит из рамы, на которой закреплены ролики, подводящиеся под колеса паровоза. При сжатии рамы ролики несколько приподнимают колесную пару, после чего одна пара роликов приводится во вращение от мотора и вращает колесную пару, благодаря чему локомотив перемещается.



Фиг. 102

в) Тягач, представляющий собой тележку с электромотором. На тележке помещен брус, который подводится под буферный брус паровоза и немного приподнимается. При поднятии бруса он воспринимает часть веса локомотива и прижимает тележку к рельсу, чем создается достаточное сцепление колес тележки с рельсами. Брус служит также для прицепки локомотива. Тележка приводится в движение от электромотора (фиг. 102).

ГЛАВА 6

РЕМОНТНЫЕ СРЕДСТВА (ОБОРУДОВАНИЕ МАСТЕРСКИХ)

§ 23. Механическое отделение

Выявление числа и типов станков зависит прежде всего от рода и числа обрабатываемых деталей.

В локомотивном депо детали, подлежащие обработке на станках, состоят из локомотивных частей и частей механического оборудования депо, инструментов и пр.

Ремонтируемые части локомотива представляют собой основную и большую часть загрузки станочного оборудования, поэтому расчет числа станков надо производить в первую очередь по объему работ, приходящегося на ремонт локомотивов. Остальные работы составляют всего около 16% к общей загрузке станков.

НБ УГЛТУ (ДШТ)

Срок замены или ремонта отдельных частей определяется износом деталей, который зависит от качества материала, интенсивности работы, ухода и обслуживания. Износ деталей локомотивов зависит от пробега локомотивов, например колесные скаты локомотива обтачиваются после совершения пробега 40 000—60 000 *км*, поршневые кольца меняются через 15 000—20 000 *км* пробега. Кроме того род и число ремонтируемых деталей зависят от типов локомотивов.

Исходным моментом для расчета станочного оборудования проектируемого или реконструируемого депо может служить работа уже существующих депо с учетом вводимых рационализаторских мероприятий и стахановских методов работы.

В приводимых выше табл. 18—21[1] указано число станко-часов, затрачиваемых на обработку основных деталей паровоза, в зависимости от единицы ремонта и пробега между ремонтом и сменой деталей.

Эти таблицы отражают работу станочного оборудования депо без применения взаимозаменяемости деталей локомотивов по допускам и градациям, а также без учета более продолжительной работы хромированных деталей.

Дальнейшее неуклонное развитие стахановских методов работы несомненно намного уменьшит загрузку станочного оборудования депо, поэтому при составлении проекта механического отделения депо необходимо учитывать последние достижения стахановцев.

Учитывая введение взаимозаменяемости локомотивных деталей по градациям, приведенные в таблицах загрузки станочного оборудования значительно сократятся. Большинство деталей в этих условиях будет изготовляться заводами и поступит в депо в готовом виде.

Применение метода пригонки по месту при ремонте или метода замены частей, изготовляемых по градациям износа с определенными допусками, зависит от быстроты износа и числа ремонтируемых деталей.

Снимаемые с паровозов части или заменяются новыми, изготовляемыми на заводах, или ремонтируются в депо и передаются в кладовую для последующего использования при ремонте паровозов. Ремонту в депо будут подвергаться нижеследующие части паровозов серии ФД: колесные пары, дышловые валики и втулки, валики и втулки пораспределительного механизма, крейцкопфные подшипники, крейцкопфные валики, крейцкопфы, крейцкопфные клинья, дышловые втулки стальные, штоки поршневые и золотниковые, втулки золотниковых тяг, призмы рессорных балансиров, буксовые подшипники, регуляторные клапаны и места постановки их (проверка).

Необходимо учесть, что дышловые валики и втулки, валики и втулки пораспределительного механизма, крейцкопфные валики и другие детали, подвергнутые хромированию, увеличат свой срок службы примерно в три раза, вследствие чего надобность ремонта их на промывках отпадет.

Ремонт таких деталей, как насос автотормоза, прессмасленка, стокер и инжектор, должен производиться в депо или на ремонтных заводах в зависимости от местных условий. Если депо находится близко от паровозоремонтного завода, то лучше передавать эти детали для ремонта заводу, в противном случае крупное депо должно ремонтировать их своими средствами.

Для расчета станочного оборудования необходимо прежде всего установить: 1) процент сменяемости деталей паровозов в подъемочном ремонте, 2) пробеги паровозов между сменой и проверкой главнейших деталей паровоза и 3) время, потребное на обработку каждой детали на соответствующем станке. Первые два вопроса решаются, как уже сказано, путем аналогии с работой существующих депо с учетом применения метода взаимозаменяемости деталей и расположения депо относительно паровозоремонтных заводов.

Третий вопрос более сложный, и для его решения надо составить технологические карты обработки каждой детали. Основными факторами, с которыми при-

---

[1] Таблицы на паровоз серии ФД составлены инж. Г. Г. Бондарь и помещены в его диссертационной работе. Таблицы на паровоз серии Э составлены путем обследования работы депо им. Ильича Западной ж. д.

НБ УГЛУНТ (ДШТ)

Таблица 18

Основные детали паровоза серии ФД, ремонтируемые на подъемочном ремонте, и время, потребное на их обработку

№ п/п	Наименование деталей	Число деталей	Смена деталей в %	Проверка деталей в %	Время, потребное на обработку деталей по типам станков, в час. и мин.									
					токарно-винторезный 400×3 000	токарно-винторезный 270×2 000	токарно-винторезный 200×2 000	карусельный $d = 810$	строгально-продольный 850×1 500	строгально-поперечный 650×450	фрезерный 270×1 340	шлифовальный 250×1 000	сверлильный $d = 50$	колесно-токарный 950×2 700
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Поршневые кольца	8	100	—	—	—	—	4—00	—	0—32	—	—	—	—
2	То же	4	100	—	—	—	—	4—10	—	0—56	—	—	—	—
3	Золотниковые кольца	8	100	—	—	—	—	2—40	—	0—56	—	—	—	—
4	Опорные кольцевые золотники	4	100	—	—	—	—	5—52	—	—	—	—	—	—
5	Золотниковые втулки	1	25	—	—	—	—	3—00	—	—	—	—	—	—
6	Штоки поршневые	2	—	100	3—00 2—00[1]	—	—	—	—	—	1—00	—	—	—
7	» золотниковые	2	—	100	1—30 1—00[1]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Сальниковые кольца	4	100	—	—	—	2—00	—	—	—	—	—	0—30	—
9	Дышловые валики	6	100	—	—	—	9—10	—	—	—	—	1—00	0—12	—
10	Кольца дышловых валиков	6	100	—	—	—	2—02	—	—	—	—	1—00	—	—
11	Плавающие втулки	12	100	—	—	6—56	—	—	—	—	—	—	4—00	—
12	Дышловые втулки стальные	6	33	67	12—00	—	—	—	—	—	—	—	0—10	—
13	Крейцкопфные подшипники	2	100	—	—	1—10	—	—	—	2—00	—	0—30	—	—
14	» валики	2	—	100	—	—	0—50	—	—	—	—	—	—	—
15	Крейцкопфы (наплавка)	2	—	100	—	—	—	—	7—00	—	—	0—20	1—20	—
16	Крейцкопфные клинья	2	100	—	—	—	—	—	—	2—00	—	—	0—12	—
17	Втулки золотниковых тяг	2	100	—	—	—	0—50	—	—	—	—	—	0—10	—
18	Валики пораспределительного механизма	6	50	—	—	—	3—00	—	—	—	—	—	0—30	—
19	Втулки пораспределительного механизма	6	50	—	—	—	1—48	—	—	—	—	1—00	0—18	—
20	Буксовые накладки	5	50	—	—	—	—	—	20—00	—	—	1—00	—	—
21	Призмы рессорных балансиров	6	100	—	—	—	—	—	—	2—00	—	—	—	—
22	Валики рессорных подвесок	22	100	—	—	—	15—46	—	—	—	—	—	1—28	—
23	Буксовые подшипники (2 новых и 12 расточить после заливки)	14	15	85	—	—	—	13—30	—	0—40	—	—	0—36	—

НБ УДИИТ (ДИИТ)

Продолжение табл. 18

№ п/п	Наименование деталей	Число деталей	Смена деталей в %	Проверка деталей в %	Время, потребное на обработку деталей по типам станков, в час. и мин.									
					токарно-винторезный 400×3000	токарно-винторезный 270×2000	токарно-винторезный 200×2000	карусельный $d=810$	строгально-продольный 850×1500	строгально-поперечный 650×450	фрезерный 270×1340	шлифовальный 250×1000	сверлильный $d=50$	колесно-токарный 950×2700
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
24	Тендерные подшипники (2 новых и 10 расточить после заливки)	12	17	83	6—20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	Паровозные колеса	5	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11—10
26	Бегунковые колеса	2	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3—10
27	Тендерные колеса	6	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9—10
28	Регуляторные клапаны	5	40	60	—	—	4—38	—	—	—	—	—	—	—
29	Места регуляторных клапанов	2	40	—	—	—	1—08	—	—	—	—	—	—	—
30	Инжекторы (клапаны)	10	50	50	—	—	1—50	—	—	—	—	—	—	—
31	Спускные краны котла	2	—	100	—	—	0—30	—	—	—	—	—	—	—
32	Продувательные краны цилиндра	6	—	100	—	—	2—00	—	—	—	—	—	—	—
33	Водоуказательные приборы	10	40	60	—	—	1—10	—	—	—	—	—	—	—
34	Клапаны пароразборных колонок	10	50	50	—	—	2—30	—	—	—	—	—	—	—
35	Наконечник сажесдувателя	2	100	—	—	—	0—50	—	—	—	—	—	—	—
36	Стокерная машина:													
	а) Поршневые и золотниковые кольца	8	100	—	—	1—32	—	—	—	—	0—16	—	0—32	—
	б) Подшипники и втулки	8	100	—	—	3—50	—	—	—	—	—	—	0—10	—
	в) Штоки поршневые и золотниковые	4	50	50	—	—	2—00	—	—	—	—	—	—	—
	г) Крейцкопфы (наплавка)	2	—	100	—	—	—	—	—	1—10	1—30	—	—	—
	д) Сопла и клапаны	10	50	50	—	—	2—25	—	—	—	—	—	—	—
	е) Распределительная плита	1	100	—	—	—	—	—	—	1—30	0—24	—	0—30	—
37	Насосы автотормоза													
	а) Кольца парового и воздушного цилиндра	12	100	—	—	—	—	2—48	—	—	—	—	—	—
	б) Штоки	2	—	100	—	1—10	—	—	—	—	—	1—20	—	—
	в) Клапаны нагнетательные и паровые	12	50	50	—	4—20	—	—	—	—	—	—	0—30	—
	г) Сальники	2	100	—	—	2—40	—	—	—	—	—	—	2—30	—

НБ УДУНТ (ДПТ)

Продолжение табл. 18

№ п/п	Наименование деталей	Число деталей	Смена деталей в %	Проверка деталей в %	Время, потребное на обработку деталей по типам станков, в час. и мин.									
					токарно-винторезный 400×3 000	токарно-винторезный 270×2 000	токарно-винторезный 200×2 000	карусельный $d = 810$	строгально-продольный 850×1 500	строгально-поперечный 650×450	фрезерный 270×1 340	шлифовальный 250×1 000	сверлильный $d = 50$	колесно-токарный 950×2 700
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
38	Тормозные валики	50	100	—	—	—	8—20	—	—	—	—	—	—	—
39	Прессмасленка													
	а) Поршеньки	16	50	—	—	—	9—20	—	—	—	1—20	—	—	—
	б) Трещетки	2	100	—	—	—	1—10	—	2—00	—	—	0—30	—	—
40	Связи распорные жесткие	20	—	—	—	—	3—20	—	—	—	—	3—20	—	—
41	Мелкие детали: штуцеры, дышловые пробки, чечевичные кольца, мелкая арматура, люки, прокладные кольца для жаровых труб и пр.	—	—	—	—	—	29—10	—	7—36	5—30	3—30	4—44	—	—
	Всего	—	—	—	22—50 3—00[1]	19—38	105-37	36—00	27—00	21—20	7—40	11—00	22—12	23—30

Работы токарные . . 203,35 (графы 6, 7, 8, 9, 15).
» строгальные . . 48,20
» фрезерные . . 10,40
» шлифовальные 14,00
» сверлильные 22,22

Итого 299 ч. 57 м.

[1] Шлифовальные работы.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 19

Пробег между сменой и ремонтом основных деталей паровоза серии ФД и время, затрачиваемое на обработку их на станках

№ п/п	Пробег между сменой или ремонтом деталей в км	Перечень деталей	Затрата времени на обработку деталей по типам станков (в час. и мин.)								
			токарно-винторезный 200×3 000	токарно-винторезный 270×2 000	токарно-винторезный 200×2 000	карусельный d=810	строгально-продольн. 850×1 500	строгально-поперечный 650×450	шлифовальный 250×1 000	фрезерный 270×1 250	сверлильный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5 000	Мелкие детали: штуцеры, дышловые коробки, чечевичные кольца, мелкая арматура, люки и пр.	—	—	3—00	—	—	1—30	—	0—58	0—58
2	5 000	Сопла - сажесдуватели (смена)	—	—	0—50	—	—	—	—	—	—
3	15 000	Золотниковые кольца (смена)	—	—	—	2—40	—	0—54	—	—	—
4	15 000	Стокерная головка, сопла, клапаны (проверка)	—	—	1—10	—	—	—	—	—	—
5	20 000	Поршневые кольца (смена)	—	—	—	4—00	—	0—32	—	—	—
6	20 000	Плавающие втулки (смена)	6—56	—	—	—	—	—	—	—	4—00
7	20 000	Кольца дышлов. валиков (смена)	—	2—00	—	—	—	—	1—00	—	0—30
8	20 000	Дышловые валики (проверка)	—	1—00	—	—	—	—	1—00	—	—
9	20 000	Сальниковые кольца и грундбуксы (смена)	—	—	2—00	—	—	—	—	—	—
10	20 000	Инжекторы, клапаны	—	—	1—50	—	—	—	—	—	—
11	30 000	Крейцкопфы (наплавка)	—	—	—	—	7—00	—	—	—	1—20
12	30 000	Крейцкопфы золотниковые (наплавка)	—	—	—	—	1—00	—	—	0—30	0—16
13	30 000	Крейцкопфные валики (проверка)	—	—	—	—	—	—	0—30	—	—
14	30 000	Крейцкопфные подшипники (смена)	—	0—30	—	—	—	2—00	—	—	—
15	30 000	Распределительная плита стокера	—	1—10	—	—	—	1—30	—	—	0—30
16	30 000	Насосы автотормоза (смена)	10—58	—	—	—	—	—	1—20	0—24	0—30
17	30 000	Прессмасленка (смена)	—	—	10-30	—	—	2—00	1—20	—	0—30
18	30 000	Водоуказательные приборы	—	—	1—10	—	—	—	—	—	—
19	30 000	Клапаны пароразборной коробки	—	—	2—30	—	—	—	—	—	—
20	30 000	Цилиндровые продувательные краны	—	—	2—00	—	—	—	—	—	—

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 20

Основные детали паровозов серии Э, ремонтируемые на подъемочном ремонте, и время, потребное на их обработку станочным оборудованием на станках

№ п/п	Наименование деталей	Смена деталей в %	Проверка деталей в %	Время, потребное на обработку деталей по типам станков (в час. и мин.)									
				токарно-винторезный 400×3 000	токарно-винторезный 200×2 000	токарно-винторезный 200×1 000	карусельный $d = 810$	строгально-продольн. 850×1 500	строгально-поперечн. 650×450	фрезерный 270×1 340	шлифовальный 250×1 000	сверлильный d=50	колесно-токарный 950×2 700
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Поршневые кольца	100	—	—	—	—	8—10	—	0—30	—	—	—	—
2	Золотниковые кольца . .	100	—	—	—	—	3—00	—	0—46	—	—	—	—
3	Золотниковые втулки . .	25	—	—	—	—	8—32	—	—	—	—	—	—
4	Штоки поршневые	—	100	3—00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Штоки золотниковые . .	—	100	2—00[1] 1—00[1]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Сальники (кольца)	100	—	—	—	8—12	—	—	—	—	—	—	—
7	Подшипники дышловые . .	40	60	—	—	3—22	—	—	2—34	—	—	—	—
8	Втулки дышловые . . .	100	—	—	—	8—00	—	—	—	—	—	—	—
9	Клинья дышловые . . .	100	—	—	—	—	—	—	2—00	—	—	0—12	—
10	Валики дышловые	100	—	—	—	8—08	—	—	—	—	1—00	0—30	—
11	Втулки дышловых валиков . . .	100	—	—	—	5—00	—	—	—	—	1—00	0—12	—
12	Крейцкопфные подшипники .	100	—	—	2—05	—	—	—	2—00	—	—	—	—
13	Крейцкопфные валики	—	100	—	—	1—50	—	—	0—10	0—12	0—20	0—06	—
14	Крейцкопфы (наплавка) . .	—	100	—	—	—	—	2—20	—	1—40	—	0—48	—
15	Крейцкопфные клинья . . .	100	—	—	—	—	—	—	2—00	—	—	0—12	—
16	Параллели (проверка) . .	—	50	—	—	—	—	4—10	—	—	—	—	—
17	Валики парораспределительного механизма . .	50	—	—	—	3—00	—	—	—	—	1—00	0—30	—
18	Втулки парораспределительного механизма	50	—	—	—	3—20	—	—	—	—	1—00	2—18	—
19	Скобы дышловые	50	—	—	—	—	—	—	—	2—00	—	2—00	—
20	Шайба золотникового диска .	—	100	—	—	2—40	—	—	—	—	—	—	—
21	Подшипники буксовые паровозные	20	80	15—00	—	—	—	—	5—16	5—30	—	0—40	—
22	Подшипники буксовые тендерные .	—	60	—	2—30	—	—	—	2—10	—	—	0—16	—

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение табл. 20

№ п/п	Наименование деталей	Смена деталей в %	Проверка деталей в %	Время, потребное на обработку деталей по типам станков (в час. и мин.)									
				токарно-винторезный 400×3 000	токарно-винторезный 200×2 000	токарно-винторезный 200×1 000	карусельный d=810	строгально-продольн. 850×1 500	строгально-поперечн. 650×450	фрезерный 270×1 340	шлифовальный 250×1 000	сверлильный d=50	колесно-токарный 950×2 700
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
23	Подвески рессорные .	—	30	—	—	1—10	—	—	1—46	—	—	—	—
24	Буксовые клинья	—	50	—	—	—	—	—	1—40	—	—	—	—
25	Буксы тендера.	—	25	—	—	—	—	—	0—40	—	—	—	—
26	Клапаны «Цара» . . .	—	100	—	—	1—18	—	—	—	—	—	3—00	—
27	Кольца паро-рабочих труб	—	80	—	—	1—00	—	—	—	—	—	—	—
28	Инжекторы (клапаны) . .	10	90	—	—	1—30	—	—	—	—	—	—	—
29	Краны цилиндровые . . .	25	75	—	—	3—14	—	—	—	—	—	—	—
30	Краны водомерного стекла	8	92	—	—	1—32	—	—	—	—	—	0—24	—
31	Спускной кран.	—	25	—	—	1—15	—	—	—	—	—	0—08	—
32	Насос тормоза.	20	80	—	—	3—53	—	—	—	—	—	0—06	—
33	Шток насоса ТВ	—	100	—	1—10	—	—	—	—	—	—	—	—
34	Кольца насоса ТВ	100	—	2—10	—	1—30	—	—	5—00	—	—	—	—
35	Клапаны насоса ТВ	—	75	—	—	8—30	—	—	—	—	—	—	—
36	Валики тормоза . . .	75	—	—	—	5—00	—	—	—	—	—	—	—
37	Прессмасленки.	—	100	—	—	3—20	—	—	—	—	—	3—20	—
38	Связи распорные	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	Паровозные колеса	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12—45
40	Тендерные колеса . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6—08
	Итого .	—	—	20—10	5—45	76—44	19—42	6—30	25—42	9—22	4—20	14—42	18—53
				3—00[1]									

Работы	токарные . . .	141,14 (графы 5, 6, 7, 8, 14)
»	строгальные . .	32,12
»	фрезерные . .	9,22
»	шлифовальные	7,20
»	сверлильные . .	14,42
	Итого	204 ч. 50 м.

[1] Шлифовальные работы.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Таблица 21

Пробег между сменой и ремонтом основных деталей паровоза серии Э и время, затрачиваемое на обработку этих деталей

№ п/п	Пробег между сменой и ремонтом в *км*	Наименование деталей	Время, потребное на обработку деталей по типам станков (в час. и мин.)								
			токарно-винторезный 400×3 000	токарно-винторезный 200×2 000	токарно-винторезный 200+1 000	карусельный d=810	строгально-продольный 850×1 500	строгально-поперечный 650×450	фрезерный 250×1 000	шлифовальный 250×1 000	сверлильный d=50
1	5 000	Подшипники дышловые	—	—	3—22	—	—	0—30	—	—	—
2	5 000	Клинья дышловые .	—	—	—	—	—	0—20	—	—	—
3	5 000	Насос тормоза (части пораспределителя)	—	—	2—40	—	—	0—10	—	—	—
4	5 000	Сальники поршневые .	—	—	1—36	—	—	—	—	—	—
5	5 000	Инжекторные части .	—	—	1—30	—	—	—	—	—	—
6	10 000	Подшипники крейцкопфные . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	10 000	Вкладыши крейцкопфные . . .	—	—	1—40	—	1—40	—	—	—	—
8	10 000	Валики дышловые	—	—	6—40	—	—	—	—	1—00	—
9	10 000	Втулки дышловые .	—	—	2—14	—	—	—	—	1—00	—
10	15 000	Валики дышловые .	—	—	10—00	—	—	0—54	—	—	—
11	15 000	Золотниковые кольца .	—	—	—	—	—	0—30	—	—	—
12	15 000	Скобы дышловые .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	15 000	Валики парораспределительного механизма	—	—	0—50	—	—	—	—	—	—
14	15 000	Втулки парораспределительного механизма .	—	—	0—40	—	—	—	—	—	—
15	15 000	Краны цилиндровые .	—	—	1—20	—	—	—	—	—	—
16	20 000	Поршневые кольца .	—	—	—	4—00	—	0—30	—	—	—
17	20 000	Шайбы золотниковые дисковые .	—	—	3—40	—	—	—	—	—	—
18	20 000	Подшипники буксовые паровоза .	1—00	—	—	—	—	—	—	—	—
19	20 000	Подшипники буксовые тендера . . .	—	—	0—30	—	—	—	—	—	—
20	20 000	Подвески рессорные . .	—	—	1—12	—	—	—	—	—	—
21	20 000	Лабиринтовые сальники (смена) .	—	—	2—00	—	—	—	—	—	—
22	30 000	Крейцкопфные валики (проверка) .	—	—	0—30	—	—	—	—	0—30	—
23	30 000	Крейцкопфные подшипники (смена) .	—	—	1—10	—	—	2—00	—	—	—
24	30 000	Насосы автотормоза (смена) . .	10—58	—	—	—	—	—	0—24	1—20	—
25	30 000	Прессмасленки (смена)	—	—	10—30	—	—	2—00	—	0—30	0—30

НБ УДУНТ (ДИТ)

ходится иметь дело при разработке технологического процесса, являются установление порядка обработки, выбор станка, выбор приспособлений и инструмента, установление режима обработки и в конечном итоге определение времени обработки деталей.

Порядок обработки необходимо установить таким образом, чтобы производимые операции допускали наименьшее количество перебросок из одного отделения в другое с учетом расположения станков по их роду. При выборе приспособлений и инструмента надо руководствоваться альбомами и чертежами нормализованных приспособлений (Оргметалла).

Установление режима обработки (скорость резания, подача, сечение стружки) производится с помощью альбомов таблиц режимов резания, паспортов станков и с учетом стахановских методов работы.

Технологические карты составляются на каждую операцию отдельно и затем обобщаются в сводной технологической карте (пример см. в табл. 22 и фиг. 103).

Под термином «операция» следует понимать комплекс всех элементов по обработке и связанных с ним вспомогательных работ, производимых при непрерывной последовательности обработки деталей на одном станке.

Общее время обработки детали слагается из следующих основных элементов: 1) подготовительно-заключительного времени, состоящего из времени, затрачиваемого на наладку станка на определенную работу, установку приспособлений, инструмента и пр., 2) машинного и машинно-ручного времени, т. е. времени непосредственной работы станка, которое подсчитывается по определенным формулам резания, и 3) вспомогательного времени, которое берется по нормам вспомогательного времени на станочные работы.

Выбор станков должен быть произведен в соответствии с характером работ по обработке различных деталей и по паспортам станков, включающим в себя необходимые данные о станке.

В табл. 23 указаны станки, наиболее подходящие для работы в паровозных депо.

Технологические карты составляются на изготовление или ремонт основных деталей паровоза. Мелкие детали, как показала практика, составляют загрузку станочного оборудования по времени на подъемочном ремонте 20—25% и на промывочном ремонте—25—30%.

После составления технологических карт и установления процента сменяемости и ремонта деталей паровоза на подъемочном ремонте, а также установления пробегов между сменой и ремонтом деталей надо составить план загрузки станков отдельно на единицу подъемочного ремонта и на группы деталей, имеющих одинаковый пробег (табл. 19—21).

Расчет станочного оборудования ведется по заданному годовому пробегу всех паровозов депо и ремонтной программе.

Умножая число часов, затрачиваемых станочным оборудованием на единицу подъемочного ремонта, на число подъемок, получим годовую затрату станко-часов на подъемочный ремонт.

Расход станко-часов на межподъемочный ремонт определяется по формуле:

$$C = \sum \frac{L_{год}}{L_{дет}} \cdot C_{дет},$$

где $L_{год}$ — годовой пробег всех паровозов,

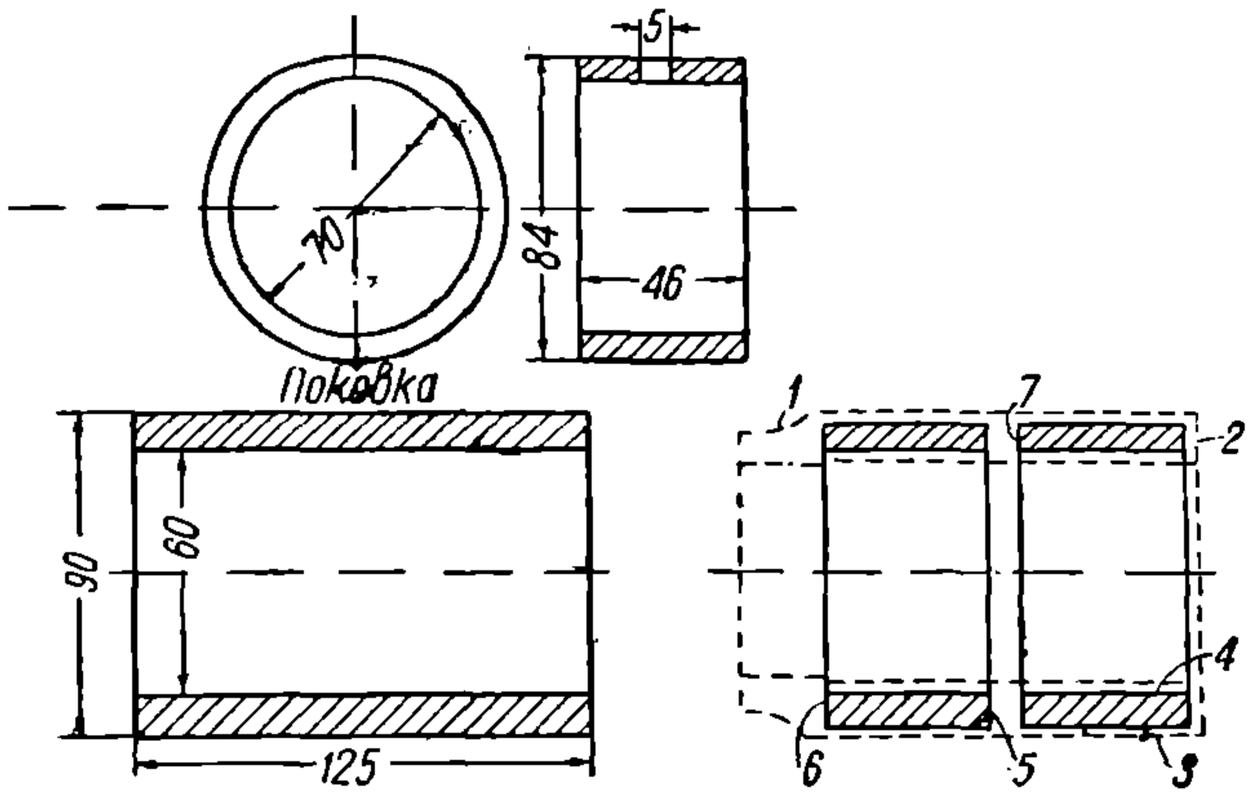
$L_{дет}$ — пробег паровоза между сменами или ремонтами группы деталей (5 000, 10 000 *км* и т. д.),

$C_{дет}$ — затрата станко-часов на группу деталей при соответствующем пробеге.

Сумма станко-часов, потребных на подъемочный и на межподъемочный ремонты является полной потребностью станко-часов для выполнения всего объема работ по ремонту паровозов. К этому надо еще прибавить расход станко-часов на хозяйственные работы, которые, как было уже сказано, составляют 16% от числа станко-часов, затрачиваемых на ремонт паровозов.

НБ УГЛТ (ДГТ)

Эскиз детали



Фиг. 103

№ операции	№ установки	№ перехода	Наименование операций и переходов	№ обрабатываемой поверхности	Станок: тип, фирма, модель	Приспособление: тип, № чертежа, № наладки
1	1	1	Заточить в конец для захвата в патрон до $d=85$.	1	162А 170×1 000	Четырехрезбовая головка
	2	2	Подрезать торец .	2	170×1 000	То же
	2	3	Обточить снаружи с припуском на шлифовку +0,3 *мм* .	3	170×1 000	
	2	4	Расточить внутри с припуском на шлифовку +0,2 *мм* .	4	170×1 000	
		5	Отрезать первое кольцо .	7	170×1 000	
		6	Проточить .	5	170×1 000	
		7	Отрезать второе кольцо . .	6	170×1 000	
2			Разметить головку для шпонки и отверстие для смазки . .		—	—
3	1	1	Фрезеровать головку для шпонки	3	Вертикальный фрезерный № 1160	Тиски
4	1	1	Сверлить отверсгие для смазки .	3	Вертикальный сверлильный № 169	
5			Прорубить канавку для смазки (цементация) .		—	—
6	1	1	Шлифовка снаружи .	3	Шлиф. 3А12	—
7	1	1	внутри .	4		—

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 22

среднего сцепного дышла (фиг. 103)

		На двух листах лист № 1		
Изделие: товарный паровоз 0-5-0 серии Э		Условные обозначения изделий		
Часть изделия: среднее (переднее) сцепное дышло		Условные обозначения агрегата		
Деталь втулка		Деталь №		
Материал Ст.-2		Чертеж №		
Временное сопротивление *кг/мм²*		Подписи		Дата
Род заготовки поковка				
Размеры заготовки				
Модель №				
Вес одной детали		Число деталей		
черный	чистый	на 1 *m*	в партии	
количество специальных приспособлен. и инструмент	приспособления	вспомогательный режущий инструмент	мерительный инструмент	

Инструмент			Размеры обработки поверхности			
Вспомогательный	Режущий	Мерительный				
тип, нормальный размер, № чертежа	тип, нормальный размер, № чертежа	тип, нормальный размер, № чертежа	диаметр или ширина обработки	длина обрабатываемой поверхности	толщина снимаемого слоя	число одновременно обрабатываемых деталей
Четырехкулачный патрон	РУ 16×25 4-Р-5	Штангенциркуль	90	20	25	2
То же	То же		90	15	1	3
			90	104	3	2
	РР 25×25×250 4-Р-19		71	124	4	2
	РТО 16×25×125 4-Р-16		84	7	6	1
	РУ 16×25		84	7	0,5	1
	РТО 16×25×125		84	7	6	1
—	—	»	—	—	—	—
Патрон		»	9	42	2	1
		»	5	7,5	—	—
—	—	»	—	—	—	1
—	Поперечный круг	»	85	46	0,15	1
Рейсмус	»	»	70	42	0,1	1

НБ УДУНТ (ДШТ)

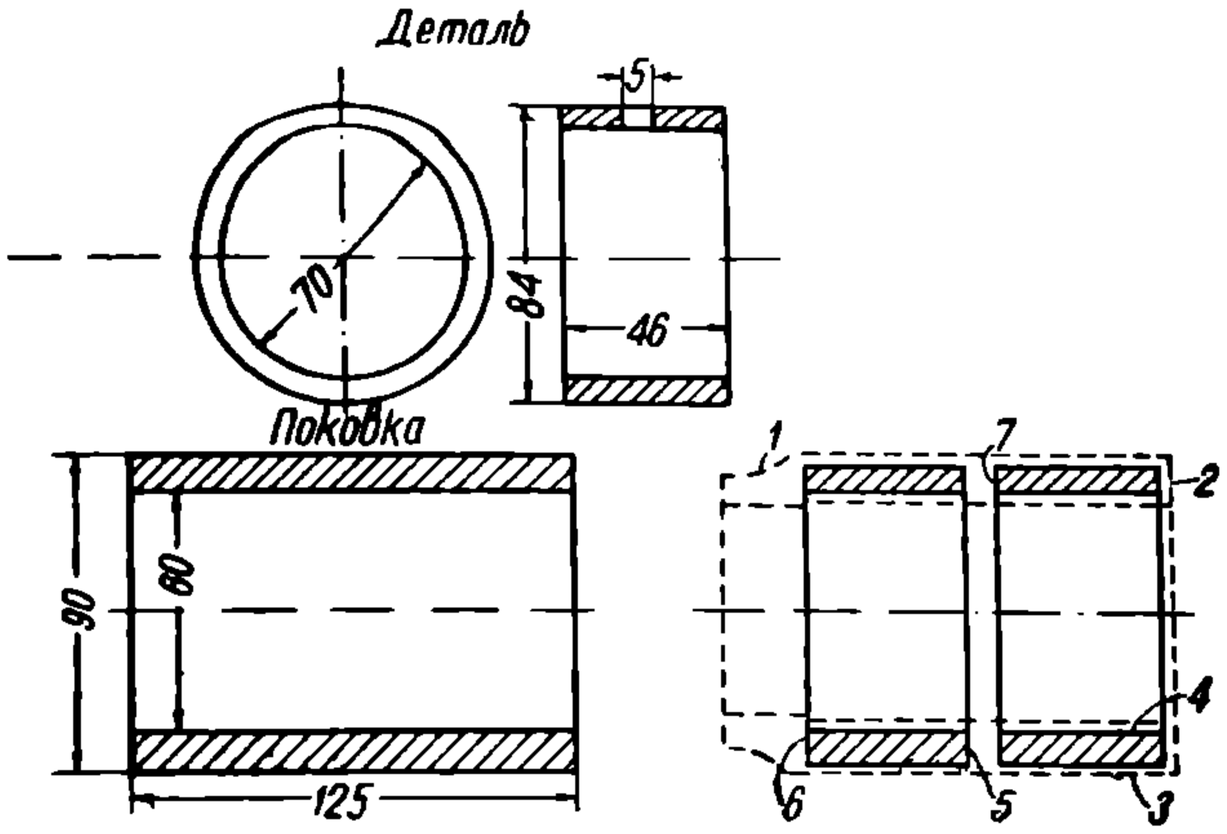
Станочное время в мин.

Станок (тип)	На 1 деталь	На изделие	Разряд работ
Всего			

№ операции	№ установки	№ перехода	Наименование операций и переходов	№ обрабатываемой поверхности	Режим ра				
					число оборотов или двойных ходов в мин.	скорость резания в *мм*	глубина резания за 1 проход в *мм*	Подача в *мм*	
								за один оборот или двойной ход	в мин.
1	1	1	Заточить конец для захвата в патрон до d=85 .	1	273	77	2,5	0,342	94
	2	2	Подрезать торец .	2	273	77	1	0,228	62
	2	3	Обточить снаружи с припуском на шлифовку +0,3 *мм* .	3	273	77	1,5	0,228	62
	2	4	Расточить внутри с припуском на шлифовку +0,2 *мм* .	4	273	61	2	0,228	62
		5	Отрезать первое кольцо .	7	273	72	6	0,15	31
		6	Проточить .	5	273	72	0,5	0,228	62
		7	Отрезать второе кольцо .	6	273	72	6	0,15	31
2			Разметить головку для шпонки и отверстие для смазки .	—	—	—	—	—	—
3	1	1	Фрезеровать головку для шпонки	3	253	72	1	0,15	38
4	1	1	Сверлить отверстие для смазки .	3	435	68	7,5	0,1	43,5
5			Прорубить канавку для смазки (цементация) .	—	—	—	—	—	—
6	1	1	Шлифовка снаружи .	3	69,8	18,3	0,0135	11,2	784
7	1	1	внутри .	4	45,9	9,9	0,0115	4,45	200

НБ УДУНТ (ДИТ)

Эскиз детали



Фиг. 103

Работы		Время обработки в мин.								
		Вспомогательное			Основн.					
число проходов	расчетная длина обработки в *мм*	установка и отъем на каждую операцию	подвод и отвод инстр. включения станка	промеры	машинное или машинно-ручное	время на 1 деталь без наладки	Подготовительн. на партию	время на 1 деталь с наладкой	всего	разряд работ и наладка
1	20	1,2—0,6	0,5—0,25	—	0,20—0,11	—	—	—	—	—
1	15	1,2—0,6	0,5—0,25	—	0,24—0,12	—	—	—	—	—
2	104	—	0,96—0,48	0,1—0,5	3,36—1,68	—	—	—	—	—
2	124	—	1,12—0,56	—	4,0—2,0	—	—	—	—	—
1	7	—	0,6	0,1	0,22	—	—	—	—	—
1	7	—	0,56	—	0,13	—	—	—	—	—
1	7	—	0,6	0,1	0,22	—	—	—	—	—
—	—	24 1,2	4,85 3,3	0,3 0,25	8,4 4,48	— —	15 —	15,05 8,0	— 9,23	IV —
2	50	0,8	3,6	—	2,63	—	15	7,03	—	IV
1	10	0,6	0,3	—	0,23	—	10	1,13	—	III
—	—	—	1,2	—	—	—	—	—	—	—
9—4	75	1,2	1,5	0,3	1,25	—	12,0	3,95	—	III
7—5	75	0,8	—	0,5	4,5	—	—	7,3	—	III

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 23

Станочное оборудование, употребляемое в паровозных депо

№ п/п	Наименование станков	Модель, марка, тип	Характеристика	Завод-изготовитель	Габарит в *мм*	Вес в *кг*	Привод	Мощность в *квт*	Стоимость станка в руб.
			Высота центра и расстояние между центрами				Индивидуальный		
1	Колесно-токарный	1937	700×2 800	«Двигатель революции», г. Горький	8 000×3 500	28 000		21,5	55 550
2	То же	1939	950×2 700		9 285×5 240	41 000	То же	29	85 850
3	Токарно-винторезный	ДИП-400 ІД-64	400×3 000	«Красн. пролетарий», Москва	5 380×1 850	6 650		11	26 765
4	То же	ДИП-300 ІД-63	300×3 000	То же	5 095×1 310	—		6,8	18 690
5	»	ДИП-200 ІД-62	200×1 000	»	2 710×1 050	—		3,5	9 630
6	»	1627 ТП-27	275×2 000	»	3 310×924	1 875		3,5	9 190
7	»	161-А	175×1 000	Сталелитейный завод, Ижевск	2 430×950	600		3	9 090
8	»	ІА62 ТВ-20	200×2 000	«Красн. пролетарий», Москва	3 810×942	2 280		3,5	7 070
9	Карусельный	152	Диам. планш. 810	«Станкоконструкция», Москва	2 060×2 095	6 500		18,4—0,76	4 400
10	Строгально-поперечный	736 Ш-5	Ход резца 650	«Самоточка», Москва	2 460×1 380	1 900		3,5	7 580
11	То же	735 Ш-4	» » 500	То же	2 060×1 200	1 600		3,5	6 000
12	Строгально-продольный	716	Шир. и длина строгания 850×1 500	Им. Ворошилова, Минск	3 200×2 500	3 300		5,2+2,3	25 000
13	Фрезерный универсальный	682	270×1 250	«Двигатель революции», г. Горький	2 580×1 750	1 700		3,7	15 150
14	Шлифовальный, круглый, универсальный	ЗА-12	250×1 050	Сверлильно-шлифовальный станок, Харьков	4 320×1 300	2 000		5,2+0,25	18 000
15	Суппортно-шлифовальный прибор	ТК	Разм. шл. круга 122×10×15	Трудкоммуна им. Белицкого	Установ. на токарн. ст.	—		0,15	1 000
16	Сверлильный	2118	$d=18$	Им. Ленина, Одесса	950×680	800		1,3	5 050
17	»	2135-А	$d=35$	Азстанкострой № 2, Баку	—	—		—	2 250
18	Шлифовальный прибор с гибким валом	378	Разм. шл. круга 200×25	Им. Ильича, Ленинск	Передвижн	—		2,2	920
19	Станок для расточки цилиндров	—	—	«Красный путь», Москва		—		2,85	4 000
20	Станок для расточки золотниковых втулок	—	250×380	То же				2,00	3 350
21	Станок для обточки пальцев кривошипов	—	Диам. от 215 до 230			—		1,5	2 360
22	Болторезный станок	507	Диам. резьбы $1^1/_2''$	Им. Ленина, Одесса	1 510×590	—		2,5	2 600
23	Точильно-шлифовальный	Т-1-М 3634	Диам. круга 400	«Красн. металлист», Витебск	1 016×945	—		2,2	1 300
24	Револьверный	137	85	Им. Орджоникидзе, Москва	—	—		—	18 180

НБ УГЛТУ (ДПТ)

Общее число станков определится по формуле:

$$A = \frac{C}{\Phi},$$

где C — потребное число станко-часов для выполнения всего объема работ,

Φ — фонд станочного времени за расчетный период.

Фонд станочного времени зависит от числа рабочих дней, продолжительности рабочего дня в одну смену, числа смен и времени, необходимого для производства осмотра и ремонта станков.

Годовой фонд станочного времени при 7-часовом рабочем дне и двухсменной работе будет равен 4 102 час. Это число получено из расчета 365 дней годовых минус 60 дней выходных, 6 дней праздничных и 2% годового фонда станочного времени на ремонт станков. Число станков по их типам определяется из процентного соотношения затраты станко-часов каждого типа, для чего надо составить следующую таблицу

Таблица 24

Распределение станко-часов по типам станков в процентном отношении от общего числа станко-часов

№ п/п	Тип стакна	Подъемочный ремонт в %	Межподъемочный ремонт в %	Хозяйственные работы в %	Итого на все работы в %
1	Токарно-винторезный $h=200$ *мм* и т. д.	37,1	41,8	6,4	40,6

После установления количества станков надо приступить к анализу выбранного парка станков. Прежде всего следует проверить, насколько загружен каждый станок. Если станок мало загружен, то следует перенести его работу на другой, на котором можно выполнять эту работу, например по технологическому процессу часть деталей обрабатывается на поперечно-строгальном станке с ходом резца в 650 *мм*, а часть на другом, аналогичном станке с ходом резца в 500 *мм*, и если общая нагрузка выполнима одним станком, то надо оставить один станок с большим ходом резца, хотя будут неудобства вследствие несовпадения и изменения режима обработки.

Следует обратить внимание на подбор однообразных по типам и конструкции станков, так как это дает, во-первых, определенные преимущества в смысле облегчения ремонта станков и изготовления запасных деталей, во-вторых, упрощает обслуживание станка, так как рабочему при переходе на другой станок не придется приспосабливаться, в-третьих, облегчает нормирование работ.

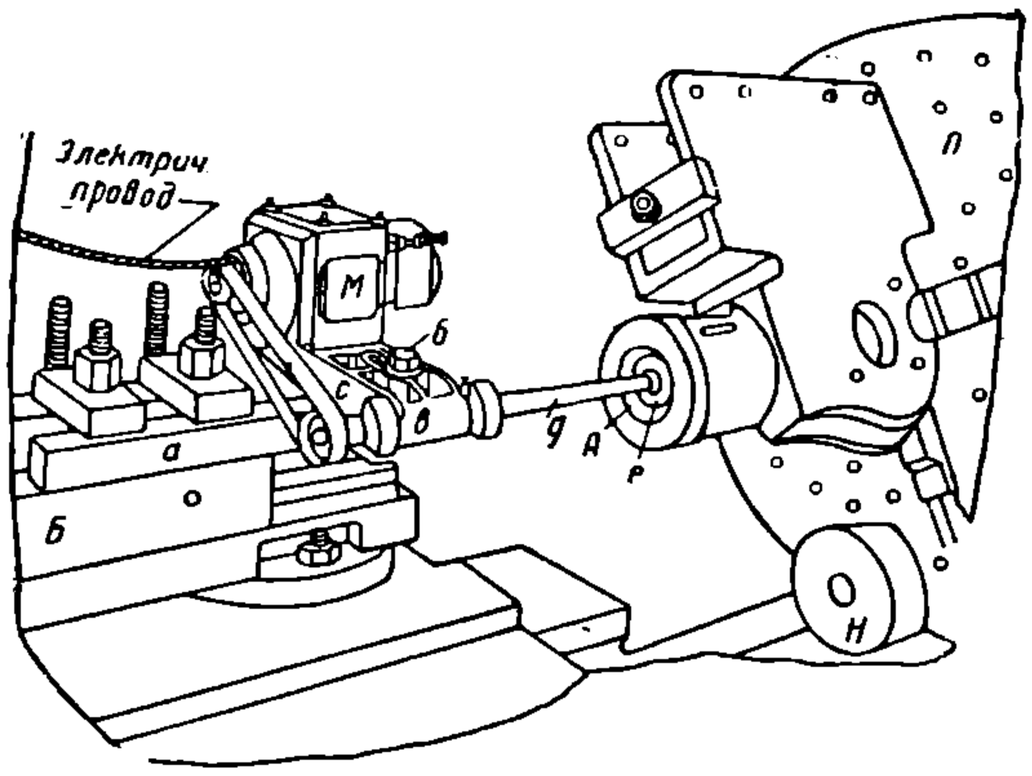
Большую роль играют целесообразность и экономичность выбираемого станочного оборудования, например целесообразно ставить дорогой карусельный станок, потому что он имеет много преимуществ перед токарным станком, как-то: большая производительность, лучшая центрировка при обработке тяжелых деталей, так как деталь лежит, а не висит, вследствие чего нет отклонений от центральной оси, и др.

С другой стороны, не следует приобретать дорого стоящего оборудования, если оно полностью не будет использовано и может быть заменено другим, хотя и менее удобным. К такому оборудованию надо отнести большие шлифовальные станки для обработки поршневых скалок, крейцкопфов и др. Эти станки с успехом можно заменить специальными приспособлениями для шлифовки

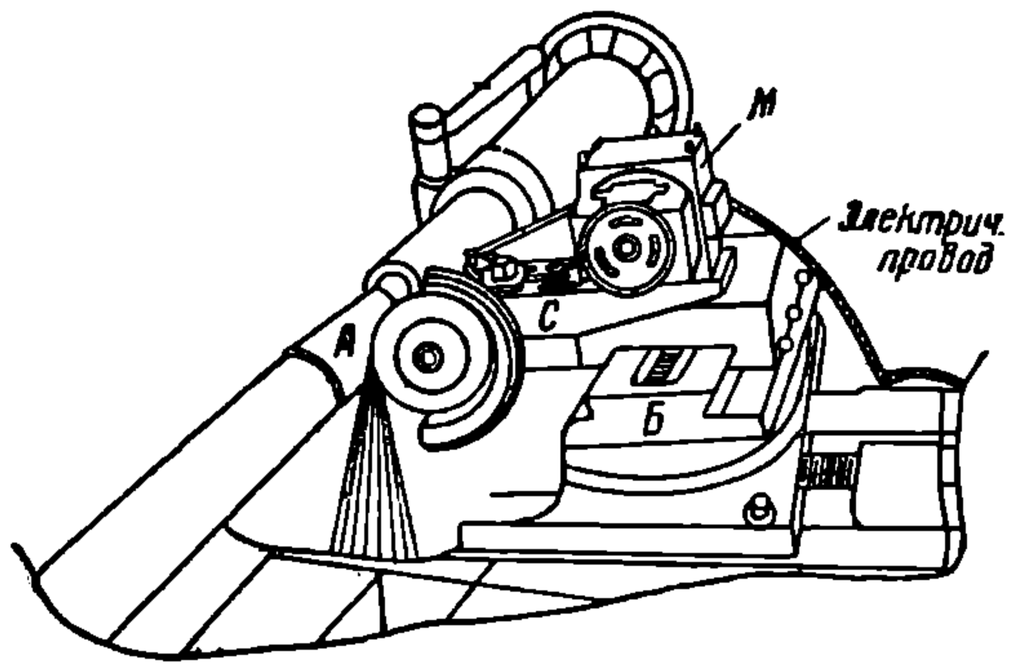
НБ УГАЧТ (ДГТ)

на токарном станке. На фиг. 104 изображен прибор, состоящий из державки с мотором, вставленных в суппорт вместо резца, и карборундового камня, насаженного на длинный шпиндель. Фиг. 105 показывает прибор для шлифовки головки штока.

Кроме того в депо иногда бывает работа по обточке шеек паровозных колесных пар. Для этой цели в СССР станки не изготовляются, причем если бы они и были, то благодаря малой и исключительной работе такой станок для депо приобретать не следует. Как выход из положения шейки паровозных колесных пар можно обтачивать в депо на колесно-токарном станке, хотя это в известной степени вредно отражается на состоянии станка.



Фиг. 104



Фиг. 105

Оборудование механического отделения и размещение его в угрожаемых районах должны удовлетворять условиям обеспечения обороноспособности.

Оборудование депо желательно располагать таким образом, чтобы при выходе из строя того или иного оборудования можно было бы его быстро заменить другим, не прекращая производственного процесса.

Нежелательно сосредоточивать в одном цехе различные виды работ и производственные процессы.

В основных цехах оборудование должно устанавливаться у стен зданий между окон.

Оборудование должно быть стандартное, с легко заменяющимися частями (желательно отечественного производства) и подбираться по характеру обработки.

Однотипные станки одинаковой мощности должны по возможности дальше отстоять друг от друга, хотя в ряде случаев это будет затруднять технологический процесс.

Желательно заранее предусматривать возможность в нужное время установки траверс между отдельными группами наиболее ценного оборудования. Станки необходимо употреблять с индивидуальными приводами от электромоторов. Трансмиссионных установок следует избегать.

При разработке технологического процесса следует предусматривать варианты возможной передачи обрабатываемых изделий с одних станков на другие.

Учитывая в каждом отдельном случае вышеперечисленные требования по ПВО при внутренней планировке депо и размещении оборудования, степень необходимости выполнения этих требований, в зависимости от характера депо, его месторасположения, типа, назначения и т. п., определяется по согласованию с соответствующими органами.

Защита оборудования от заражения стойкими и нестойкими ОВ достигается герметизацией помещений и покрытием станков и прочего оборудования противоипритными чехлами или металлическими покрытиями, когда это представляется возможным по условиям работы.

НБ УГУНТ (ДШТ)

§ 24. Кузнечное отделение

Кузнечное отделение при депо предназначается для горячей обработки металла, связанной с ремонтом паровозных деталей. В нем производятся сварка, подсадка, вытяжка и выправление ремонтируемых деталей, а также изготовление в исключительных случаях некоторых деталей вновь.

Для выполнения этих работ кузнечное отделение должно быть снабжено нижеуказанным необходимым оборудованием.

Горны и печи

Для нагревания металла перед выполнением кузнечных работ применяются горны и печи. Кузнечный горн является простейшим нагревательным прибором и выкладывается из кирпича в виде четырехугольного стола. Размеры такого горна: диаметр 0,75—1,25 *м*, высота 0,5—1 *м*. В качестве топлива в горнах применяют древесный уголь и кокс.

В кузнечном горне нельзя получить равномерного нагревания и определенной температуры нагреваемого изделия. Вследствие свободного доступа воздуха происходит довольно сильное окисление металла, отчего он покрывается коркой окалины. К. п. д. горна очень мал, отчего использование теплотворной способности топлива очень незначительно (до 3%).

Несмотря на свои отрицательные качества, горн весьма распространен в деповских кузницах и применяется в тех случаях, когда требуется нагреть предмет в определенном месте на небольшом протяжении или где он по своей громоздкости не может быть нагрет в кузнечной печи.

Более совершенным типом нагревательных приборов являются печи. Наибольшее распространение получила нагревательная пламенная печь.

При проектировании и сооружении пламенной печи необходимо исходить из следующих соображений [1]: площадь пода берется в зависимости от величины и количества обрабатываемых в один прием изделий; длина пода делается больше длины нагреваемой детали на 300 *мм* с тем, чтобы конец ее, находящийся у дверцы печи, не мог охладиться наружным воздухом.

Расстояние от пода до свода делается в 3—5 раз больше высоты нагреваемых изделий. В зависимости от площади пода площадь колосниковой решетки делается равной при отоплении: каменным углем 30—40%; дровами 40—50%. Высота от колосниковой решетки до пода печи для печей, работающих на естественной тяге, делается равной высоте рабочей камеры. Этим обеспечивается необходимое давление в печи и предотвращается засасывание (через дверцу) наружного воздуха. При искусственном дутье площадь колосниковой решетки можно делать на одном уровне с подом печи, но с тем, чтобы обеспечить высоту свода над порогом (расстояние от свода до порога) не менее 300 *мм*. При меньшей высоте получается слишком большая скорость газов.

В печи должно быть обеспечено подогревание подаваемого в печь добавочного воздуха путем пропуска его через воздушные каналы, выложенные в стенке топочной камеры или порога. Ввод его делается над порогом или вверху топочной камеры.

При работе печи на каменном угле расход угля при температуре в печи 800—900° составляет 18—21 *кг*, при 1 200°—27—32 *кг/час* на 1 $м^3$ внутреннего объема печи. На 1 $м^2$ колосниковой решетки в час сгорает около 50 *кг* угля.

Использование теплотворной способности топлива в пламенных печах несколько больше, чем в горнах, но все же чрезвычайно мало и составляет от 5 до 20%.

Нефтяные печи довольно распространены на железных дорогах, но согласно постановлению правительства должны быть переделаны на другое отопление — угольное, газовое.

Необходимо упомянуть об одном виде печей, применяющихся в современных кузницах,—о печах, работающих на газе. Эти печи очень просты по устройству,

---

[1] См. инж. М. А. Соколов, Закалка и цементация инструментов, Госмашметиздат, 1933 г.

НБ УДУНТ (ДПТ)

удобны для работы, нагрев металла в них происходит быстро и равномерно, регулировать температуру очень легко, сажи и дыма при их работе не появляется, использование теплотворной способности топлива в них гораздо выше, чем в других пламенных печах.

В настоящее время в кузницах стали появляться электрические нагревательные печи. Они должны получить в ближайшем будущем наибольшее распространение ввиду ряда их эксплуатационных преимуществ: а) хорошей регулировки температуры и равномерного нагревания металла; б) отсутствия окалины на металле; в) отсутствия копоти и дыма в кузнице.

К сожалению оба типа этих печей не получили еще распространения в деповских кузницах.

Иногда в кузнечном цехе устанавливается печь для цементации. Печи для цементации устроены по типу вышеописанных пламенных печей и работают или на нефти или на угле. Лучшими следует считать нефтяные печи, так как они позволяют вести точную регулировку температуры, хотя с успехом могут применяться и печи, работающие на угле, которые при нормальном расходе воздуха дают температуру в печи около 900°, что весьма благоприятно в смысле получения необходимой для цементации температуры.

В отношении количества горнов, необходимых для оборудования кузницы, необходимо считать достаточным для депо с годовым пробегом до 2,5 млн. *км* горн на два огня или два горна по одному огню; для депо с годовым пробегом до 5 млн. *км* — три огня и для депо с большим пробегом кроме горна следует устанавливать еще нагревательную печь.

Воздух, необходимый для горения топлива, доставляется в горны и печи по воздухопроводам от вентилятора. Вентиляторы употребляются самых разнообразных типов и выбираются в зависимости от давления и необходимого количества воздуха в куб. метрах. Практикой установлено, что наиболее выгодное давление воздуха для горнов будет: при работе на древесном угле 70—90 *мм* вод. ст., при работе на коксе 90—110 *мм* вод. ст., при работе на каменном угле 150—170 *мм* вод. ст., для распыления мазута 500—700 *мм* вод. ст.

Для подсчета мощности вентилятора надо считать, что один горн расходует 3 $м^3/мин$ воздуха и одна нагревательная печь 3 $м^3/мин$ воздуха.

Молоты

Из всего разнообразия типов молотов в кузницах при паровозных депо получили наибольшее распространение паровые и пневматические молоты.

Паровой молот имеет небольшое количество деталей и обладает большой прочностью и выносливостью. В работе паровой молот очень удобен, так как последовательность и сила ударов могут регулироваться по полному произволу в пределах максимальных возможностей данного молота.

К недостаткам паровых молотов относится необходимость иметь источник пара — паровой котел, что не всегда бывает выгодно, тем более для таких маленьких кузниц, какими являются кузницы при депо; поэтому в деповских кузницах получили большее распространение пневматические молоты.

Устройство пневматического молота имеет сходство с паровым молотом, но имеет несколько усложненную конструкцию благодаря присоединению к собственно молоту компрессора для получения сжатого воздуха и привода компрессора. Компрессор работает от электромотора независимо от молота. К. п. д. воздушных молотов довольно высок (60—70%) по сравнению с к. п. д. паровых молотов (14 — 20%), но вследствие более сложной конструкции расходы по ремонту воздушных молотов выше, чем у паровых.

Наибольшее распространение в депо получили пневматические молоты типа «Бэше». Устанавливать их следует в крупных депо с большим объемом ремонта. В депо с годовым пробегом более 5 млн. *км* можно установить пневматический молот «Бэше» с весом падающих частей в 160 *кг* (без бойка). Энергия удара при работе сжатого воздуха равна 264 *кгм*. Применяется такой молот для различных

НБ УГЛТ (ДГТ)

поковок размером до 120×120 *мм* (проковка, протяжка, загиб, сваривание, правка листов).

К достоинствам этого молота относятся: 1) легкое регулирование силы удара и удержание бабы на любой высоте над предметом, 2) удержание бабы на поковке под нажимом, 3) доступность работы с трех сторон, 4) управление одной рукой.

Станина и стул молота устанавливаются на фундаменте. Для того чтобы разгрузить станину молота от действия удара, обычно отделяют фундамент для станины молота от фундамента для стула. При общем фундаменте между стулом и фундаментом делается прокладка из деревянных брусьев.

Прочее оборудование

При каждом горне должна быть наковальня весом 150 *кг*. Наковальня представляет собой опору, на которой производится обработка металла. Наковальня устанавливается на фундаменте (тяжелом дубовом чурбане) и укрепляется на нем костылями или специальными хомутами. Высота дубового чурбана делается 1 500—2 000 *мм* при диаметре 600—700 *мм*. Он вкапывается в землю так, чтобы над землей оставалось около 500 *мм* высоты. Кроме дерева применяются также бетонные основания для наковален.

Кроме этого в кузнице применяется шперак, представляющий собой маленькую наковальню с двумя рогами, на которой производятся всевозможные гибочные работы.

Кузницы при больших депо должны иметь правильные плиты 1 000 × 1 500 *мм*.

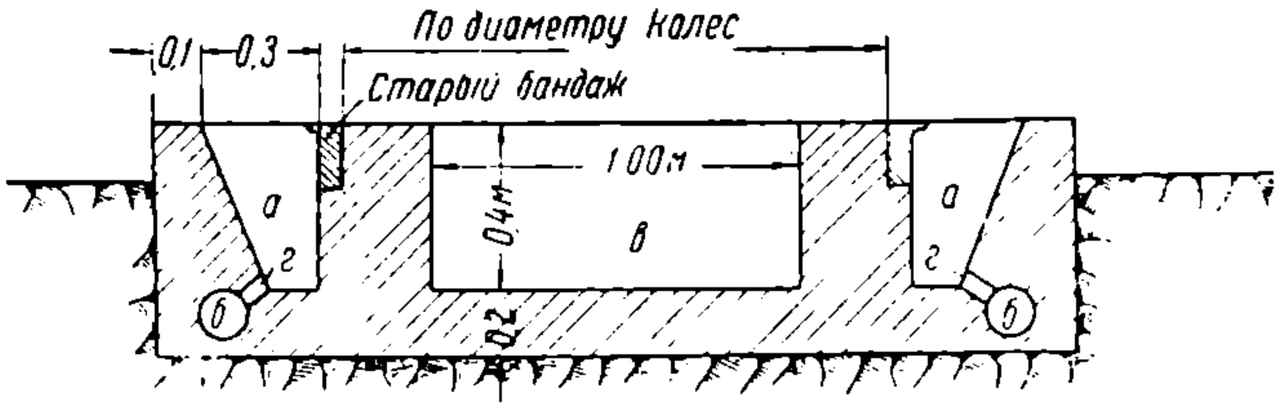
У каждого горна устанавливается ванна с водой. Для крупных поковок, выполняемых на молоте, должна иметься ванна размером 500 × 1 500 *мм*.

Для выполнения различных кузнечных работ в кузнице должен быть необходимый набор ударного, вспомогательного, мерительного и слесарного инструмента.

§ 25. Колесно-бандажное отделение

Для ремонта паровозных и тендерных колесных пар с ослабшими бандажами в основном депо устраиваются колесно-бандажные отделения, которые должны иметь следующее оборудование:

1. Нагревательное устройство для съема и насадки бандажей.
2. Кран для подъема паровозных и тендерных колесных пар.
3. Ножницы ручные для резки железа до 2 *мм*.



Фиг. 106

4. Слесарный верстак с тисками и плитой для правки кровельного железа.

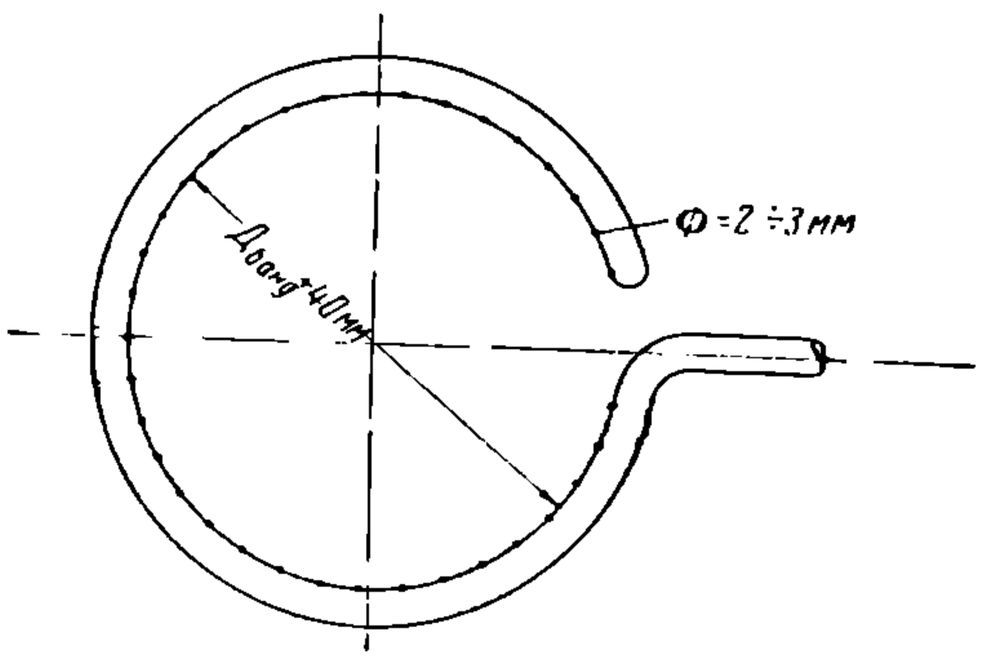
В качестве нагревательных устройств для съема и насадки бандажей применяются угольные, нефтяные и газовые горны. На фиг. 106 показан горн для съема и насадки бандажей. Горн работает на древесном угле или коксе. Устройство горна следующее: в земле, немного из нее выходя, сделана цилиндрическая кирпичная кладка, имеющая кольцевое углубление *а* и в середине цилиндрическое углубление *b* для помещения пальца кривошипа и самого контркривошипа или шейки оси тендерной колесной пары. Внутренняя кладка, служащая столом, на который ослабшим бандажом устанавливается повернутая колесная пара, имеет для прочности укрепляющее кольцо (обычно старый бандаж). Вокруг горна делается круглый кольцевой канал *б* (или труба) с выходящими в кольцевую выемку *а* отверстиями *г*. Канал служит для подвода воздуха. Съемка ослабшего бандажа производится следующим образом: колесная пара с ослабшим бандажом, с предварительно вынутым укрепляющим кольцом, при помощи крана ставится ослабшим бандажом на укрепляющее кольцо стола. Обод колеса обмазывается глиной, а бандаж по кольцевому углублению *а* обкладывается

НБ УИИТ (ДИТ)

древесным углем или коксом и разводится огонь. Для дутья по каналу *б* подводится воздух от вентилятора или воздушной магистрали. Когда бандаж нагреется до 300—350°, дутье прекращается, а колесная пара краном незначительно приподнимается и рабочие кувалдой сбивают бандаж с обода. После съемки бандажа колесную пару поднимают и поверхность соприкосновения бандажа и обода очищают от грязи. Обод охлаждают до температуры окружающего воздуха, бандаж же подогревают, поддерживая температуру в пределах 300—350°. После очистки поверхностей соприкосновения и охлаждения обода колесную пару опускают и колесный центр заводят в бандаж. В имеющуюся щель между ободом и бандажом закладывают по всей окружности колеса железные прокладки, приготовленные заранее.

В нефтяных горнах нагрев бандажа производится очень быстро — за 15—20 мин.

Однако нефтяной горн имеет крупный недостаток, заключающийся в том, что наблюдается неравномерность нагрева бандажа между местами соприкосновения острого пламени форсунок и промежуточными точками, доходящая до 150°, и из-за невозможности отрегулировать равномерно подачу топлива и воздуха ко всем форсункам. Такой неравномерный нагрев бандажа губительно отражается на качестве металла, понижая твердость его, и ведет к преждевременному его износу. В целях экономии жидкого топлива правительственным постановлением предписывается перевести на твердое топливо все нагревательные печи и горны, работающие на жидком топливе, поэтому строительство новых нефтяных горнов не должно производиться, а имеющиеся нефтяные горны должны быть переоборудованы на другой вид топлива.



Фиг. 107

Более равномерный нагрев бандажей получается в газовых горнах, широко применяемых за границей (Америка, Германия) и на некоторых наших заводах. Равномерность нагрева бандажа в газовом горне достигается большим числом точек соприкосновения бандажа с пламенем, поэтому там, где есть возможность получения газа, необходимо устраивать газовые горны. Основным устройством газового горна является газовая горелка (фиг. 107), представляющая собой кольцевую трубу диаметром от 19 до 25 *мм*, имеющую с внутренней стороны отверстие диаметром от 2 до 3 *мм*, общая площадь которых равна площади поперечного сечения кольцевой трубы. Длина трубки газовой горелки зависит от диаметра бандажа, и поэтому в депо необходимо иметь столько газовых горелок, сколько имеется разновидностей бандажей по их диаметру, причем расстояние от поверхности катания бандажа до газовой горелки должно быть около 40 *мм*.

Для подъема колесных пар устанавливается катучий или глаголь-ный кран. В депо, обслуживающем мощные паровозы ФД и ИС, грузоподъемность крана должна быть 7,5 *т*; в депо, обслуживающем паровозы мощностью, не превышающей мощности паровозов $Э^У$ и $С^У$,—5 *т*. Месторасположение колесно-бандажного отделения выбирается из условия возможности удобного транспортирования паровозных и тендерных осей с канав подъемочного цеха и с канав, оборудованных опускными приспособлениями.

§ 26. Трубное отделение

Трубное отделение предназначается для работ по подготовке дымогарных и жаровых труб для постановки их на паровоз. Ремонт дымогарных и жаровых труб должен производиться на заводах, а в депо должны производиться следующие операции: обжимка, раздача, обрезка и наварка концов труб.

НБУЖТ (ДИТ)

Для производства указанных работ трубное отделение должно иметь следующее оборудование:

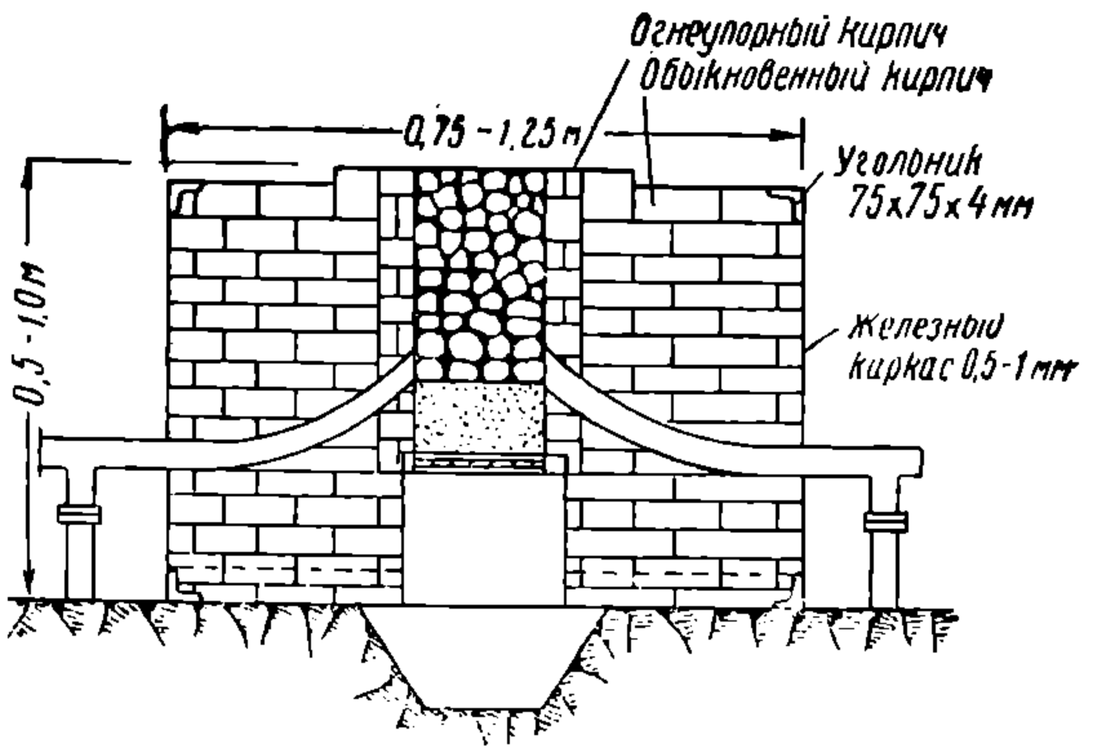
1) станок для обжимки концов труб,
2) станок для обрезки труб,
3) горн для нагрева концов труб,
4) наковальню с длинным носком,
5) гидравлический пресс для испытания труб давлением на 30 *ат*,
6) правильную плиту,
7) верстаки с тисками,
8) шкафы для инструмента.

В небольших депо трубное отделение может быть расположено в помещении кузницы. В этом случае первых двух станков можно не устанавливать.

§ 27. Медницко-жестяночное отделение

В большинстве случаев медницкие и жестяночные работы в депо сильно между собой переплетаются, поэтому они обычно объединяются в один цех. В этом цехе производятся различные работы, связанные с пайкой паровых, водяных и прочих труб и паровозных деталей, а также ремонтируется различный паровозный инвентарь и приспособления: фонари, бидоны, масленки, спринцовки и пр.

Для выполнения различных работ, требующих нагрева ремонтируемых деталей, в отделении устанавливается медницкий горн, а для пайки труб — круглый горн (фиг. 108). Воздух к горнам подается от специального вентилятора или используется вентилятор кузницы. Для загиба труб применяется плита с дырами и клиньями.



Фиг. 108

Для жестяночных работ применяются специальные жестяночные верстаки высотой 0,75 *м*, шириной 0,80 *м*, изготовляемые из 50-*мм* досок. Нормальная длина верстака на одного рабочего 1,5 *м*. Для загибания фальцев и выполнения других жестяночных работ вдоль верхнего ребра верстака прикрепляется полоса углового или рельсового железа. На верстаке устраиваются две скобы, служащие для установки железных балок различного сечения, тиски — предпочтительно параллельные и настольные ножницы для резки листового железа.

Для выполнения медницких и жестяночных работ цех снабжается необходимым количеством разметочного, резного, ударного, опорного, паяльного и прочего инструмента.

Медницко-жестяночный цех должен быть достаточно просторным и светлым. На каждого рабочего должно приходится не менее 20 $м^3$ цеха. Горны, верстаки и прочее оборудование должны быть так расположены, чтобы между ними были проходы не менее 1 *м*.

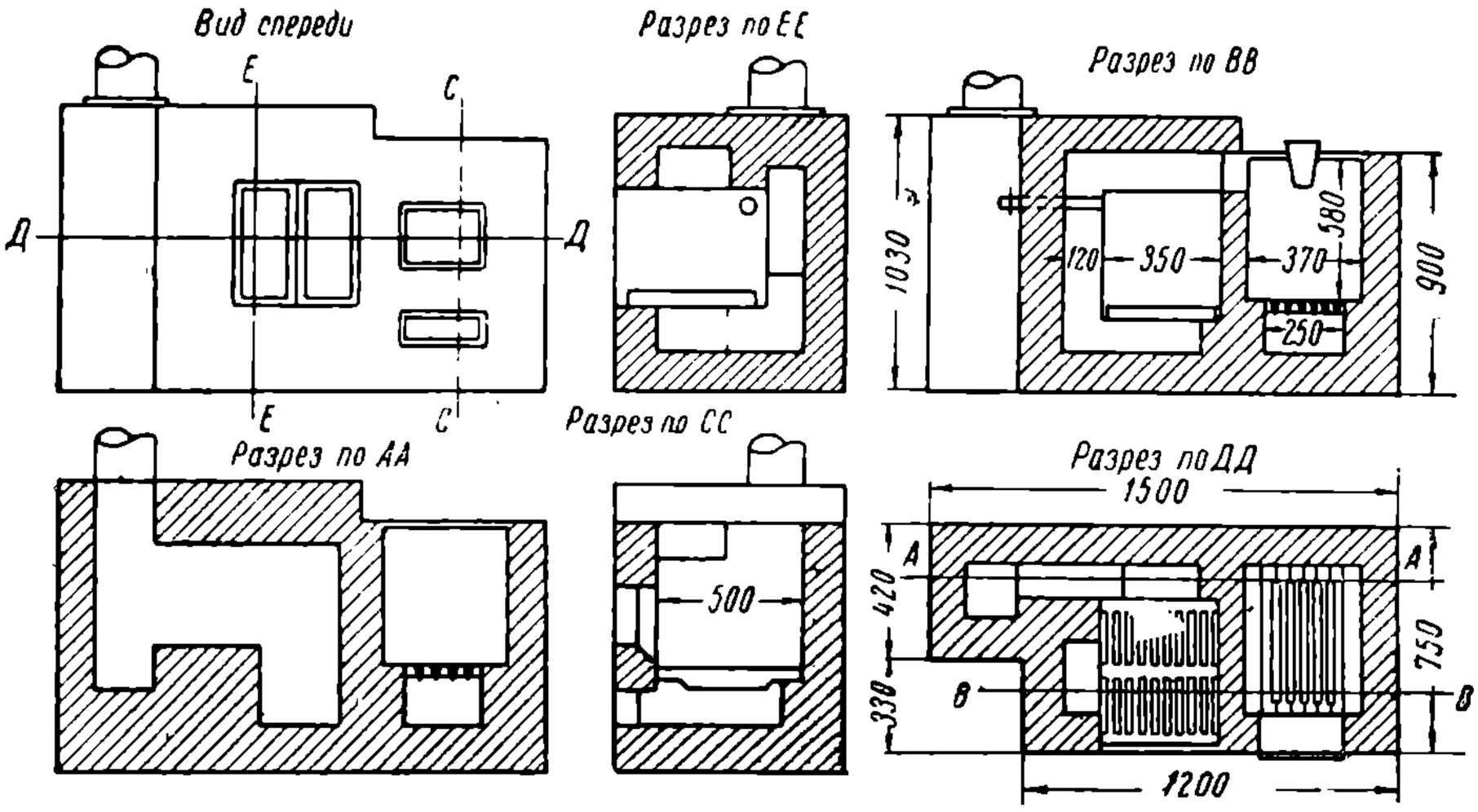
§ 28. Заливочное отделение

Заливочное отделение при депо служит для заливки баббитом подшипников, заливки легкоплавких пробок, отливки сальниковых колец и пр. Материалом для заливки подшипников служат как оловянистый баббит, так и кальциевый. Последний получил за последнее время широкое применение благодаря своим хорошим механическим и антифрикционным свойствам и отсутствию в нем дорого стоящего олова.

НБ УГХТ (ДГТ)

Для плавления баббита в заливочных отделениях депо устанавливаются печи или горны. Удобство горна заключается в простоте устройства, быстроте пуска и в том, что горн работает обычно на каменном угле. К его недостаткам надо отнести неравномерный нагрев и плохую регулировку температуры нагрева.

Для кальциевого баббита при массовой заливке применяются печи, в которых производится также плавка и оловянистого баббита. Печи для плавки баббита применяются как нефтяные, так и работающие на каменном угле. В депо применяются главным образом печи малой производительности (до 75 шт. подшипников в смену), работающие на каменном угле. На фиг. 109 показано устройство одной из таких печей. Печь имеет два отделения. В одном из них производится плавка баббита в тигле, устанавливаемом в плите и подогреваемом горячими газами. В другом отделении производится подогрев форм и подшипников перед заливкой.



Фиг. 109

В настоящее время получают распространение электропечи для плавки баббита. В этих печах достигается равномерный прогрев расплавляемого металла. Желаемую температуру можно получить, регулируя с помощью реостата силу тока. Получение соответствующей температуры очень важно, особенно при плавке кальциевого баббита, так как последний в большей степени склонен к окислению, чем оловянистый баббит. При правильном ведении плавки кальциевый баббит не должен быть перегрет выше 600°, а оловянистый — выше 500°, поэтому заливочный цех должен иметь пирометры для контроля температуры расплавленного металла. Вне зависимости от конструкции применяемого устройства для плавления баббита должна быть предусмотрена возможность подогрева подшипников и форм перед заливкой до температуры 180—230°.

Для плавки баббита применяется стальной тигель, имеющий форму, показанную на фиг. 110. Пользоваться плоской чашкой для расплавления баббита не рекомендуется, так как поверхность соприкосновения расплавленного баббита с воздухом получается слишком большой, что вызывает большой угар баббита. Тигель употребляется главным образом небольшой емкости — до 10 *кг* баббита. Для удобства переноски тигель снабжается боковой ручкой, а для удобства разливки баббита — сливным носком. Для придания заливаемому в подшипник баббиту определенного очертания применяются специальные для каждого типа подшипников формы. Формы делаются из листовой котельной стали толщиной 2 — 3 *мм*. На фиг. 111 показана форма для паровозного буксового подшипника в собранном виде.

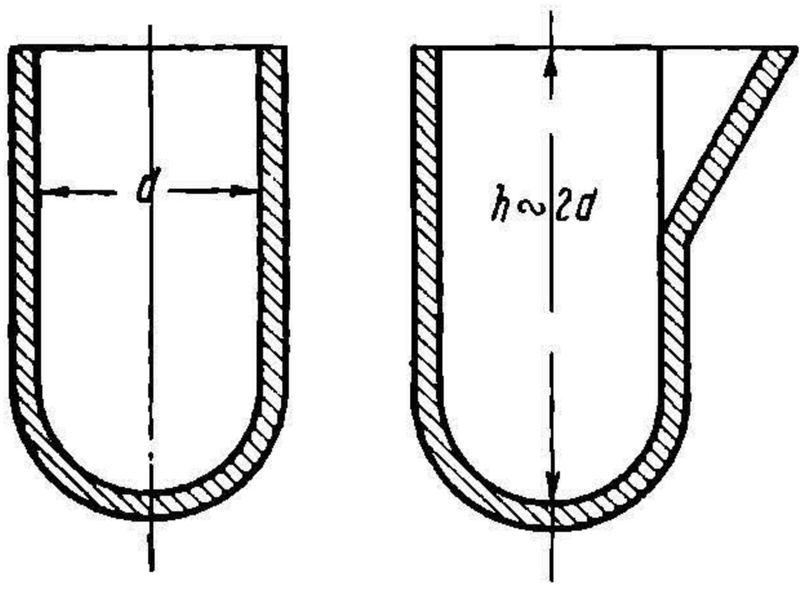
Для определения твердости баббита употребляется или прибор Польди-Хютте или упрощенный рычажный пресс типа Бриннеля, изготовляемый силами

НБ УДУНТ (ДИТ)

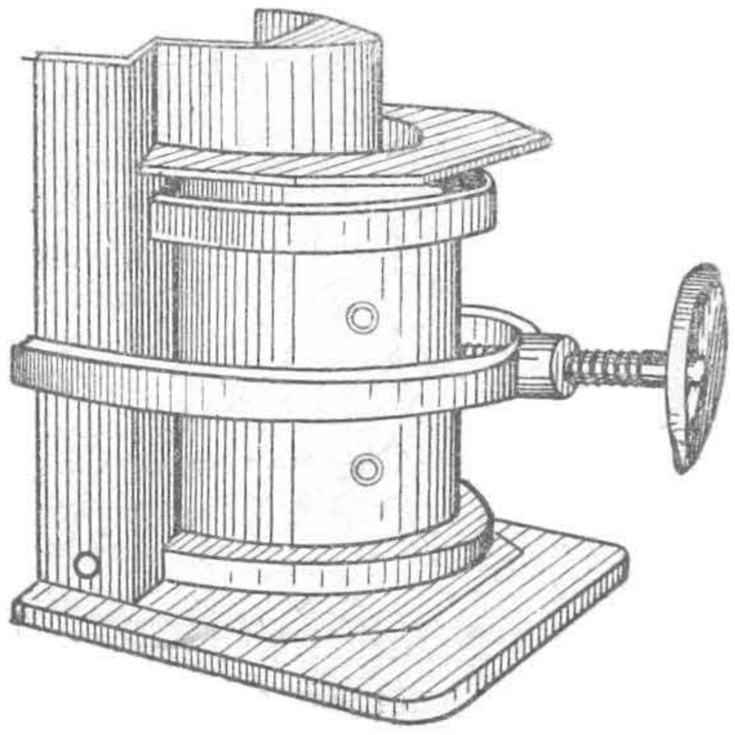
депо. Соотношение плеч и величина подвешенного груза должны быть так подобраны, чтобы давление шарика на металл было равным 250 или 500 *кг*. Шарик, вдавливающийся в металл, должен быть изготовлен с точностью до 0,01 *мм*, поэтому шарики лучше всего приобретать на заводах, изготовляющих прессы Бриннеля и части к ним. Твердость вычисляется или по таблицам или по формуле:

$$H = \frac{2P}{\pi (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

где P — нагрузка на шарик, D — диаметр шарика; d — диаметр оставшегося на металле отпечатка. Помимо вышеуказанного заливочная должна иметь следующее оборудование:



Фиг. 110



Фиг. 111

а) мотор с вентилятором для подвода воздуха к печи, если нельзя использовать вентилятор в кузнице;

б) вентиляция для отвода паров свинца и дыма;

в) верстак с тисками для обрубки наплывов, заусениц и опиловки галтелей подшипников;

г) плита для выбивки баббита из подшипников;

д) слесарный инструмент: молоток, зубило, напильник и пр.;

е) стол для установки и сборки форм перед заливкой;

ж) шкаф для хранения форм для заливки;

з) ящик для хранения чушкового баббита;

и) ящик для хранения отходов баббита, а также для хранения баббита, выплавленного из старых подшипников;

к) ящик для приготовления глины;

л) балка с блоком Людерса подъемной силой 250 *кг* для депо мощных паровозов.

Расположение оборудования в заливочной должно способствовать наиболее продуктивному выполнению работ. Вблизи печи должен быть расположен стол для сборки форм и заливки подшипников. Ящик для приготовления глины должен располагаться рядом с этим столом. Верстак с тисками для обрубки наплывов и опиловки галтелей должен располагаться недалеко от стола для заливки подшипников с тем, чтобы можно было быстро перебросить подшипники с одного стола на другой.

§ 29. Арматурное и автоматное отделения

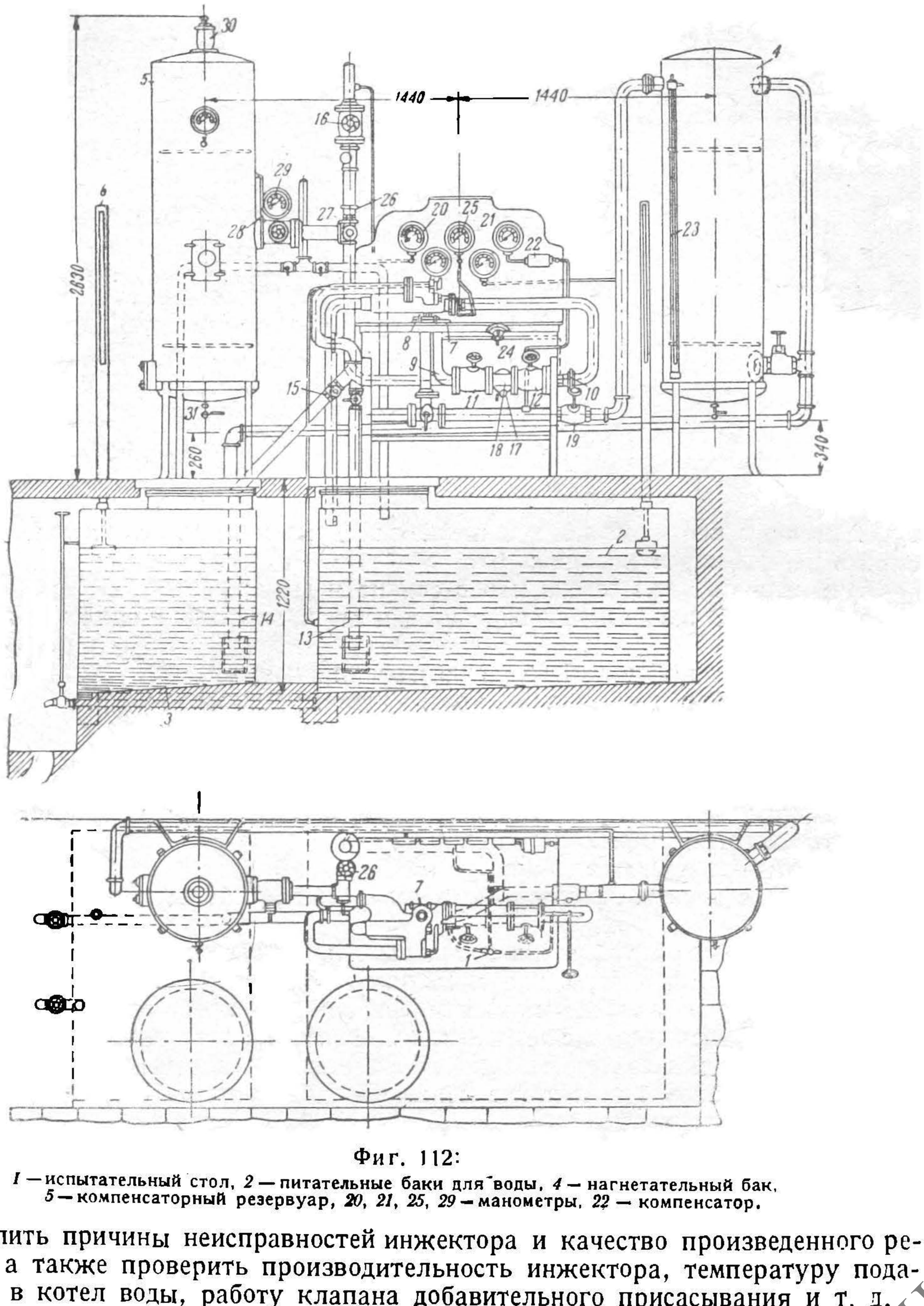
В арматурном и автоматном отделениях производятся ремонт и испытание всей паровозной арматуры и деталей автотормоза. В малых депо эти отделения объединяются. Объем работ этих отделений надо рассчитывать аналогично расчету, производимому для станочного оборудования, т. е. по пробегу паровозов между сменой и ремонтом основных деталей.

Для производства ремонта арматурное и автоматное отделения оборудуются слесарными верстаками с тисками, шкафами для хранения индивидуального инструмента по числу слесарей и шкафами для запасных деталей.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

С целью испытания основных деталей, инжекторов, прессмасленок, манометров, насосов, воздухораспределителей и кранов машиниста автотормоза арматурное и автоматное отделения оборудуются следующими испытательными устройствами:

1. Инжекторная испытательная станция. На фиг. 112 представлена инжекторная станция обычного типа. Эта станция дает возможность объективно



Фиг. 112:

1 — испытательный стол, *2* — питательные баки для воды, *4* — нагнетательный бак, *5* — компенсаторный резервуар, *20*, *21*, *25*, *29* — манометры, *22* — компенсатор.

определить причины неисправностей инжектора и качество произведенного ремонта, а также проверить производительность инжектора, температуру подаваемой в котел воды, работу клапана добавительного присасывания и т. д.

Станция состоит из следующих частей:

а) Испытательный стол со спинкой. Стол имеем фланец, к которому с помощью струбцинок крепится испытываемый инжектор. На спинке стола размещены контрольные приборы, манометры, показывающие давление котлового пара,

НБУВ/ЧНТ (ДІТ)

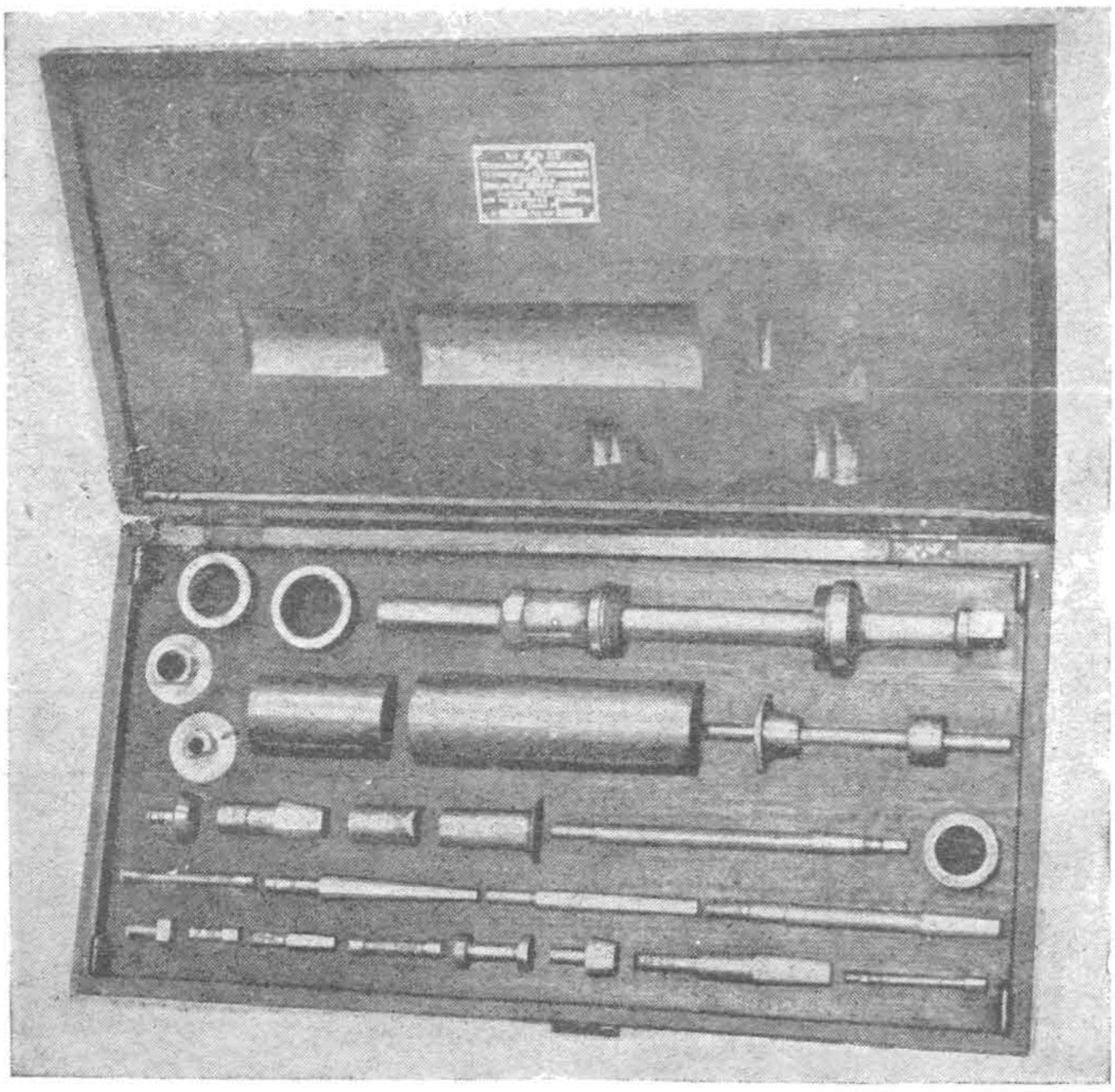
давление перед инжектором, противодавление со стороны «котла», термометр, показывающий температуру подаваемой воды, и термометр, показывающий температуру питательной воды. Противодавление со стороны «котла» создается путем редукции. Манометр, показывающий противодавление, снабжен компенсатором, предназначенным для смягчения воздействия на него гидравлического удара воды.

б) Нагнетательный бак емкостью 0,6 *м*³. Бак снабжен водомерным стеклом с футляром, разградуированным через 5 *л*. В бак поступает вода, подаваемая инжектором.

в) Резервуар для мятого пара снабжен манометром и вакуумметром. Мятый пар на станции получается путем редуцирования. Резервуар оборудован предохранительным клапаном.

На резервуаре имеется фланец, к которому с помощью струбцинок крепится инжектор мятого пара.

г) Два бака для питательной воды. Один емкостью 3 *м*³, второй 1,5 *м*³. Баки располагаются ниже уровня пола с таким расчетом, чтобы высота всасывания, т. е. расстояние от уровня воды в баке до фланца стола, было 1,5 *м*. Бак емкостью 3 *м*³ служит для нормального испытания инжектора при температуре питательной воды + 20° Бак емкостью 1,5 *м*³ служит для критического испытания инжектора при температуре воды + 35° Для этого он соединен трубопроводом с нагнетательным баком.



Фиг 113

Станция сконструирована так, что на ней можно испытывать всасывающие инжекторы всех серий, работающих как свежим, так и мятым паром.

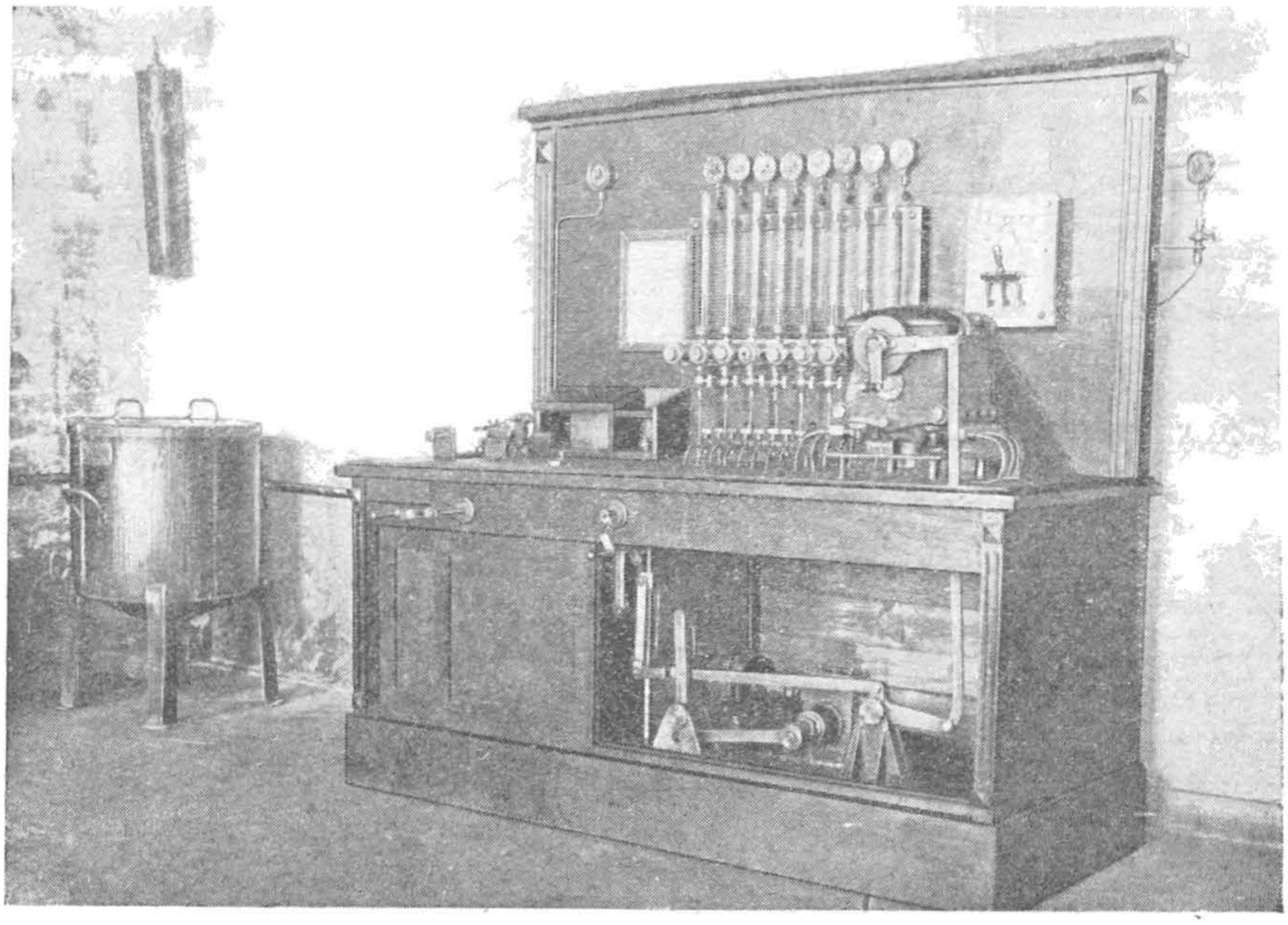
Пар для испытания инжекторов берется или от постоянной котельной установки или от паровоза.

Наличие испытательной станции в деповском хозяйстве дает возможность производства быстрого объективного определения причин неисправности инжекторов и проверки качества произведенного ремонта, что обеспечивает быструю смену на паровозе неисправного инжектора запасным исправным работающим инжектором. Инжекторная станция этой системы внесена в стандарт НКПС с 1 сентября 1935 г. $\left(\frac{\text{СТ } 63}{\text{ЦТ } 552}\right)$. Площадь, занимаемая станцией, 4 *м*² (1 × 4 *м*).

При деповском ремонте инжекторов рекомендуется применять специальные калибры и шаблоны для инжекторов (фиг. 113). Эти калибры и шаблоны дают возможность объективной проверки: а) геометрических размеров конусов после ремонта, б) правильной сборки конусов в корпусе инжектора. Кроме того наличие калибров и шаблонов дает возможность стандартизировать как конусы инжекторов, так и их сборку, обеспечивая тем самым быстрый ремонт и исправную работу инжектора.

НБ УГЛТУ (ДИТ)

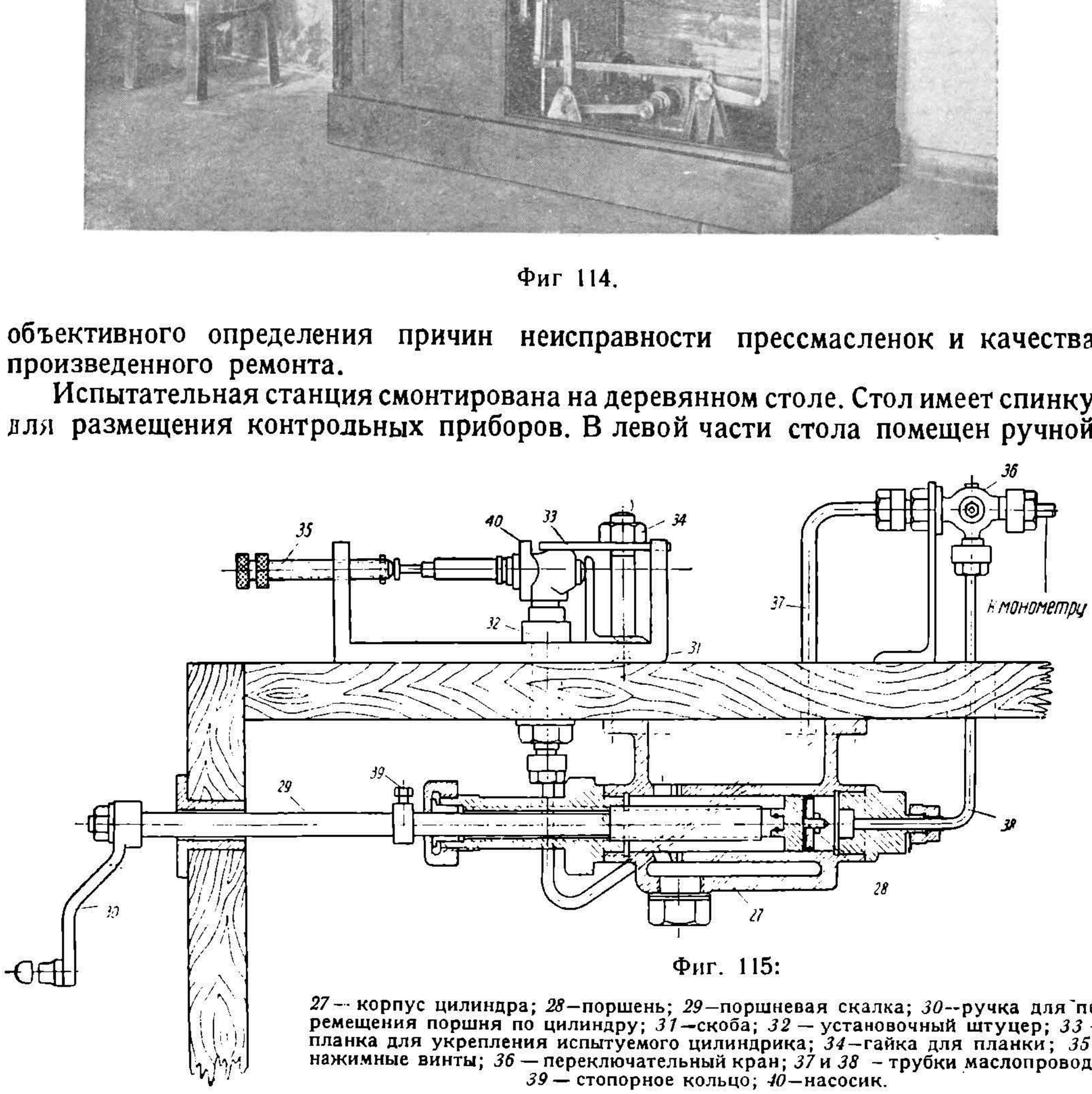
2. Станция для испытания прессмасленок. Изображенная на фиг. 114 специальная станция для испытания прессмасленок дает возможность



Фиг 114.

объективного определения причин неисправности прессмасленок и качества произведенного ремонта.

Испытательная станция смонтирована на деревянном столе. Стол имеет спинку для размещения контродьных приборов. В левой части стола помещен ручной



Фиг. 115:

27 — корпус цилиндра; *28*—поршень; *29*—поршневая скалка; *30*—ручка для перемещения поршня по цилиндру; *31*—скоба; *32* — установочный штуцер; *33* — планка для укрепления испытуемого цилиндрика; *34*—гайка для планки; *35*—нажимные винты; *36* — переключательный кран; *37* и *38* – трубки маслопровода; *39* — стопорное кольцо; *40*—насосик.

масляный пресс с манометром, предназначенный для испытания на плотность пригонки плунжеров и обратных шариковых клапанов.

Испытываемая прессмасленка приводится в действие механизмом, расположенным в нижней части стола. Механизм дает масленке качательное движение,

НБУДУНТ (ДІТ)

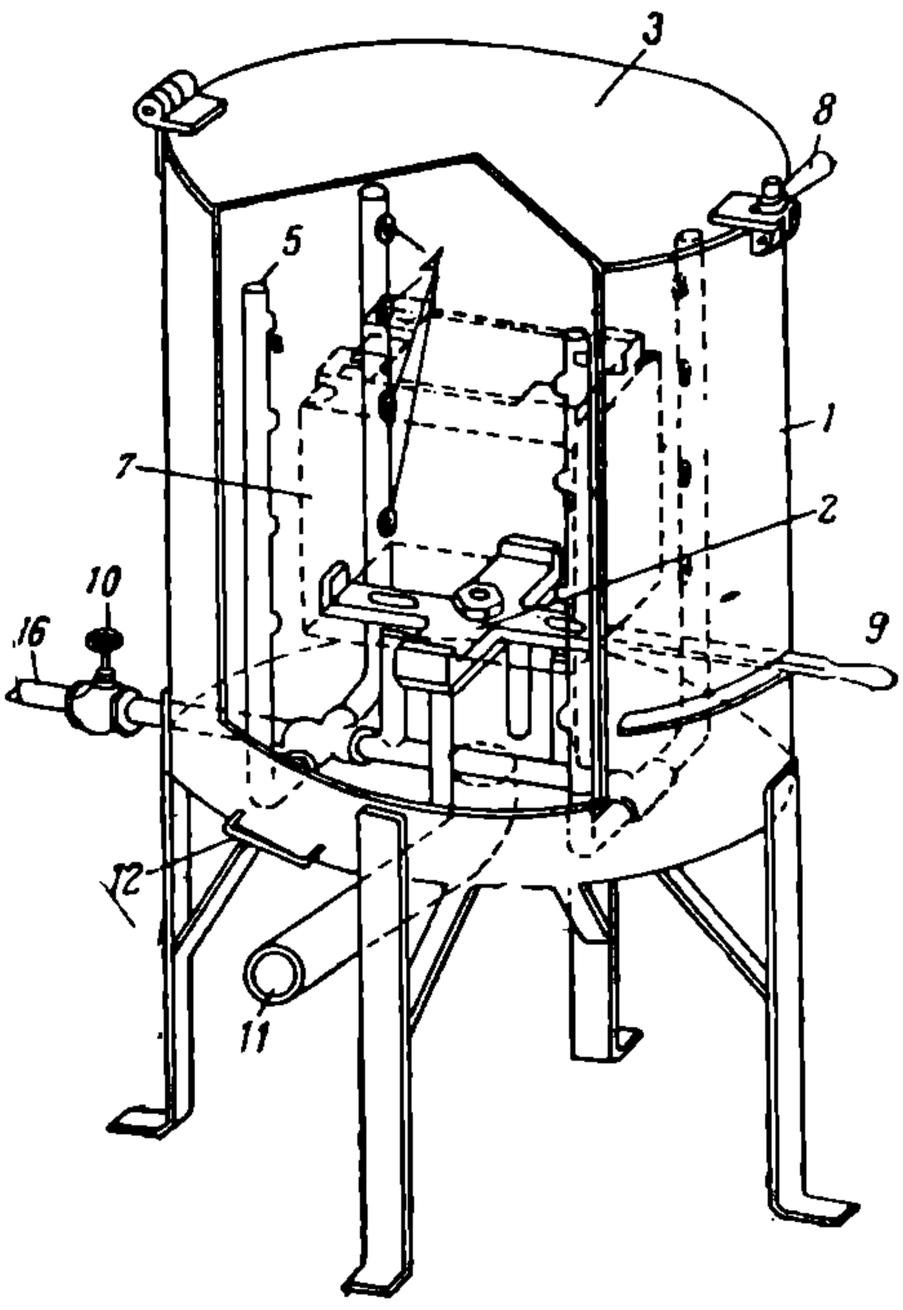
тем самым имитируя ее работу на паровозе. Механизм приводится в действие мотором 0,5 *кв*. Мотор жесткой муфтой соединен с червячным редуктором. На валу червячной шестерни закреплен эксцентрик, который при помощи тяги сообщает качательное движение кулисе. Кулисный камень посредством двух промежуточных тяг сообщает качательное движение поводку испытываемой прессмасленки.

Для испытания плотности насосиков прессмасленок применяется прибор, показанный на фиг. 115.

На спинке стола помещаются разградуированный мерительный щит, указательные стеклянные трубки и манометры, соединенные с клапаном сопротивления. Диаметр указательных трубок подобран так, что одно деление щита соответствует подаче смазки в 1 *см*³.

На станции можно регулировать масленки всех систем. Испытательная станция снабжена камерой *1* для обмывки масленок (фиг. 116), в которой на подставку *2* ставится масленка *7*; последняя очищается от грязи струйками горячей воды, выходящей из капсюлей *4*. Ручкой *9* масленка может поворачиваться на 90°.

Наличие испытательной станции в депо обеспечивает исправное состояние масленок, что дает возможность рационально вести смазку паровоза и сводит до нуля случаи задиров и нагара в золотниках и цилиндрах и дает экономию смазки. Площадь, занимаемая установкой, 1,76 *м*².



Фиг. 116

3. Испытательный тормозный стол. На фиг. 117 показан «индивидуальный тормозный стол», выпускаемый Московским техникумом паровозного хозяйства. На этом столе можно испытывать краны машинистов, тройные клапаны и воздухораспределители автотормозов систем Вестингауза, Казанцева и Матросова, а также соединительные воздушные рукава тормоза.

Кроме того стол имеет приспособление для испытания прямодействующего крана машиниста системы Казанцева и приспособление для испытания воздушных клапанов паровоздушного насоса.

На спинке тормозного стола размещены 8 манометров, показывающих давление в поездной трубе, главном резервуаре, тормозных цилиндрах, запасных резервуарах и дополнительных резервуарах стола.

Стол оборудован двумя тормозными цилиндрами 10 и 14″, снабженными ограничителями хода поршней. Имитация износа тормозных колодок производится подкладками, изменяющими ход поршня.

На трубопроводах стола имеются выпускные краники с калиброванными отверстиями, позволяющими имитировать утечку воздуха при эксплуатационной обстановке из поездной трубы, тормозных цилиндров и т. д.

Сжатый воздух подводится к станции от общей деповской компрессорной или берется от специально установленного тормозного насоса. Вес всей установки стола 500 *кг*. Площадь, занимаемая столом, 2 *м*².

4. Установка для испытания насосов автотормоза, снабженная паропроводом и блоком для подачи насоса.

5. Стол для испытания манометров. На столе устанавливается пресс системы Рухгольца для испытания манометров; это — обыкновенный ручной масляный пресс. Пресс имеет два установочных штуцера, на одном устанавливается контрольный манометр,на другом испытуемый. Проверка заключается в сравнении показаний испытуемого манометра с контрольным.

НБ УГЛТУ (ДШТ)

§ 30. Оборудование для электрической и газовой сварки

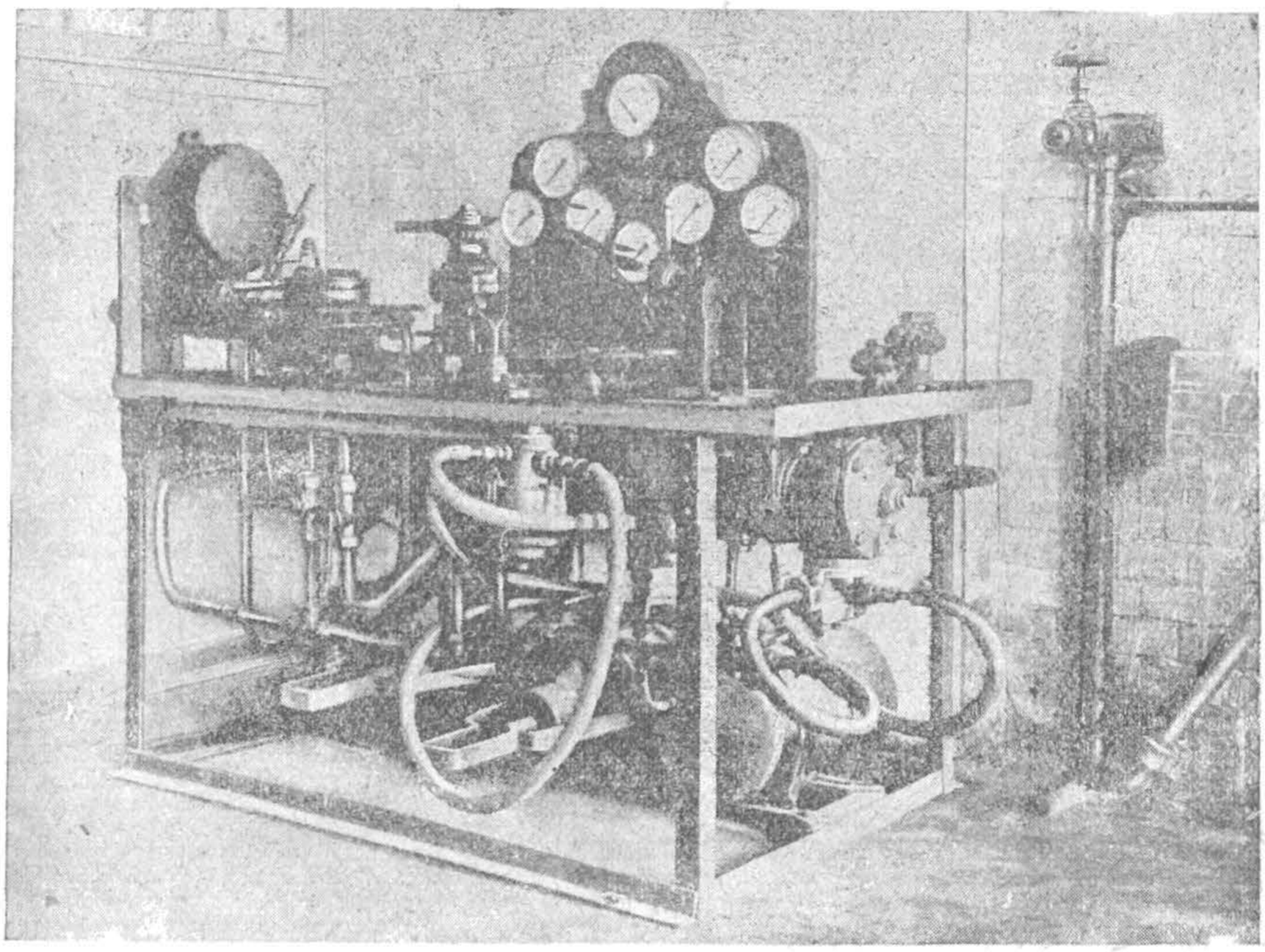
Автогенная сварка металлов за последние годы получила широкое распространение на железнодорожном транспорте; в депо она применяется главным образом при ремонте паровозов и служит для наварки сработанных поверхностей, заварки трещин в деталях, сварки частей и пр.

Из многих способов автогенной сварки наиболее важны и получили наибольшее распространение в деповских условиях работы способы электрической и газовой сварки.

Электрическая сварка по методу Бенардоса и Славянова применяется при горячей сварке чугуна, цветных металлов, железа, при наплавке твердых сплавов и резке металла.

Постоянный и переменный токи в отношении достигаемого качества сварных швов являются равноценными и могут быть применены при изготовлении любых ответственных металлических деталей.

В случаях сварки тонкого листового железа, выполнения вертикальных и



Фиг. 117

потолочных швов, а также при сварке цветных металлов предпочтительнее сварка на постоянном токе.

Что касается экономической стороны вопроса при сравнении между собой однопостовых установок для дуговой электросварки постоянного и переменного тока, все преимущества находятся на стороне последнего.

Газовая сварка применяется для сварки малых толщин металла (меньше 3 *мм*), для сварки цветных металлов, для резки металлов и при ремонтных работах чугунных деталей, требующих последующей механической обработки.

Способ сварки выбирается при разработке технологического процесса с учетом транспортных расходов, связанных с транспортировкой кислорода (а иногда и ацетилена) в баллонах и карбида.

Электросварочное оборудование

а) Электросварочные генераторы. Типы и мощности электросварочных генераторов подбираются в соответствии с потребностями запроектированных способов и режимов сварочных работ по данному технологическому

НБ УИУНТ (ДГТ)

процессу ремонта паровозов на основании технических характеристик сварочного оборудования по каталогам и ценникам ВЭТ (табл. 25).

Таблица 25

Технические данные некоторых сварочных генераторов производства завода «Электрик» в Ленинграде

Тип машины	Максимальные сила тока в *а*			Мощность двигателя в *квт*	Вес генератора (около) в *кг*	Какими электродами работает и максимальный диаметр электродов в *мм*	Для каких работ применяется	Габарит в *мм*		
	часовая	продолжительная	рабочее напряжение в *в*					длина	ширина	высота
СМ-1	200	150	35	10	340	Металлические электроды от 2 до 5	Холодная сварка	1 147	530	603
СМ-2	300	200	60	14,5	580	Электроды от 2 до 6	Холодная и горячая сварка мелких изделий	1 327	640	746
СМ-3	600	460	65	40	980	3 » 6	Сварка и резка металлов графитовыми электродами	1 675	750	855
СМ-12	300	200	60	14,5	580	» 2 » 6	Холодная сварка	—	—	—
СМГ-1	200	150	25	6,8	305	До 5		1 565	626	705
СМГ-2	310	250	40	14,5	375	Проволочные до 6 и чугунные до 8, угольные до 15	» и мелкая горячая сварка	1 772	688	708
СМГ-3	600	460	50	29	960	Проволочные до 6, чугунные до 15, угольные до 30	Холодная, мелкая и крупная горячая сварка и резка	—	—	—

Если приходится сваривать также цветные металлы, необходимо выбирать машину постоянного тока типов СМ-1, СМГ-1, СМ-2 или СМГ-2 в зависимости от величины свариваемых деталей. Если машина будет выполнять горячую сварку чугуна или резку чугуна (смена золотниковых втулок), следует остановиться на типе СМ-3.

Если подобная работа носит единичный характер, то, согласуясь с технологическим процессом ремонта паровозов, лучше поставить две машины типа СМ-2 или СМ-12 с тем, чтобы при необходимости эти машины можно было для получения большой силы тока переключать на параллельную работу и работать двумя машинами на одну дугу; при нормальной работе эти машины работают отдельно как однопостовые.

Ввиду разбросанности паровозного хозяйства по участку (электростанции, водокачки, вспомогательные поезда) часто является потребность иметь электросварочный агрегат на месте производства работ, удаленном от основного депо, поэтому рекомендуется один из электросварочных агрегатов иметь передвижного типа. Один из таких агрегатов типа САК-2, состоящий из сварочного генератора СМГ-2, соединенного эластичной муфтой с бензиновым двигателем типа Форд-НАТИ— комбайн, изготовляется заводом «Электрик» в Ленинграде. Агрегат

НВ УДУТ (ДГТ)

Таблица 55

Технические данные вертикальных компрессоров простого действия одноступенчатых

№ п/п	Модель	Размеры цилиндра диам. в *мм*	Ход поршня в *мм*	Число об/мин	*м³/мин*	*Р ат*	*л. с.* на валу	Шкив в *мм*		Габарит в *мм*			Вес в *кг*	Цена в руб.	Стоимость 1 *кг* в руб.
								диаметр	ширина	длина	ширина	высота			
	Завод «Компрессор», г. Москва														
1	ВВК-200	200	150	730	5,5	7	45	500	150	1 100	625	740	700	4 365	6,2
2	ВВК-240	240	180	730	9,0	7	75	559	170	1 336	770	1 400	1 250	7 500	6,0
	Завод им. Балицкого, Мелитополь														
3	ВВК-155	155	110	960	3	7	—	365	140	850	570	835	—	5 800	—
	Завод им. Фрунзе, г. Сумы														
4	2-130-II	130	130	725	2,25	6	18	—	—	—	1 000	1 250	650	6 500	10,0
5	2-190-II	190	190	450	3,0	6	29	—	—	—	—	—	—	9 000	—
6	2-250-II	250	250	400	8,0	6	60	—	—	—	1 500	200	2 100	21 000	10,0
	Машиностроительный завод ЦВИКАУ, Германия														
7	SE-13	130	130	660	0,75	7	6	700	70	700	610	1 200	230	825	3,6
8	SE-17	170	170	600	1,75	7	13,5	850	100	850	675	1 350	300	1 000	3,3
	(Двухцилиндровые)														
9	SZE-13	130	130	600	1,5	7	12	700	70	700	700	1 200	400	1 100	2,8
10	SZE-17	170	170	600	3,5	7	27	850	100	900	850	1 350	540	1 425	2,7
11	SZE-21	210	210	550	6,25	7	46,5	1 000	140	1 100	1 100	1 600	870	2 250	2,5
	Борзиг, Германия (одноцилиндровые)														
12	SLE-110	120	100	720	0,64	7	5,5	—	—	600	700	1 000	220	550	2,4
13	SLE-113	140	130	720	1,16	7	9,9	—	—	700	800	1 100	245	600	2,5
	(Двухцилиндровые)														
14	SLZ-110	120	100	960	1,72	7	14,7	—	—	700	700	1 000	355	1 000	2,8
15	SLZ-113	140	130	960	3,07	7	26,3	—	—	900	800	1 100	432	1 100	2,6
16	SLZ-121	230	210	720	9,65	7	87,1	—	—	1 450	1 100	1 650	1 730	2 700	1,5
	(Четырехцилиндровые)														
17	SLV-113	140	130	960	6,15	7	52,5	—	—	1 300	900	1 200	755	1 500	2,0
18	SLV-121	120	230	720	19,3	7	172,2	—	—	2 000	1 300	1 650	3 030	4 000	1,3

НЕ ИЗДАЕТ (ДПТ)

Подсчет количества электродов в объеме наплавленного металла производится по табл. 27.

Таблица 27

Количество электродов в объеме наплавленного металла и процент потери электродного материала

Размеры электродов в *мм*		Количество электродов в 1 *кг* наплавки	Объем металла одного электрода в *см*³		% потери
диаметр	длина		до расплавления	после расплавления	
2	360	111	1,13	0,9	20,4
3	360	41	2,54	2,0	21,3
4	360	26	4,52	3,5	22,6
5	360	18	7,07	5,4	23,6
6	360	13	10,2	7,7	24,4
10	360	5	28,2	19,2	30,0

Оборудование для газовой сварки

а) Газогенераторы. Аппараты, в которых происходит получение ацетилена из карбида кальция посредством разложения его водой, называются «ацетиленовыми генераторами» или просто «газогенераторами». В депо употребляются главным образом переносные газогенераторы низкого (с давлением газа до 500 *мм* вод. ст. или 0,05 *ат*) и среднего (от 0,05 до 0,3 *ат* или до 3 000 *мм* вод. ст.) давления с малой производительностью — от 1 до 3 *м*³/*час* газа, что соответствует работе одной-двух горелок.

Характеристики наиболее распространенных газогенераторов производства СССР указаны в табл. 28.

Конструкция ацетиленового генератора, должна отвечать следующим основным требованиям:

1. Генераторы должны изготовляться из малоуглеродистой стали. Применять медные детали и медные припои разрешается вследствие возможного образования взрывчатой ацетиленовой меди. Арматура может быть изготовлена из сплава меди (латунь, бронза) с тем, чтобы содержание меди в сплаве не превышало 60—70%.

2. По германским правилам ацетиленовые генераторы низкого и среднего давления должны иметь толщину стенки:

а) не менее 1,25 *мм* при производительности до 500 *л*/*час*,

б) не менее 1,5 *мм* при производительности до 1 500 *л*/*час*,

в) не менее 2 *мм* при производительности более 1 500 *л*/*час*.

3. Генератор должен быть прост по конструкции, детали его удобно расположены и удобны для обслуживания и ремонта.

4 Для облегчения обслуживания на генераторе должны быть смонтированы приборы: водомерные стекла, манометры, термометры, позволяющие контролировать уровень воды, давление ацетилена, температуры газа, воды и т. д.

5. Соединение отдельных частей (и деталей) генератора должно быть прочно и плотно, чтобы воздух не мог проникнуть в пространства, занятые ацетиленом, и чтобы не происходила утечка газа из генератора.

6. Генераторная вода не должна нагреваться выше 60° и генерирование ацетилена не должно превышать 65 *л*/*час* с каждого загруженного в воду килограмма карбида.

7. Получаемый в генераторах ацетилен всегда содержит примеси, которые вредно отражаются на качестве сварки и весьма вредны для работников сварочного дела, поэтому каждый генератор должен быть снабжен химическим очистителем газа.

8. Для безопасности работы ацетиленового генератора должна быть предотвращена возможность проникновения в газосборочное и газогенерирующее пространство пламени кислородно-ацетиленовой смеси через головку во время ее работы.

Проникновение горящей смеси в ацетиленовый генератор может повлечь за собой взрыв. Поэтому каждый ацетиленовый генератор должен иметь надежный затвор между генератором и горелкой с тем, чтобы возможность проникновения пламени ацетилено-кислородной смеси в газогенератор была предотвращена.

б) Ацетиленовые баллоны. Несмотря на сравнительную простоту получения ацетилена, производство его непосредственно на месте работы не всегда бывает удобным; гораздо проще и удобней производить сварку сжатым ацетиленом в баллонах. При этом как по весу, так и по быстроте установки в на-

НБ УИИТ (ДИТ)

Эксплуатационные характе-

№ п/п	Тип генератора	Система	Производительность: нормальная в *л/час*	Производительность: максимальная в *л/час*	Грануляция карбида в *мм*	Единовременная загрузка в реторту в *кг*	Перезарядка реторты при нормальной работе в мин.	К. п. д. генератора: при нормальной работе	К. п. д. генератора: при форсированной работе
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	МГ	«Вода на карбид»	2 000	2 500 (перезарядка через 15 мин.)	8×15 ; 15×25 ; 25×50	2,5	20—25	90—95	—
2	РА	«Вода на карбид»	1 000	1 200	15×25 ; 25×50 ; 50×80	2	15—20	90 – 92	75
3	СВ-2	«Вытеснения»	2 100—2 300	3 000 (перезарядка через 12—14 мин.)	50 × 80	2,5	30	60—87	—
4	МВ-1	«Вытеснения»	1 300—1 500	—	25 × 50 ; 50 × 80	2,5	—	92	60

чале работы они имеют большие преимущества перед электросварочными агрегатами и ацетиленовыми генераторами. Кроме того сжатый ацетилен в баллонах имеет следующие преимущества перед получаемым на месте генераторным:

1) безопаснее в обращении,

2) имеет более постоянный химический состав,

3) отличается отсутствием водяных паров,

4) не имеет известковых осадков, как генераторный ацетилен,

5) удобен для установки в любом месте, так как имеет сравнительно небольшие объем и вес,

6) экономичен, дает меньше потерь, чем при генераторной установке,

7) не подвергается замерзанию, как генераторная установка.

Оболочка ацетиленового баллона изготовляется из стальных цельнотянутых труб с помощью горячей обсадки. В настоящее время начали изготовлять и сварные баллоны. Изготовляемые в СССР ацетиленовые баллоны (ОСТ 6141) имеют наружный диаметр в 921 *мм*, толщину стенки 8 *мм* и водяную емкость 27, 33, 40 и 50 *л*. Ацетиленовые баллоны окрашиваются в белый цвет. На сфе-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Таблица 28

ристики газогенераторов, изготовляемых в СССР

Давление газа в *мм* вод. ст.	Количество воды в генераторе в *л*	Расход воды в *л* на 1 *кг* карбида	Расход воды в *л* на 1 *м*³ ацетилена	Габарит в *мм* диаметр	Габарит в *мм* высота	Вес без воды	Преимущества генератора	Недостатки генератора
11	12	13	14	15	16	17	18	19
300—350	60	5,4	21	590	1401	80	Повышенное постоянное рабочее давление. Полное разложение карбида. Удобство обслуживания и полная автоматичность в работе	Невозможность работать на карбиде крупной грануляции
120—140	65	6	24	455	1 280	50	Простота конструкции и удобство обслуживания	Низкое давление ацетилена, возможность неполного разложения карбида и перегрева ацетилена при большом отборе газа
В начале работы 550—600	180	5	20	800	1 005	85	Незначительное остаточное газообразование	Неудобное обслуживание, отсутствие промывки ацетилена в воде, падающее давление, необходимость частой промывки ацетилена от ила
450—500	40	4,5	14—18	395	785	30	Небольшие габариты и вес. Простота конструкции, незначительное остаточное газообразование	Спекание и заливание карбида, падающее давление. Отсутствие промывки ацетилена в воде. Неудобство обслуживания

рической части выбиваются номер баллона, тара, сроки испытания, завод-изготовитель, рабочее и испытательное давления.

Количество ацетилена, вмещающееся в баллоне в зависимости от пористости массы, заполняющей баллоны, приведено в табл. 29.

Производство растворенного ацетилена осуществляется на специальных ацетиленовых заводах. Большим недостатком растворенного ацетилена является его высокая стоимость, вызванная главным образом транспортными расходами, так как для перевозки 6 *м*³ ацетилена, весящих несколько килограммов, приходится транспортировать к месту потребления и обратно тару весом около 90 *кг*.

в) К и с л о р о д н ы е б а л л о н ы. Кислород, применяемый при газовой сварке, хранится и транспортируется в стальных баллонах под давлением 150 *ати*. Изготовляются баллоны из цельнотянутых стальных труб. Размеры емкость баллонов согласно ОСТ 6141 приведены в табл. 30.

Отклонение от указанной в таблице емкости по ОСТ 6141 допускается от ±3 до ±5%. Наиболее употребительными являются баллоны с водяной емкостью в 40 *л*, вмещающие под давлением 150 *ати* 150 · 40 = 6000 *л* кислорода.

НБ УГЛУНТ (ДПТ)

Кислородные баллоны окрашиваются в синий цвет и на корпусе около сферической части черными буквами делается надпись «кислород».

Каждый кислородный баллон должен иметь тщательно пригнанный и смонтированный вентиль для регулирования расхода газа из баллона и запирания горловины баллона, а также для осуществления наиболее простого соединения с редуктором.

Наполнение кислородных баллонов осуществляется на специальных кислородных заводах.

Таблица 29

Максимальное количество литров ацетилена, вмещающегося в 40-*л* баллоне при 15° и 15 *ат* давления, для масс различной пористости

Пористость в %	Максимально допустимое количество ацетона		Максимальное количество ацетилена, которое может вместить 40-*л* баллон при 15° и 15 *ат*, в *л*
	в % от объема баллона	в *г* при 15° для баллона емкостью 40 *л*	
60	30,8	9 572	4 563,5
65	33,3	10 582	4 935,6
70	35,9	11 416	5 315,6
75	38,5	12 243	5 695,6
80	41,0	13 037	6 075,6
85	43,6	13 865	6 455,6

Хранение баллонов с кислородом производится в складских помещениях, удаленных от производственных цехов на расстояние не менее 25 *м*. Воспрещается хранить какие-либо горючие материалы и производить работы с открытым огнем (кузнечные, паяльные, сварочные) на расстоянии 10 *м* вокруг склада баллонов. Перекрытия складов должны быть изготовлены из огнестойкого материала. Окна и двери должны открываться наружу. Отопление складов должно быть паровым или водяным, температура внутри склада не должна превышать 25°.

На складах баллоны устанавливаются в специальных клетках, надежно удерживающих их от падения. На месте производства работы могут находиться максимум два баллона: один рабочий, другой запасной. От места производства сварки до баллона должно быть не менее 3 *м*. От радиаторов и других отопительных приборов баллоны должны располагаться на расстоянии не менее 1 *м*.

Транспортировка баллонов внутри цехов производится с помощью тележки (фиг. 118) или носилок (фиг. 119).

Таблица 30

Размеры и емкость кислородных баллонов

Марка баллонов	Водяная емкость при 20° в *л*	Наружный диаметр в *мм*	Длина корпуса баллона в *мм*	Толщина корпуса в *мм*
А-27	27	219	988	8
А-33	33	219	1 173	8
А-40	40	219	1 390	8
А-50	50	219	1 700	8

г) Редукторы. Необходимым условием сохранения устойчивости сварочного пламени является постоянство рабочего давления газа в течение всего процесса сварки. Сварочное рабочее давление для ацетилена колеблется в пределах 0,05 до 0,3 *кг/см²*, кислорода — до 3 *кг/см²* при сварке и до 20 *кг/см²* при

НБУВ/УНТ (ДІТ)

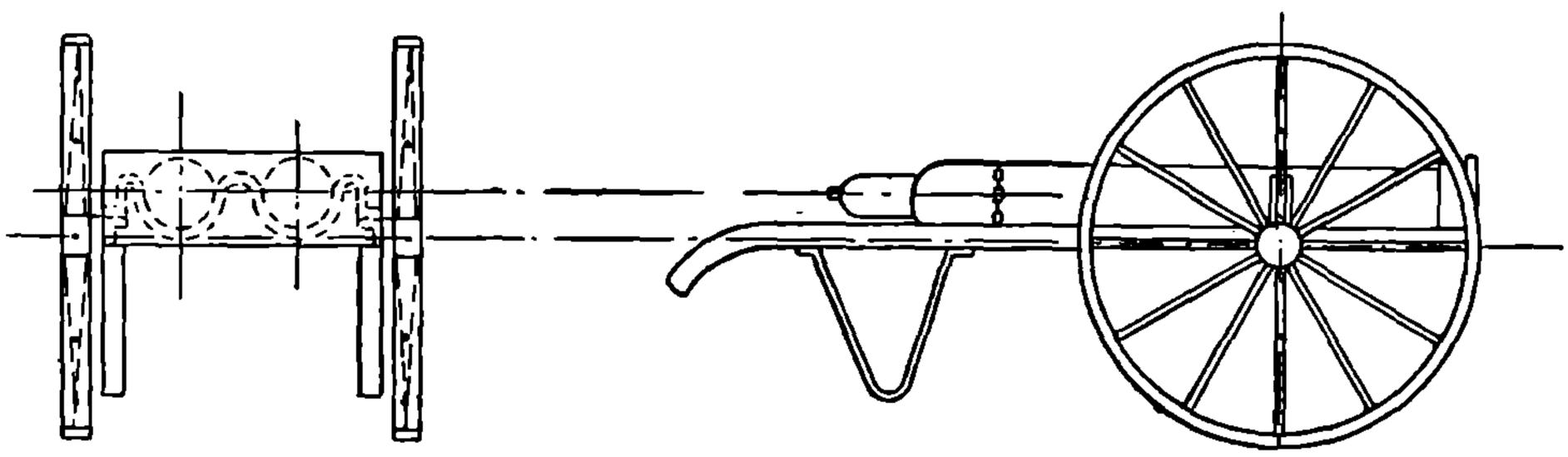
резке, в то время как давление в баллонах составляет для кислорода около 150 *кг/см²* и для ацетилена 15 *кг/см²*, поэтому при сварке и резке металлов для снижения высокого давления сжатых газов до рабочего давления и для автоматического поддерживания постоянного рабочего давления независимо от падения давления в баллоне по мере израсходования газа применяются редукторы давления.

Для правильной и безопасной работы редуктор должен отвечать следующим требованиям:

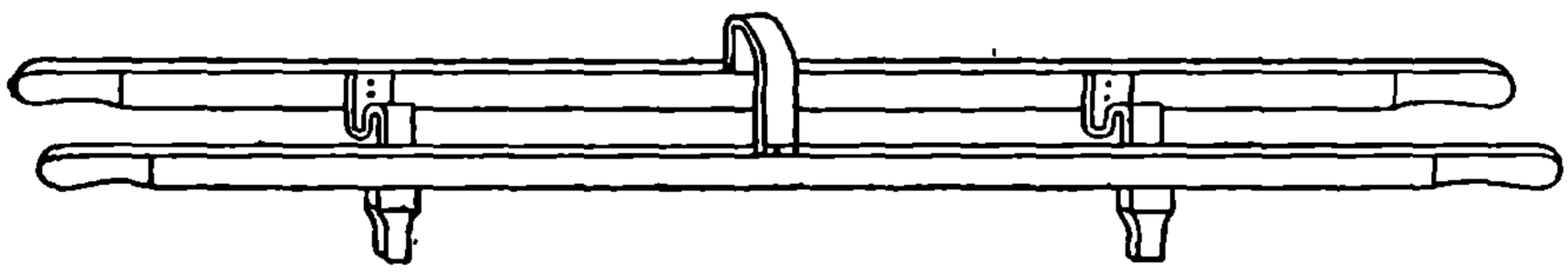
1. Пропускная способность редуктора и рабочее давление должны соответствовать условиям эксплуатации.

Пропускная способность редуктора при рабочем давлении 3 *ати* должна быть не менее 3 *м³/час*, т. е. соответствовать максимальному расходу газа в сварочной горелке. При резке металла применяются бóльшие рабочие давления газа, поэтому пропускная способность должна быть больше.

2. Рабочее давление редуцируемого газа не должно в процессе работы подвергаться значительным колебанием; работа редуктора может быть признана удовлетворительной, если колебание рабочего давления не превышает 4—5% от установленного давления.



Фиг. 118



Фиг. 119

3. Редуктор должен иметь плавную и чувствительную регулировку рабочего давления.

4. Предел редуцирования не должен превышать больше, чем в 2,5 раза, рабочее давление.

5. Эксплуатация редукторов должна быть совершенно безопасной.

6. Каждый редуктор нормально должен быть снабжен двумя манометрами для измерения начального и рабочего давлений редуцируемого газа.

Из редукторов, выпускаемых на заводах СССР, наибольшее применение в депо получили следующие типы:

1. Редуктор, выпускаемый заводом им. Матвеева (ВАТ) марки М-34. Рабочее давление может быть установлено в пределах 1—15 *ати*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Пропускная способность редуктора для различного рабочего давления и различных диаметров выходного сопла приведена в табл. 32.

Редукторы М-34 имеют небольшую величину предела редуцирования (табл. 33).

Таблица 31

Пропускная способность редуктора М-34

Установленное рабочее давление в *ати*	Диаметр сопла в *мм*	Пропускная способность редуктора в *м³/час*
3	1,25	4,75
9	2,00	19,00
15	3,50	33,50

Таблица 32

Предел редуцирования редукторов М-34

Рабочее давление в *ати*	3	9	12
Предел редуцирования в *ати*	6	12	18

2. Двукамерный кислородный редуктор, выпускаемый I автогенным заводом ВАТ, является одним из наиболее совершенных редуцирующих приборов, обладающий рядом эксплуатационных преимуществ: постоянство рабочего давления, широкие пределы пропускной способности и почти полная невозможность замерзания. В табл. 33 и 34 приводятся некоторые данные из его эксплуатационной характеристики.

Таблица 33

Пропускная способность редуктора при различных давлениях

Рабочее давление в *ати*	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр сопла в *мм*	1,25	1,45	1,65	1,85	2,00	2,5	3	3,5
Пропускная способность в *м³/час*	3,25—4	4,25—5	6,1—6,5	7,8—8,5	11,3—12	15,2—16	24—25	34—38

Таблица 34

Предел редуцирования

Рабочее давление в *ати*	3	4	5	6	7	8	9	10
Предел редуцирование в *ати.*	7—9	10—12	13—15	17—19	19—20	21—22	23—24	25—27

д) Горелки. При работе в депо применяются главным образом горелки инжекторного типа, являющиеся универсальными, так как могут работать на любом давлении ацетилена в пределах 0,005—1,5 *ати*.

Недостатками инжекторных горелок являются непостоянное соотношение в смеси между газами и вытекающая отсюда необходимость сравнительно часто производить регулировку пламени.

Наибольшее распространение получили сварочные горелки инжекторного типа, выпускаемые I автогенным заводом (ВАТ). Из них горелка СУ служит для сварки металлов толщиной от 0,5 до 30 *мм*. Эта горелка может применяться как для газовой сварки, так и для газовой резки металлов путем использования соответствующих наконечников и подвода при резке кислорода повышенного давления. Горелка работает при давлении ацетилена от 0,005 до 1,5 *ат*. Скорость выхода смеси из мундштука колеблется для горелки СУ в пределах от 130 до 163 *м/сек*.

Для всех номеров сварочных наконечников в этой горелке применено постоянное давление кислорода, равное 3 *ати*, что является большим ее эксплуатационным преимуществом.

НБ УГЛУНТ (ДПТ)

В табл. 35 приведены некоторые эксплуатационные данные горелки СУ.

Таблица 35

Эксплуатационные показатели работы горелки СУ в зависимости от номера горелки

№ наконечника	0	1	2	3	4	5	6	7	
Толщина свариваемого металла в *мм*	0,5—1	1—2	2—4	4—6	6—9	9—14	14—20	20—30	Температура при нагревании, до которой в горелке происходит обратный удар, 450—500°
Расход ацетилена в *л/час*	75	150	300	500	750	1 200	1 700	2 500	
Расход кислорода в *л/час* . .	85	155	325	560	900	1 475	1 975	2 700	
Разряжение в ацетиленовом канале при незаряженной горелке в *мм* вод. ст. .	1 200	1 600	2 000	2 600	2 700	2 850	3 150	3 250	
Скорость истечения смеси в *м/сек* .	130	140	150	154	158	161	162	163	

Горелка СМ по конструкции не отличается от горелки СУ, но является горелкой облегченного типа. Вес ее с наконечником около 700 *г*. Употребляется для сварки небольших толщин металла до 9 *мм*. В депо эти горелки применяются редко, основные данные этой горелки приведены в табл. 36.

Таблица 36

Эксплуатационные показатели работы горелки СМ

№ Наконечника	00	0	1	2	3	4
Толщина свариваемого металла в *мм*	0,2—0,5	0,5—1	1—2	2—4	4—6	6—9
Расход ацетилена в *л/час*	30	75	150	300	500	750
Расход кислорода в *л/час*	35	90	170	330	500	800
Разряжение в ацетиленовом канале незажженной горелки в *мм* вод. ст. .	100	1 350	1 550	1 900	2 400	2 700
Скорость истечения в *м/сек*	65	125	132	132	138	138

В таблицах указаны номера наконечников для различных толщин свариваемого металла ориентировочно. Практика показала, что для сварки можно применять номера наконечников и больших размеров, значительно увеличивая скорость сварки без ухудшения сварочного шва при работе сварщика надлежащей квалификации. В зависимости от различной толщины свариваемого металла подбор размера наконечника производится при помощи следующего уравнения:

$$A = K \cdot b,$$

где A—часовой расход ацегилена в литрах,
b —толщина свариваемого металла в литрах,

НБ УДУНТ (ДШТ)

K—коэфициент, зависящий от физических свойств металла (теплопроводность, теплоемкость и др.); в табл. 37 приведены значения K для различных металлов.

Таблица 37

Значения коэфициента K для различных металлов

Наименование металла	Малоуглеродистая сталь	Красная медь	Латунь и бронза	Алюминий
K	100—120	200—220	150	75

бензина (15—20%) и бензола. Оборудование для ки состоит из:

1) кислородного баллона,

2) кислородного редуктора,

3) резинового шланга длиной не менее 5 *м* для соединения кислородного редуктора с горелкой или резаком,

4) резервуара для жидкого горючего емкостью около 6 *л*,

5) горелки или резака для бензольно-кислородной сварки или резки.

Пользуясь формулой часового расхода и нормами среднего часового расхода, указанными на стволе горелки, можно подобрать соответствующий номер наконечника.

е) Оборудование для бензольно-кислородной сварки и резки. Часто некоторые сварочные работы и резку производят горючей смесью из бензольно-кислородной свар-

Приводимые табл. 38 и 39 характеризуют работу бензольно-кислородных горелок и резаков

Таблица 38

Расход горючего и кислорода и производительность при бензольно-кислородной сварке на 1 *пог. м* сварки (по данным ВАТ)

№ наконечника	Для стали толщиной в *мм* до	Расход горючего в *г/час*	Расход кислорода в *л*	Производительность в *м/час*	Время в мин. на 1 *пог. м* сварки
1	2	240	300	5—6	10—12
2	4	400	500	5—4	12—15
3	6	600	750	4—3	15—20
4	9	1 000	1 500	3—2	20—30
5	12	1 600	2 000	2—1	30—60
6	15	2 000	2 500	1—0,7	60—85

Таблица 39

Расход горючего и кислорода и производительность при бензольно-кислородной ручной резке на 1 *пог. м* разреза (по данным ВАТ)

№ сопел	Толщина железа в *мм*	Расход кислорода в *л*	Расход горючего в *г*	Давление кислорода в *ат*	Средняя ширина разреза в *мм*	Производительность в *пог. м/час*	Время в мин. на 1 *пог. м*
1	10	120	25	4	3	15	4
2	30	250	40	5	4	12	5
3	50	600	50	6	5	10	6
4	100	1 300	100	9	5—6	6,6	9
5	200	3 300	200	12	6	4	15
6	300	6 000	300	16	7	3	20

ж) Нормирование газосварочных работ и расход материалов. За основу технического нормирования газосварочных работ принимается зависимость продолжительности сварки от объема наплавленного металла при определенном режиме работ.

Режим работы и количество наплавленного металла[1] в зависимости от режима работы определяются из табл. 40 и 41.

[1] См. журнал «Техническое нормирование», 1935 г., № 1 В. Пудов, Техническое нормирование газовой сварки.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Таблица 40

Режим работы в зависимости ст номера мундштука горелки и толщины свариваемой стали

№ мундштука на горелке	Толщина стали в *мм*	Диаметр присадочного прутка в *мм*	Рабочее давление ацетилена в *ат*	Рабочее давление кислорода в *ат*
0	0,5—1	—	0,3—0,4	0,5—0,6
1	1,5—2	2	0,5—0,6	0,8—0,9
2	3,4	3	0,7—0,8	1,0—1,2
3	5,6	4	0,9—1,0	1,3—1,5
4	7,9	4	1,1—1,2	1,6—1,8
5	10—15	5	1,3—1,4	1,9—2,1
6	16—20	6	1,5—1,7	2,2—2,5

Таблица 41

Время наплавления 1 *см*³ присадочного железа в зависимости от номера мундштука горелки и режима работы

№ горелки	Рабочее давление в *ат*		Время наплавления 1 *см*³ присадочной стали в мин.	№ горелки	Рабочее давление в *ат*		Время наплавления 1 *см*³ присадочной стали в мин.
	ацетилена	кислорода			ацетилена	кислорода	
1	0,5	0,8	2,70	4	1,1	1,6	0,58
	0,6	0,9	2,35		1,2	1,8	0,52
2	0,7	1,0	1,45	5	1,3	1,9	0,45
	0,8	1,2	1,21		1,4	2,1	0,41
3	0,9	1,3	1,07	6	1,5	2,2	0,36
	1,0	1,5	0,79		1,7	2,5	0,33

Полная продолжительность рабочей операции получится, если к основному времени каждой операции прибавить соответствующее в каждом отдельном случае подготовительное, вспомогательное, прибавочное и заключительное время.

Суммарное значение общей трудоемкости работ по всем рабочим операциям, предусмотренным к выполнению по технологическому процессу, представляет собой исходные данные для определения необходимого количества оборудования и рабочих мест.

Расход материалов в зависимости от толщины свариваемой стали приведен в табл. 42.

Таблица 42

Расход материалов и производительность на 1 *пог. м* шва при ацетилено-кислородной сварке (новой)

№ наконечника	Толщина свариваемой стали в *мм*	Часовой расход газов в *л*		Часовой расход нетто присадочной проволоки в *кг*	Производительность в *пог. м/час*	Время на 1 *пог. м* в мин.
		ацетилена	кислорода			
00	0,2—0,5	30	33	0,030	1,2—8	5,0—7,5
0	0,5—0,1	75	85	0,075	9—6	6,7—10,0
1	1—2	125	140	0,125	6—5	10,0—12,0
2	2—4	300	325	0,300	5—4	12,0—15,0
3	4—6	500	560	0,500	4—3	15,0—20,0
4	6—9	750	850	0,750	3—2,5	20,0—24,0
5	9—14	1 200	1 350	1,200	2,5—2	24,0—30,0
6	14—20	2 000	2 250	2,000	2—1,5	30,0—40,0
7	20—30	2 500	2 750	2,500	1,5—1	40,0—60,0

НБ УДУНТ (ДШТ)

Расход вспомогательных материалов помимо вышеприведенных таблиц может быть подсчитан по эмпирическим формулам. Инж. В. Г. Науман[1] дает следующую эмпирическую формулу для подсчета расхода ацетилена в час:

для стали толщиной $\delta \leqslant 4$ *мм*, $v_a = 150\ \delta$ *л/час*,
для стали толщиной $\delta \geqslant 5$ *мм*, $v_a = 100\ \delta$ *л/час*.

На 1 *пог. м*:

для стали толщиной $\delta \leqslant 4$ *мм*, $v_{am} = 10{,}7\ \delta^2$ *л/м*,
для стали толщиной $\delta \geqslant 5$ *мм*, $v_{am} = 7{,}15\ \delta^2$ *л/м*.

При определении необходимого количества карбида кальция надо считать, что обычный выход ацетилена на 1 *кг* карбида составляет 250 — 280 *л*.

Расход кислорода определяется в соответствии с нормальными пределами соотношения кислорода и ацетилена в горючей смеси:

$$\frac{v_k}{v_a} = 1 \text{ до } 1{,}2.$$

Расход присадочной проволоки определяется по весу наплавленного металла. Для ориентировочных подсчетов инж. В. Г. Науман предложил пользоваться эмпирическим соотношением, по которому вес в граммах наплавленного кислородно-ацетиленовым пламенем металла численно равен расходу ацетилена в литрах. Для учета угара и разбрызгивания металла надо полученное значение веса наплавленного металла разделить на коэфициент использования присадочного материала, который в среднем для новой сварки можно принять 0,82.

Устройство электросварочной и газосварочной и размещение оборудования

Рабочее место электросварщика располагается обычно в месте постоянного, планового ремонта паровозов.

Выбор расположения электросварочной производится с таким расчетом, чтобы были до минимума сокращены непроизводительные расходы, связанные с транспортировкой деталей. Она располагается обычно вблизи цехов подъемочного и промывочного ремонта паровозов. Кроме того бывает выгодно устанавливать единичные сварочные посты непосредственно в подъемочном или промывочном корпусе, сокращая тем самым путь транспортировки деталей и уменьшая время нахождения детали в ремонте.

Организация рабочего места сварщика должна исключать возможность излишних движений и обеспечить ему наибольшую производительность труда.

Регулирующие реостаты и измерительные приборы при сварке на машинах постоянного тока должны располагаться возле рабочего места электросварщика таким образом, чтобы ими удобно было пользоваться, не вставая с места, но ни в коем случае не вдали от электросварщика. В случае работы от сварочных трансформаторов последние устанавливаются непосредственно в кабинете электросварщиков.

Нормальные размеры сварочной кабины на один сварочный пост составляют $2 \times 2{,}5$ *м*. В кабине устанавливается чугунная железная сварочная плита размером 800 $\times$ 800 или 1 000 $\times$ 1 500 *м* в зависимости от размера деталей, подлежащих сварке. Вокруг сварочной плиты должен быть оставлен проход для свободного перемещения электросварщика. Нормальная ширина этого прохода составляет 0,8 *м*. Над сварочной плитой устраивается вытяжной зонт искусственной вентиляции. Для защиты от вредного действия прямых лучей вольтовой дуги электросварочный пост должен иметь заграждение в виде ширм, занавесок, перегородок, кабин и пр. При выполнении электросварочных работ, требующих предварительного подогрева деталей, в электросварочных для этой цели устанавливается специальный горн.

При расположении единичных электросварочных постов непосредственно в подъемочном или промывочном цехе электросварочное оборудование размещается в этом же цехе, вблизи электросварочного поста. Вся площадь, занятая электросварочными агрегатами и проходами вокруг них (0,5 *м*), в целях устранения возможности повреждения машин проносимыми мимо предметами подлежит ограждению перилами высотой в 1 *м*.

Если свободная площадь в цехе недостаточна, то однопостовые сварочные трансформаторы и небольшие сварочные умформеры могут быть помещены на

---

[1] См. журнал «Автогенное дело» № 10, 1934 г.

НБ УДУНТ (ДШТ)

специальных балках, устраиваемых на высоте не ниже 3 *м*. Вся же регулирующая и пусковая аппаратура располагается внизу у места работы сварщика.

При установке сварочных умформеров группами по нескольку штук последние должны располагаться в специально отводимых для этой цели машинных помещениях, в которых легко создать необходимые условия эксплуатации в отношении ухода и предохранения их от загрязнения пылью и от случайных повреждений. Машинное отделение обычно располагается рядом с электросварочной.

По соображениям экономии остродефицитных материалов — меди и алюминия, применяемых для сооружения электрических сетей, место расположения машинного отделения следует выбирать возможно ближе к геометрическому центру расположения сварочных постов, требующих эту электроэнергию.

В зависимости от назначения газосварочный пост может быть неподвижным или подвижным.

Неподвижный пост устраивается в специально отведенном для него помещении, которое должно отвечать соответствующим требованиям [1].

Газосварочные отделения в депо с малым объемом ремонта обычно устраиваются в одном помещении с электросварочным с выноской газогенераторов в отдельное помещение — газогенераторную.

Подвижной пост устанавливается в любом месте производства работ.

Оборудование неподвижного газосварочного поста состоит из следующих приборов и приспособлений:

а) газогенератор для производства ацетилена,
б) газоочиститель,
в) водяной затвор на ацетиленовой магистрали,
г) ацетиленовая магистраль,
д) кислородный баллон с редуктором,
е) резиновые шланги для кислорода и ацетилена,
ж) горелка с наконечниками или резак,
з) ведро с водой,
и) сварочный стол или плита,
к) набор гаечных ключей,
л) латунные иглы для прочистки сопла резака или горелки.

Передвижной газосварочный пост удобнее снабжать ацетиленом не от газогенератора, а от ацетиленового баллона.

§ 31. Хромировочное отделение

Электролитическое покрытие поверхности металлических изделий тонким слоем хрома производится с различными целями:

1. Придание стойкости и твердости трущимся поверхностям деталей и инструментов.
2. Придание деталям и инструментам культурной (красивый, блестящей) внешности.
3. Защита металла от коррозии.
4. Восстановление первоначальных размеров малоизношенных деталей и инструментов.

В паровозных депо, как показала практика, хромированию подвергаются примерно следующие детали и инструменты: дышловые валики и втулки, валики и втулки кулисного механизма, поршневые и золотниковые штоки, средняя часть кулисы, кулисный камень, некоторые детали стокерной машины, клапаны регулятора, приборы котловой и машинной арматуры, штикмасы, калибровые пробки и другие измерительные приборы, некоторые детали станков и деповского оборудования и пр.

---

[1] См. постановление НКТ № 24 от 30 июля 1932 г, обязательное постановление НКТ СССР от 5 марта 1933 г. № 57 и от 9 мая 1933 г. № 53.

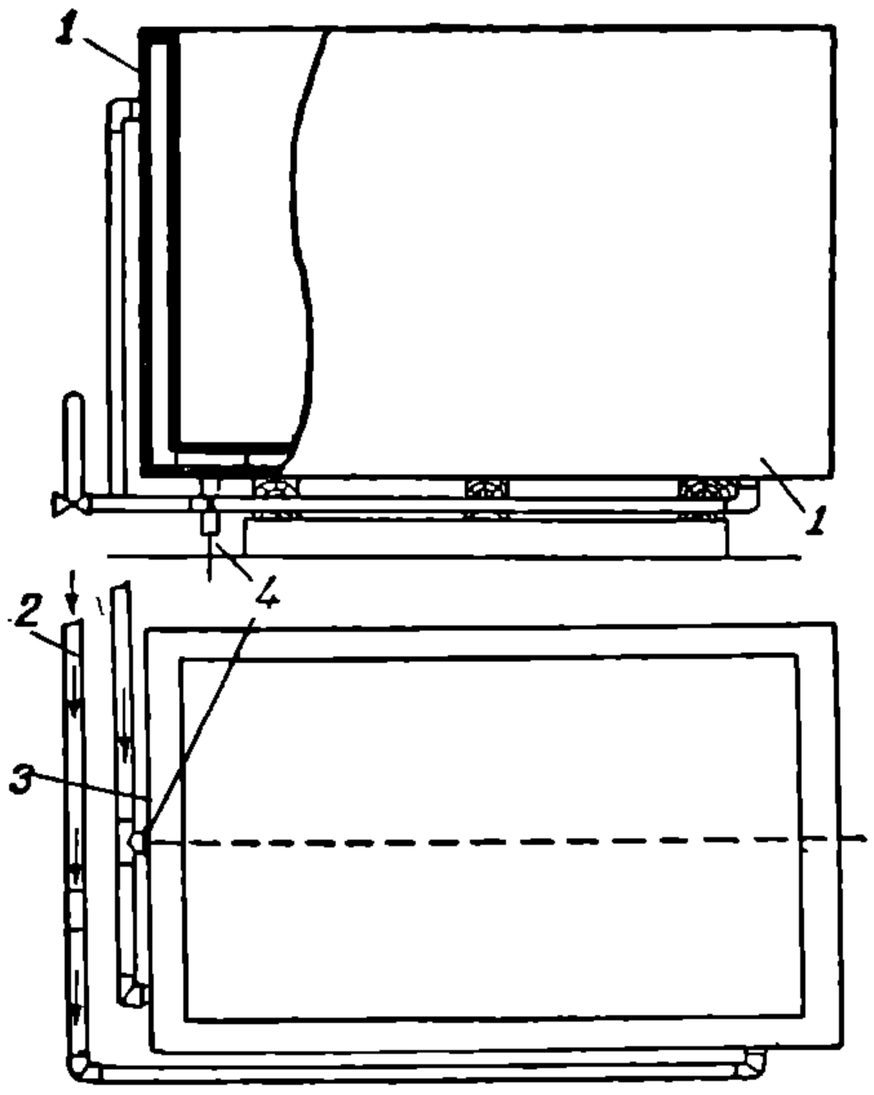
НБ УДУНТ (ДИТ)

Покрытие предметов хромом производится путем электролитического процесса в специальной ванне (фиг. 120), в которой находится электролит, состоящий из хромового ангидрида CrO_3 и серной кислоты H_2SO_4 (табл. 43). В качестве катода (+) подвешивается хромируемая деталь, в качестве анода (—) —свинец.

Таблица 43

№ п/п	Назначение хромирования	Количество хромового ангидрида в *г/л*	Количество серной кислоты в *г/л*	Плотность тока в *а*	Напряжение в *в*	Температура в °С	Толщина слоя покрытия за один час в *мм*
1	Наиболее универсальное применение	250	2,5	15—20	5—6	45—50	0,01—0,015
2	Для образования твердой поверхности и быстрого покрытия .	120—150	1,5	35—50	5—6	55—60	0,04—0,08
3	Придание культурной внешности	350	3,5	10	—	40	0,005

При прохождении через электролит постоянного электрического тока CrO_3 и H_2SO_4 распадаются на составные элементы, а выделяющиеся при этом частицы хрома осаждаются на поверхности хромируемого предмета. В соответствии с назначением хромирования рекомендуются следующие составы электролитов (ванн) [1].



Фиг. 120

Ванны для хромирования изготовляются прямоугольной формы из листовой стали 4—8 *мм*, швы ванны свариваются автогенной или электросваркой с двух сторон. Внутри ванна обкладывается листовым свинцом толщиной в 3—5 *мм* или свинцовым сплавом с 6% сурьмы как наиболее стойкого против действия хромовой кислоты. Такая ванна для возможности поддержания в ней постоянной температуры вставляется в другую ванну (кожух), также сваренную из стальных листов, но без обкладки свинцом, а покрытую асфальтовым лаком.

Размеры наружной ванны соблюдаются такими, чтобы между стенками и днищами обеих ванн оставался промежуток в 40—50 *мм*; верхние края наружной ванны делаются на одном уровне с внутренними или выше последних на 100 —150 *мм*.

В пространство между ваннами вводятся вода и пар, а из него отводится отработанная вода.

Для удаления паров, выделяемых ванной во время электролитического процесса и вредных для здоровья человека, ванная снабжается специальным вытяжным устройством (фиг. 121), состоящим из трехсторонней вытяжки, представляющей собой прямоугольную трубу, которая охватывает ванну с трех сторон, и вентилятора, соединенного с вытяжкой вытяжной трубой. К четвертой, свободной, стенке ванны прикладывается тонкая стальная труба, имеющая ряд отверстий с внутренней стороны ванны. Сумма площадей этих мелких отверстий делается меньше, чем площадь сечения трубы, для того, чтобы подведенный к

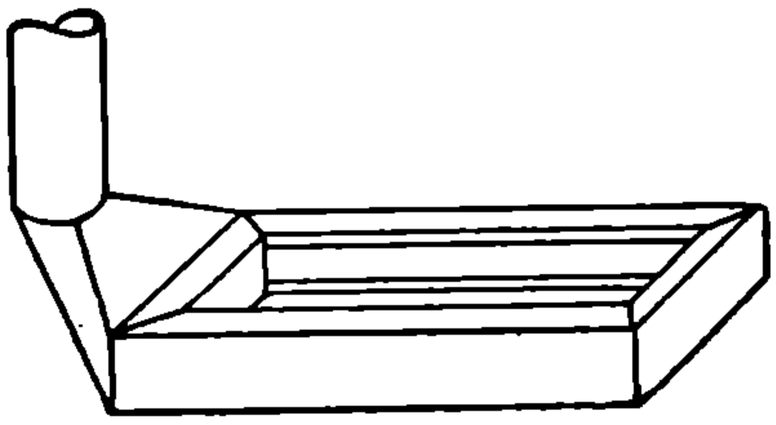
[1] Опыт Литейно-механического завода НКПС им. Л. М. Кагановича.

НБ УДУиТ (ДИТ)

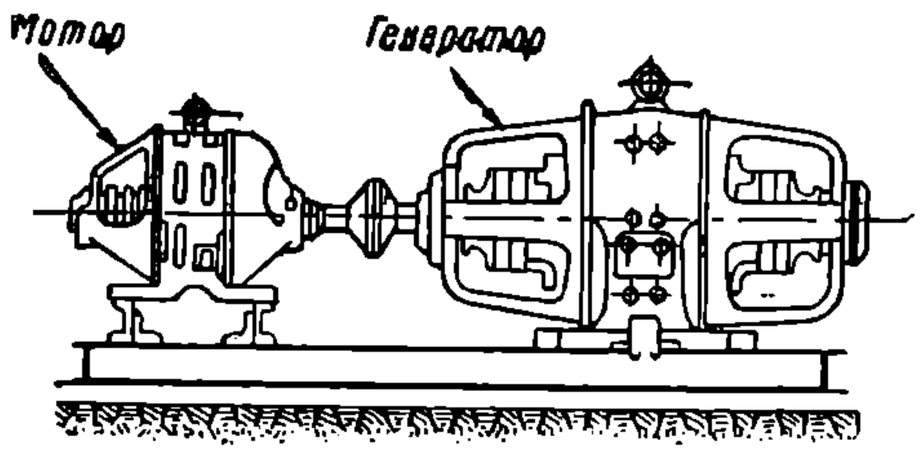
трубе сжатый воздух с силой вырывался из отверстий в направлении тяги и сдувал с поверхности ванны поднимающиеся пары электролита.

Кроме хромировочной ванны в отделении устанавливаются ванны для травления, обезжиривания, проточной воды и дестиллированной воды. Последние четыре ванны служат для подготовки деталей к хромированию.

Источниками тока при хромировании являются низковольтные динамомашины постоянного тока, имеющие на общей оси мотор переменного тока (фиг. 122).



Фиг. 121



Фиг. 122

Такой агрегат снабжается распределительным щитом, на котором монтируются следующие приборы:

1. Вольтметр постоянного тока с равномерной шкалой от 0 до 15 *в*.
2. Амперметр постоянного тока с равномерной шкалой от 0 до 15 *а*.
3. Регулирующий реостат для ванны.
4. Регулирующий реостат для возбудителя магнитного поля генератора.
5. Пусковой реостат для мотора.
6. Предохранители для генератора, мотора и возбудителя.

При расчете и выборе оборудования хромировочного отделения необходимо прежде всего установить, какие детали паровоза, инструменты и др. будут хромироваться, размеры их поверхностей, число предметов, изготовляемых в один рабочий день, и требуемую толщину покрываемого слоя.

Подсчет годовой программы хромирования ремонтируемых деталей паровоза удобнее всего выразить табл. 44.

Таблица 44

№ п/п	Перечень хромируемых деталей	Число деталей на единицу ремонта [1]	Число деталей, хромируемых в год	Хромируемая поверхность в $дм^2$		Габаритные размеры
				на одну деталь	на годовую программу	

Аналогичные таблицы составляются для деталей, хромируемых с декоративной целью, и для инструмента. Такое разделение по родам деталей делается потому, что от назначения хромирования зависит время нахождения детали в ванне. Суточная программа хромирования определяется по формуле:

$$f_0 = \frac{F \cdot t}{\phi \cdot n} \, дм^2,$$

где F — годовая программа (в поверхностях деталей),
t — рабочее время в смену (6 час.),
ϕ — годовой фонд рабочего времени при работе в одну смену, равный 1 780 час.,
n — число смен в сутки.

[1] За единицу ремонта следует принимать подъемочный ремонт.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Требуемую толщину слоя хрома можно принят: а) для деталей, подвергающихся механическому износу, от 0,03 до 0,05 *мм*, б) для предметов, хромируемых с декоративной целью, 0,005—0,01 *мм*. В среднем для расчета можно принять продолжительность хромирования одной группы деталей 1 ч. 30 м. Таким образом мы имеем 4 загрузки за одну смену. Разделив площадь деталей суточной программы на число загрузок одного дня, получим хромируемую площадь одной загрузки ванны:

$$f_0 : 4 = f .$$

Отсюда легко подсчитать требуемую мощность динамо постоянного тока, выраженную в амперах. Для этого умножаем число, выражающее общую площадь одновременно хромируемых изделий в квадратных дециметрах, на среднюю плотность тока на квадратный дециметр; полученное произведение и есть требуемый ампераж динамо. Для того чтобы в начальный период хромирования закрепить хромом все глубокие места поверхности изделия и преодолеть сопротивление пассивного состояния поверхности стальных предметов при соприкосновении их с хромовым раствором, полученную силу тока увеличивают в 1,4—1,5 раза. По приведенной ниже табл. 45 выбирается требуемый агрегат.

Таблица 45

№ п/п	Ампераж динамомашин	Мощн. динамомашин в *квт*	Напряжение динамомашин в *в*	Число об/мин машины	Мощность мотора в *квт*	Напряжение мотора в *в*	Цена за 1 агрегат в руб.
1	250/500	3	6/12	1 440	4,1	220/380	3 950
2	500/1 000	6	6/12	960	8,8	220/380	4 379
3	750/1 000	9	6/12	960	11,9	220/380	5 178
4	2 000/4 000	22,5	6/12	720	25,8	220/380	15 349
5	2 500/5 000	30	6/12	720	40,0	220/380	19 555

Подводка тока от динамомашины к ваннам осуществляется при помощи медных шин; общая длина их должна быть наименьшей во избежание большой потери напряжения. В табл. 46 приводятся сечения шин в зависимости от расстояния хромировочной ванны от генератора при напряжении генератора 12 *в* и падении напряжения не менее 5%. По рассчитанной общей площади каждого типа деталей, подлежащих хромированию, зная их габарит, легко выбрать подходящие размеры хромировочной ванны и число их. Целесообразно подбирать детали для одновременной загрузки одинаковых геометрических форм: цилиндрические, плоские и т. д.

Таблица 46[1]

Передаваемая сила тока	Расстояние от генератора до ванны в *м*							
	8	10	12	14	16	18	20	22
	Сечение медных шин в *см²*							
200	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6
300	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8
400	1,9	2,3	2,8	3,3	3,7	4,2	4,7	5,2
500	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,8	6,5
600	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7
700	3,3	3,8	4,9	5,7	6,5	7,4	8,2	9,0
800	3,7	4,7	5,6	6,5	7,5	8,4	9,4	10,3
900	4,2	5,2	6,3	7,4	8,4	9,4	10,5	11,5
1 000	4,7	5,8	7,0	8,1	9,4	10,5	11,7	12,9
1 200	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2	12,6	14,0	15,4
1 400	6,5	8,2	9,8	11,5	13,0	14,7	16,4	17,2
1 600	7,5	9,4	11,3	13,1	15,0	16,9	18,7	20,6

[1] Б. А. Кузнецов, Электролитическое хромирование металлов, ОНТИ, 1932 г.

НБУДУНТ (ДПТ)

Для деповских условий можно принять следующие размеры ванны: длина 1 200—1 500 *мм*, ширина 800 — 1 000 *мм*, высота 800—900 *мм*.

Емкость ванны и мощность динамомашины должны соответствовать друг другу. Практическое соотношение между ними определяется из расчета потребности 1,5—2 *а* тока на каждый литр емкости ванны.

Если при расчете получится несколько ванн (2—3), то их выгоднее обслуживать одним агрегатом. Вентилятор для вытяжки вредных паров от ванн выбирается в зависимости от размеров ванн. Как показала практика, вентилятор должен отсасывать 1 $м^3$ с 1 $дм^2$ поверхности ванны в 1 мин. Для расчета удобней пользоваться следующей таблицей, в которой указано количество отсасываемого с поверхности хромировочной ванны воздуха в куб. метрах в 1 мин. в зависимости от площади поверхности ванны.

Таблица 47

Длина ванны в *м*	Ширина ванны в *м*									
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
	в $м^3$/*мин*									
0,4	12,6	16,8	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	15,7	21,0	26,2	—	—	—	—	—	—	—
0,6	18,9	25,2	31,4	38,0	—	—	—	—	—	—
0,7	22,0	29,4	36,7	44,0	51,5	—	—	—	—	—
0,8	—	33,6	42,0	50,5	59,0	67,0	—	—	—	—
0,9	—	37,8	47,2	56,5	66,0	78,5	36,0	—	—	—
1,0	—	—	52,5	63,0	73,5	84,0	94,5	105,0	—	—
1,1	—	—	57,7	69,0	81,0	92,0	105,0	115,0	126,0	—
1,2	—	—	—	75,5	88,0	100,5	113,5	126,0	138,5	151,0
1,3	—	—	—	82,0	95,5	109,0	122,0	136,5	150,0	163,5
1,4	—	—	—	—	102,5	117,0	132,0	147,0	162,0	176,0
1,5	—	—	—	—	110,0	126,0	141,5	157,5	173,0	189,0

Кроме указанного при выборе оборудования генератора, хромировочной ванны и вентилятора в хромировочном отделении должны быть ванны:

	Длиной в *мм*	Шириной в *мм*	Высотой в *мм*
Для травления . .	1 000—1 200	600— 800	800
Для обезжиривания . .	1 200—1 500	800—1 000	800
Для проточной воды . . .	1 000—1 200	600— 800	800
Для дестиллированной воды	1 000—1 200	800	800

Кроме перечисленного оборудования должны быть: станок для полировки, стол для сборки и разборки рамок, верстак слесарный, шкаф для хранения инструментов, материалов и деталей.

§ 32. Пневматическое хозяйство

Составные части пневматической установки и расчет потребного количества воздуха

В современном паровозном хозяйстве необходима энергия сжатого воздуха. Сжатый воздух, необходимый для работы пневматических инструментов, получается при помощи специальной установки и подается к месту работы по воздухопроводу.

НБ УГХТ (ДПТ)

Пневматическая установка представляет собой агрегат, состоящий из следующих основных пяти частей:

1. Двигателя машины, преобразующей тепловую или электрическую энергию в механическую работу вращения вала.

2. Воздушного компрессора, дающего сжатый до 7 *ат* воздух в количестве 1—8 *м³/мин* (в несжатом свободном состоянии) и работающего за счет получаемой от двигателя механической энергии.

3. Воздушного аккумулятора — резервуара объемом от 2 до 5 *м³*. Подсчет объема аккумулятора производится по формуле:

$$Q = 1{,}6\sqrt{V_{мин}}$$

где $V_{мин}$ — суммарный расход свободного воздуха в *м³/мин*.

4. Воздухопровода с патрубками, к которым присоединяются гибкие рукава, подающие воздух непосредственно к пневматическому инструменту.

5. Пневматического инструмента, т. е. переносных рабочих машин, берущих сжатый воздух из аккумулятора (в объеме 0,4 до 2 *м³/мин* свободного воздуха) и преобразующих энергию сжатого воздуха в полезную механическую работу.

Количество потребного сжатого воздуха определяется, исходя их потребности (или наличия работающего) пневматического инструмента и оборудования.

В табл. 48 приведено потребное давление сжатого воздуха, а в табл. 49—расход свободного воздуха для некоторых потребителей.

Таблица 48

Необходимое давление воздуха для различных потребителей

№ п/п	Потребитель	Давление сжатого воздуха	Единица измерения	Производитель сжатого воздуха
1	Пневматический инструмент	5,5—6	Атмосферы избыточные	Компрессор
2	Воздухораспределители (испытание)	5		
3	Форсунки нагревательных приборов	До 7		

Цифровые данные табл. 49 расхода свободного воздуха дают средние численные значения для разных типов инструментов. В отдельных конкретных случаях могут быть и значительные отклонения от этих данных. Пользоваться ими следует лишь при ориентировочных подсчетах, когда нет точных данных о расходе воздуха для данного инструмента от изготовляющего такие инструменты завода.

Таблица 49

Расход сжатого воздуха в различных пневматических инструментах (*м³/мин* **свободного воздуха при давлении в аккумуляторе 5—7** *ат*):

1. Пневматические клепальные молотки — 1 *м³*
2. Пневматические рубильно-чеканные молотки — 0,6 *м³*
3. Пневматические вращающиеся сверла[1]
4. Пневматические машины для нарезки и развертки:

Вес в *кг*	13,60	18,14	22,68
Расход воздуха в *м³/мин*	0,56	0,70	0,85

5. Пневматические зубила:

Вес в *кг*.	2,27	3,18	3,63	4,08	4,54	5,00	5,45	5,90	3,36	8,37
Расход воздуха в *м³/мин*	0,17	0,28	0,34	0,36	0,42	0,48	0,51	0,56	0,59	0,62

6. Пневматические домкраты:

Диаметр цилиндра в *мм*	200	250	300	350	400	450	500
Расход воздуха в *м³/мин*	0,05	0,08	0,11	0,16	0,19	0,30	0,41

Вес в *кг*		9
Расход воздуха в *м³/мин*		0,56

[1] Л. В. Арнольд, Строительные пневматические инструменты, ОНТИ, 1936 г.

НБУДУНТ (ДШТ)

7- Пневматические ручные шлифовальные инструменты:

Вес в *кг*	4,54	6,81	9,07	13,60	15,87	18,14	20,41	22,68
Расход воздуха в *м³/мин*	0,42	0,51	0,56	0,70	0,76	0,85	0,99	1,13

8. Пневматические подъемники прямого действия:

Диаметр цилиндра в *мм* .	150	250	350	480
Расход воздуха в *м³/пог. м* подъема . . .	0,073	0,200	0,435	0,760

9. Расход воздуха на стол для испытания автоприборов 0,2 *м³/мин*

В табл. 49 приведено количество потребляемого воздуха одним инструментом. Общий расход воздуха, потребляемого всеми инструментами, работающими воздухом данной компрессорной установки, растет медленнее, чем их суммарный расход по табл. 49, вследствие несовпадения циклов работы отдельных инструментов. В табл. 50 приведены коэфициенты перехода от расхода воздуха на один инструмент к расходу воздуха на *K* инструментов.

Таблица 50

Число автоматических инструментов	2	3	4	5	6	7	8
Коэфициент перехода от расхода воздуха на один инструмент к расходу воздуха на *K* инструментов	1,8	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,0

Размеры потребления воздуха, предусмотренные таблицей, относятся к положению работ на уровне моря. По мере увеличения высоты расположения компрессорной установки над уровнем моря расход потребляемого свободного воздуха увеличивается. Коэфициент увеличения расхода приведен в табл. 51.

Таблица 51

Изменение потребления свободного воздуха и мощности двигателя в зависимости от высоты расположения компрессорной установки над уровнем моря
(для получения расхода воздуха на данной высоте надо полученный расход воздуха разделить на коэфициент этой таблицы)

Высота над уровнем моря	Поправочный коэфициент для воздуха	Поправочный коэфициент для мощности при 5 *ат*	Поправочный коэфициент для мощности при 7 *ат*	Высота над уровнем моря	Поправочный коэфициент для воздуха	Поправочный коэфициент для мощности при 5 *ат*	Поправочный коэфициент для мощности при 7 *ат*
0	1,00	1,00	1,00	2 135	0,76	0,87	0,87
305	1,96	0,98	0,97	2 435	0,73	0,87	0,85
610	0,92	0,96	0,95	2 743	0,71	0,84	0,83
915	0,89	0,94	0,94	3 048	0,68	0,82	0,81
1 218	0,85	0,93	0,92	3 353	0,65	0,79	0,78
1 523	0,82	0,91	0,90	3 651	0,63	0,78	0,77
1 828	0,79	0,90	0,89				

Кроме того размеры потребления сжатого воздуха зависят от его температуры: чем ниже температура, тем плотность воздуха больше и тем больше весовое его количество в данном объеме. Таким образом при расчете потребности воздуха необходимо учитывать среднегодовую температуру воздуха в местности, для которой проектируется компрессорная установка. В табл. 52 приведены такие поправочные коэфициенты.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Таблица 52

Поправочные коэфициенты для подсчета потребления воздуха в зависимости от начальной температуры воздуха

Начальная температура	Поправочный коэфициент	Начальная температура	Поправочный коэфициент	Начальная температура	Поправочный коэфициент	Начальная температура	Поправочный коэфициент
—28,8	1,180	— 1,1	1,061	21,1	0,980	48,8	0,896
—23,3	1,154	0	1,058	26,6	0,961	54,4	0,880
—17,7	1,130	4,4	1,040	32,2	0,944	60,0	0,866
—12,2	1,030	10,0	1,020	37,7	0,928	65,6	0,852
— 6,6	1,083	15,5	1,00	43,3	0,912	71,1	0,838

Потери воздуха в трубопроводах составляют до 15 %[1].

Подбор мощности двигателя компрессора

В качестве двигателя компрессорной установки применяется или двигатель внутреннего сгорания или чаще всего электромотор.

Мощность на валу двигателя определяется тремя данными:

1) требуемым абсолютным давлением в аккумуляторе;

2) конструктивной минутной производительностью компрессора $V_{мин}$ *м*³/*мин* свободного воздуха;

3) к. п. д. $\eta_{мех}$, $\eta_п$ двигателя—механического к. п. д. и к. п. д. передачи от вала двигателя к валу компрессора.

При расчетах принимают для двигателей внутреннего сгорания $\eta_{мех}$ = =0,70—0,75, для электромоторов $\eta_{мех}$ =0,85—0,9 и коэфициент передачи от вала двигателя к валу компрессора $\eta_п$ = 0,94—0,98.

Имея данное абсолютное значение давления в ресивере p атмосфер, пользуясь табл. 53, можно определить мощность на валу компрессора, необходимую для сжатия в течение 1 мин. 1 *м*³ свободного воздуха от давления 1 *ата* до давления в p абсолютных атмосфер.

Таблица 53

Абсолютное давление p в ресивере	Мощность на валу компрессора в *л. с.* на 1 *м*³/*мин*
2	2,45
3	3,98
4	5,02
5	5,98
6	6,89
7	7,63
8	8,37
9	9,10
10	9,82

Компрессоры

Компрессоры могут быть разбиты на три основных группы по способу получения сжатого воздуха:

1) поршневые,

2) компрессоры турбинного типа или турбокомпрессоры,

3) компрессоры ротационного типа.

В деповских условиях работы распространение получили только компрессоры поршневого типа.

В случае необходимости получить давление воздуха до 5—7 *ат* применяют одноступенчатые, при большем давлении — двухступенчатые компрессоры.

Основные технические данные наиболее распространенных в паровозном хозяйстве видов компрессоров указаны в табл. 54 и 55.

При проектировании компрессорной установки необходимо подбор компрессоров вести, сообразуясь с производством их заводами СССР.

---

[1] См. «Потери в трубопроводах сжатого воздуха и меры к их устранению», Пневматическая комиссия ЛОНТКМ, ОНТИ НКТП, 1934 г.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 54

Технические данные горизонтальных, одноступенчатых, одноцилиндровых компрессоров двойного действия

№ п/п	Модель	Размеры цилиндра: диаметр в *мм*	Размеры цилиндра: ход поршня в *мм*	Число об/мин	*м*³/*мин*	*P ат*	*л. с.* на валу	Диаметр шкива в *мм*	Габарит в *мм*: длина	Габарит в *мм*: ширина	Вес в *кг*	Цена в руб.	Стоимость 1 *кг* в руб.
	Невский завод им. Ленина, г. Ленинград												
1	Бородино № 1	150	150	230	0,85	7	7,5	760	1 500	700	700	2 300	3,3
2	» № 2	200	200	220	2,00	7	17,5	1 020	1 950	850	1 050	3 400	3,2
3	» № 3	250	250	210	3,8	7	31,6	1 220	2 300	1 050	1 600	4 950	3,1
4	» № 4	300	300	200	6,7	7	49,15	1 750	2 800	1 200	2 400	7 200	3,0
	Завод им. Фрунзе, г. Сумы[1]												
5	Бородино № 2	250	300	200	3,8	6	31	1 100	—	—	2 000	3 700	1,85[1]
6	» № 3	300	400	175	7,0	5	46	1 500	—	—	2 800	4 600	1,64[1]
	Борзиг, Германия												
7	DRG-22 .	220	160	335	2,95	6	21,5	1 120	1 920	720	8 750	1 900	2,2
8	DRG-26 .	260	200	300	4,4	6	32,0	1 400	3 330	810	1 335	2 800	2,1
9	DRG-31a .	310	250	270	7,2	6	51,5	1 800	3 000	1 350	2 100	4 000	1,9
	Амаг-Гильнер, Германия												
10	KLD-16 .	160	160	300	1,4	6	11,0	1 000	1 600	800	800	1 800	2,3
11	KLD-20 .	200	200	300	2,8	6	21,0	1 200	1 950	890	1 150	2 500	2,2
12	KLD-25 .	250	250	250	4,6	6	34,5	1 450	2 315	1 350	2 000	4 400	2,2

Основные требования, предъявляемые к компрессорной установке

Компрессорные установки с производительностью выше 15 *м*³/*мин* должны располагаться в одноэтажных и отдельных от производства хорошо освещенных помещениях с легкой крышей. Компрессорные установки с меньшей производительностью могут располагаться в производственных зданиях. Место установки компрессорных надо выбирать по возможности ближе к подъемочному и промывочному цехам как наибольшим потребителям сжатого воздуха. Компрессоры и их двигатели должны быть установлены на фундаменты, не связанные со стенами зданий. Высота помещения компрессорных должна быть не менее 4 *м*. Расстояние от ограждения компрессора до стены здания должно быть не менее 1 *м* и свободный проход между компрессорами или другими машинами не менее 1,5 *м*.

Подвод воздуха к компрессорам должен быть осуществлен таким образом, чтобы в компрессор подводился возможно сухой, чистый и холодный воздух,

[1] Привод — ременная передача. Возможно соединение машины с мотором через муфту.

НБ УДУНТ (ДПТ)

№ п/п	Модель	Размеры цилиндра диам. в *мм*	Ход поршня в *мм*	Число об/мин	*м³/мин.*	*Р ат*	*л. с.* на валу	Шкив в *мм*		Габарит в *мм*			Вес в *кг*	Цена в руб.	Стоимость 1 *кг* в руб.
								диаметр	ширина	длина	ширина	высота			
	Завод «Компрессор», г. Москва														
1	ВВК-200	200	150	730	5,5	7	45	500	150	1 100	625	740	700	4 365	6,2
2	ВВК-240	240	180	730	9,0	7	75	559	170	1 336	770	1 400	1 250	7 500	6,0
	Завод им. Балицкого, Мелитополь														
3	ВВК-155	155	110	960	3	7	—	365	140	850	570	835	—	5 800	—
	Завод им. Фрунзе, г. Сумы														
4	2-130-II	130	130	725	2,25	6	18	—	—	—	1 000	1 250	650	6 500	10,0
5	2-190-II	190	190	450	3,0	6	29	—	—	—	—	—	—	9 000	—
6	2-250-II	250	250	400	8,0	6	60	—	—	—	1 500	200	2 100	21 000	10,0
	Машиностроительный завод ЦВИКАУ, Германия														
7	SE-13	130	130	660	0,75	7	6	700	70	700	610	1 200	230	825	3,6
8	SE-17	170	170	600	1,75	7	13,5	850	100	850	675	1 350	300	1 000	3,3
	(Двухцилиндровые)														
9	SZE-13	130	130	600	1,5	7	12	700	70	700	700	1 200	400	1 100	2,8
10	SZE-17	170	170	600	3,5	7	27	850	100	900	850	1 350	540	1 425	2,7
11	SZE-21	210	210	550	6,25	7	46,5	1 000	140	1 100	1 100	1 600	870	2 250	2,5
	Борзиг, Германия (одноцилиндровые)														
12	SLE-110	120	100	720	0,64	7	5,5	—	—	600	700	1 000	220	550	2,4
13	SLE-113	140	130	720	1,16	7	9,9	—	—	700	800	1 100	245	600	2,5
	(Двухцилиндровые)														
14	SLZ-110	120	100	960	1,72	7	14,7	—	—	700	700	1 000	355	1 000	2,8
15	SLZ-113	140	130	960	3,07	7	26,3	—	—	900	800	1 100	432	1 100	2,6
16	SLZ-121	230	210	720	9,65	7	87,1	—	—	1 450	1 100	1 650	1 730	2 700	1,5
	(Четырехцилиндровые)														
17	SLV-113	140	130	960	6,15	7	52,5	—	—	1 300	900	1 200	755	1 500	2,0
18	SLV-121	120	230	720	19,3	7	172,2	—	—	2 000	1 300	1 650	3 030	4 000	1,3

НБ УГЛТУ (ДШТ)

поэтому воздух должен забираться снаружи машинного помещения. Место забора воздуха должно быть хорошо защищено от попадания в засасывающую воздух трубу пыли, воды и горючих газов. Место забора должно быть по возможности не на солнце. Всасывающее воздух отверстие трубы должно находиться на достаточной высоте от земли и должно быть защищено проволочной сеткой и козырьком. Перед компрессорной должны быть установлены на всасывающем трубопроводе водоотдетель и воздушный фильтр. Всасывающий трубопровод делается по длине не более 6 *м*, иначе на нем устанавливается всасывающий резервуар.

Для предохранения компрессорных установок от последствий электрических разрядов необходимо тщательно заземлить компрессор и трубопроводы.

Особенное внимание должно быть уделено искусственному охлаждению цилиндров и сжатого воздуха. Прекращение или ослабление действия системы охлаждения ведет к повышению температуры сжатого воздуха, который, нагревшись до пределов воспламенения остатков смазочного масла, может повлечь к их воспламенению и взрыву, поэтому питание охладительного устройства водой должно производиться не от водопровода, действие которого нельзя считать надежным, а через запасный бак. Бак этот должен быть снабжен водоуказательным стеклом и поплавком с сигнальными прибором, действующим автоматически при понижении уровня воды в баке. Сигнальный прибор устраивается или в виде электрического звонка, контакт которого замыкается поворотом рычага поплавка, или же в виде свистка, действующего от сжатого воздуха; кран свистка также открывается поворотом поплавкового рычага. Если имеются приспособления для автоматической установки компрессора при прекращении или ослаблении водоснабжения, то надобность в таком устройстве отпадает.

Таким образом при прекращении подачи охладительной воды тем или иным способом должно быть обеспечено немедленное прекращение действия компрессора.

В целях экономии энергии при неполной загрузке, в особенности в ночное время, рекомендуется иметь два компрессора, каждый половинной мощности. Для выравнивания колебаний давления воздуха в сети за компрессором и выделения влаги из сжатого воздуха при его охлаждении необходимо устанавливать резервуар-аккумулятор сжатого воздуха. Он устанавливается возможно ближе к компрессору, но вне помещения компрессорной на специальном фундаменте. Каждый аккумулятор на подводящем трубопроводе должен быть снабжен масло- и водоотделителем. Воздух должен подводиться в нижнюю часть аккумулятора, а выводиться из верхней. Аккумулятор должен быть снабжен предохранительным клапаном, краником для спуска воды и прочей арматурой, необходимой для обслуживания аккумулятора [1].

Расстояние от компрессора до аккумулятора должно быть 4—5 *м*, если это расстояние больше, то у нагнетательного патрубка компрессора необходимо ставить воздушный колпак для предотвращения пульсации потока воздуха.

Воздохопроводная сеть

Производительность компрессора должна быть такова, чтобы давление сжатого воздуха, вырабатываемого компрессором, в самых удаленных участках воздушной сети было вполне достаточным для нормальной работы пневматических инструментов.

Внутренний диаметр воздуховода от компрессора до аккумулятора делается равным внутреннему диаметру патрубка компрессора. Внутренний диаметр воздуховода за аккумулятором может быть подобран из табл. 56. В таблице приведены значения внутреннего диаметра труб в зависимости от длины воздуховода и объема протекающего в 1 мин. сжатого воздуха (объем приведен к давлению в 760 *мм* рт. ст. и температуре в 0°). При составлении таблиц положено, что величина потери давления от сопротивления равна 0,1 *ат* при давлении в сети 6 *ат*.

---

[1] См. обязательное постановление ВЦСПС от 2 апреля 1935 г. «Правила устройства, содержания и обслуживания воздушных компрессоров и воздуховодов».

НБ УДУНТ (ДПТ)

Таблица 56

Диаметр воздуховодных труб в зависимости от длины и объема протекающего сжатого воздуха (приведенного к 760 *мм* рт. ст. и температуре в 0°)

Объем засасываемого свободного воздуха в $м^3/мин$	Длина воздухопроводов в *м*									
	10	25	35	100	200	300	400	500	600	700
	Внутренний диаметр труб в *мм*									
1	20	20	25	25	33	33	37	37	40	40
1,25	20	25	25	33	33	37	37	40	40	43
1,5	20	25	25	33	37	40	43	43	46	46
2	25	33	33	37	40	43	46	46	49	49
3	25	33	37	40	46	49	49	54	54	58
4	33	37	37	43	49	54	54	58	64	64
5	33	37	40	46	54	58	58	64	70	70
6	33	40	43	49	58	64	64	70	70	76
7	33	40	46	54	64	70	70	76	76	76
8	37	43	49	58	64	70	76	76	82	82
9	37	43	49	58	64	76	76	82	82	88
10	40	46	52	58	70	76	82	82	88	94
12,5	43	49	58	64	76	82	88	88	94	100

Полученный таким образом диаметр воздухопровода необходимо проверить на действительный перепад давления по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g},$$

где h — потеря напора в *мм* вод. ст.,
l — длина воздухопровода в метрах,
d — диаметр воздухопровода в миллиметрах,
g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 $м/сек^2$,
w — скорость воздуха в напорном трубопроводе, равная 15—20 *м/сек* (см. Гуго Рихтер «Гидравлика трубопроводов») и определяемая по формуле:

$$w = \frac{4V}{\pi d^2},$$

где V $м^3/сек$ — количество воздуха, протекающего через поперечное сечение воздухопровода,

λ — коэфициент сопротивления, который зависит как от состояния текущей материи (воздуха), так и от состояния самого трубопровода.

Из многочисленных формул для определения λ приводим формулу американского инженера Веймута, дающего значение коэфициента сопротивления в зависимости от диаметра трубы:

$$\lambda = \frac{0{,}009407}{\sqrt[3]{d}}.$$

Размер внутреннего диаметра труб может быть подсчитан также из табл. 54 в зависимости от количества подаваемого воздуха [1] и потери давления в трубопроводе.

В табл. 57 дана потеря давления сжатого воздуха на 100 *м* длины трубопровода; для пересчета на другую длину трубопровода надо считать, что потеря давления пропорциональна длине трубопровода.

[1] См. «Пневматические установки», перевод с немецкого Блумберга, 1930 г.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 57

Потери давления сжатого воздуха в атмосферах в прямых трубопроводах длиной в 100 *м*

Всасываемое количество воздуха в *м³/мин*	Внутренний диаметр труб в *мм*	20	25	32	40	50	60	70	80	90	100
	0,5	0,1	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	0,4	0,1	0,04	—	—	—	—	—	—	—
	2	1,5	0,3	0,2	0,04	—	—	—	—	—	—
	5	—	2,5	0,8	0,3	0,08	0,03	—	—	—	—
	10	—	—	3,0	0,9	0,3	0,1	0,05	0,03	—	—
	15	—	—	—	1,8	0,6	0,2	0,1	0,05	0,03	—
	20	—	—	—	3,2	1,0	0,4	0,2	0,09	0,05	0,03

Магистраль воздухопровода рассчитывается на все количество воздуха, потребляемого всеми пневматическими инструментами, а боковые ответвления — только на то количество инструментов, которое они обслуживают; в деповских условиях — не более двух.

В табл. 58 приведены величины дополнительных сопротивлений, возникающих при проходе воздуха через фасонные части, выраженные в эквивалентной им длине прямой трубы в метрах.

Таблица 58

Величина дополнительных сопротивлений от фасонных частей

№ п/п	Внутренний диаметр труб в *мм*	25	50	80	100
1	Пролетный запорный вентиль	6	15	25	35
2	Угловой запорный вентиль .	3	7	11	15
3	Задвижка	0,3	0,7	1	1,5
4	Нормальное колено .	0,2	0,4	0,7	0,1
5	Тройник .	2	4	7	10
6	Переход . .	0,5	1	2	25

Воздухопроводы должны изготовляться из труб с оцинкованными внутренними поверхностями и прокладываться (в случае проводки их в полу) в выложенных кирпичом галлереях с тем, чтобы к любой части воздухопровода был свободный доступ.

Для более удобного отделения влаги воздухопроводу придают уклон примерно $^1/_{200}$ по направлению подачи воздуха. В пониженных точках сети устанавливаются водоотделители.

Соединения труб во избежание излишних утечек воздуха должны быть уплотнены, причем наиболее совершенным уплотняющим материалом является клингерит.

Кроме фланцевого соединения трубы на прямой части воздухопровода можно сваривать встык ацетиленом или электричеством. Воздухопровод должен быть выполнен таким образом, чтобы была возможность свободного температурного изменения.

Присоединение пневматического инструмента воздухопроводной сети производится с помощью резиновых шлангов длиной до 20 *м* и внутренним диаметром в зависимости от расхода воздуха пневматическими инструментами от 13 до 22 *мм*.

Нормальное сечение применяемого шланга указывается заводом, выпускающим данный пневматический инструмент.

НБ УКАНТ (ДШТ)

Пневматические инструменты

Наиболее употребляемыми из пневматических инструментов при ремонте паровозов являются молотки и сверлилки. Пневматические молотки разделяются по своей мощности на клепальные и рубильно-чеканные. Разница заключается в количестве и силе удара.

Оба типа молотков изготовляются на заводе «Пневматик» в Ленинграде. Технические данные приведены в табл. 59 и 60.

Таблица 59

Технические данные рубильно-чеканных молотков типов РК и РМ завода «Пневматик»

Марка молотка	Назначение молотка	Общая длина в *мм*	Вес молотка в *кг*	Ударник			Среднее число ударов в 1 мин.	Диаметр шланга в свету в *мм*	Расход воздуха в $м^3$/*мин*
				диаметр в *мм*	длина в *мм*	Вес в *кг*			
РК-41	Легкая чеканка и обрубка	260	4,5	28	50	0,2	2 500	13	0,7
РК-42	Легкая обрубка, средняя чеканка	295	4,9	28	70	0,3	2 000	13	0,7
РК-43	Средняя обрубка, тяжелая чеканка, клепка горячих заклепок диаметром 10 *мм*	340	5,4	28	90	0,4	1 500	13	0,7
РК-44	Средняя обрубка, клепка горячих заклепок диаметром 18 *мм*	380	5,8	28	105	0,47	1 200	13	0,7
РК-45	Тяжелая обрубка, клепка горячих заклепок диаметром 14 *мм*	410	6,3	28	120	0,54	1 100	13	0,7
РМ-11	Легкая чеканка	250	4,3	28	50	0,2	2 350	13	0,7
РМ-12	Средняя чеканка, легкая обрубка	295	4,7	28	70	0,3	1 750	13	0,7
РМ-13	Тяжелая чеканка, средняя обрубка, клепка горячих заклепок диаметром 10 *мм*	340	5,3	28	90	0,4	1 300	13	0,7
РМ-14	Средняя обрубка, клепка горячих заклепок диаметром 12 *мм*	380	5,7	28	105	0,47	1 150	13	0,7
РМ-15	Тяжелая обрубка, клепка горячих заклепок диаметром 14 *мм*	410	6,0	28	120	0,55	1 000	13	0,7

Примечание. Расход воздуха указан для давления 5,5 *ат*. При меньшем давлении расход воздуха уменьшается, но соответственно уменьшается и мощность молотка.

НБ УГЛУНТ (ДШТ)

Таблица 60

Технические данные клепальных молотков типа КМ-31-35 завода «Пневматик»

Марка молотка	Полная длина в *мм*	Полный вес в *кг*	Ударник: диаметр в *мм*	Ударник: длина в *мм*	Ударник: вес в *кг*	Ударник: ход в *мм*	Диаметр шланга в свету	Расход свободного воздуха при давлении 5,5 *ат*	Назначение молотка для заклепок диаметром в *мм*	Число ударов в 1 мин.	Род работы	Цена в руб.
КМ-31	310	8,0	30	78	0,40	73	16	1,1	5—16	1 700	Ответственная клепка заклепок, расклепка связей, выколачивание стержней, сруба-ние заклепок и т. д.	280
КМ-32	360	9,0	30	98	0,46	108	16	1,1	15—19	1 400		290
КМ-33	410	9,5	30	108	0,55	145	16	1,1	18—22	1 200		295
КМ-34	460	11,0	30	120	0,60	182	16	1,1	21—28	900		—
КМ-35	510	12,0	30	128	0,65	228	16	1,1	27—31	800		—

Сверлильные пневматические машины применяются для сверления дыр, развертывания, нарезки резьбы и пр.; технические данные приведены в табл. 61.

Таблица 61

Технические данные сверлильных машин завода «Пневматик»

Тип машины	Наибольший диаметр в *мм*: сверла	развертки	нарезки	Наибольшая длина подачи в *мм*	Конус Морзе	Максимальное расстояние от края шпинделя до центра в *мм*	Полная длина в *мм*	Полный вес в *кг*	Число об/мин	Расход свободного воздуха в *м³/мин*	Мощность *л. с.*	Диаметр шланга в свету в *мм*	Цена в руб.
СМ-1	50	38	—	90	4	122	390	24	260	2,0	1,45	16	283
СМ-2	32	25	—	75	3	102	330	15,5	450	1,3	1,00	16	261
СМ-3[1]	13	10	—	65	1	82	400	5,5	300	0,45	0,30	13	—
СМ-4	22	16	—	75	2	85	280	10	475	0,9	0,60	13	241
СМУ-8[2]	32	—	—	45	2	40	216	16,5	180	1,4—1,6	—	13	447
СМ-11[3]	—	64	38	—	4	122	543	23,0	190	2,2	0,80	16	298
СМ-12[3]	—	50	25	—	3	102	410	16,5	200	1,3	0,60	16	285

Примечания: 1. Снята с производства с 1933 г. 2. Реверсивная. Употребляется для работы в тесных местах. 3. Реверсивные. Употребляются для подкатки котельных труб.

Изготовляются они на том же заводе «Пневматик». Кроме молотков и сверлильных машин применяются и другие пневматические машины. В табл. 62 даны эксплуатационные характеристики шлифовальных машин завода «Пневматик».

Таблица 62

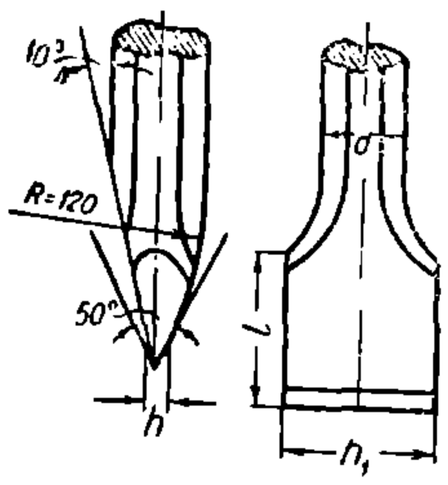
Шлифовальные машины типа ШМ завода «Пневматик»

№ машины	Вес в *кг*	Расход свободного воздуха в *м³/мин*	Наждачный круг: диаметр в *мм*	Наждачный круг: ширина в *мм*	Наждачный круг: число об/мин	Диаметр шланга в свету в *мм*
ШМ-32	16	1,1—1,3	250	25	1 900	13
ШМ-41	15	1,1—1,3	175	25	2 700	13

НБ УДУНТ (ДИТ)

Завод, изготовляющий пневматические инструменты, указывает и применяемые в данном инструменте исполнительные органы, а также форму и размеры хвостовика. Каждый тип пневматического инструмента, предназначенный для определенной группы работ, требует для правильного производства работы и правильного выбора исполнительного органа. На фиг. 124, 125 и 126 показаны некоторые типы таких орудий с указанием их назначения. В табл. 63, 64, 65 и 66 приводится рабочая часть вставного инструмента для рубильно-чеканных молотков с указанием размеров, рекомендуемых заводом «Пневматик».

Таблица 63



Фиг. 123

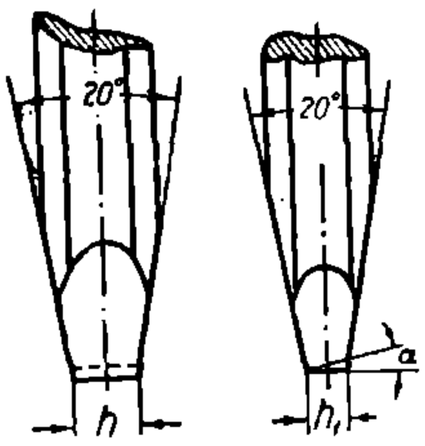
Рабочая часть вставного инструмента для рубильно-чеканных молотков типа РК-РМ

Зубила (фиг. 123). Размеры в *мм*

Классификация работ	*d*	*L*	*l*	*h*	h_1
Легкая рубка .	22	150—160	30—45	4	30
Средняя .	22	175—190	35—50	5	35
Тяжелая	26	200—220	60	6	40

Примечание. *L*—длина заготовки.

Таблица 64

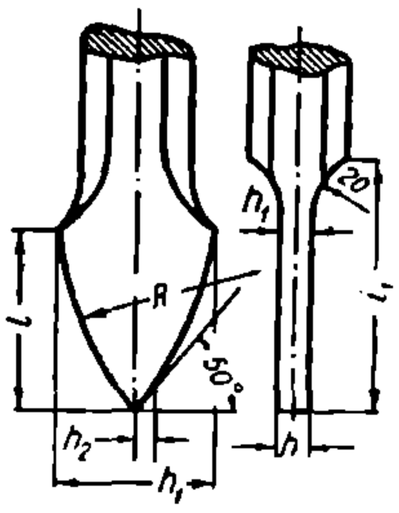


Фиг. 124

Чеканка (фиг. 124). Размеры в *мм*

h	h_1	Примечание
7	5	Угол α принимается в зависимости от работы. Длина заготовки 140—150 *мм*
11	8	
15	12	

Таблица 65



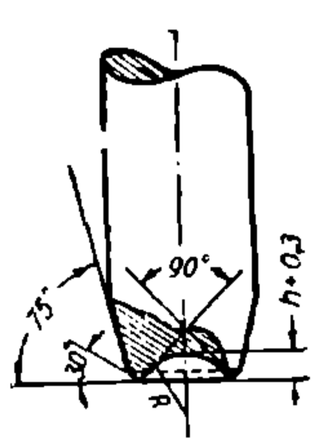
Фиг. 125

Крейцмессель (фиг. 125). Размеры в *мм*

L	*l*	l_1	*h*	h_1	h_2	h_3	*R*
175—190	45—55	65	4—0,2	3—0,2	4	30	175
175—190	45—55	65	5—0,3	4—0,3	4	30	175
200—220	50—60	70	6—0,3	5—0,3	6	35	190

Примечание. *L*—длина заготовки.

Таблица 66



Фиг. 126

Обжимка (фиг. 126). Размеры в *мм*

Диаметр заклепки	8	9,5	11,5
h	4,0	5,0	6,9
R	8	9	11

Пневматический инструмент принадлежит к классу точных инструментов, поэтому бесперебойная его работа зависит от того, насколько правильно ведутся

НБ УДУНТ (ДПТ)

его эксплуатация, хранение и ремонт. Молотки во время ночного перерыва или вообще продолжительного бездействия должны храниться в керосине, для чего употребляются соответствующим образом приспособленные баки, в которых погруженные туда молотки устанавливаются в вертикальном положении. Капитальный ремонт пневматического инструмента должен производиться на ремонтных заводах в специальной, хорошо оборудованной пневматической мастерской. Мелкий текущий ремонт, заключающийся в устранении мелких неисправностей, должен производиться квалифицированными слесарями депо.

§ 33. Электротехническое отделение

В электротехническом отделении ремонтируются следующие детали: турбогенератор, арматура электроосвещения паровоза и электротехническое оборудование депо — моторы, измерительные приборы и пр.

Для обеспечения выполнения этих работ электротехническое отделение должно иметь следующее оборудование:

1. Стол для испытания турбогенераторов, оборудованный паропроводом и контрольно-измерительным щитом с амперметром, вольтметром и реостатом.
2. Стол для ремонта испытательных приборов.
3. Стеллаж для труб и запасных частей.
4. Барабан для намотки проводов.
5. Шкаф для хранения приспособлений и приборов.
6. Слесарные верстаки с параллельными тисками по числу работающих в одной смене.
7. Индивидуальные шкафы для хранения инструмента по числу работающих электромонтеров.

§ 34. Заготовительное отделение

В заготовительном отделении ремонтируются снимаемые с паровозов неисправные детали для последующей передачи в кладовую.

В заготовительном отделении должно быть следующее оборудование:

1. Настенный сверлильный станок для сверления дыр до 25 *мм*.
2. Болторезный станок для болтов диаметром до 37 *мм* (в крупных депо).
3. Слесарные верстаки с тисками и шкафами для хранения индивидуального инструмента по числу слесарей.
4. Переносный горн.
5. Стеллажи для запасных частей и материалов.

§ 35. Стокерное отделение

Основной ремонт стокера производится при подъемочном ремонте, поэтому в депо для обеспечения высокого качества ремонта надо иметь предварительно заготовленные и испытанные следующие детали стокера:

1. Паровую машину.
2. Корыто конвейера.
3. Реверсивный клапан.
4. Шарнирный паропровод к машине стокера.
5. Распределительную плиту.
6. Распыливающий порог и другие мелкие детали.

С этой целью стокерное отделение должно иметь следующее оборудование:

1. Испытательный стол для паровой машины стокера. Испытательный стол оборудуется паропроводом и тормозом. Машина стокера испытывается на полную нагрузку в течение 4—5 час.
2. Слесарные верстаки с тисками по числу работающих слесарей.
3. Индивидуальные шкафы для инструмента.
4. Стеллаж для запасных частей.

НБ УДУНТ (ДШТ)

§ 36. Хозяйственное отделение

Хозяйственное отделение предназначается для ремонта всего механического оборудования депо и экипировочных устройств. Водопроводное отделение предназначается для ремонта оборудования водоснабжения. Эти отделения часто объединяются.

В хозяйственном и водопроводном отделениях должно быть следующее оборудование:

1. Сверлильный настенный станок для сверления дыр диаметром до 40 *мм* (сверх станков, входящих в расчет механического отделения).
2. Гидравлический пресс для испытания труб.
3. Слесарные верстаки с тисками по числу работающих в одной смене и шкафы для инструмента по общему количеству рабочих в отделении.

§ 37. Столярно-малярное отделение

Столярно-малярное отделение предназначается главным образом для ремонта хозяйственного инвентаря депо и незначительного ремонта пола и сидений в будке машиниста.

Столярно-малярное отделение должно иметь следующее оборудование:

1. Столярные верстаки по числу столяров, работающих в одной смене, и шкафы для инструмента по общему числу столяров и плотников.
2. Полки для хранения лесоматериалов.
3. Круглую пилу (в крупных депо).
4. Стол для работы маляров.
5. Стол с краскотеркой.
6. Шкаф для хранения малярного инструмента и материалов.

§ 38. Инструментальное отделение

Инструментальное отделение депо состоит из двух вполне самостоятельных частей: 1) ремонтной части инструментальной, где производятся ремонт и отчасти изготовление нового простого инструмента, как например бородков, зубил, молотков и пр., и 2) раздаточной части, где сосредоточены хранение исправного инструмента и выдача его на руки. Весь основной режущий инструмент депо должно получать в централизованном порядке от заводов.

Ремонт и заправка инструмента в депо должны производиться в централизованном порядке.

Для этой цели ремонтное отделение снабжается следующим оборудованием:

1. Заточным станком (фиг. 127), на котором производится заточка сверл, резцов и др. К этому станку необходимо иметь некоторые приспособления, как-то: специальную резцовую головку (фиг. 128а), приспособление для заточки сверл (фиг. 128б), шаблон для измерения углов (фиг. 128в).

Заточным станком оборудуются лишь крупные депо (с годовым пробегом более 2—3 млн. *км*). Кроме того для заточки сверл применяется специальный станок (фиг. 129), состоящий из точильного круга *5*, насаженного на ось *6*, и приспособления, на котором с помощью призмы *2* и винта *3* укрепляется сверло.

2. Муфельной или электрической печью.
3. Ванной для закалки инструмента.
4. Подводкой воздуха для испытания пневматического инструмента.
5. Верстаками слесарными с тисками.
6. Шкафами для хранения индивидуального инструмента.

Для заточки напильников можно использовать пескоструйный аппарат, описанный в разделе «Очистка деталей» (§ 39). В этом случае пескоструйный аппарат заряжается песочной пылью и снабжается специальным наконечником.

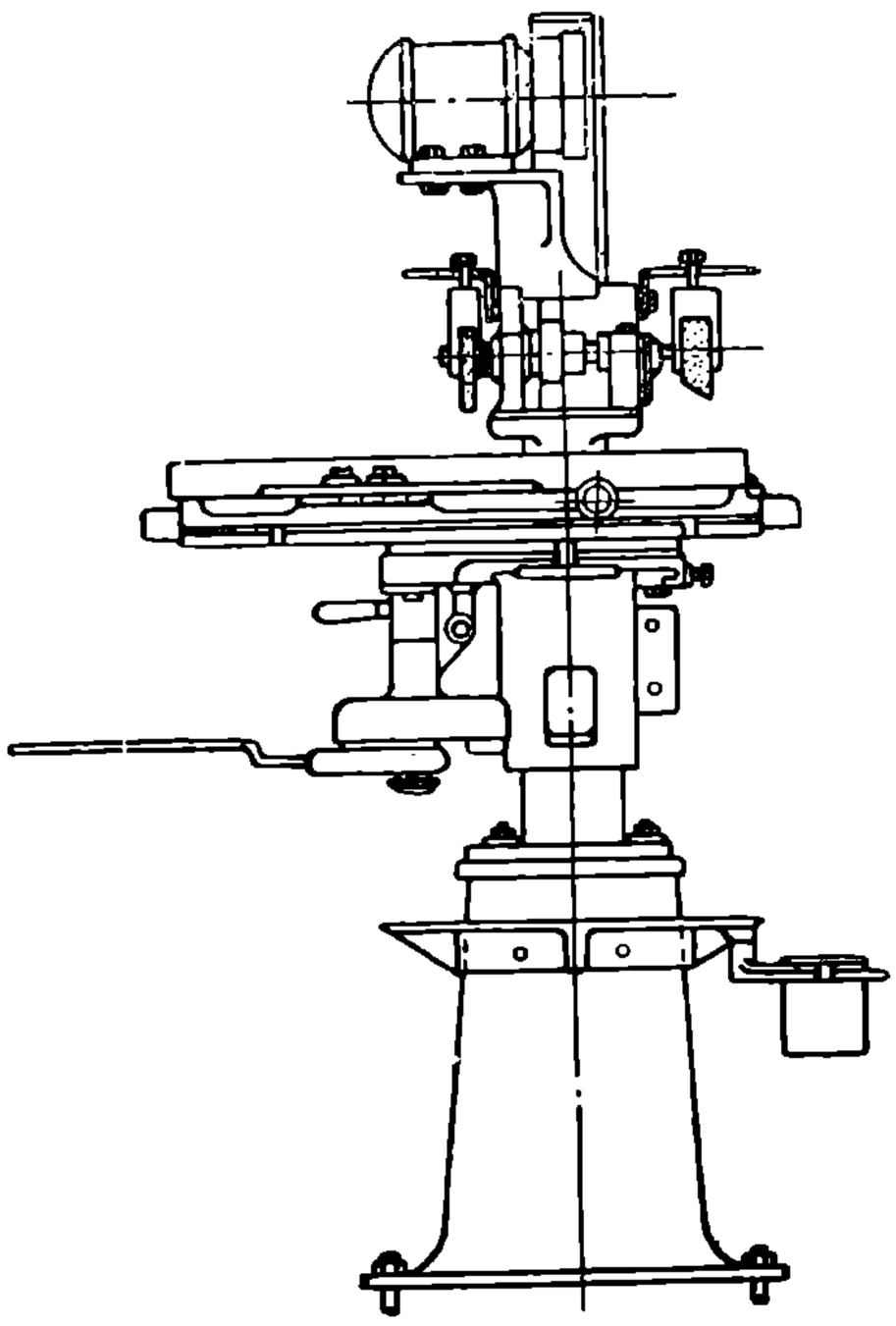
Раздаточная часть инструментальной, обычно расположенной в смежном помещении с ремонтной частью, оборудуется стеллажами и шкафами для хране-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

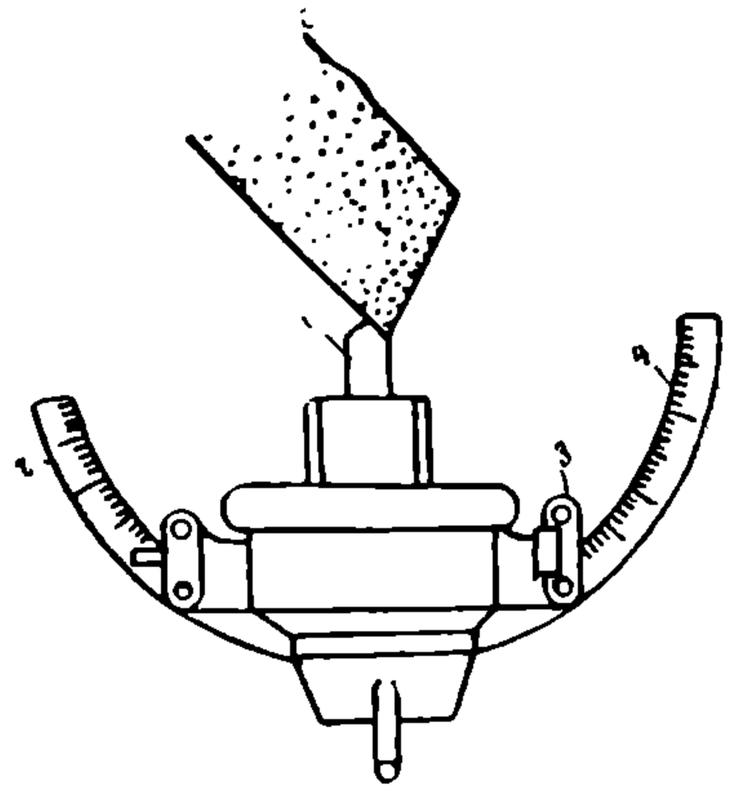
ния инструмента. Стеллажи устраивают различными: круглые вращающиеся стеллажи, настенные и др.

Конструкция стеллажей должна удовлетворять требованиям быстрого нахождения требуемого инструмента, правильного учета и хранения инструмента в культурном состоянии.

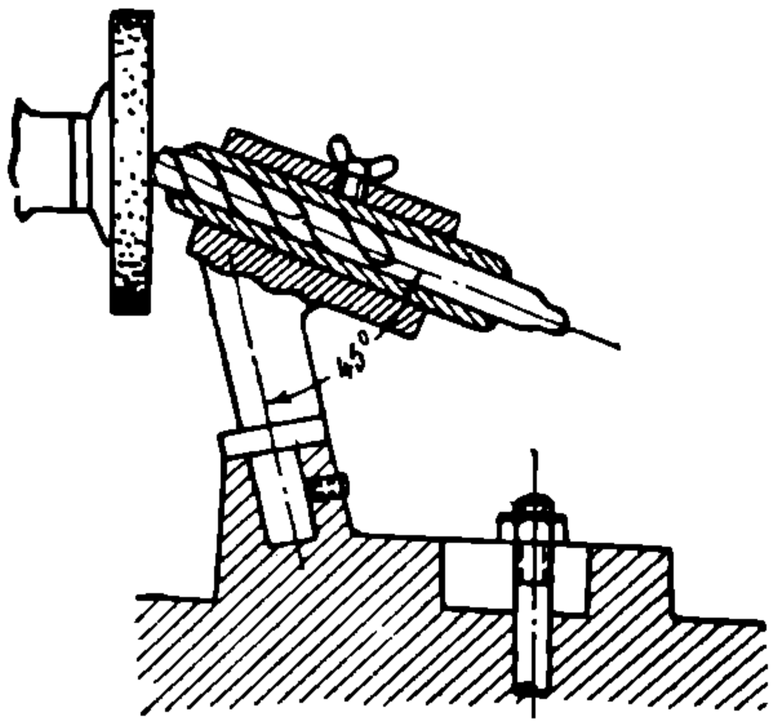
В последнее время на одной их железных дорог Англии применяются для хранения инструмента так называемые «теневые доски» (фиг. 130).



Фиг. 127

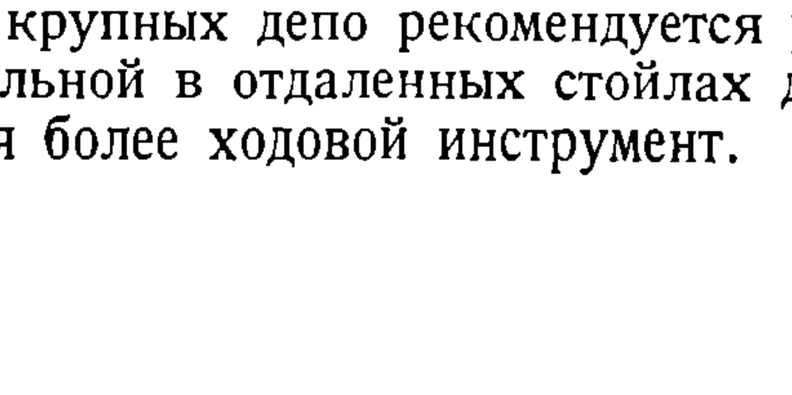


Фиг. 128а

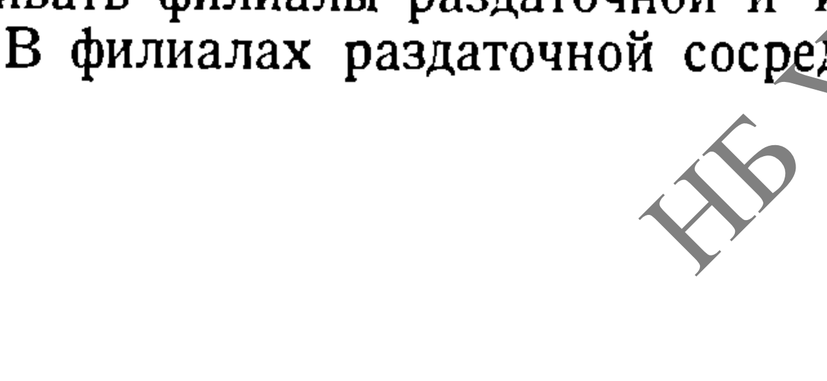


Фиг. 128б

«Теневая доска» представляет собой обыкновенную доску, снабженную зажимами или кронштейнами для закрепления инструмента. Под каждым инструментом делается его изображение краской, так что после снятия инструмента на доске остается его контур или «тень».



Фиг. 128в



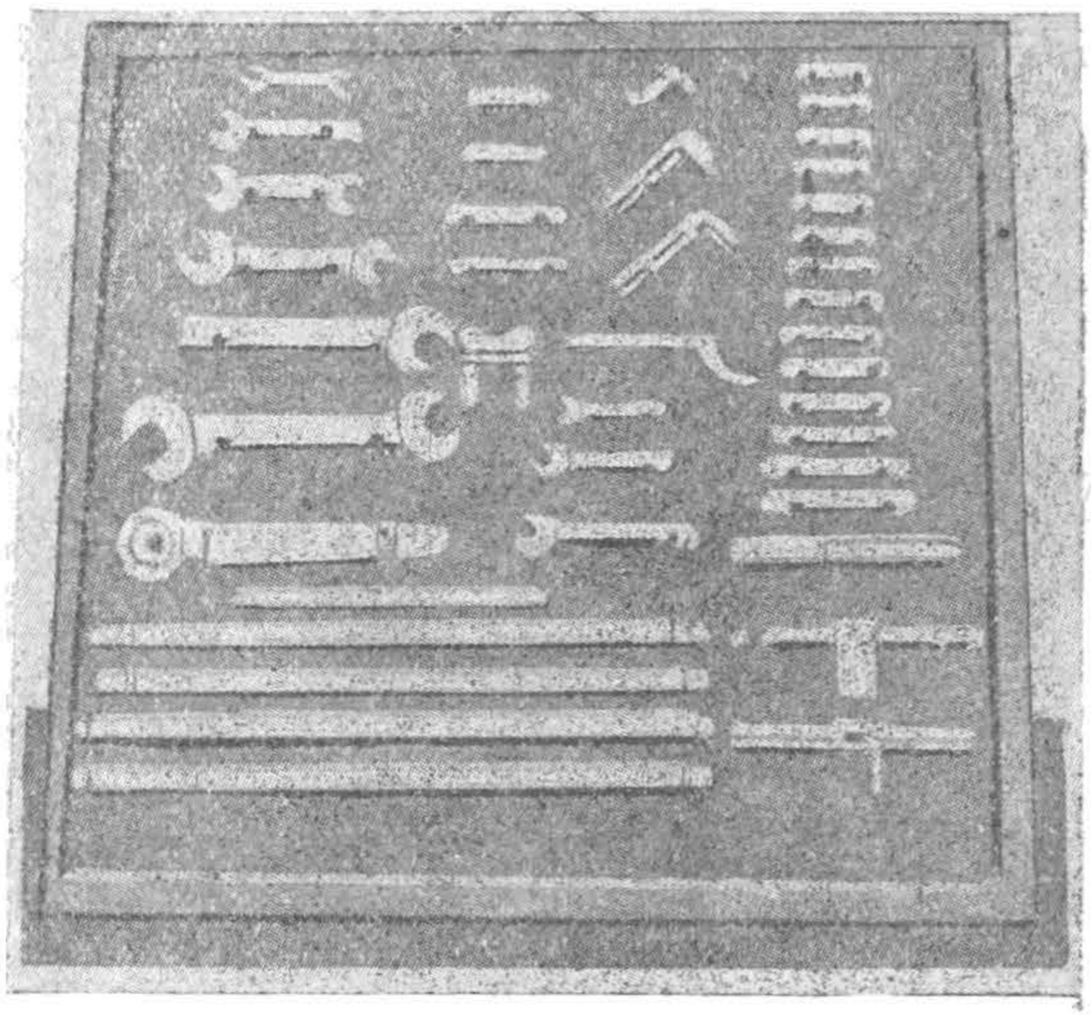
Фиг 129

«Теневая доска» способствует лучшему учету, содержанию и наблюдению за состоянием инструмента.

В крупных депо рекомендуется устраивать филиалы раздаточной и инструментальной в отдаленных стойлах депо. В филиалах раздаточной сосредотачивается более ходовой инструмент.

НБ УИИНТ (ДИТ)

Для хранения индивидуального инструмента, выдаваемого на руки рабочим, должны иметься ящики или шкафы; рекомендуются индивидуальные шкафы с застекленными дверцами, дающие возможность легко контролировать наличие и состояние инструмента.



Фиг. 130

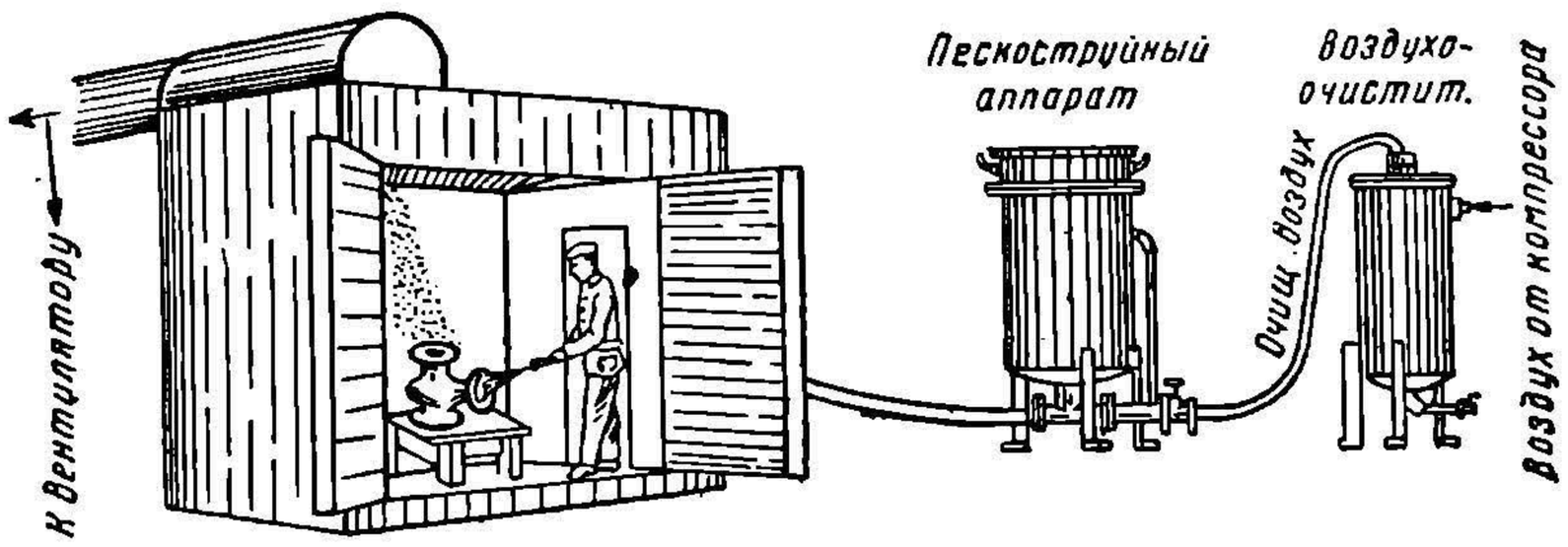
§ 39. Оборудование для очистки деталей

Очистка деталей от масла и грязи дает возможность своевременно выявлять дефекты (надрывы, трещины и т. д.), позволяет производить доброкачественную наварку изношенных или треснувших поверхностей деталей и наконец чистые детали способствуют культурной организации рабочего места.

В настоящее время в депо применяются следующие способы очистки деталей: 1) очистка скребком, 2) обжигом, 3) выварκой и 4) пескоструйным аппаратом.

Первые два способа как менее совершенные в последние 3—4 года заменяются выварκой деталей и очисткой песком.

Выварка деталей производится в специальном выварочном баке, который устанавливается на специальной печи или прогревается паром. В последнем случае на дне бака расположен змеевик, к которому подводится пар из котельной. Над змеевиком устраивается сетка, на которую кладутся вываривaемые детали. Для загрузки бака деталями пользуются специальной корзиной; последнюю изготовляют по размерам отверстия в крышке бака. Растворы для выварки состоят



Фиг. 131.

из углекислого натрия или раствора калия; широкое применение имеет каустическая сода в соотношении 30 *кг* на 8 $м^3$ воды.

После выварки детали необходимо облить водой; для этого можно использовать пожарный рукав с брандспойтом и давлением воды из местной сети.

Из выварочного бака детали в специальном баке обмывают горячей водой, для чего устанавливается насос, который подает воду из обмывочного бака.

Иногда выварочный бак делится на две половины, одна из которых служит для выварки, а другая — для обмывки.

Более совершенным способом очистки деталей является очистка пескоструйным аппаратом, принцип работы которого заключается в том, что струя песка под давлением до 5 *ат* ударяется о поверхность детали и сбивает с нее частицы грязи и масла.

Устройство пескоструйной очистки, как показано на схеме фиг. 131, состоит из пескоструйного аппарата, воздухоочистителя и кабины или шкафа, в котором

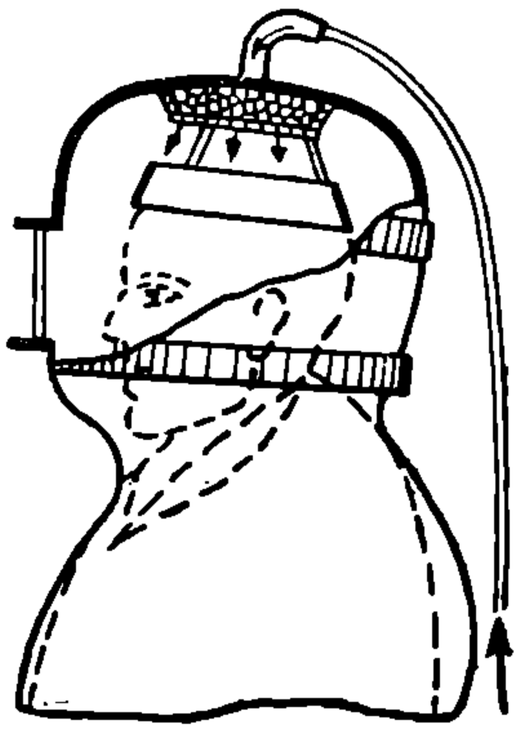
НБ УДУТ (ДИТ)

производится очистка. Размеры кабины зависят от величины очищаемых деталей.

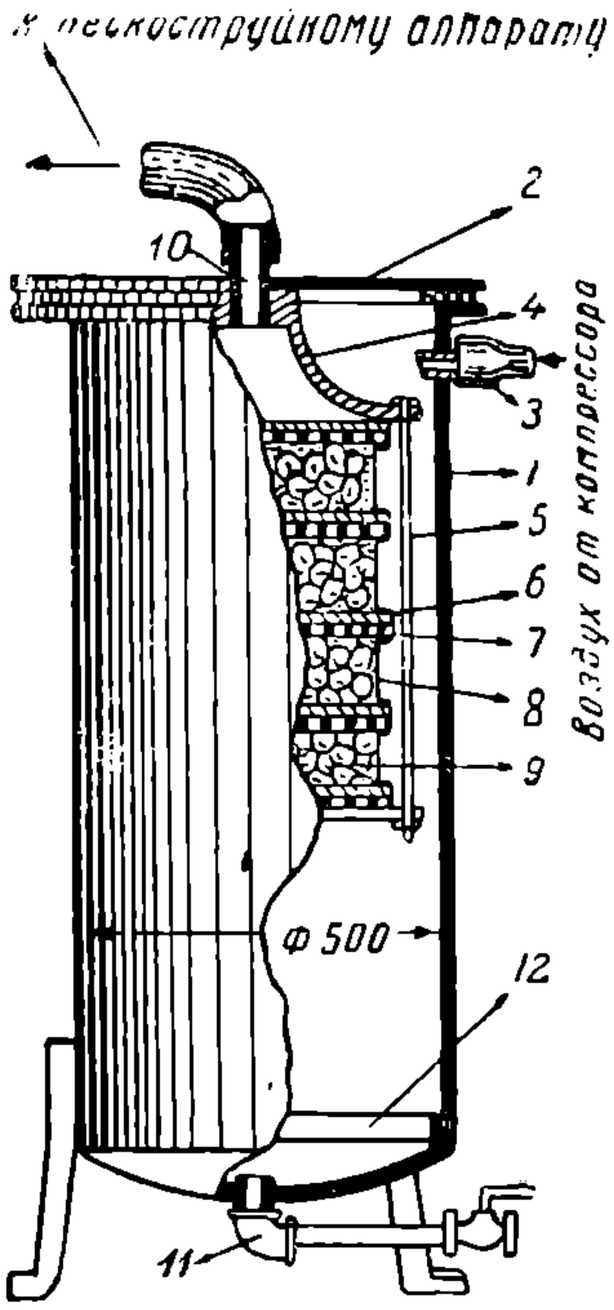
Тяжелые детали (поршни, золотники, конусы и пр.) очищаются на специальных подставках.

Для легких деталей устраивается вращающийся барабан; в него подводится шланг от пескоструйного аппарата.

Детали, перекатываясь в барабане, поочередно попадают под мощную струю песка. Кабина и барабан должны иметь вентиляцию, так как выделяющаяся при работе песочная пыль оказывает вредное действие на здоровье рабочих. Кроме того рабочий, занятый очисткой деталей, должен быть снабжен специальным шлемом (фиг. 132) и перчатками.



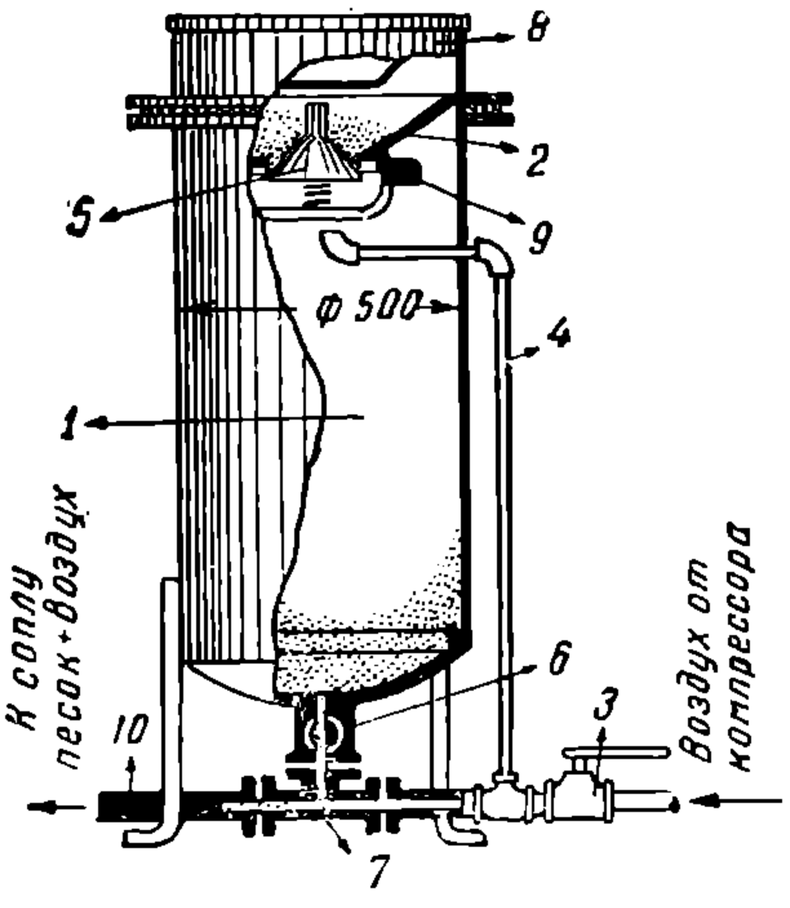
Фиг. 132



Фиг. 133

Сжатый воздух для пескоструйной установки берется от общей компрессорной установки депо. Для очистки его от масла и влаги служит воздухоочиститель, который устроен следующим образом (фиг. 133): в сварный резервуар *1* диаметром 500 *мм*, снабженный крышкой *2*, прикрепленной на болтах к фланцу, подводится воздух через трубку *3*. Крышка *2* имеет колокол *4*, опускающийся внутрь резервуара и имеющий ряд подвешенных на стержнях *5* фильтров, состоящих из войлока *6*, сетки *7*, цилиндра *8* и набивки из древесного угля *9*.

Фильтры поглощают влагу, а мелкие частицы масла, содержащиеся в струе воздуха, сгущаются в капельки благодаря резкому падению скорости воздуха при переходе из узкой трубы *3* в широкий резервуар. Капельки масла оседают на дно цилиндра. Для удаления скопляющегося масла в днище резервуара *12* устроена спускная труба *11*.



Фиг. 134

Пескоструйные аппараты бывают различных типов. В условиях депо наиболее подходящим будет аппарат следующей конструкции (фиг. 134): в резервуаре имеется засыпная воронка *2*, на конце которой помещен резиновый обод *9*. Идущий из компрессора воздух поступает в резервуар через кран *3* и трубу *4*. Давлением поступившего воздуха клапан *5* прижимается к резиновому ободу и препятствует выходу песка. В резервуаре создается давление, так как поступающий в него воздух не имеет выхода. При открытии клапана *6*, помещенного под

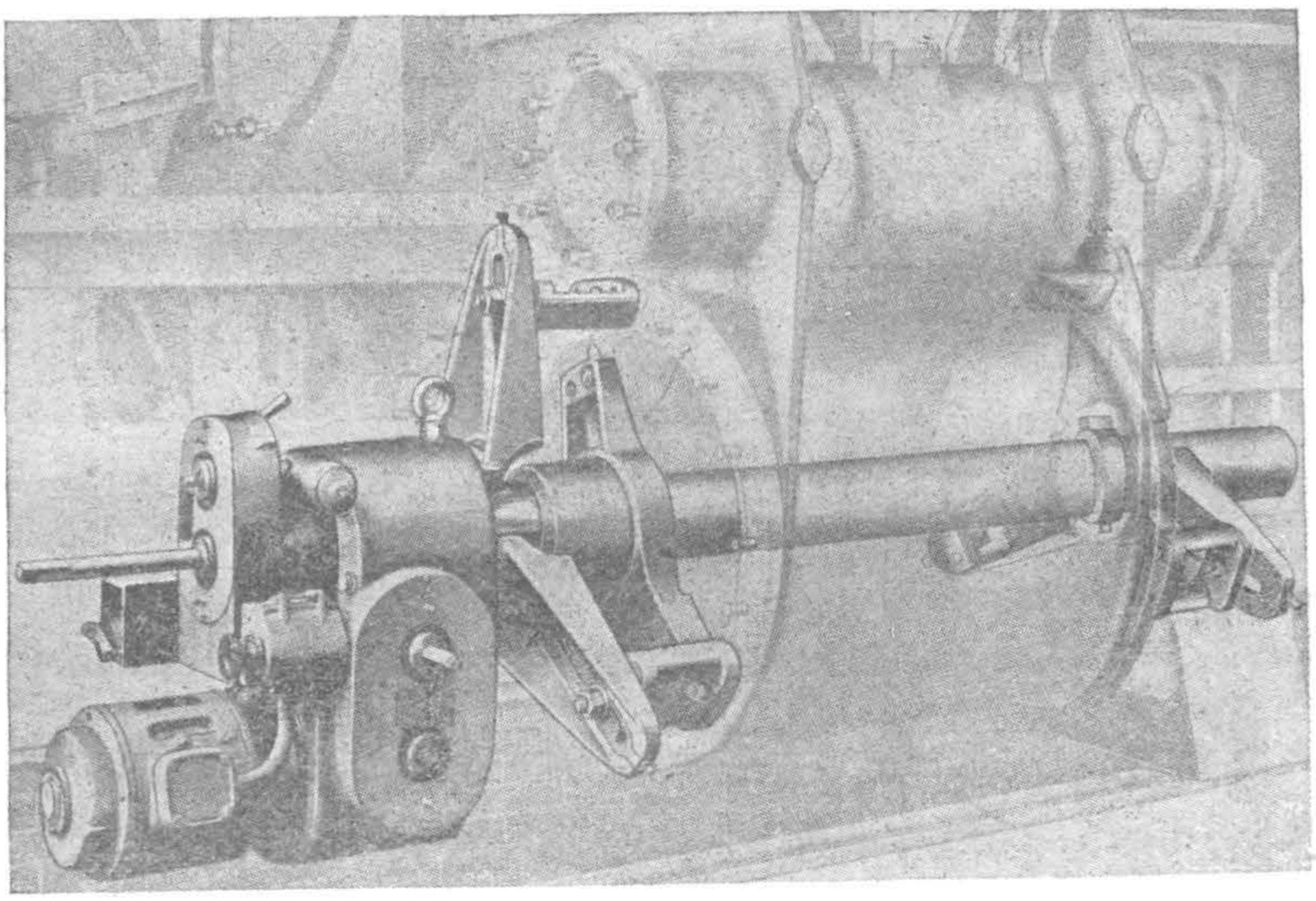
НБ УГЛТУ (ДГТ)

дном резервуара, песок под давлением воздуха устремляется в открытый клапан и попадает в камеру смешения песка с воздухом *7*, откуда и направляется в гибкий шланг *10*, оканчивающийся соплом [1].

§ 40. Оборудование сборочного отделения

Сборочное отделение оборудуется приспособлениями для ремонта частей паровозов без отъемки их от паровоза и для проверки монтажа и сборки паровозов. Ниже указаны некоторые приспособления, облегчающие работу:

1. Переносные станки для расточки паровозных цилиндровых и золотниковых втулок [2]. На фиг. 135 изображен станок во время расточки цилиндровой втулки. Станок состоит из коробки с приводом и укрепленными на ней тремя скобами для закрепления станка на цилиндре, сверлильной скалки с передвигаемым по ней суппортом. Станок приводится в движение индивидуальным электромотором. Станок для расточки золотниковых втулок отличается от указанного выше станка только размерами.



Фиг 135

2. Переносный станок для обточки пальцев кривошипов. На фиг. 136 показан станок для обточки пальцев кривошипов для паровозов Э^{м}, С^{у}, ФД и ИС. Основные части станка: резцовая головка *1*, передняя рама с механизмом и коробкой скоростей *2*, задняя рама *3* и тележка *4*. Электромотор, приводящий в движение станок, устанавливается на тележке.

3. Передвижной электрогорн для нагрева заклепок. В сборном отделении удобнее всего пользоваться электрическими горнами, так как они при работе не выделяют дыма и вредных газов, как это бывает при работе на угольных горнах, вследствие этого создаются нормальные условия работы для рабочих. На фиг. 137 помещен электрогорн системы инж. В. О. Костлана. Такой электрогорн можно изготовить средствами депо из утиля.

4. Гидропневматический универсальный пресс для запрессовки паровозных деталей конструкции инж. А. И. Судакова. Пресс состоит из легкой тележки, на которой установлен консольный кран, посаженный на опорную коробку, имеющую возможность поворачиваться на 360° (фиг. 138). На конце укосины через направляющий ролик подвешен на цепи масляный пресс, который при помощи

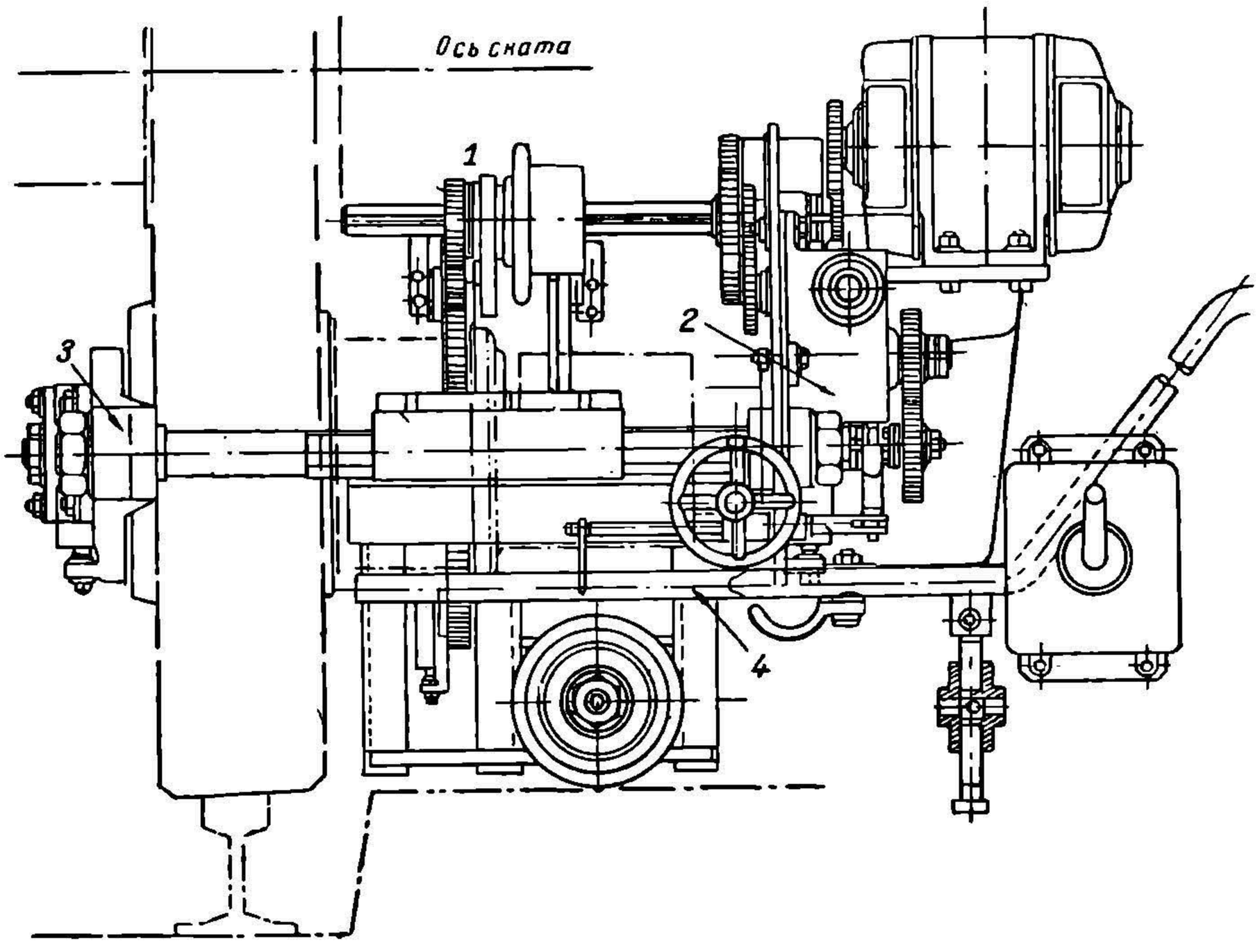
---

[1] Описание пескоструйного аппарата заимствовано из статьи инж. Я. М. Золотарева в журнале «Паровозник», 1936 г., № 12.

[2] Подробное описание станка см. «Паровозник» № 8, 1936 г.

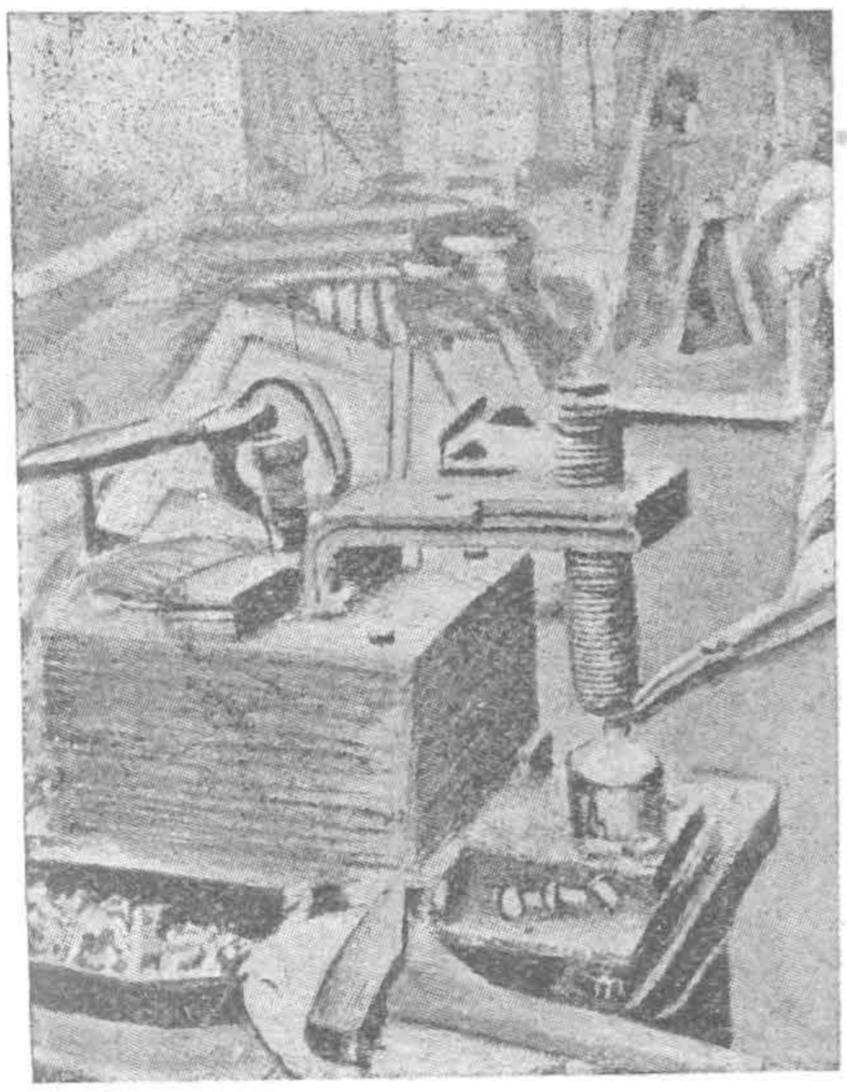
НБ УГЛУТ (ДШТ)

лебедки, установленной на кронштейне, может быть поднят или опущен. На втором кронштейне крана установлены обычный масляный насос и пневматическая машина, посредством которой приводится в движение насос. Масло



Фиг. 136

подается по изогнутой в спираль трубке или при помощи гибкого металлического рукава. Для запрессовки дышловых втулок направляющий винт поршня пресса пропускается сквозь втулку, заправленную в проушину дышла. На конец винта надевается скоба, создающая опору, необходимую для запрессовки. Контроль за давлением производится при помощи манометра, установленного на тройнике насоса.



Фиг. 137

При запрессовке золотниковых втулок пресс устанавливается в цилиндр золотника, в отверстия пресса вставляются сухари, при помощи которых пресс упирается в слегка заправленную золотниковую втулку, а упорной скобой — в торцевую стенку цилиндра золотника. Этим прессом можно производить гидравлическую опрессовку котла и использовать его как передвижной грузоподъемник[1].

5. Пресс для запрессовки дышловых втулок без снятия дышел.

Пресс снабжен упорными лапками. Для удобства перемещения пресс установлен на двухколесной тележке. Перемещение пресса в вертикальном направлении производится помощью винтов, как показано на фиг. 139.

6. Пресс для запрессовки дышловых втулок и других работ (фиг. 140).

7. Приспособление для выпрессовки поршневого штока (фиг. 141).

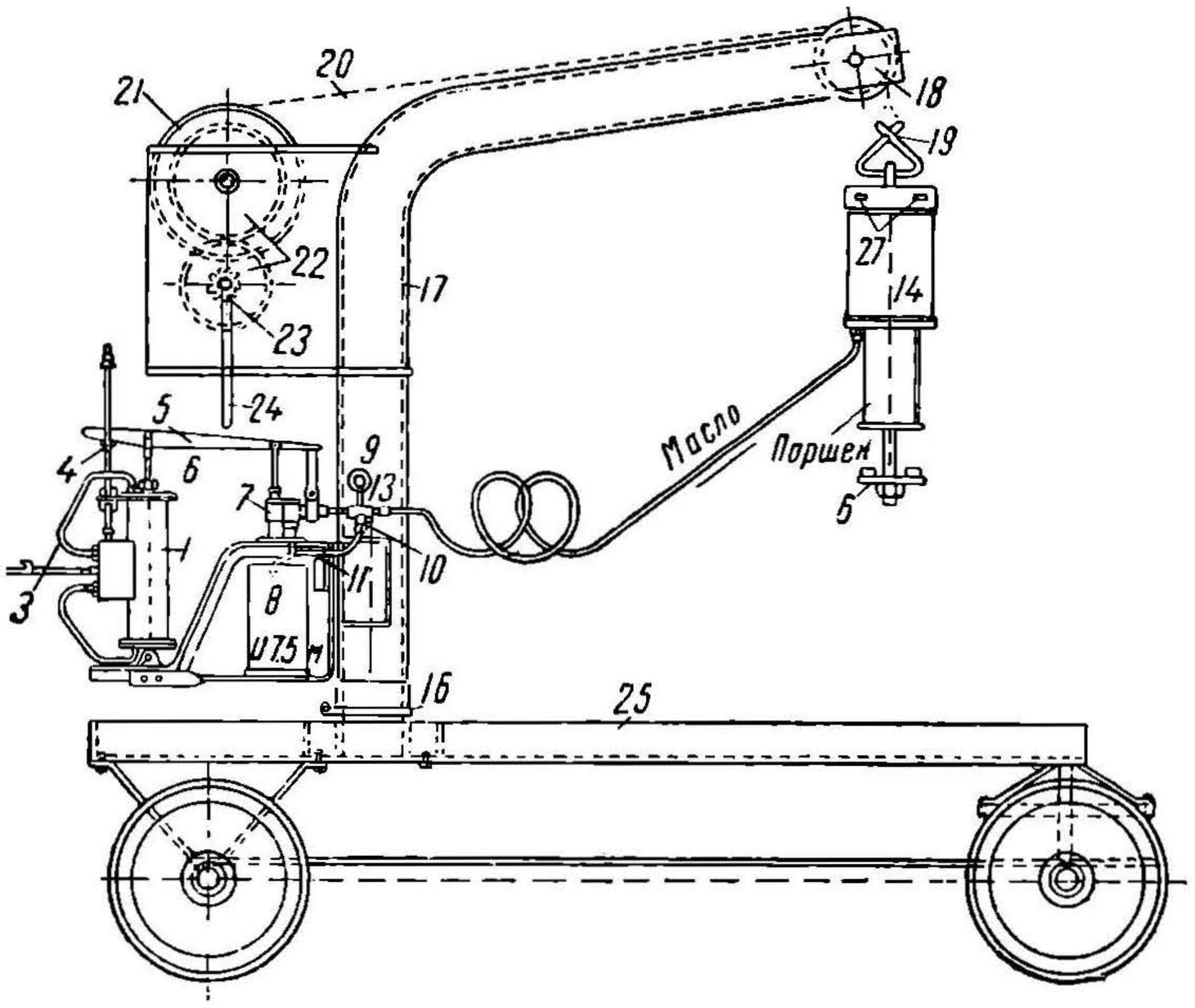
---

[1] Для описания пресса использована статья инж. А. И. Столярова.

НБ УДУНТ (ДНТ)

8. Приспособление для выжимки крейцкопфного валика (фиг 142).

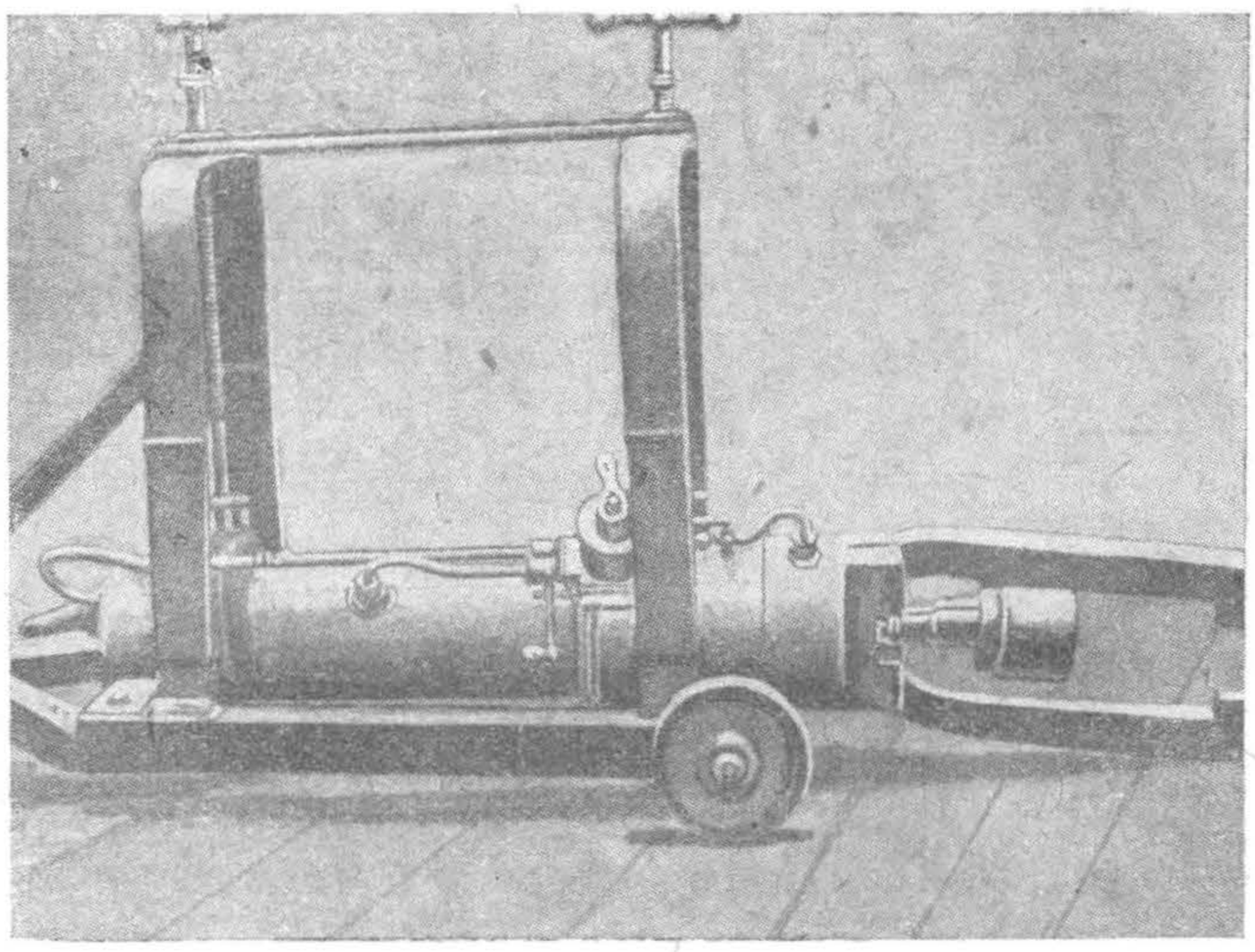
9. Буксовая каретка для пригонки подшипников к осевой шейке. На фиг. 143 изображена буксовая каретка, применяемая в Англии. Эта каретка дает воз-



1 — пневматическая машина; *2* — золотниковая коробка; *3*—перепускные трубы, *4*—золотниковый шток; *5*—коромысло; *6*—поршневой шток, *7*—масляный пресс; *8*—масляный бак; *9*—манометр; *10*—спускной вентиль; *11*—спускная трубка; *12*—масляная трубка; *13*—тройник; *14*—масляный пресс; *15*—упорная скоба; *16*—зажим; *17*—трубка; *18*—направляющий ролик; *19*—захват; *20*—цепь; *21*—барабан; *22*—зубчатая передача; *23*—храповик; *24*—рукоятка; *25*—тележка.

Фиг. 138

можность рабочему поворачивать буксу в любое положение в процессе обработки затрачивая на это минимум усилий. Каретка *B* сконструирована с расчетом на

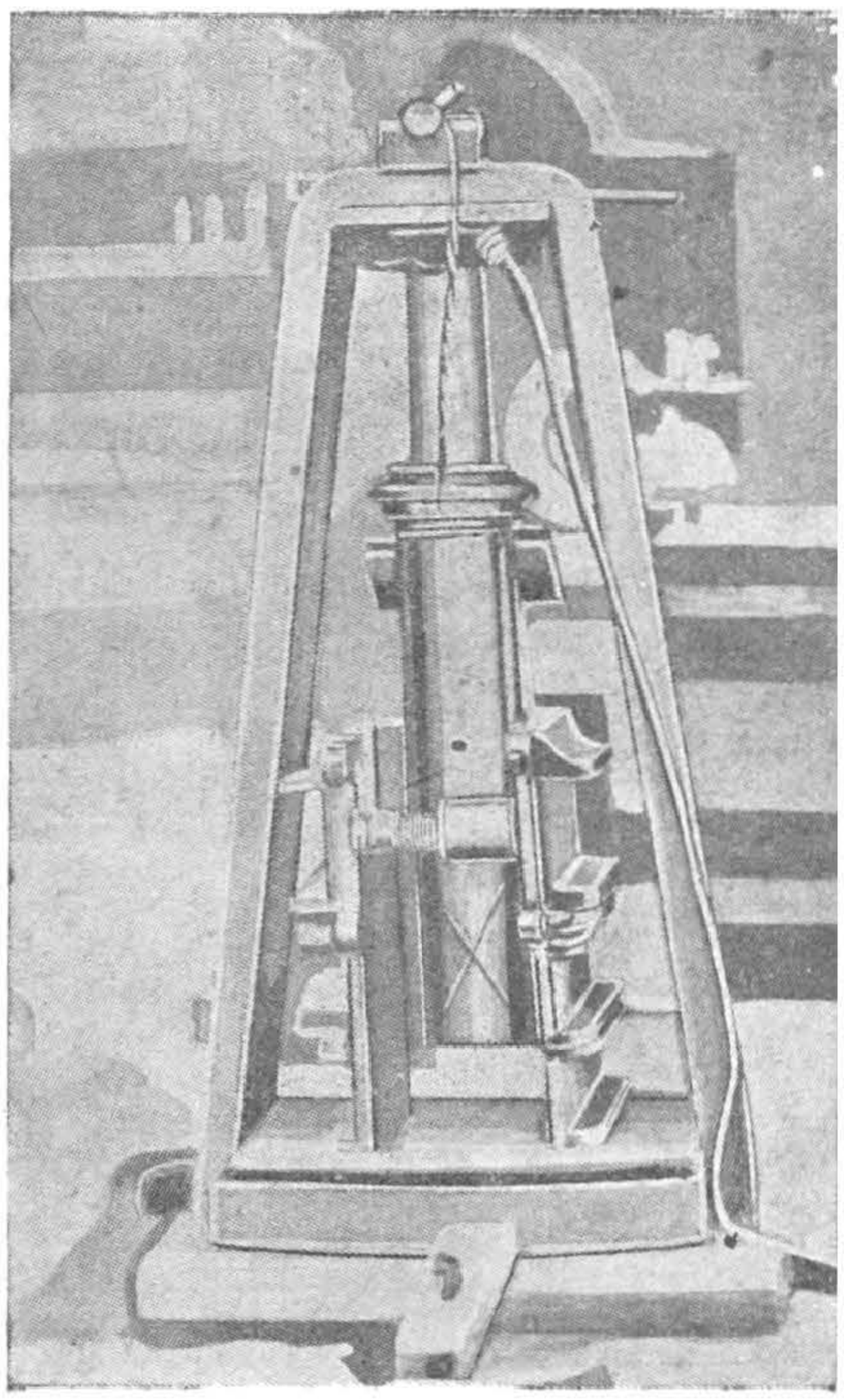


Фиг. 139

установку в ней различных типов осевых букс; кольцевая рама поворачивается на роликах. Букса удерживается в каретке посредством плунжеров на концах кольцевой рамы. Станки с поворотным диском *D* допускают поворачивание буксы в горизонтальной плоскости. Нажатием на ножную педаль вытягивается пру-

НБУВ УНТ (ДПТ)

жинный плунжер, который поворотный диск *D* может закреплять в четырех различных положениях. Другой плунжерный механизм дает возможность каретке занимать несколько определенных положений. Если для обработки буксы требуется повернуть букс на 180°, то это опрокидывание производится при помощи пневматического подъемника. Действие останова *E* при этом пояснений не требует. Подъем осевой буксы вместе с кареткой со станка и опускание буксы на колесную пару производятся при помощи пневматического подъемника *A*. У каждого станка с такой кареткой имеются полка для инструмента и рукав для удаления струей воздуха сора и опилок.



Фиг. 140

10. Слесарные верстаки с тисками.

11. Передвижные верстаки (фиг. 144).

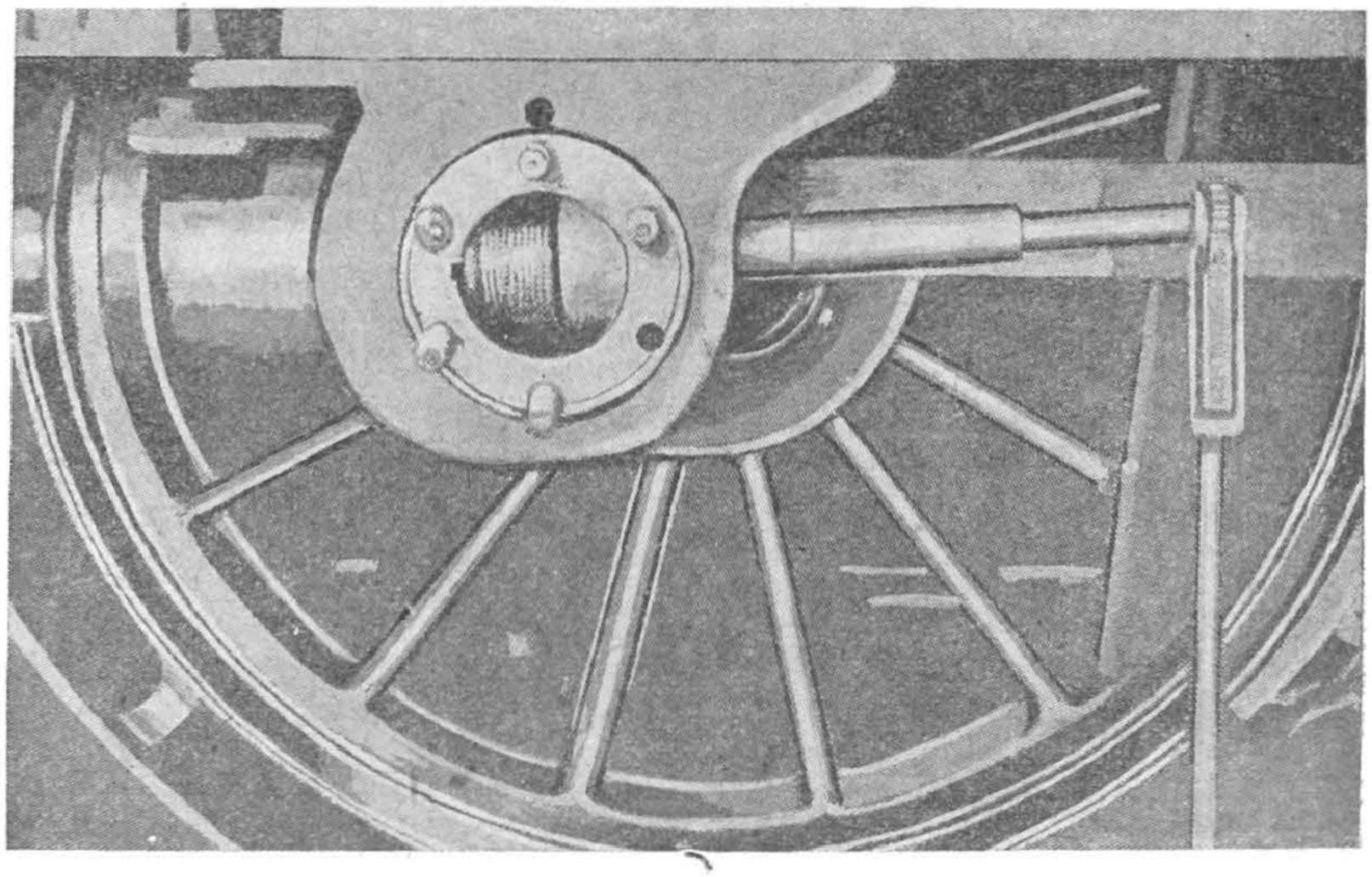
12. Шкафы для хранения индивидуального слесарного инструмента по числу слесарей (фиг. 145).

§ 41. Лаборатория

Задачи деповской лаборатории

Задачей деповской лаборатории являются:

1. Систематический контроль над сырой и котловой водой для установления правильной дозировки и заливки антинакипина, контроль за продувками паровозных котлов, установление новых увеличенных межпромывочных пробегов.



Фиг. 141

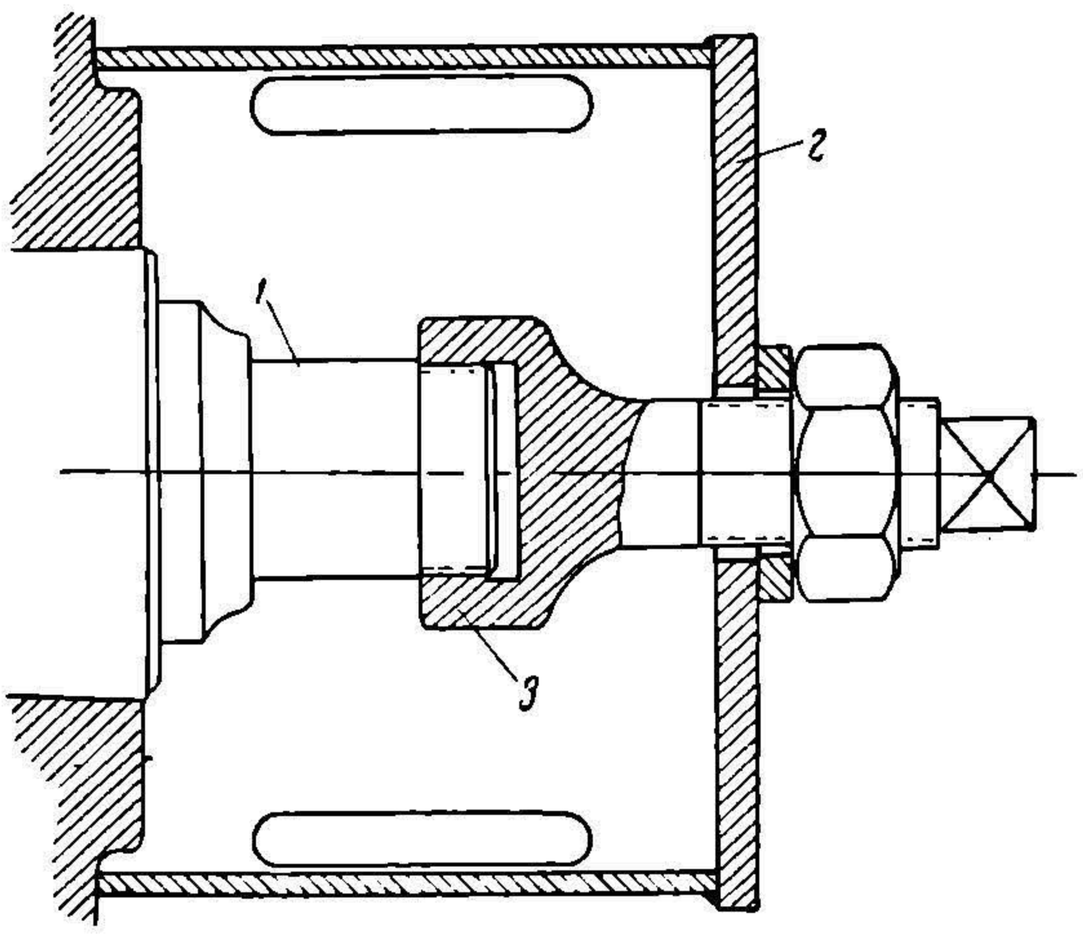
2. Анализ топлива, главным образом угля, для установления состава углей, поступающих на угольные склады по тем или иным причинам без паспортов, и подбора рациональных угольных смесей. Особую роль приобретает лаборатория во внедрении применения тощих углей и антрацитов на паровозах.

3. Контроль над качеством поступающих в депо смазок и своевременное заключение о пригодности их, внедрение эмульсионных смазок.

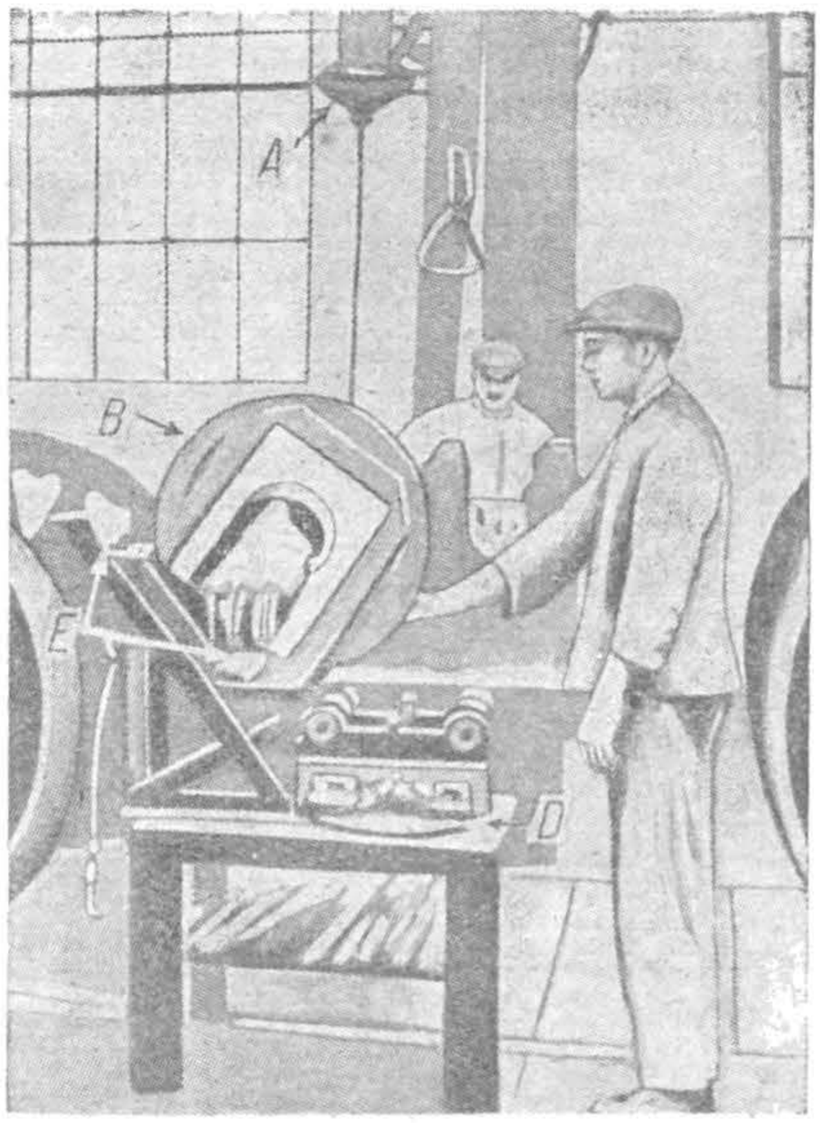
НБ УДУНТ (ДИТ)

4. Борьба за продление срока службы наиболее часто сменяемых частей паровоза и в первую очередь поршневых и золотниковых колец.

5. Внедрение в деповскую практику цементации и хромирования валков и втулок пароораспределительного и движущего механизма паровоза и организация правильной заливки подшипников кальциевым баббитом.

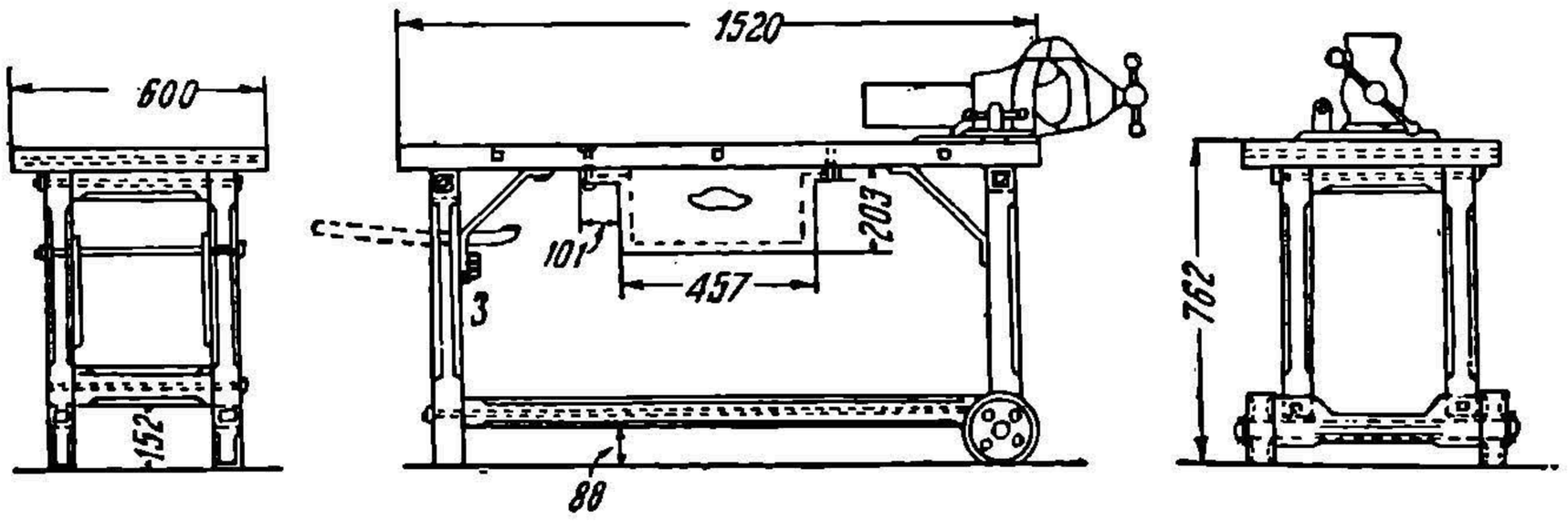


Фиг. 142



Фиг. 143

Лаборатория организует выставку для ознакомления паровозников с различного рода топливом, смазкой, антинакипинами, с наиболее интересными образцами накипи и дефектного металла.



Фиг. 144

Помещение деповской лаборатории

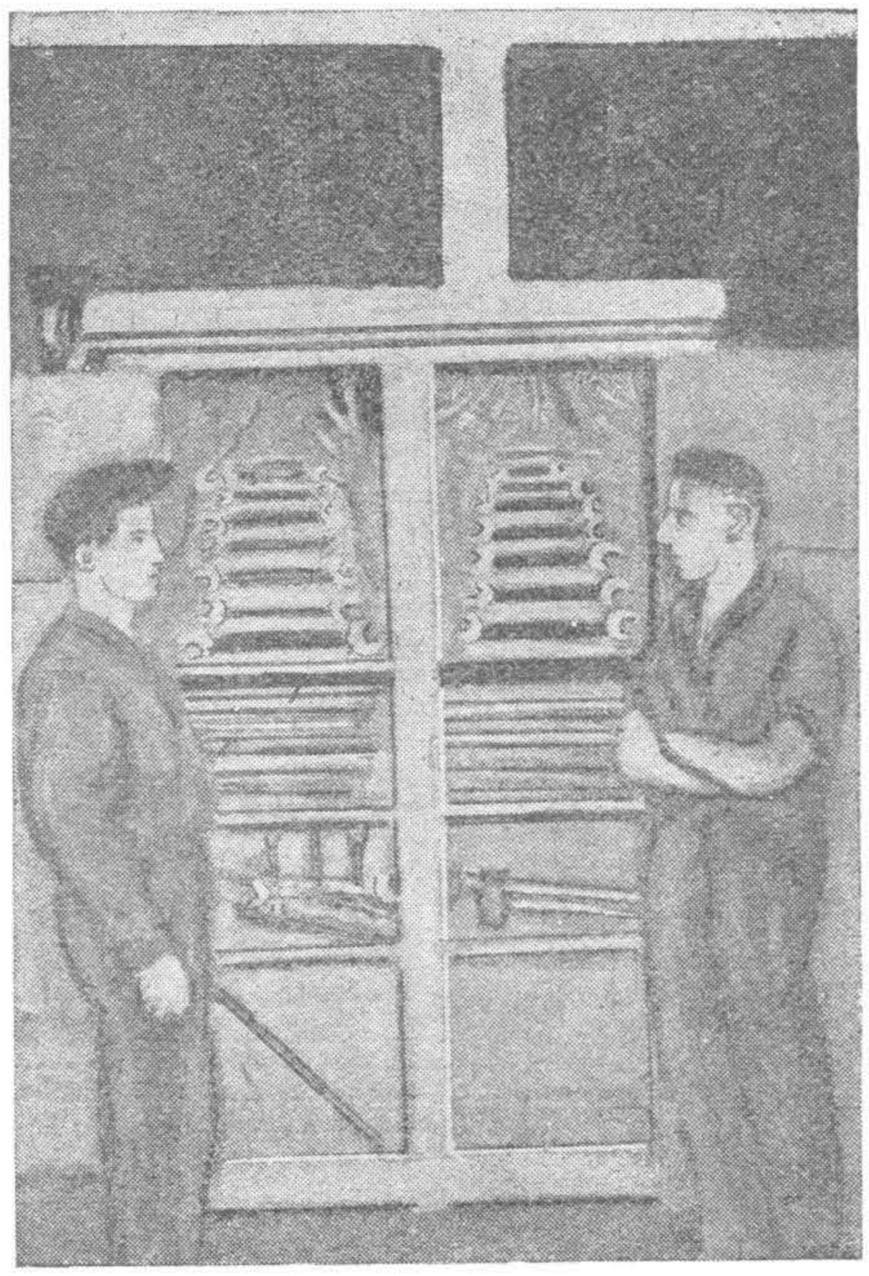
Помещение деповской лаборатории должно быть расположено по возможности ближе в месту экипировки и снабжения паровозов и таким образом, чтобы в нее не проникали пары и газы. Она должна быть изолирована от сотрясений под действием деповских установок и от движения паровозов.

Нормально рабочая площадь лаборатории должна быть равна при штате в два человека 20 $м^2$; при штате в три человека — 30 $м^2$ и при штате в четыре человека — 40 $м^2$.

Наиболее желательным материалом для стен лаборатории надо считать кирпич, для перекрытий— железобетон, так как такой тип постройки наилучше гарантирует устойчивость лаборатории по отношению к сотрясениям и пожарную безопасность. Нормальная высота помещений 4 *м*. Помещение лаборатории

НБУВ УНТ (ДПТ)

должно быть оборудовано вентиляцией, отоплением, водопроводом, канализацией и осветительной и нагревательной электросетью. Наиболее выгодный и удобный ток для осветительной и нагревательной сети — переменный на 120 *в*; при отсутствии его можно пользоваться переменным током напряжением 220 *в*. На лабораторных столах необходимо иметь по два штепселя на каждое рабочее место для мелких электронагревательных приборов: мелких тигельных печей, подогревателей для колб, водяных и песчаных бань, плиток и т. п.



Фиг. 145

Оборудование деповской лаборатории

Деповская лаборатория должна иметь следующее оборудование:

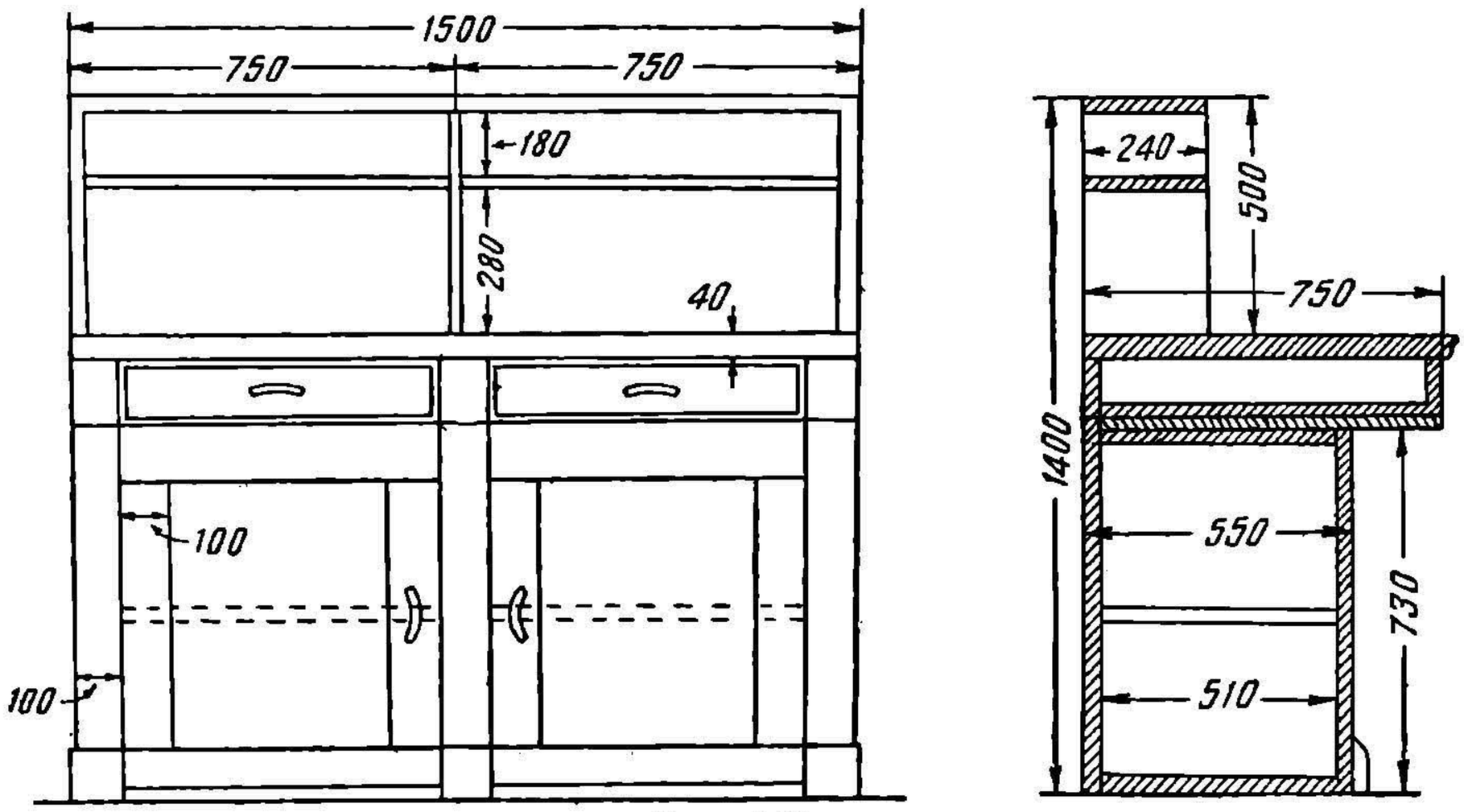
а) два лабораторных стола (фиг. 146); один из них для анализов воды, второй для анализа топлива и смазки;

б) титровальный стол (фиг. 147) с титровальной полкой для размещения склянок с титровальными растворами и бюреток;

в) шкаф вытяжной (фиг. 148) для работ, связанных с выделением паров и газов;

г) шкаф материальный для хранения реактивов, приборов, посуды, принадлежностей и инструмента;

д) шкаф для спецодежды, для хранения верхней одежды и спецодежды сотрудников лаборатории;



Фиг. 146

е) аналитические весы;

ж) стол для установки аналитических весов (фиг. 149); стол для весов на ножках может быть заменен столом для весов на кронштейнах;

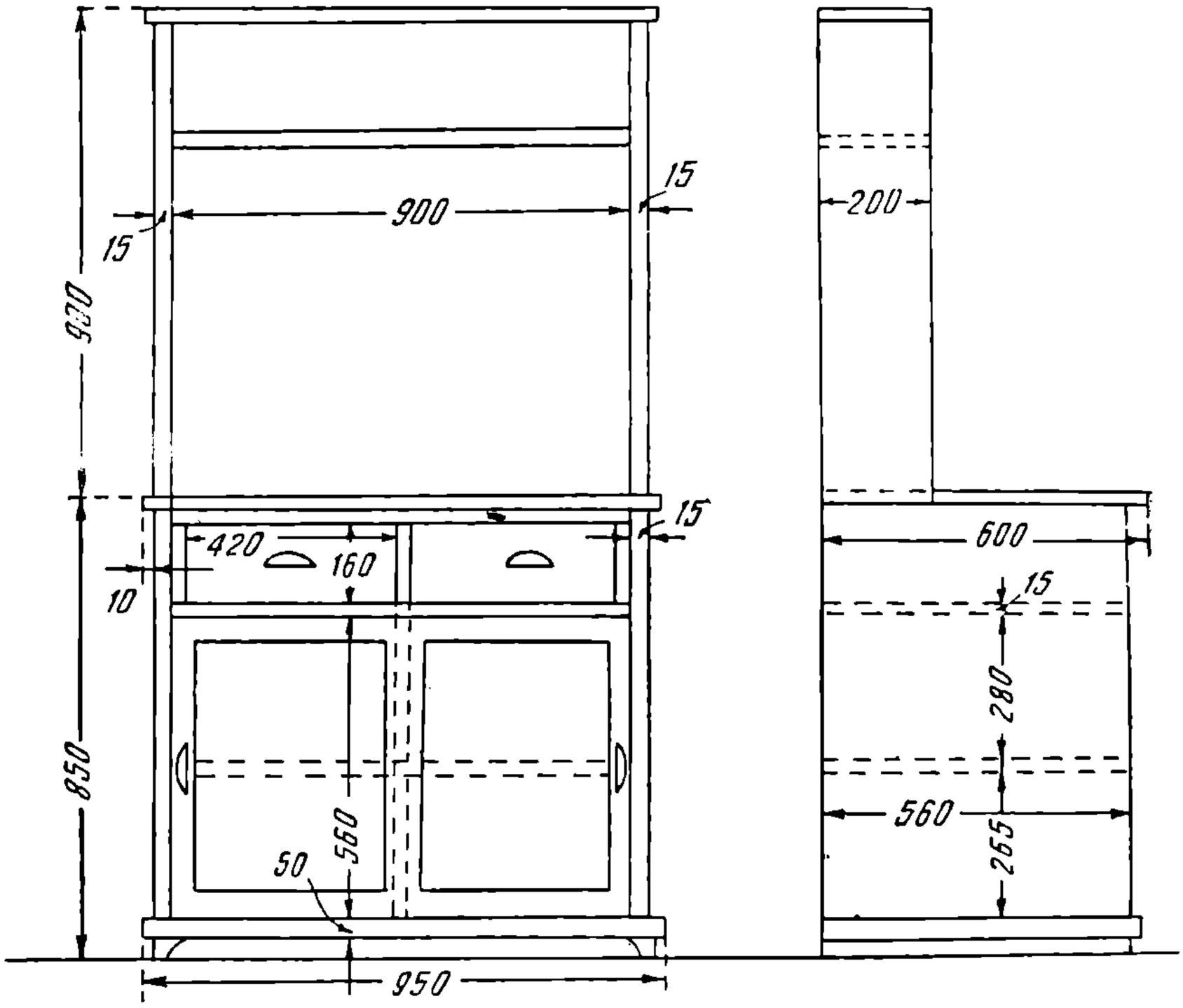
з) рабочий стол и стол для нагревательных приборов (фиг. 150).

Общее расположение оборудования [1] показано на фиг. 151.

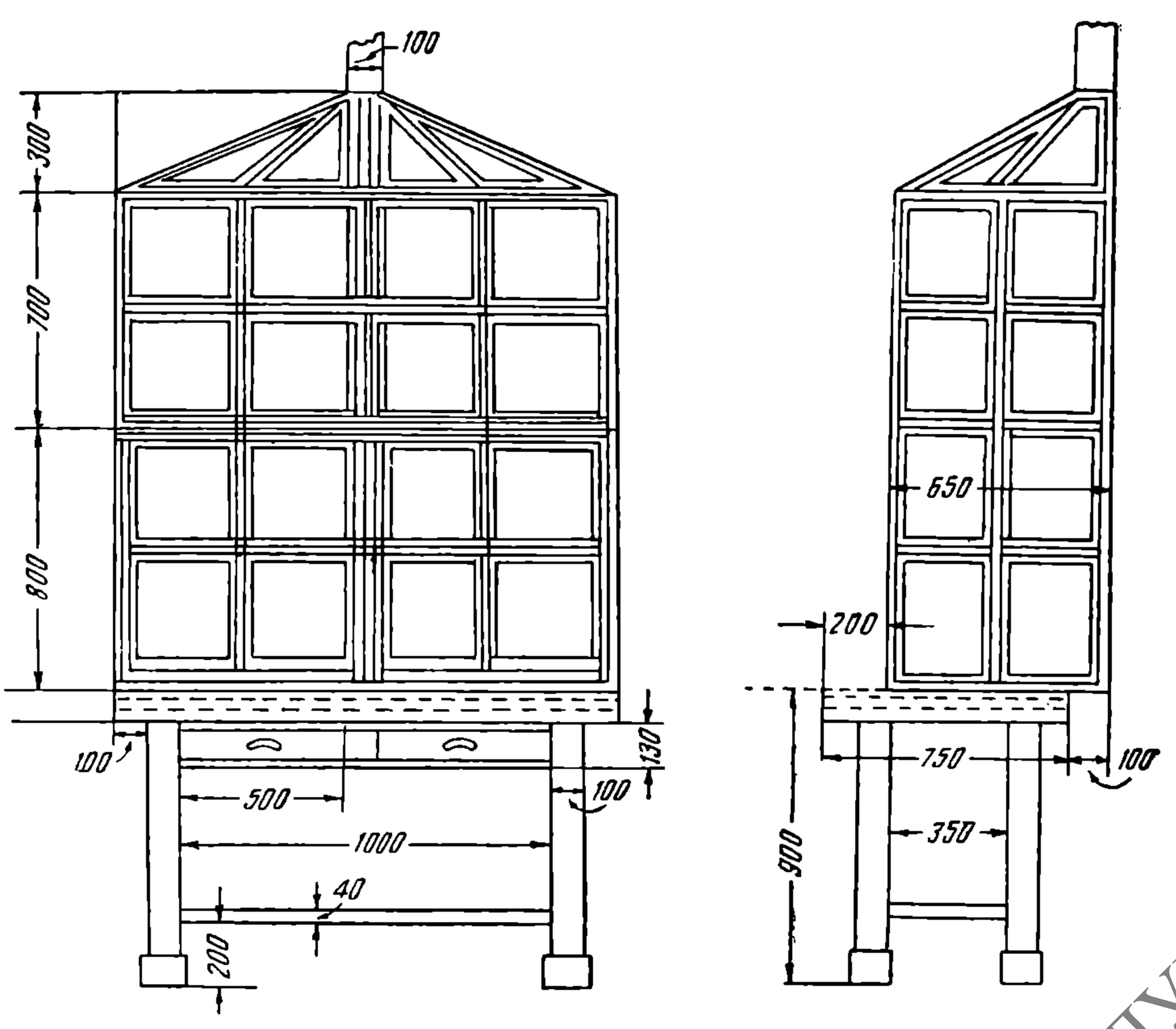
---

[1] Необходимое количество приборов, посуды и реактивов для деповской лаборатории см. В. И. Фридман и В. В. Корчев, Деповская лаборатория, Трансжелдориздат 1935 г.

НБУДУНТ (ДІІТ)

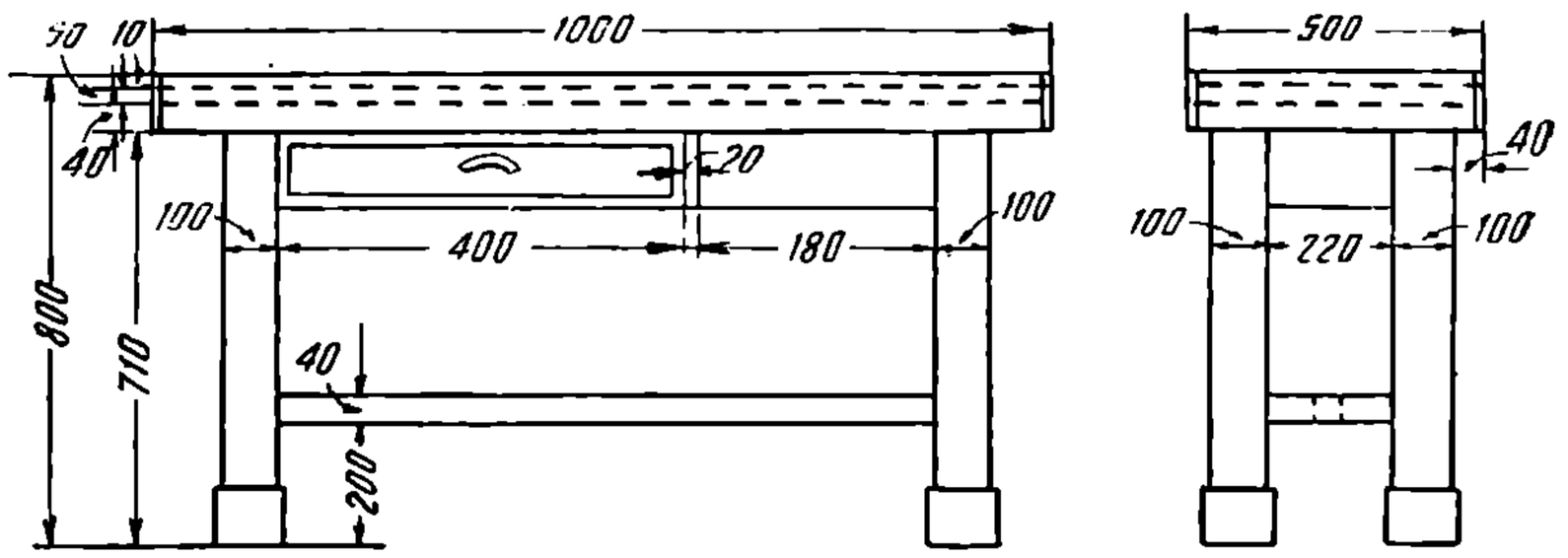


Фиг. 147

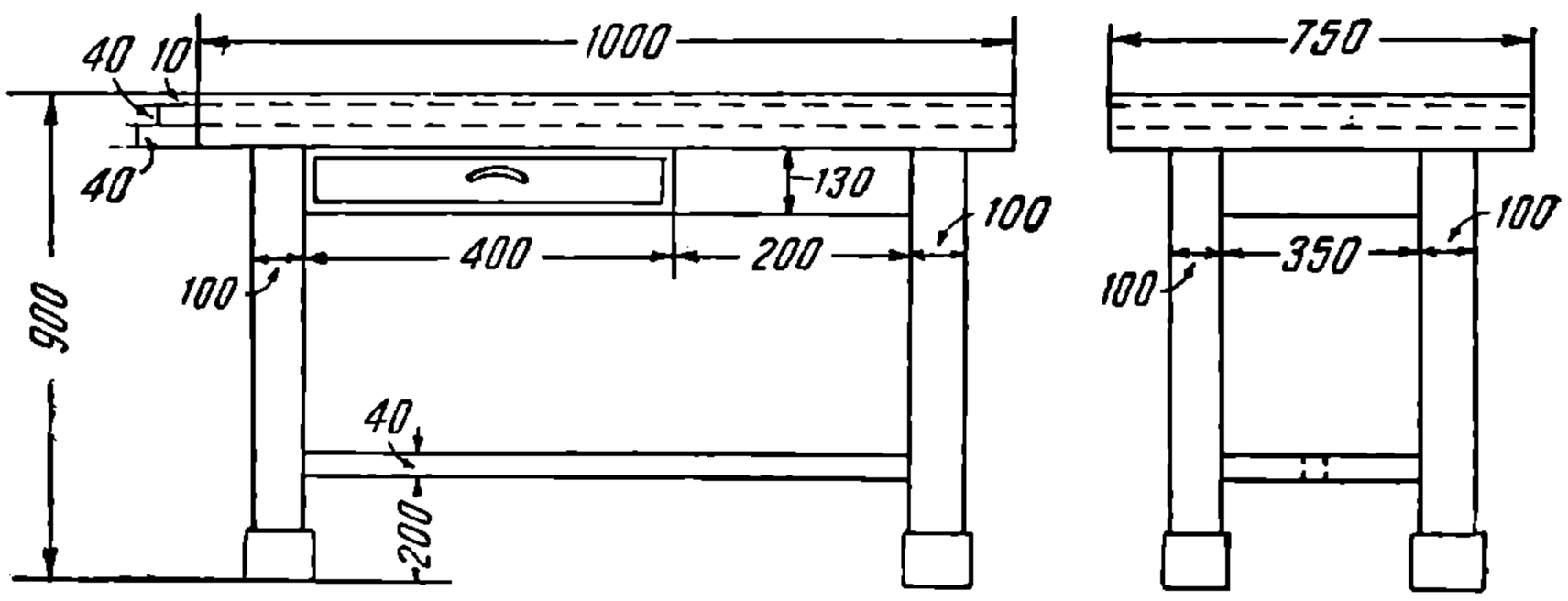


Фиг. 148

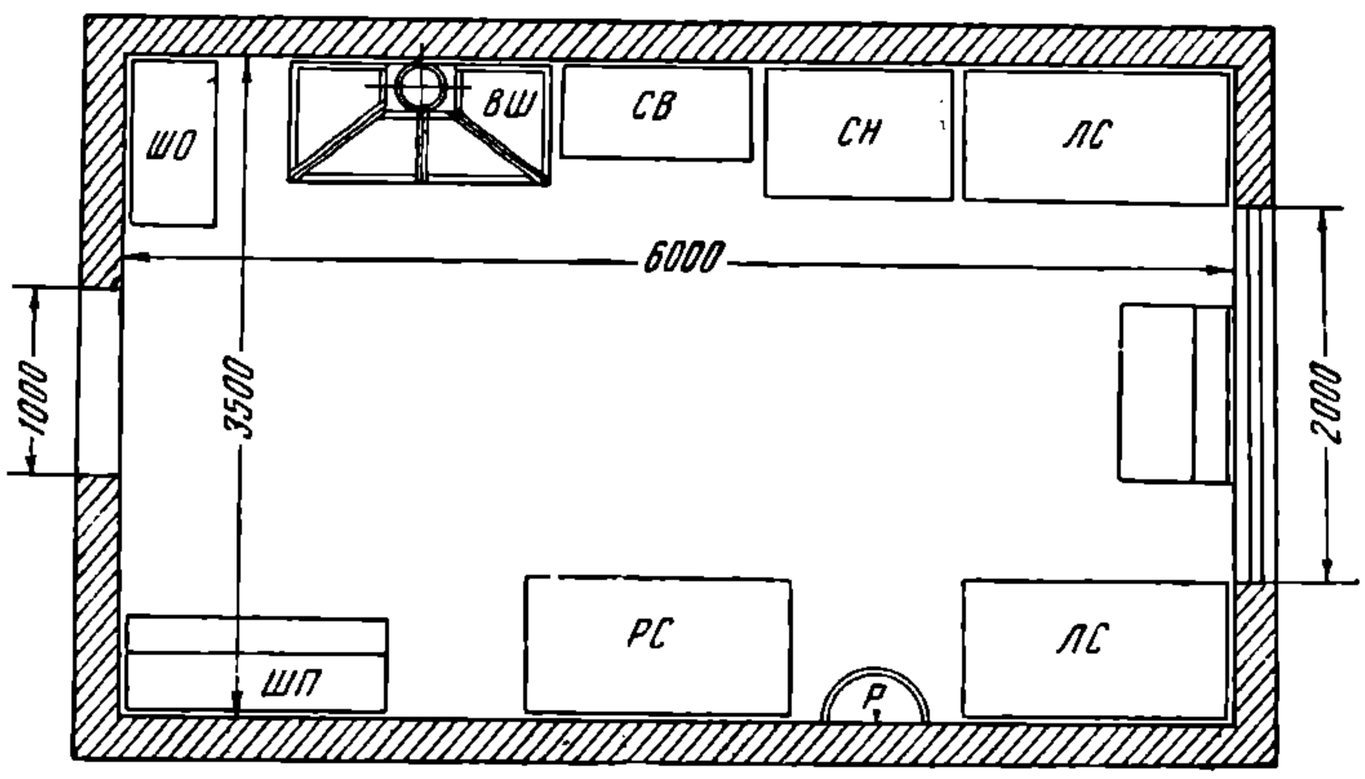
НБ УДУНТ (ДШТ)



Фиг. 149



Фиг. 150



Фиг. 151

План деповской лаборатории: *ЛС*—лабораторный стол; *СН*—стол для нагревательных приборов; *СВ*—стол для весов; *ВШ*—вытяжной шкаф; *ШО*—шкаф для одежды; *Р*—раковина сливная с краном водопроводной воды; *РС*—рабочий стол; *ШП*—шкаф для посуды и реактивов.

НБ УДУНТ (ДПТ)

ГЛАВА 7

ЭКИПИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА. ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЕ

§ 42. Углеснабжение

Угольные склады

А) Правила хранения углей. Каждый пункт снабжения паровозов углем для его бесперебойной работы должен располагать определенным запасом топлива, при этом хранение запасов углей должно соответствовать определенным техническим требованиям. Под действием воздушной среды уголь с течением времени окисляется, благодаря чему падает его теплотворная способность, а у некоторых марок углей и способность спекаться. В результате неправильного хранения углей возможны самонагревание углей и даже самовозгорание. Как правило, весь необходимый запас угля хранится в штабелях, разделенных между собой проходами. Вследствие склонности некоторых марок углей к самонагреванию и самовозгоранию, в соответствии с размерами их запаса и наличием механических установок на складе, НКПС установлены определенные высоты штабелей углей и сроки их хранения.

Штабели должны размещаться на территории склада в соответствии с установленным планом расхода и поступлением угля и сроком хранения. Расположение штабелей отдельных марок должно обеспечивать быструю и удобную подготовку смесей.

Прибывший уголь выгружается в отдельные штабели по маркам и шахтам. Формирование штабелей из углей разного срока поступления допускается при условии тщательного температурного контроля. Систематические температурные наблюдения необходимо вести и при нормальных условиях хранения углей, чтобы предупредить самовозгорание, а также для выявления температуры штабеля и для установления очередности расходования штабелей, благодаря чему уменьшается снижение качества топлива. Систематическое наблюдение температур производится при помощи термометра лабораторного типа со шкалой от —20° до +150°.

Для измерения температур угольные штабели снабжаются железными трубами, вертикально заложенными в разных местах штабеля на глубину до его основания и на расстоянии друг от друга не более чем на 6 *м*. Верхние концы труб должны выступать из штабеля на 100—150 *мм* и закрываться крышкой для предохранения от попадания посторонних предметов и атмосферных осадков. Первое измерение температур должно производиться непосредственно после укладки штабеля на глубине через каждые 0,5 *м*. Периоды между температурными наблюдениями устанавливаются в зависимости от изменения температур угля. При изменении на 1—3° в сторону повышения измерения производятся через каждые 5 суток. При изменении температуры на 5° в сторону повышения измерения производятся ежедневно. При достижении температуры в 60° измерения производятся ежедневно вне зависимости от скорости изменения температур. При неуклонном росте температур свыше 60° и невозможности разбросать уголь при помощи механических приспособлений на запасной площади необходимо произвести охлаждение угля путем прорытия на всю глубину штабеля траншей. Охлажденный уголь должен расходоваться в первую очередь. Форма штабеля угля устанавливается в виде усеченной пирамиды. Общая площадь основания штабеля обусловливается главным образом удобством его обслуживания, но не должна превышать 500 $м^2$. Допускается формирование расходных смесевых штабелей, причем высота их принимается равной высоте выкладки угля, наиболее склонного к самовозгоранию, входящего в смесевой штабель.

При хранении смесевых штабелей не более одного месяца высота таких штабелей может быть увеличена. Расстояние между штабелями, оборудованием и сооружениями устанавливается, исходя из необходимости свободного и правильного ухода за штабелями и удобной переброски складского оборудования. Одно-

НБУВ НТ (ДІТ)

временно с этим должны быть обеспечены устранение влияния температуры самонагревшегося угля на соседние штабеля, охлаждение угля путем прорытия канав и обеспечение пожарной безопасности.

Б) Устройство складов. Выбор места угольного склада должен производиться с учетом расширения площади склада при последующем увеличении размеров движения поездов не менее чем на 10 лет. Если предполагается введение электрификации, то площадь склада может отвечать увеличению работы дороги на промежуток времени до введения электрификации.

Территория угольного склада должна располагаться по возможности в сухих местах, незатопляемых водой и незаносимых снегом. Площадь склада должна иметь систему сточных каналов для отвода дождевых и снеговых вод, расположенных таким образом, чтобы сток воды из-под одного штабеля не попадал под другой. При необеспеченности надежного стока воды следует устраивать дренажные колодцы.

Чтобы избежать засорения топлива, а также обеспечить работу погрузочно-разгрузочных механизмов, устраиваются искусственные основания складов. Искусственные основания должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Коэфициент трения железа об основание должен быть наименьшим. Это обеспечивает наиболее легкую работу угольщиков по забору угля.

2. Основание склада не должно являться источником, содействующим самовозгоранию угля, т. е. оно должно иметь достаточную теплопроводность, благодаря чему будет обеспечен хороший отвод тепла из штабеля, кроме этого основание должно обеспечивать хороший отвод воды.

3. Основание склада должно иметь хорошую механическую прочность (не разрушаться быстро от лопаты и грейфера) и быть химически стойким, т. е. не разрушаться от действия составных элементов угля.

4. Основание склада должно обладать длительным сроком службы.

5. Основание склада должно иметь низкую стоимость сооружения и незначительные размеры амортизационных отчислений.

Асфальтовые и цементные основания, как неудовлетворяющие вышеуказанным требованиям не допускаются. НКПС приказом № 194/ЦЗ 1937 г. рекомендует основания: а) вымощенные булыжником, б) из битого кирпича с покрытием гравием на известковом молоке и в) из деревянного настила.

При выборе места склада необходимо принимать во внимание топографические условия, так как это может привести не только к уменьшению земляных работ, но и к упрощению устройства по снабжению паровозов углем. Последнее получается при возможности расположения путей набора топлива на более низком уровне по отношению путей склада. Расположение склада топлива должно предусматривать кратчайшую рельсовую связь со станционными путями, что обеспечит минимальную затрату времени на подачу вагонов под разгрузку и уборку порожняка со склада. Подача топлива на паровозы должна быть организована в системе общего потока экипировочных операций, т. е. непроизводительные заезды и встречное движение паровозов должны быть исключены. В случае невозможности расположить склад топлива вблизи пункта снабжения паровозов углем необходимо предусмотреть механизацию транспортировки угля с угольного склада на пункт снабжения.

Площадь склада должна содержаться в чистоте; особенно это относится к складской площади, предназначенной для выкладки штабелей, которая перед размещением на ней угля должна быть не только тщательно очищена, но кроме того выравнена и проверена на отвод воды. На площадях угольного склада не допускается хранение материалов, засоряющих уголь, а равно легковоспламеняющихся материалов, опасных в пожарном отношении.

Элементы экипировки паровозов, как-то: продувка котла, чистка топки, обтирка и обмывка паровозов на складе не допускаются. На складе топлива разрешается производить чистку дымовой коробки, но только на специально отведенном участке. На определенных местах (по указанию пожарной охраны) должны находиться противопожарные инструменты (огнетушители, ломы, ло-

НБ УИИТ (ДИТ)

паты и т. д.), состав и количество которых устанавливаются пожарной охраной. Склад должен иметь пожарную сигнализацию и телефонную связь.

На складе должно быть обязательно электрическое освещение. Устройство жилых домов на складе не допускается. Вся территория склада должна быть ограждена и иметь минимальное количество проездов и проходов, однако последние должны обеспечивать возможность удобного проезда и благоприятные условия для работы пожарной команды.

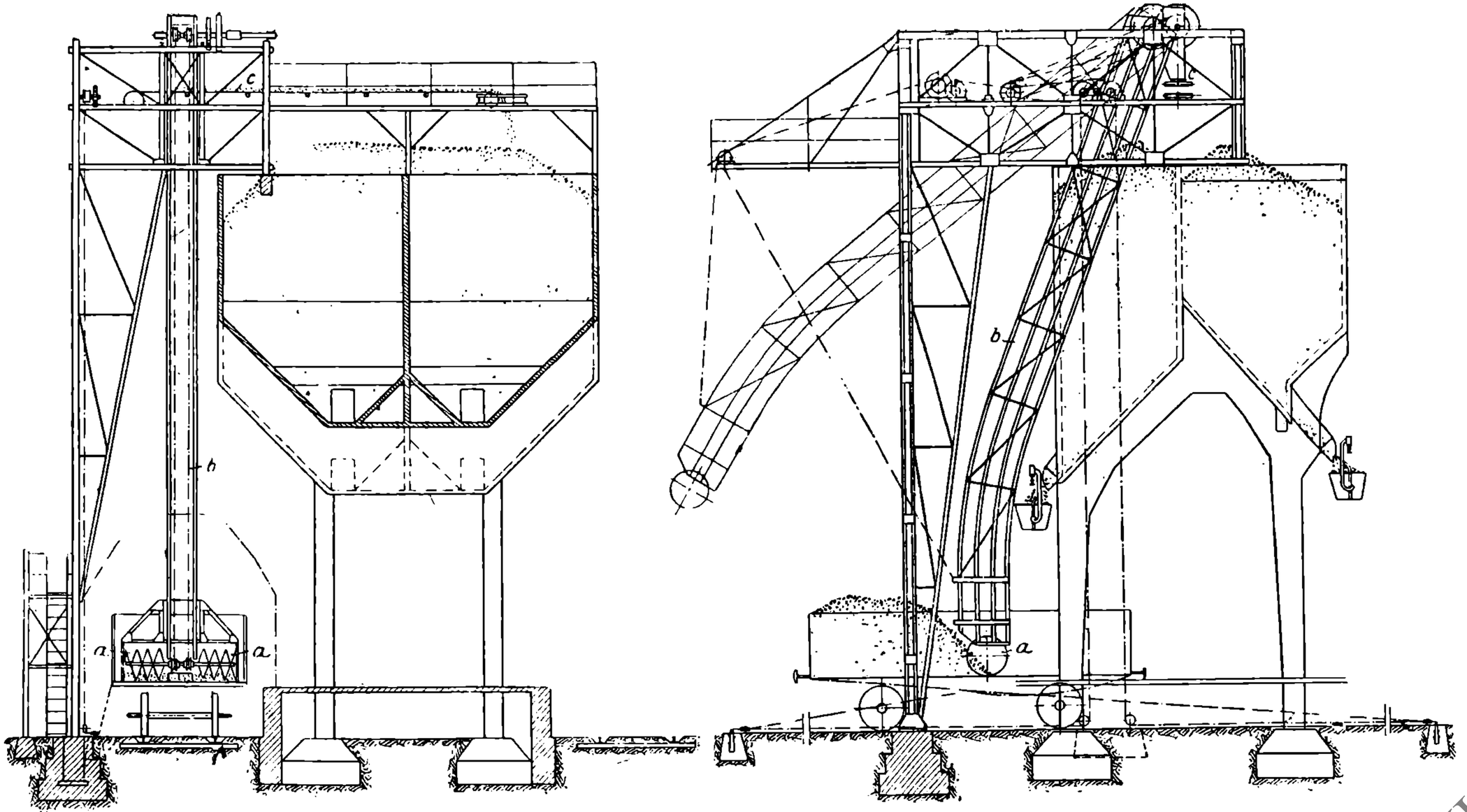
При устройстве топливных складов должны быть предусмотрены мероприятия по противохимической защите складов.

Основные работы на складе угля заключаются в разгрузке прибывшего угля, в штабелировании углей по маркам, в приготовлении угольных смесей и в подаче угля на паровозы. При организации всех указаний работ должны быть соблюдены следующие требования: 1) бесперебойное снабжение паровозов углем; 2) наименьшая стоимость 1 *т* угля, переработанного складом и поданного на тендер паровоза; 3) наименьший простой паровозов под набором угля; 4) обеспечение взвешивания угля при подаче его на паровоз; 5) обеспечение подачи угля на паровоз в виде смесей; 6) обеспечение нормальных условий труда; 7) обеспечение мероприятий оборонного значения.

В соответствии с объемом работ склад должен иметь необходимое механическое оборудование. Вопросу механизации переработки угля на складе необходимо уделить особое внимание, так как до сих пор на угольных складах в большом количестве применяют ручную переработку угля. Механизация переработки угля на складе не только удешевляет себестоимость погрузки 1 *т* угля, но одновременно в условиях советской системы народного хозяйства она сочетается с облегчением и безопасностью труда, с повышением производительности труда и общего культурного уровня работника. Все механическое оборудование угольного склада по своему назначению можно разделить на три группы: 1) разгрузочные приспособления; 2) приспособления для горизонтальной транспортировки и 3) приспособления для подачи угля на паровоз.

В) Разгрузочные приспособления. В настоящее время еще широко практикуется ручная разгрузка вагонов, главные недостатки которой заключаются в малой производительности и экономической нецелесообразности. Даже в том случае, если конструкция вагонов не дает возможности пользоваться особыми разгрузочными устройствами и имеется налицо малый объем работ, все же лучше разгрузку производить при помощи скребка, приводимого в движение лебедкой и тяговым канатом. Это приспособление значительно ускоряет работу, и его производительность достигает 40—50 *т/час*. Канат идет от лебедки по направляющим блокам, заводится в вагон и соединяется со скребком. Лебедка может приводиться в действие любым двигателем. Устройство лебедки таково, что рабочий имеет возможность, сообщив порывистое движение скребку, с любого места вагона начать выгребку угля. Кроме того лебедка всегда может быть отрегулирована так, чтобы скребок автоматически останавливался у края пола вагона. Таким образом работа со скребком производится одним рабочим, а управление движением скребка происходит непосредственно из вагона. При больших массах угля, когда последний прибывает в платформах или полувагонах, наиболее целесообразно применять разгружатель Гейнцельмана. В этом случае подача угля возможна непосредственно в бункеры (фиг. 152). Уголь, находящийся в вагоне, с помощью шнека подается к середине вагона, поступает в норию и далее ленточным транспортером распределяется по бункерам. Разгружатель Гейнцельмана может быть использован также и для забора угля со склада. В данном случае перегрузочный мост снабжен ленточным транспортером. Уголь, подаваемый норией из вагонов, попадает на транспортер и с последнего в бункеры, подвешенные к мосту, или непосредственно на склад. Кроме того нория имеет возможность забирать уголь со склада и через тот же ленточный транспортер направлять его в бункеры перегрузочного моста. Производительность подсобных устройств 30—35 *т/час*. Для привода разгружателя требуется мотор в 10 *л. с.* Разгружатель обслуживается одним-двумя рабочими. При применении разгружателя Гейнцельмана необходимо иметь в виду возможное дробление угля от пере-

НБ УГЛТ (ДГТ)



Фиг. 152

НБ УДУНТ (ДШТ)

мещения его шнеком и перегрузки на ленточный транспортер. Стоимость установки Гейнцельмана почти одинакова с грейферными установками. То же можно сказать в отношении их производительности и количества обслуживаемого персонала.

Применение грейферов бывает особенно удобно, когда уголь нужно распределять по большой площади склада. Грейферами снабжаются краны самой разнообразной конструкции, однако всегда необходима легкая подвижность грейферных кранов по отношению к вагонам, так как только в этом случае можно опустить грейфер в самое выгодное место вагона. С этой точки зрения более целесообразны перегрузочные мосты и передвижные краны, позволяющие направить грейфер в желаемое место более легко и точно, чем поворотные краны, у которых положение грейфера связано с положением укосины крана, благодаря чему возможны повреждения стенок вагона боками грейфера. Грейферные краны в настоящее время являются одним из наиболее распространенных устройств на угольных складах, причем кроме разгрузки они используются для транспортировки угля по территории склада и для подачи угля на паровозы. Более подробно о грейферных кранах сказано в разделе «Устройства для подачи топлива». Одним из более совершенных способов разгрузки угля на больших складах надо считать способ опрокидывания вагонов. Этот способ требует наименьшего обслуживания, но такой конструкции вагонов, при которой уголь имеет возможность под действием собственного веса высыпаться при определенном угле наклона вагона или при полном его опрокидывании. Большие затруднения с опрокидыванием вагонов получаются при применении жидких смазок для букс. Уголь начинает высыпаться из вагонов при наклоне его в 45°—50°, в то время как в большинстве стран конструкция букс для жидкой смазки такова, что смазка вытекает при боковом наклоне вагона примерно в 30°. Если ограничиться боковым наклоном вагона только в 30°, то потребуется дополнительная ручная разгрузка, которая сведет на-нет все выгоды опрокидывания. Полное опрокидывание вагонов возможно в условиях применения для букс твердой смазки, что частично на немногих дорогах применяется. Наиболее частое опрокидывание вагонов встречается в сторону торцов, что допустимо по условиям смазки для вагонов немецких, голландских, бельгийских и особенно английских железных дорог. В этом случае торцевые стенки вагонов должны быть откидные. Производительность опрокидывателей доходит до 15 вагонов в час. По германским данным опрокидыватели рационально применять при суточной переработке угля, начиная с 250—300 *т*, при этом стоимость переработки угля с помощью опрокидывателя при увеличении объема работ падает, составляя при суточной переработке в 1 500 *т* от $^1/_3$ до $^1/_4$ стоимости ручной разгрузки [1]

Кроме указанных способов разгрузки угля большое применение имеют саморазгружающиеся вагоны. Конструкция этих вагонов такова, что уголь при открытии задвижек или клапанов под действием собственного веса высыпается. Разгрузка таких вагонов производится в специальные приемники, расположенные ниже уровня пути, или с эстакадного пути. К числу подобных вагонов в нашем Союзе относятся гондолы и хопперы. Число подобных конструкций очень велико[2]. Разгрузка саморазгружающегося вагона проходит в течение 2—5 мин.

При установлении разгрузочного оборудования всегда необходимо исходить из экономических данных и учитывать возможность использования существующего подвижного состава. Устанавливать новые конструкции вагонов или использовать для снабжения данного пункта дороги только один определенный тип вагонов возможно только после тщательного экономического расчета при благоприятных результатах последнего.

---

[1] Более подробно с конструкцией опрокидывателей можно познакомиться в книге Г. Аумунд, Подъемно-транспортные устройства, Трансжелдориздат, 1935.

[2] Подробное описание русских конструкций саморазгружающихся вагонов можно найти в специальных курсах. С конструкциями вагонов заграничных систем можно познакомиться по книге Г. Аумунд, Подъемно-транспортные устройства.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

Г) Горизонтальная транспортировка. Для горизонтальной транспортировки угля применяются следующие приспособления: ручные тачки, узкоколейные железные дороги и подвесные дороги с ручной тягой, узкоколейные железные дороги с локомотивной тягой, наземные железные дороги нормальной колеи с мотовозами, наземные дороги с канатной тягой, шнеки, скребковые транспортеры, ленточные транспортеры, пластинчатые транспортеры, конвейеры с качающимся ковшом, подвесные дороги с электрической тягой, подвесные канатные дороги.

а) Ручные тачки. Выработка одного рабочего при транспортировке угля ручными тачками составляет примерно 200 *тм/час*. Стоимость переработки 1 *т* угля в этом случае бывает наиболее высокой. Ручными тачками можно пользоваться только при выполнении временных работ.

б) Узкоколейные железные дороги. При применении узкоколейных железных дорог с ручной тягой выработка одного рабочего составляет около 750 *тм/час*, т. е. примерно в 3,75 раза более, чем при ручных тачках. Опрокидывающиеся вагонетки рационально могут применяться на малых складах, мощность перевозок которых не превышает 10 *т/час*, при расстоянии перевозок в 100—200 *м*.

в) Узкоколейные железные дороги с локомотивной тягой. Подобную транспортировку выгодно применять на расстояние в 1 000 *м* и более. Двигательной силой чаще всего служит локомотив с двигателем внутреннего сгорания (мотовоз, тягач). Наибольшая экономическая целесообразность достигается при больших объемах работ, начиная с производительности в 25 *т/час* и выше.

Подобные результаты получаются при грузоподъемности саморазгружающихся вагонеток примерно в 4 *т* и при перевозке одновременно до 20 вагонеток. На наших угольных складах часто встречаются саморазгружающиеся вагонетки емкостью в 1 *т*. Транспортировка их тягачом относительно менее выгодна, так как стоимость транспортировки угля в этом случае при больших объемах работ и длине транспортного пути в 300—400 *м* составляет около 60—70% общей стоимости переработки 1 *т* угля на складе.

г) Наземные железные дороги нормальной колеи с мотовозами и с канатной тягой. Хорошие показатели транспортировки мотовозом получаются при расстоянии до 500 *м*, но в том случае, когда для обеспечения требуемой производительности можно обойтись без вторых путей. Вместо устройства вторых путей рациональней организовать перевозку угля целыми составами. Наземные дороги с мотовозами, особенно при большом объеме работ, более выгодны, чем наземные дороги с канатной тягой и все подвесные дороги, включая и электрические. При наших длинах угольных складов и при суточном расходе угля в 300 *т* и выше подобная транспортировка должна получить большое распространение. Вагоны в этом случае должны быть саморазгружающиеся.

Наземные дороги с канатной тягой дают меньшую стоимость перевозок при небольшом расстоянии и при перевозках, равных примерно 25 *т/час*.

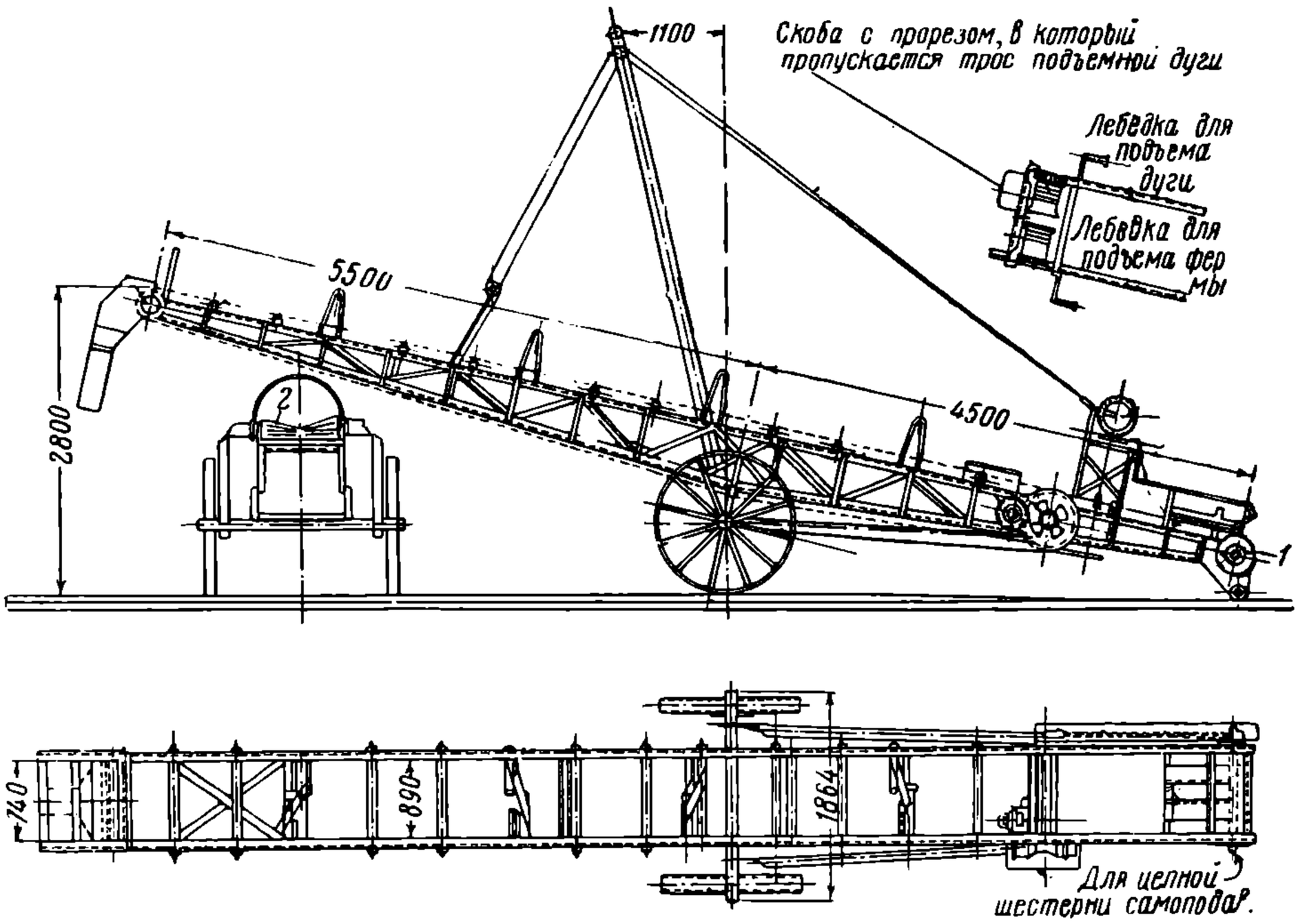
д) Шнеки. Шнеки рационально применять при небольших перемещениях угля и при производительности, равной примерно 10 *т/час*.

е) Скребковые транспортеры. Основным недостатком скребковых транспортеров являются большое трение между углем и скребками и как результат этого значительный расход энергии. С этой точки зрения при большой производительности ленточный транспортер, особенно со стальной лентой, более выгоден.

ж) Ленточные транспортеры. Отличительная особенность этого вида транспортировки от указанных выше заключается в малом расходе энергии, что особенно заметно при большой производительности и перемещениях на большие расстояния. При малой производительности и перемещениях менее 15—20 *м* при ленточных транспортерах получаются большие первоначальные затраты и эксплуатационные расходы. Основной недостаток транспортеров — это быст-

НБУВ УНТ (ДІТ)

рый износ ленты. Достоинством ленточных транспортеров являются возможность легко разгрузить уголь в любом месте и бесшумная работа. Применение ленточных транспортеров на угольных складах за последнее время значительно расширилось. На больших угольных складах при определенно установленном технологическом процессе переработки угля должны применяться стационарные ленточные транспортеры. На складах небольшой производительности (в 80—100-суточной переработке угля) рационально могут быть использованы передвижные ленточные транспортеры (фиг. 153), получившие в последнее время большое распространение в СССР. Указанный транспортер имеет возможность подавать уголь на высоту от 2,75 до 5,65 *м*, для чего он оборудован подъемным механизмом, благодаря которому возможно изменять угол наклона ленты. Для транспортировки угля на большие расстояния можно установить несколько подсобных транспортеров так, чтобы уголь с одного транспортера попадал непосредственно на ленту другого В этом случае необходимо учитывать возможное дробление угля при



Фиг. 153.

многократных пересыпках его с ленты на ленту. Передвижной транспортер может быть использован и для подачи угля на паровозы. Применение этого мероприятия целесообразно в условиях малых складов, как например в небольших оборотных депо или когда по территориальным условиям имеется небольшой угольный склад, специально предназначенный для маневровых паровозов.

з) Пластинчатые транспортеры. Пластинчатые транспортеры кроме горизонтального перемещения могут производить транспортировку с подъемом до 45°, но в последнем случае пластины транспортера снабжаются поперечными планками. Благодаря движению цепи пластинчатого транспортера по роликам расход энергии незначителен. Пластинчатые транспортеры требуют небольшого ухода и отличаются долговечностью. Недостатком их являются высокая первоначальная стоимость и неудобство разгрузки угля в желаемом месте, которая осуществляется с помощью скребков, благодаря чему ходовые ролики быстро загрязняются углем, а предохранительные приспособления сложны и дороги.

НБ УКУНТ (ДШТ)

и) Подвесные дороги с электрической тягой. Работа этих дорог обходится сравнительно дорого. При всех возможных вариантах в количестве перерабатываемого угля и длине путей наземные дороги экономически целесообразней. Преимущество подвесной электрической тяги перед наземным транспортом заключается в том, что она не занимает полезной площади склада, что во многих случаях является чрезвычайно важным.

к) Подвесные канатные дороги. Канатные дороги применяются в тех случаях, когда устройство наземных дорог связано с большими земляными работами или когда путь транспортировки угля пересекает застроенную территорию. Опоры дорог на ровной поверхности могут быть расставлены на расстоянии в 70—100 *м*. В особых случаях расстояние между опорами доводится до 1 400 *м*. Решающим значением для выбора этих дорог являются местные условия, так как они требуют небольших участков земли и легко переходят через встречающиеся на пути препятствия [1].

Д) Пути на угольных складах. Способы планировки угольных складов в отношении взаимного расположения путей и штабелей угля зависят в основном от типов оборудования, производящего штабелировку угля, и от типа устройств для подачи угля на паровозы.

В этом отношении возможно различать следующие наиболее распространенные категории складов:

а) склады с подачей угля кранами старого образца с небольшим вылетом стрелы;

б) склады с подачей угля грейферными кранами нового типа с большим вылетом стрелы (например Я-I или Я-II);

в) склады с подачей угля стационарными бункерными установками;

г) склады с подачей угля передвижными бункерами, наполняемыми автономными грейферными кранами;

д) склады с портальными грейферными кранами, с бункерами на порталах или без бункеров;

е) склады с кранами на гусеничном ходу.

На фиг. 154, *а*, *б*, *в*, *г*, *д*, *е* показаны схемы междупутных расстояний для указанных выше шести типов складов.

При кранах с малым вылетом стрелы (фиг. 154, *а*) (порядка 5—6 *м*) необходимо укладывать по два смежных пути, по одному из которых проходят паровозы, идущие на углеснабжение, а по другому ходит кран. Между двумя этими путями расположить штабель угля нельзя, так как междупутье должно быть равно вылету стрелы крана, т. е. 5—6 *м*, а в таком междупутье штабель не размещается. Между двумя парами погрузочных путей устраивается широкое междупутье, равное двум вылетам стрелы плюс 5 *м* ($2l+5$), тогда с обеих сторон длина, равная l, перекрывается стрелой крана, около 0,5 *м* занимает бадья, а оставшаяся ширина (2,0 *м* до оси штабеля) преодолевается броском угля лопатой при погрузке его в бадью крана.

От нижнего края откоса штабеля до оси пути должно быть расстояние 2,00 *м*, отсюда ширина штабеля угля понизу при таких складах получается около 12 *м*. С обеих сторон по краю склада должны быть уложены по два погрузочных пути.

Описанный тип склада, являющийся одним из самых неэкономичных, теперь почти не строится.

При современных кранах с большим вылетом стрелы (фиг. 154, *б*) использование путей на складах получается более экономичным, так как возможно между крановым и погрузочным путем иметь большое междупутье, в котором размещается штабель.

У кранов завода «Январское восстание» типа Я-I вылет стрелы равен 8,5 *м*, а Я-II — 12 *м*; этот тип и показан на чертежах. Между двумя парами погрузочных путей возможно устраивать широкое междупутье, обслуживаемое кранами

---

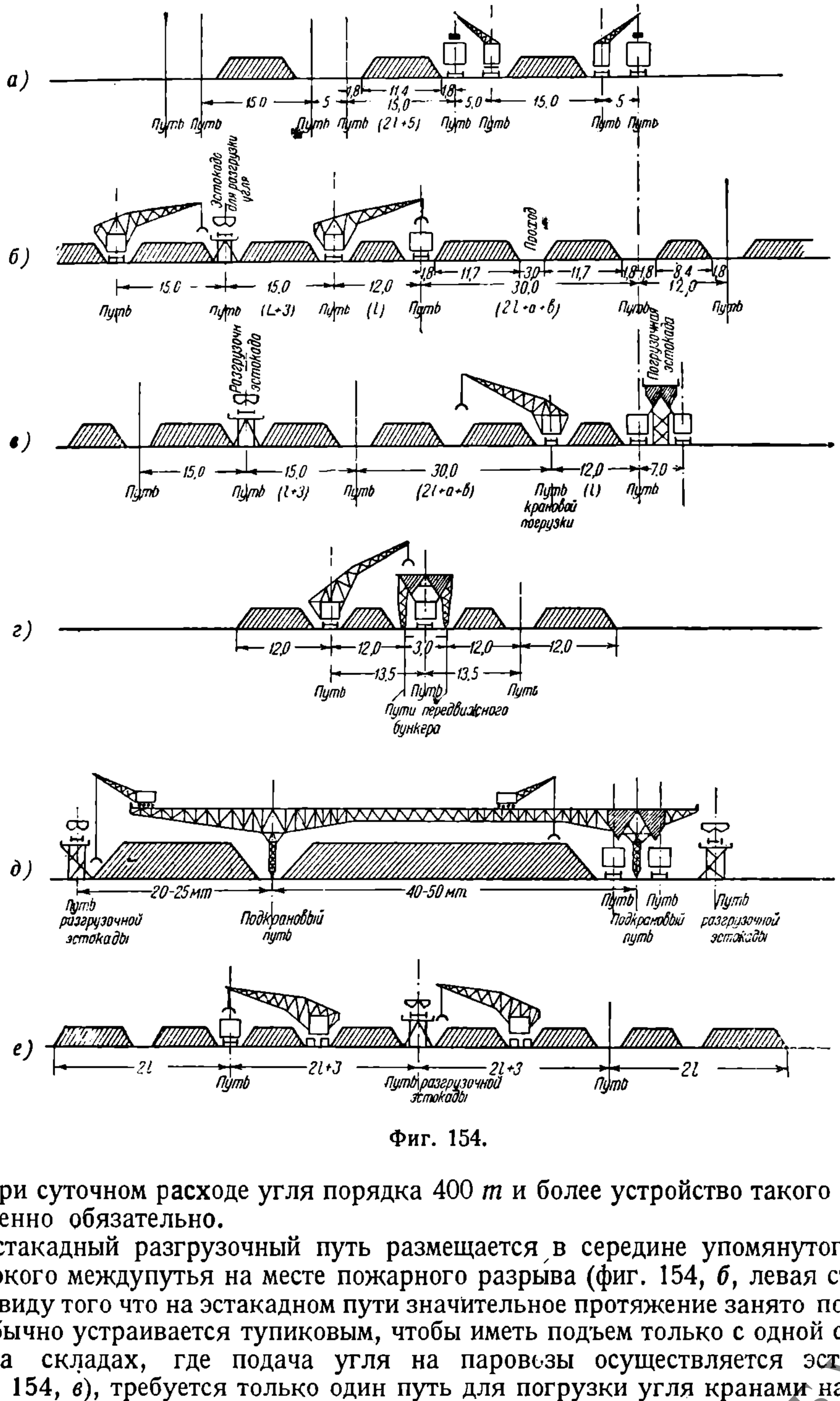
[1] Более подробно с конструкциями транспортных приспособлений можно познакомиться в специальных курсах «Подъемно-транспортные приспособления» или «Механизация погрузочно-разгрузочных работ». Устройство для подачи топлива на паровозы описано в особом разделе.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

с обеих сторон. Ширина его получится равной $2l+a+b$, где l — вылет стрелы, a — раствор ковша грейфера и b — ширина пожарного разрыва, равная 3 *м*.

При таком расположении путей краны могут производить и погрузку и штабелировку угля.

На современных угольных складах следует иметь хотя бы по одному пути, поднятому на эстакаду для автоматической разгрузки вагонов (хопперов, гондол) с углем.



Фиг. 154.

При суточном расходе угля порядка 400 *т* и более устройство такого пути совершенно обязательно.

Эстакадный разгрузочный путь размещается в середине упомянутого выше широкого междупутья на месте пожарного разрыва (фиг. 154, *б*, левая сторона).

Ввиду того что на эстакадном пути значительное протяжение занято подъемом, он обычно устраивается тупиковым, чтобы иметь подъем только с одной стороны.

На складах, где подача угля на паровозы осуществляется эстакадами (фиг. 154, *в*), требуется только один путь для погрузки угля кранами на случай

НБ УрГУПС (ДПТ)

порчи эстакады. Этот путь может устраиваться рядом с эстакадой или в любом другом месте склада. Остальные пути нужны только для разгрузки и штабелировки угля, а также для погрузки его на вагоны, подающие уголь к эстакадам. До последнего времени подвозка угля к эстакадам обычно производилась вагонетками узкой колеи. Узкоколейные пути укладывались по середине штабелей и засыпались углем и по мере расходования штабеля открывались. В последнее время преимущественно проектируется подача угля к эстакаде вагонами широкой колеи, из которых он ссыпается в яму, где попадает на ленточный транспортер либо другой подъемник. Для вагонов широкой колеи отдельных путей не делается, и они ставятся на один путь с краном. Один из разгрузочных путей должен быть поднят на эстакаду, как сказано в описании предыдущего типа склада. Этот путь служит исключительно для разгрузки, и от него до кранового пути должно быть такое расстояние, чтобы грейфером можно было бы достать уголь, ссыпающийся с эстакады, т. е. $L=l+3$, где l — вылет стрелы крана. Все прочие междупутья могут быть широкими: $L=2l+a+b$ так же, как и в предыдущем типе склада.

Склады с погрузкой угля кранами с большим вылетом стрелы, а также склады со стационарными эстакадами за последнее время получают в СССР наибольшее распространение, и описанные выше два этих типа являются основными.

Описываемые ниже три типа складов пока не получили у нас широкого распространения, но некоторые из них, особенно для кранов на гусеничном ходу, безусловно должны завоевать себе место ввиду существенных преимуществ, которыми они обладают.

На фиг. 154, *г* показана схема расположения путей на складе при оборудовании его передвижными бункерами. Так как в такие бункеры уголь подается грейферными кранами и передвижной бункер не может переходить по стрелкам, а движется только по специальным прямолинейным рельсовым путям, то, как это нетрудно видеть из фигуры, общая наибольшая ширина склада ограничивается четырьмя вылетами стрелы крана. Это ограничение исключает возможность применять передвижные бункеры на больших складах, так как им пришлось бы придать весьма большую длину, что неудобно, а часто и просто невозможно.

Весьма небольшое количество путей относительно емкости склада требуется при применении на складе мостового крана. Такой тип показан на фиг. 154, *д*. Число, назначение и порядок расположения путей ясны из фигуры и специальных пояснений не требуют. Следует указать, что выгодное соотношение между емкостью склада и потребным количеством путей здесь получается не только за счет увеличения ширины штабеля, но и за счет увеличения его высоты, что является возможным ввиду механизации всех без исключения процессов перемещения угля и легкой доступности любой точки штабеля с мостового крана. Хотя такое оборудование и дает возможность иметь весьма компактные склады, но ввиду его крайней дороговизны этот тип устройств на дорогах СССР пока не получил никакого распространения.

Наиболее экономным в отношении потребного путевого оборудования должен явиться тип склада, показанный на фиг. 154, *е*. Здесь применены краны на гусеничном ходу. Нетрудно видеть, что при отсутствии разгрузочной эстакады расстояние между осями погрузочно-разгрузочных путей может быть доведено до $L=4\cdot l$, а при наличии разгрузочной эстакады между ней и погрузочным путем до $2l$, т. е. вдвое больше, чем при кранах на железнодорожном ходу.

До сего времени на дорогах СССР таких складов не было, однако уже появляются первые экземпляры кранов на гусеничном ходу, специально предназначенных для этой цели, и нет сомнения, что они в силу весьма больших удобств, им присущих, завоюют себе широкую сферу применения. Описанные шесть типов охватывают собой все основные случаи расположения осей путей поперек складов.

Что касается расположения путей в плане по длине, то тут возможны такие комбинации:

1) склад сквозной на прямых путях,

2) склад сквозной на кривых путях,

НБ УДУНТ (ДИТ)

3) склад тупиковый на прямых путях,
4) склад тупиковый на кривых путях.

Кривизна путей на угольных складах нежелательна, так как она вызывает сужение штабелей по условиям габарита тем большее, чем меньше радиус. При оборудовании складов мостовыми кранами или передвижными бункерами прямолинейность путей становится обязательной. Неизбежно искривление путей только в начале и конце склада, где они сходятся в один путь; здесь полезно применение радиуса $R=200$ *м*, а иногда и $R=180$ *м*, чтобы сократить этот участок до возможного минимума длины.

Тупиковых складов вообще делать не следует, и совершенно недопустимо их устраивать при подаче угля на паровозы кранами либо передвижными бункерами, находящимися в середине склада, ибо это вызывает обратные передвижения паровозов по складу, что весьма неудобно.

Когда снабжение паровозов происходит у эстакады, стоящей сбоку от склада, устройство тупиковых складов может быть допущено, однако и в этом случае нужно иметь не менее одного сквозного пути для подачи угля на паровозы кранами на случай порчи эстакады.

Путь для саморазгружающихся угольных вагонов (гондол, хопперов), поднятый на эстакаду, следует устраивать тупиковым во всех случаях.

Длина склада может быть различной в зависимости от формы в плане, места, отведенного для склада, и от потребной площади штабелей. При исчислении потребной площади склада надо руководствоваться поперечниками складов и допускаемыми высотами штабелей. Площадь одного штабеля не должна быть более 450 $м^2$. По длине через каждые 35 *м* между штабелями должны устраиваться поперечные проходы и проезды шириной 6,5 и 2 *м* по очереди для противопожарных целей. Проезды шириной 6,5 *м* должны быть замощены.

На фиг. 154 показаны различные примеры расположения путей на угольных складах, запроектированные Союзтранспроектом в 1936—1937 гг.

Е) Устройства для подачи топлива на паровозы. Все типы устройств для подачи угля на паровозы, применяемые в нашей и заграничной железнодорожной практике, можно разбить на следующие виды:

а) неподвижные краны;
б) подвижные краны с подачей угля бадьями;
в) грейферные краны;
г) эстакады;
д) портальные краны;
е) угольные колонны;
ж) элеваторные установки.

а) Неподвижные краны. Неподвижные краны были наиболее ранними установками по механизации углеснабжения паровозов. С ростом объема работ транспорта благодаря незначительной производительности и высокой себестоимости подачи топлива неподвижные краны стали вытесняться при большом объеме работ (при суточном расходе топлива выше 100 *т*) другими видами установок. Неподвижные краны в настоящий момент применяются как у нас, так и в других странах на складах второстепенного значения.

Журавли. Простейшим типом механизации подачи угля на паровозы является журавль (фиг. 155).

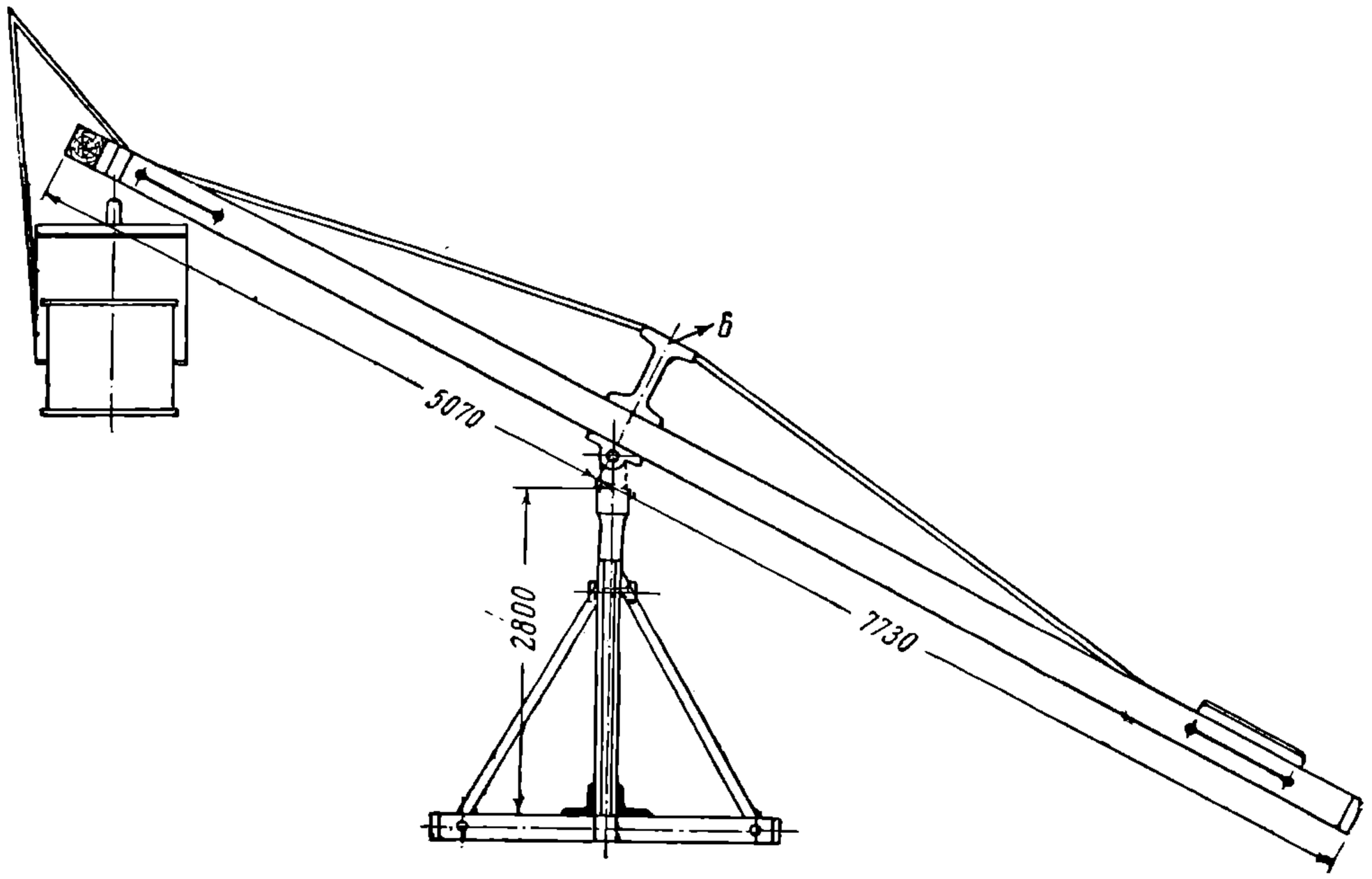
В дореволюционное время журавль в условиях России являлся основным типом механизации подачи угля на паровозы, и еще в 1925—1926 гг. число журавлей на складах дорог СССР составляло 64% всех имеющихся углеподъемников. Устройство журавля ясно из фиг. 155, на которой указаны основные его размеры. При хорошей организации работ подача 1 *т* угля происходит за 7—8 мин., т. е. набор топлива на паровозы средней мощности (серий Э и СУ) при среднем наборе угля для указанной серии паровозов в 8 *т* происходит в течение 56—64 мин. (данные НКПС 1937 г.). Кроме большого простоя паровозов под набором топлива при данном типе механизации получаются высокая себестоимость подачи топлива и наличие физических, трудоемких работ по загрузке бадьей и подъемке их, благо-

НБУВ/УНТ (ДІТ)

даря чему от подобного способа механизации в настоящее время отказались, кроме исключительно малых пунктов на ветвях второстепенного значения.

К р а н-д е р р и к. Кран-деррик (фиг. 156) чаще бывает деревянной конструкции. Устройство крана видно из фиг. 156. Для обеспечения подъема и опускания балки, благодаря чему меняется вылет стрелы крана, для подъема и опускания груза и для поворота крана последний оборудован трехбарабанной лебедкой с независимым движением барабанов. Подъемная сила лебедки 1,5 *т* при механизированной лебедке и емкости бадьи 1—1,5 *т* , производительность такого крана 15—20 *т/час*. Кран-деррик рационально применять при суточном расходе угля в 50—80 *т*.

б) П е р е д в и ж н ы е к р а н ы с п о д а ч е й у г л я б а д ь я м и. Основным недостатком непередвижных кранов является необходимость излишней транспортировки топлива к месту расположения крана.



Фиг. 155

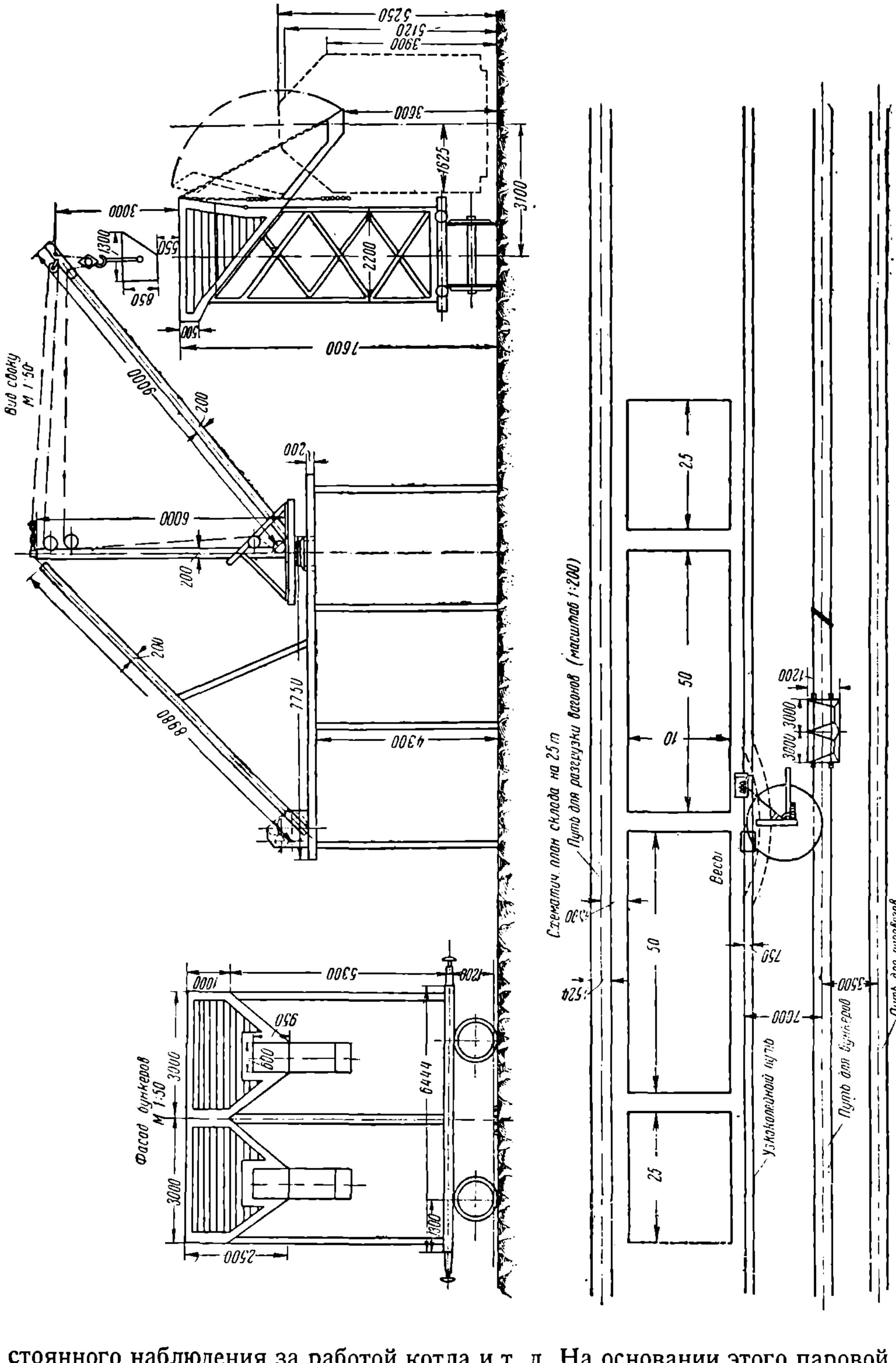
Передвижные краны при правильном развитии тракционных путей склада почти не требуют подачи угля к ним. Кроме того передвижной кран всегда может быть использован для производства погрузочно-разгрузочных работ не только на территории склада, но и в других местах депо.

Передвижные краны, как правило, снабжаются различными типами двигателей: паровыми, пневматическими, внутреннего сгорания, электрическими, дизель-электрическими.

П а р о в о й к р а н. Отличительная особенность данного крана заключается в том, что он имеет самостоятельный двигатель для подъема бадьи на тендер, углового перемещения крана и перемещения самого крана по рельсам. Кран (фиг. 157) оборудован шуховским вертикальным паровым котлом и горизонтальной паровой машиной. Паровая машина при помощи коленчатого вала и муфт сцепления механизирует указанные выше операции крана. Время подачи 1 *т* топлива на паровоз при паровом кране равно примерно 2—3 мин. Наличие самостоятельной силовой установки на кране безусловно дает ему большие преимущества. Наряду с этим паровой кран имеет большие эксплуатационные недостатки: требуется подача к нему воды или выход крана с территории склада к гидравлическим колонкам, необходимы перерывы работы крана для промывки парового

НБ УИИТ (ДИТ)

котла, осмотра машины, чистки топки, и кроме того имеют место и другие затруднения, сопутствующие работе парового котла, как например необходимость по-

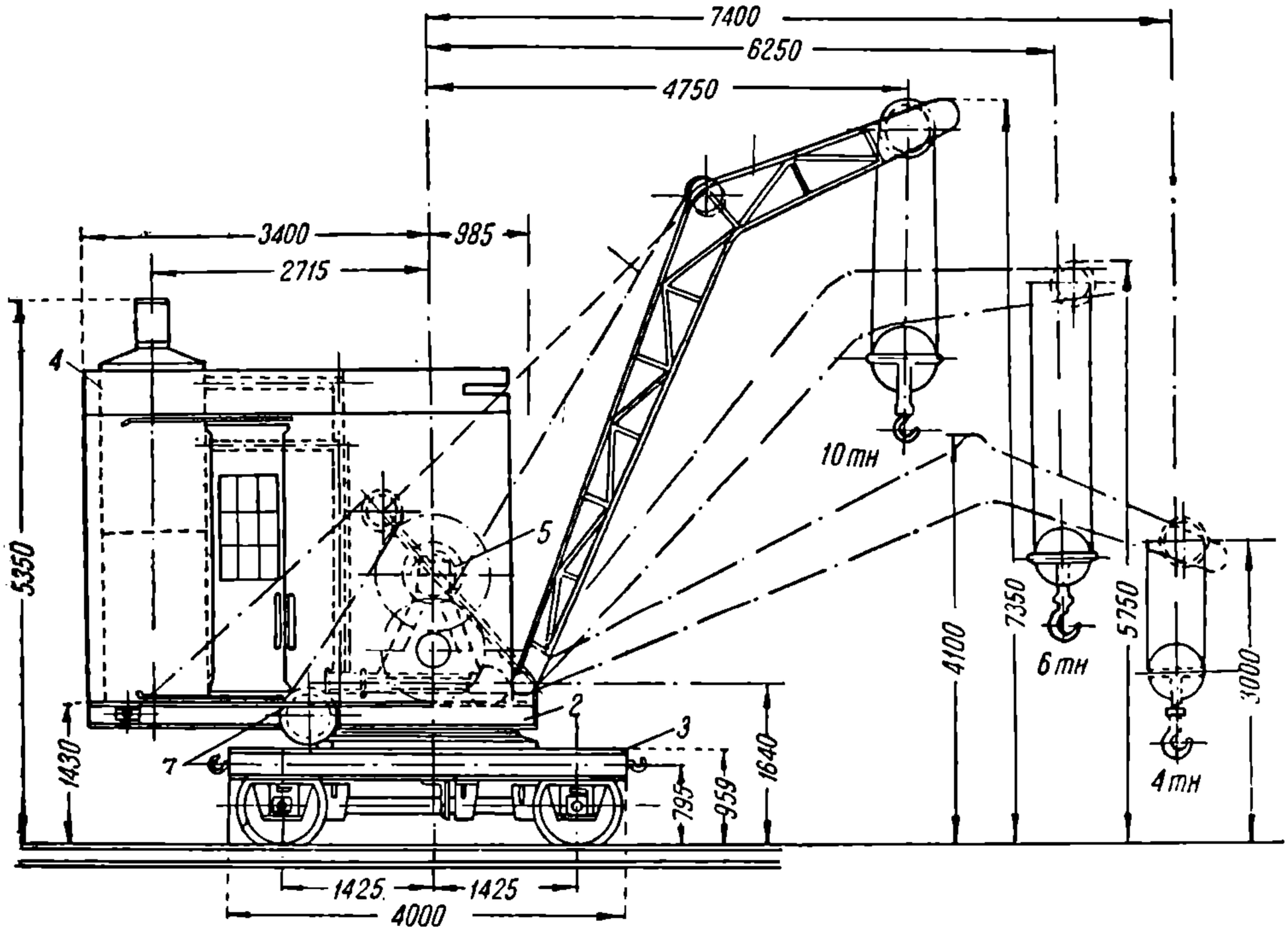


Фиг. 156

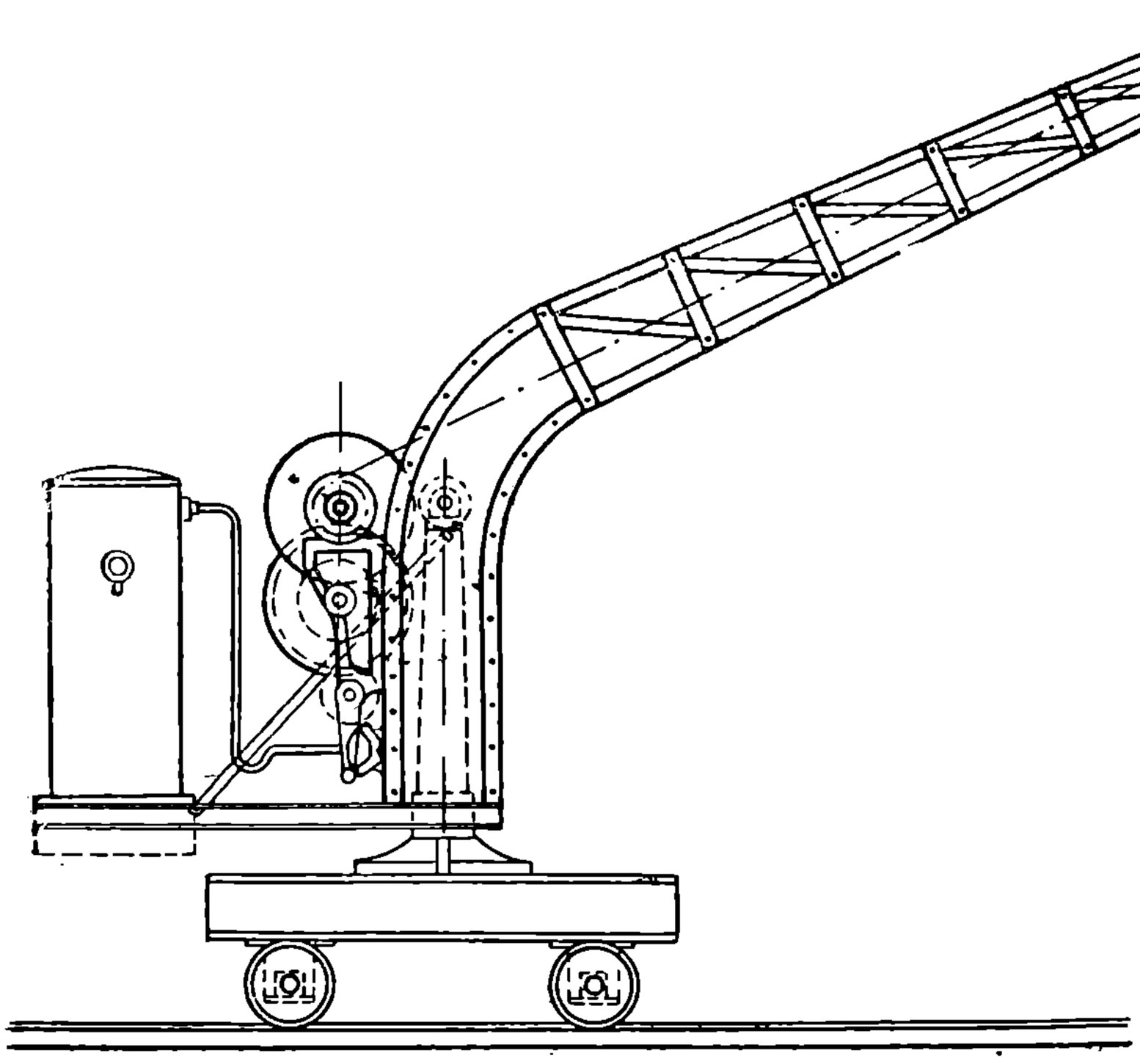
стоянного наблюдения за работой котла и т. д. На основании этого паровой кран обязательно требует наличия резервного крана.

Пневматический кран. Пневматический кран (фиг. 158) устанавливается на специальной двухосной платформе, вместе с которой его можно

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 157



Фиг. 158

НБ УДУНТ (ДИТ)

передвигать по тракционным путям. Рама платформы склепана из швеллерного проката. К платформе приклепывается плита стальной колонны, на верхний конец которой, как на упорную цапфу, опирается своими подшипниками четырехугольный склепанный стальной кожух, оканчивающийся вылетом крана. К кожуху прикрепляется подъемный механизм, состоящий из ворота и системы зубчатых колес. На конце стрелы крана имеется блок, через который перекинута цепь, один конец которой при помощи специального крюка соединяется с бадьей, а другой наматывается на ворот. К кожуху стрелы крана прикреплена рама, на которой установлены воздушный резервуар и противовес. Воздушный резервуар предназначен для содержания необходимого запаса сжатого воздуха, который забирается от воздушного насоса паровоза, набирающего уголь. Давление воздуха в резервуаре должно поддерживаться 5—6 *ат*. Подъемный механизм приводится в действие пневматическим мотором, работа которого обеспечивается сжатым воздухом воздушного резервуара.

При емкости бадьи в 1 *т* подача 1 *т* угля производится в течение 5 мин. В это время входят следующие операции: подвешивание бадьи, подъем, опрокидывание на тендер, обратный спуск и отцепка. В эксплуатации пневматический кран показал ряд существенных недостатков. Для обеспечения подачи 1 *т* угля на тендер за 5 мин. давление воздуха должно быть не ниже 5—6 *ат*, а это требует давления пара в котле набирающего топливо паровоза не менее 8 *ат*. Машинист должен поддерживать огонь в топке паровоза. Таким образом паровоз, идя под снабжение углем, в данном случае не может быть подготовлен к чистке топки, в процессе которой желательно иметь минимальное давление пара в котле. Во время набора топлива требуется непрерывная и напряженная работа тормозного насоса паровоза, что приводит к его разработке и нерациональному использованию. Кроме всего этого в сильные морозы воздухопроводы и краны промерзают, благодаря чему рабочее давление воздуха в пневматическом моторе снижается до 2—3 *ат*, а нередко обмерзает даже механизм самого мотора, и последний отказывается работать. При давлении воздуха в 2—3 *ат* подача 1 *т* угля доходит до 10 мин. и более.

Недостатком описанных кранов является то, что они несамодвижущиеся, т. е. для их перестановки требуется паровоз, что часто ведет к удлинению процесса снабжения паровозов углем. Благодаря указанным причинам пневматические моторы стали заменять электрическими.

Электрические краны. При электрических кранах угольный склад в местах снабжения паровозов углем оборудуется электропроводкой. Кран подается паровозом к нужному штабелю, включается в электросеть, после чего мотор его, а следовательно и подъемный механизм посредством реостата могут быть приведены в действие. Указанное переоборудование снижает время подачи 1 *т* угля до 2—3 мин. и исключает влияние атмосферных условий на работу крана.

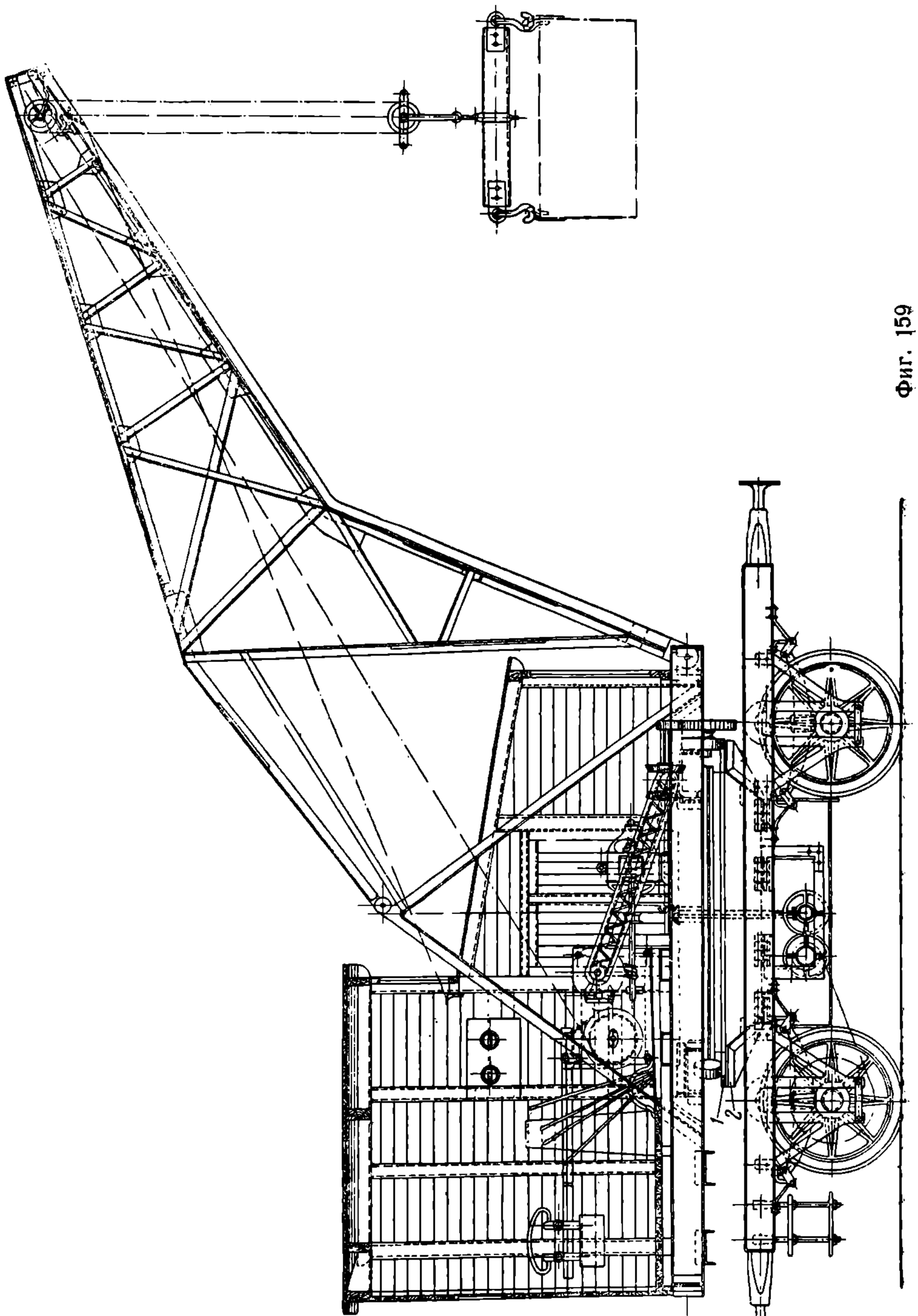
На фиг. 159 показано устройство самодвижущегося электрического крана Рудакова, который встречается на складах железных дорог СССР, но вновь не строится.

Зависимость электрических кранов от источника энергии (электростанции, подстанции, сети) обязывает предусматривать возможность нормального снабжения паровозов углем при перерыве подачи электрической энергии.

в) Грейферные краны. За последнее время широкое распространение получили грейферные краны. Подобные краны по основной своей конструкции схожи с описанными выше кранами и снабжаются теми же видами двигателей: паровыми, внутреннего сгорания, электрическими, дизель-электрическими и т. д. Отличительной особенностью их является грейфер, который механизирует процесс забора угля со склада, а следовательно ускоряет процесс перегрузочных работ. Одновременно грейферный кран может применяться для выгрузки угля из вагонов, однако при этом необходимо провести мероприятия предохранительного порядка от возможных разрушений подвижного состава под ударом грейфера. На германских железных дорогах грейферные краны, предназначенные для

НБУВ УНТ (ДПТ)

работы на складе топлива, используются для уборки изгари и шлака. Согласно данным 1936 г. [1] в СССР строятся следующие основные виды грейферных кранов:



Фиг. 159

1) **2-Я-1** — паровой кран на железнодорожном ходу с грейферной лебедкой грузоподъемностью в 6 *m*;

[1] См. каталог Союзстальсбыт «Железнодорожные гусеничные краны», изд. 1936 г.

НБУДУНТ (ДИТ)

2) 2-Я-1-М — моторный кран на железнодорожном ходу с грейферной лебедкой грузоподъемностью в 6 *т*;

3) Я-2 — паровой кран на железнодорожном ходу с грейферной лебедкой грузоподъемностью в 15 *т*;

4) Я-1-Г — паровой кран на гусеничном ходу.

1. Кран 2-Я-1 снабжен типовыми ударными и сцепными приборами железнодорожного типа и может перевозиться по железной дороге в неразобранном виде. Кран может вести по горизонтальному пути до четырех груженых 20-*т* вагонов, а следовательно может быть использован для маневровой работы на внутрискладских путях. Поворотная часть крана представляет собой раму из швеллеров и листовой стали, на которой смонтированы котел, паровая машина, механизм подъема грейфера, подъема стрелы, поворота и передвижения крана. На раме поворотной части установлен каркас будки, обшитой деревом. Все рычаги управления смонтированы в передней части крана, что обеспечивает удобное обслуживание крана. Кран снабжен вертикальным паровым котлом с трубками Галловея. Рабочее давление пара $P=8$ *ат*, поверхность нагрева $H=10$ *м*², площадь колосниковой решетки $R=0{,}8$ *м*²; паровая машина в 40 *л. с.*, горизонтальная, сдвоенная в одном блоке с кулисой Стефенсона. Диаметр цилиндров паровой машины 200 *мм*, ход поршня 240 *мм*, число оборотов $n=120$ об/мин.

Стрела крана присоединяется к кронштейну поворотной части и имеет возможность вращаться на оси. Рама нижней ходовой тележки установлена на двух осях.

Все ходовые части крана (оси, буксы, ударные и сцепные приборы) железнодорожного типа.

2. Моторный кран на железнодорожном ходу с грейферной лебедкой грузоподъемностью в 6 *т* (2-Я-1-М). Все конструктивные узлы крана 2-Я-1-М те же, что и у парового крана, исключая котла и машины, которые заменены двигателем внутреннего сгорания (ЗИС-5). Мощность двигателя 70 *л. с.*, число оборотов $n=1\,800$ об/мин. Для пуска мотора служат рычаг выключения конуса муфты мотора, а также рычаги регулировки рабочей смеси из карбюратора. Достоинство этого крана заключается в быстром приведении его в действие и возможности кратковременных периодов работы без дополнительных больших расходов горючего на приведение его в действие. Все же необходимо отметить сравнительно большой расход бензина.

3. Паровой кран на железнодорожном ходу с грейферной лебедкой грузоподъемностью в 15 *т* (Я-2). Поворотная часть этого крана аналогична крану 2-Я-1.

Паровой котел системы Шухова. Рабочее давление пара $P_к=9$ *ат*. Поверхность нагрева $H=19$ *м*², площадь колосниковой решетки $R=1$ *м*².

Паровая машина 70 *л. с.*, горизонтальная, сдвоенная в один блок с кулисой Стефенсона. Диаметр цилиндра паровой машины 210 *мм*, ход поршня 280 *мм*. Рама ходовой части крана покоится на двухосных тележках типа Даймонда. Ходовые части и упряжи усиленного железнодорожного типа. Передача усилий на ведущую ось происходит не через цепь Галля, как у вышеуказанных кранов, а с помощью цилиндрических и конических шестерен.

4. Паровой кран на гусеничном ходу грузоподъемностью в 6 *м* (Я-1-Г). Поворотная часть крана аналогична обыкновенным железнодорожным кранам. Паровой котел имеет давление $P=12$ *ат*, поверхность нагрева $H=10$ *м*², поверхность пароперегревателя 2,4 *м*², площадь колосниковой решетки $R=0{,}8$ *м*². Паровая машина вертикальная, сдвоенная в одном блоке с кулисой Стефенсона, диаметр цилиндра 140 *мм*, ход поршня 190 *мм*, число оборотов $n=500$ об/мин. На главном валу гусеничной рамы, связанном посредством системы конических шестерен с центральной колонной, насажены цилиндрические шестерни, передающие вращение звездочкам гусеничных лент. На промежуточных валах сидят параллельно два тормоза. Для разворота крана необходимо замкнуть один из тормозов и тем самым прекратить движение одной гусеничной ленты. Система гусениц многоопорная (10 опорных роликов) с жесткой базой. Гусеничная лента состоит из башмаков с приваренными штампованными пластинками. Конструкция отдельных звеньев допускает деформацию всей ленты как в поперечном, так и в продольном направлении. На фиг. 160 показан грейферный кран на гусеничном ходу.

НБ УГХТ (ДГТ)

г) Эстакады. В настоящее время эстакады являются наиболее распространенным видом устройств для снабжения паровозов углем.

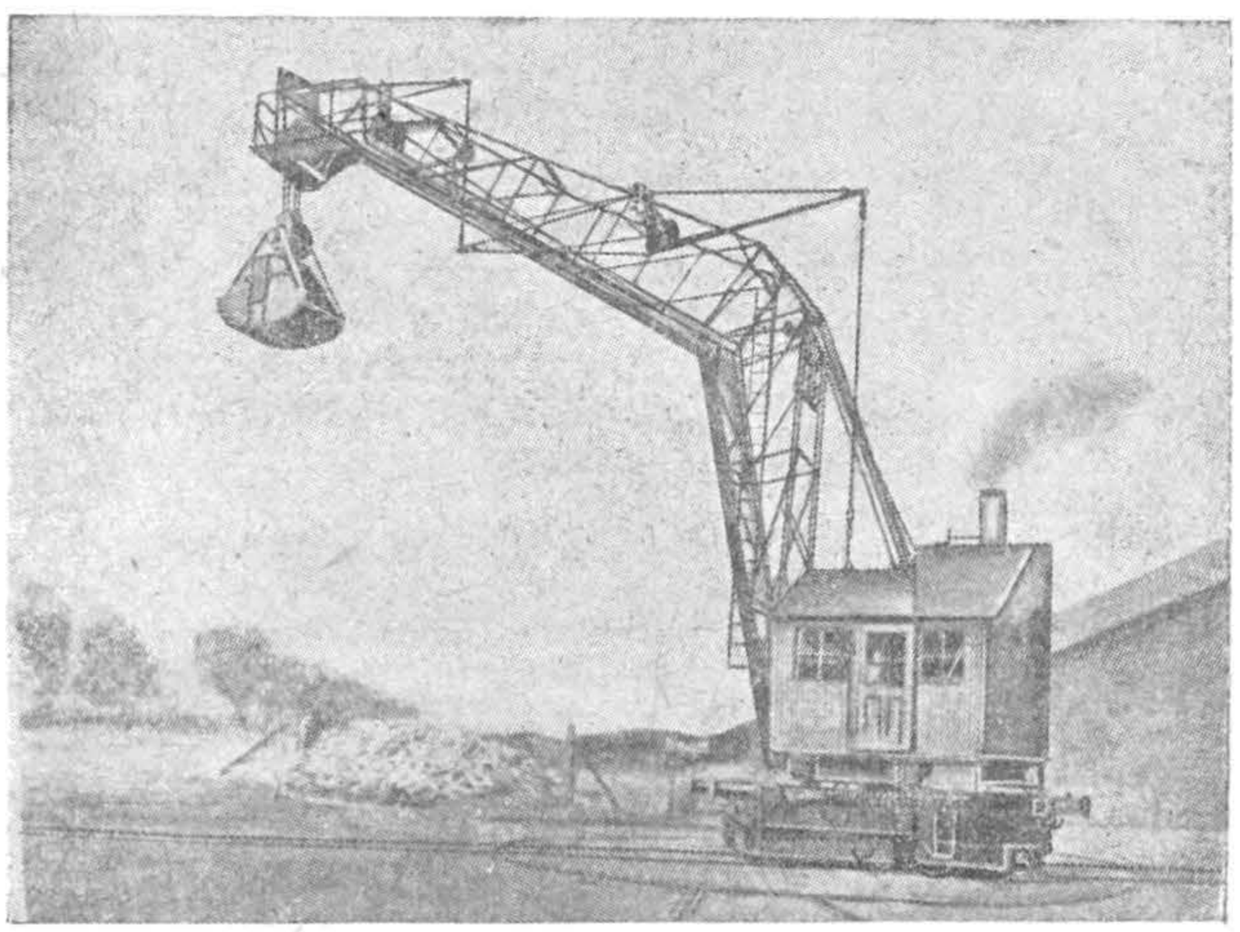
На дорогох СССР 75% всего потребляемого паровозами угля проходит через эстакады.

По конструкции и материалу эстакады можно распределить на три вида: 1) деревянные, 2) железобетонные, 3) металлические. По постоянству места эстакады разделяются на подвижные и неподвижные.

По расположению эстакад по отношению путей для снабжения паровозов эстакады разделяются на поперечные и продольные.

На дорогах СССР до настоящего времени строились исключительно деревянные эстакады. По указанию народного комиссариата путей сообщения впредь должны строиться железобетонные или металлические эстакады.

Америка также имеет большое количество деревянных эстакад, но вновь их почти не строит, давая при этом предпочтение элеваторным установкам, о которых сказано ниже. Железобетонные и металлические эстакады большое распространение получили в Германии. Продольные эстакады применяются при малом количестве паровозов, одновременно подлежащих экипировке, так как они имеют максимум два пути для снабжения паровозов и при скоплении последних возможны непроизводительные простои, хотя бы и при большом количестве бункеров. Поперечные эстакады практически имеют до шести независимых сквозных путей для снабжения паровозов и следовательно целесообразней при больших объемах работ, а также в тех случаях, когда необходимо обеспечить подачу топлива без отцепки паровозов от поездов непосредственно на станционных путях.



Фиг. 160

Подвижные эстакады должны быть легкие, и поэтому, как правило, они бывают металлические. Подсобные эстакады почти всегда бывают в комбинации с портальными или грейферными кранами, благодаря чему сильно сокращается транспортировка угля по территории склада. Металлические подвижные эстакады наибольшее распространение имеют в Германии. Кроме указанных характерных признаков эстакады можно квалифицировать по механическим средствам для подъема угля на эстакады, а именно на эстакады с подачей угля вагонетками, вагонами, периодически действующими подъемниками, непрерывными транспортерами, грейферными кранами, портальными кранами, по горизонтали (при расположении уровня склада выше уровня пункта снабжения).

Угольная эстакада с подачей угля вагонетками. Подача угля со склада к угольной эстакаде происходит в узкоколейных опрокидывающихся вагонетках грузоподъемностью в 1 *m*. Вагонетки передвигаются по тракционным путям с помощью тягачей. Вагонетки, прибывшие к угольной эстакаде, устанавливаются на специальном отстойном пути, откуда вручную подаются на весы, взвешиваются и проталкиваются далее до автомата включения, где специальные щеки тележки производят захват каната. Включившись в тяговый канат, вагонетки поднимаются по наклонной части эстакады, проходят переходную часть и попадают к бункерам. Вагонетка имеет возможность пройти последовательно мимо всех бункеров. Около того бункера, где необходимо разгрузить вагонетку, рабочий открывает канатный зажим, и она останавливается. Произведя разгрузку вагонетки, рабочий прогоняет ее до ближайшего автомата включения

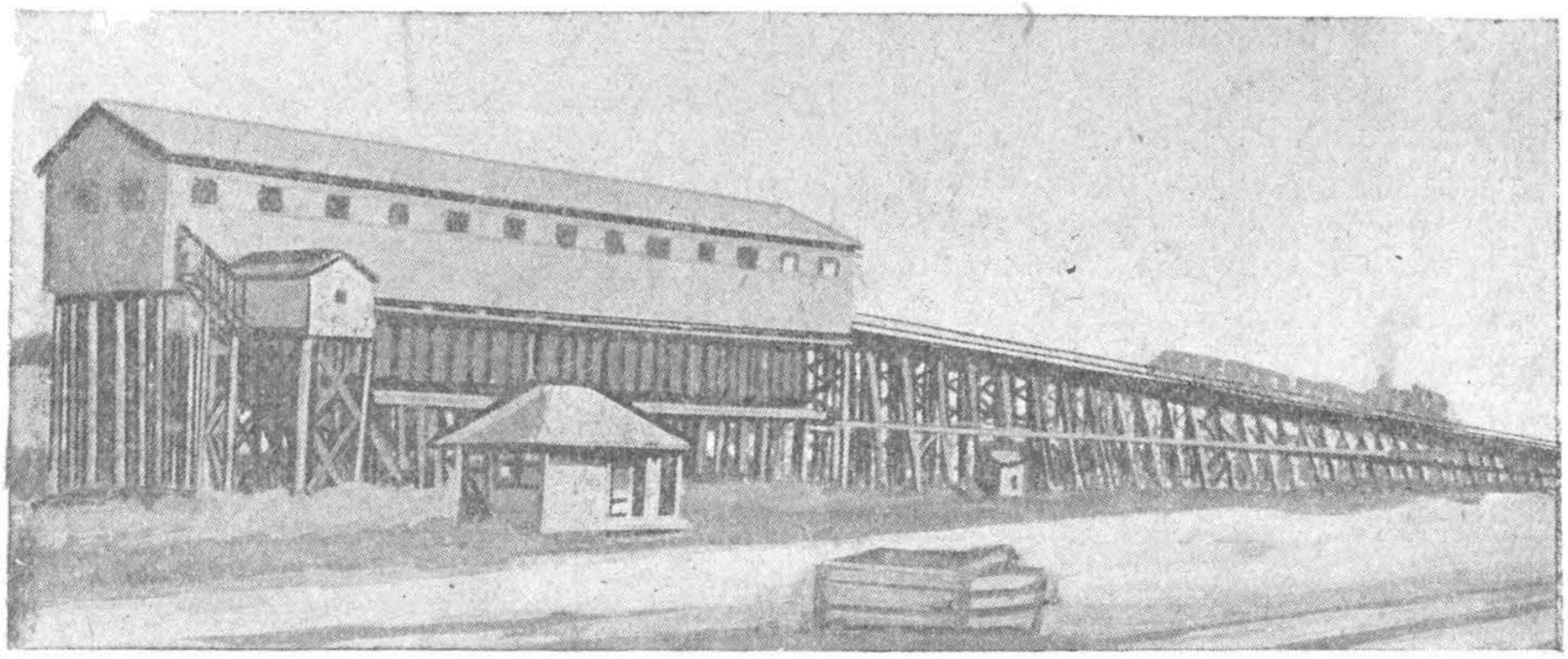
НБ УКНТ (ДГТ)

на эстакаде, где она соединяется с тяговым канатом и спускается по соседнему пути вниз эстакады. Внизу вагонетка автоматически отключается от тягового каната и вручную откатывается к отстойным путям. На наклонной части эстакады установлены специальные скоростные ловители, которые при саморасцеплении вагонетки с канатом или обрыве каната задерживают вагонетку. Люки бункеров эстакады закрываются крышками, которые в открытом положении образуют направляющие стенки.

Эстакада деревянной конструкции, недолговечна и опасна в пожарном отношении. Емкость каждого бункера эстакады 6,5 *т*. Эстакада имеет два пути для снабжения паровозов, поперек которых располагаются бункерные секции, из которых каждая включает в себя четыре бункера. Емкость всех бункеров эстакады рассчитана на $^1/_3$ суточного расхода топлива, а поэтому количество секций определяется для каждого конкретного случая отдельно. Основные технические показатели такой эстакады следующие:

Полезная емкость бункера	6,5 *т*
Число экипировочных путей	2
Емкость вагонетки	1 *м*³
Скорость движения вагонетки	0,5 *м/сек*
Угол наклона галлереи	14°35′
Длина наклонной части	36,56 *м*
Длина одной секции бункерной эстакады	2,24 »
Максимальное усилие по канату	2400 *кг*
Мощность мотора лебедки	18 *л. с.*

За последнее время несколько таких эстакад было построено на железных дорогах СССР. При эксплуатации этих эстакад выяснились неудовлетворительная



Фиг. 161

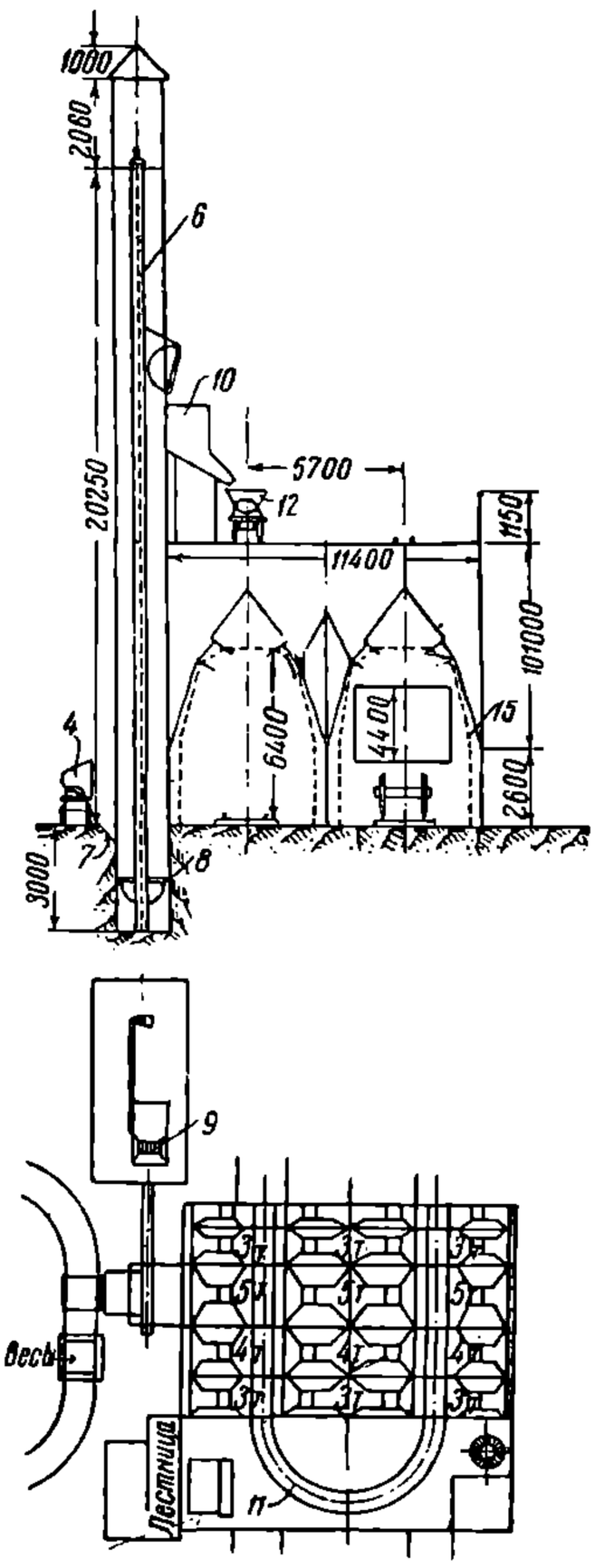
работа канатов и быстрый их износ, вследствие чего постройка таких эстакад прекращена. Вместо этого типа эстакад будут строиться железобетонные эстакады с ленточной подачей угля.

Эстакада с подачей угля вагонами. Эстакады с наклонным въездом еще не так давно были наиболее употребительным типом в условиях американской железнодорожной практики. В настоящее время такие эстакады там еще имеются, но новые почти не строятся. Одна из таких эстакад показана на фиг. 161. Высота подобных эстакад доходит до 15 *м* и более, что дает возможность разгрузить стоящий на эстакаде вагон нормального типа в бункер, помещенный ниже эстакадного пути, и далее подать уголь самотеком на тендер паровоза. Подъем наклонного въезда на эстакаду устанавливается соответственно силе тяги паровоза и весу вагонов, одновременно подаваемых на эстакаду. Когда длинный въезд по местным условиям неосуществим, устанавливается стационарная установка под эстакадой, и подъем вагонов с углем происходит канатом. Подъем наклонной плоскости в этом случае доходит до $100^0/_{00}$. Такие эстакады обыкновенно бывают на деревянных и бетонных опорох и выдерживают нагрузку от наполненных углем

НБ УЛИТ (ДИТ)

бункеров, паровоза и вагонов. Часто эти эстакады оборудуются паропроводом для разогревания смершихся кусков угля. Подобные установки работают вполне хорошо, но требуют больших расходов по содержанию и, благодаря подъему угля на эстакаду паровозом вместе с вагонами, не выдерживают критики с точки зрения стоимости подачи топлива и безопасности работ.

Эстакады с лифтовыми подъемниками. На фиг. 162 показана схема эстакады с лифтовым подъемником. Бункеры этой эстакады *15*, расположенные в одном ряду поперек железнодорожной колеи, составляют одну секцию. Более часто встречаются двухсекционные эстакады. Емкость бункеров 3—4—5 *т*. Бункеры прямоугольной призматической формы с наклоном стенок в нижней части в 57°. Количество бункерных секций в продольном ряду определяется суточным расходом угля. На складе уголь загружается в саморазгружающиеся вагонетки *4* емкостью в 1 *т*, шириной колеи 750 *мм*. Перед эстакадой вагонетки взвешиваются и подаются к шахте подъемника, где разгружаются в ковш *8*. Ковш грузоподъемностью в 1,25 *т* с помощью фрикционной лебедки *9* и троса *6* поднимается наверх со скоростью около 0,40 *м/сек*. Немного выше воронки *10* ковш автоматически разгружается. Из воронки *10* уголь попадает в вагонетку *12*, установленную на узкоколейном пути *11*. Вагонетки на эстакаде передвигаются по кольцевому пути и следовательно могут быть разгружены в любой бункер. Эстакада снабжена звонковой сигнализацией. При подкатке вагонетки к эстакаде включается автоматически звонок, дающий наверх сигнал приготовиться. Трехкратная пересыпка угля, отсутствие автоматической остановки лифта при обрыве троса, засыпка углем приемной шахты подъемника являются недостатками этой установки. Деревянная конструкция эстакады недолговечна, требует больших эксплуатационных расходов и опасна в пожарном отношении. Такие эстакады являлись одним из первых типов эстакад, построенных в СССР.

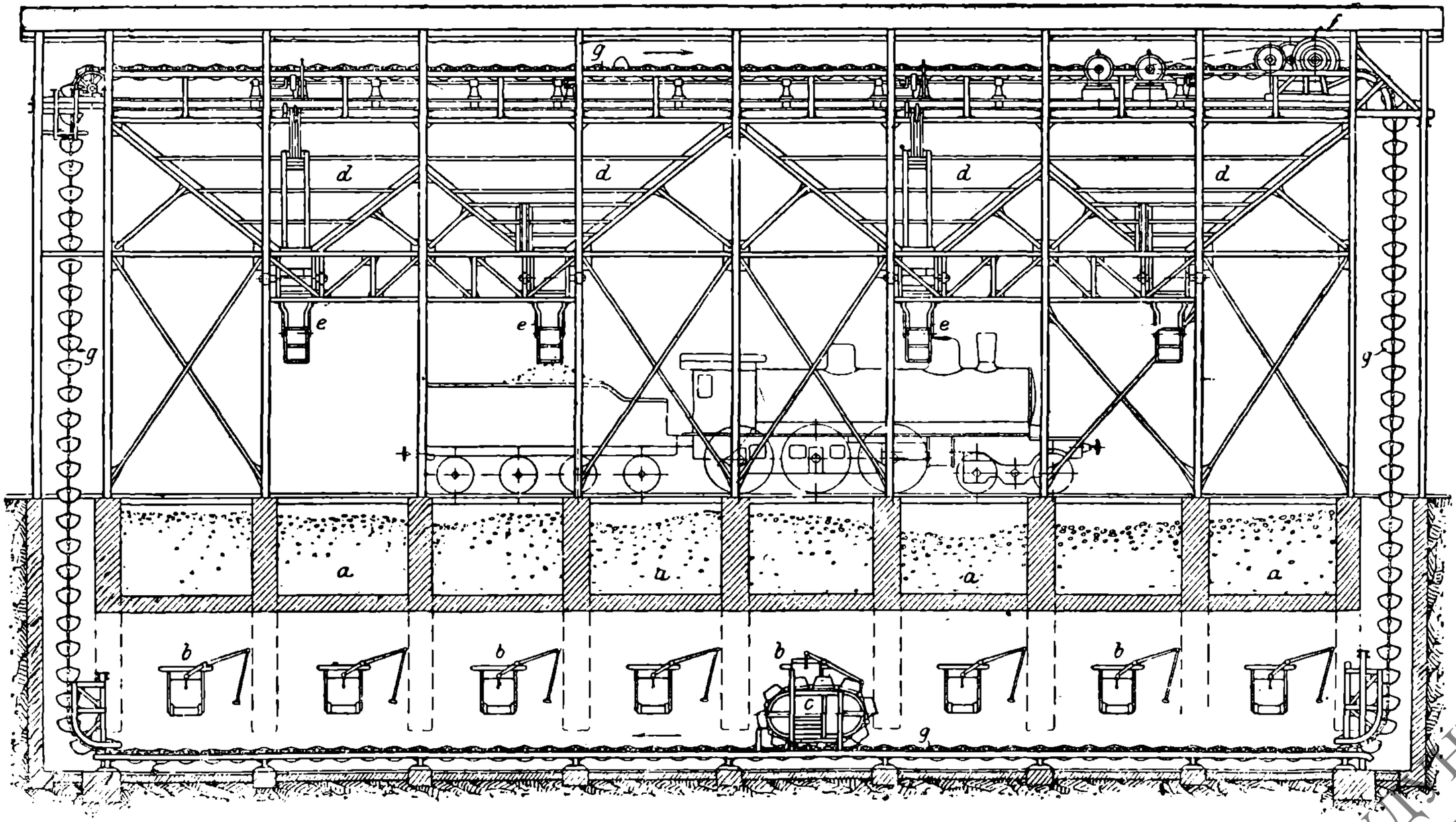


Фиг. 162

Эстакады с непрерывной подачей топлива. Подобные установки имеются на станциях Саарбрюкен, Антверпен и Мюнхен. Прибывающий уголь разгружается в приемники *а* (фиг. 163), расположенные ниже уровня железнодорожных путей. Из приемников через специальные затворы *b* уголь может попасть в передвижной бункер *с* и далее в ковш конвейера. Конвейер состоит из качающихся ковшей емкостью 50 *л*, расположенных друг от друга на расстоянии 700 *мм*. При скорости движения конвейера в 0,15 *м/сек* подается 30 *т/час* угля. Разгрузка ковшей может происходить в любом месте. Последнее достигается соответствующей установкой упора для опрокидывания ковшей. В Саарбрюкене и Мюнхене погрузка угля на паровозы производится посредством опрокидных мерных барабанов. В Саарбрюкене эти барабаны приводятся в движение ручным способом, в Мюнхене для этой цели применяется мотор в 6 *л. с*. Из мерного барабана уголь попадает в направляющий лоток *е* и через него на тендер. Одновременно могут снабжаться четыре паровоза. При среднем наборе 4—5 *т* угля погрузка производится в течение 5 мин.

В Антверпене требовалось смешение углей, для чего применялись соответствующие мерные сосуды емкостью 100, 200, 400 *кг* угля с передвижными вручную задвижками. Земляной приемник в Саарбрюкене вмещает 1 000 *т* угля, в Мюнхене — 1 500 *т*, в Антверпене — 2 200 *т*. Емкость бункеров в Саарбрюкене и Мюнхене по 200 *т*, в Антверпене 100 *т*. Стоимость таких установок относитель-

НБУВ ЧИТ (ДІТ)



Фиг. 163

НБ УДУНТ (ДШТ)

но высока, особенно для мест, где приемники доходят до уровня грунтовых вод. Из непрерывно действующих механизмов, применяемых для подачи угля на эстакаду, часто встречается ленточный транспортер, основное преимущество которого перед периодически действующими подъемниками заключается в бесшумной работе и почти что во всех случаях меньшей стоимости переработки угля. Кроме того ленточный транспортер работает автоматически, требуя меньшего количества обслуживающего персонала. Применение ленточных транспортеров рассмотрено в разделе «Углесмесительные станции».

Железобетонные эстакады с грейферным краном. Подобные установки имеются в Южном Дортмунде и в Лангендрене. Угольный склад представляет собой большой бетонный закром. В отдельных случаях подобные закрома могут иметь отделения для хранения углей по маркам. Вдоль середины закрома-склада проходит по искусственной бетонной возвышенности железнодорожной путь нормальной колеи. Этот путь одновременно служит как для разгрузки угля на склад из саморазгружающихся вагонов, так и для передвижения грейферного крана, обслуживающего не только склад, но также и канавы для очистки шлака. Во время подачи вагонов под разгрузку кран уходит в конец пути. Одновременно подается 6—12 вагонов грузоподъемностью в 15 *т*. Продолжительность разгрузки одного вагона при двух рабочих составит примерно 6,5 мин. Для более рационального использования грейферного крана бункерные эстакады установлены по обоим концам угольного склада. Несаморазгружающиеся вагоны с углем устанавливаются на одном из путей для снабжения паровозов вблизи эстакады. В этом случае уголь из вагона забирается грейферным краном и может подаваться на склад, на эстакаду и непосредственно на паровоз.

Подобная установка в Южном Дортмунде располага грейферным краном грузоподъемностью в 2,75 *т*. Вылет крана 9 *м*. Мощность моторов крана— для поворота 5,52 *кв*, для подъема 22 *кв*, для передвижения крана 6,6 *кв*. При высоте хранения угля в 3 *м* указанный склад может вместить 4 590 *т*. Две эстакады вмещают 100 *т* угля. Одна эстакада имеет 24 бункера, другая — 26. Емкость каждого бункера 2 *т*.

Передвижные бункеры с грейферными передвижными кранами. Одной из наиболее заслуживающих внимания установок является установка передвижных бункеров с грейферными передвижными кранами. Проект такой установки для суточного расхода угля в 500 *т* разработан Проектным бюро механизации и машиностроения при НИС ЛИИЖТ.

Установка располагает двумя грейферными кранами и двумя передвижными бункерными эстакадами. Каждая передвижная эстакада имеет по два бункера емкостью по 25 *т*. Таким образом запас угля в бункерах может составлять 100 *т*. Скорость передвижения бункерной эстакады 0,5 *м/сек*, мощность мотора 24,5 *л. с.* Бункеры передвижных эстакад покоятся на рычажных весах и имеют механические затворы, обеспечивающие отпуск любого количества угля. Количество отпущенного на паровоз угля определяется разностью в показаниях весов перед началом снабжения и после подачи топлива на паровоз. Смешение углей достигается чередованием подачи углей различных марок. Эти установки могут быть организованы при различных формах угольных складов, обладают высокой производительностью, обеспечивая минимальный простой паровоза под набором угля, благоприятны с точки зрения стоимости переработки угля и обороноспособности страны.

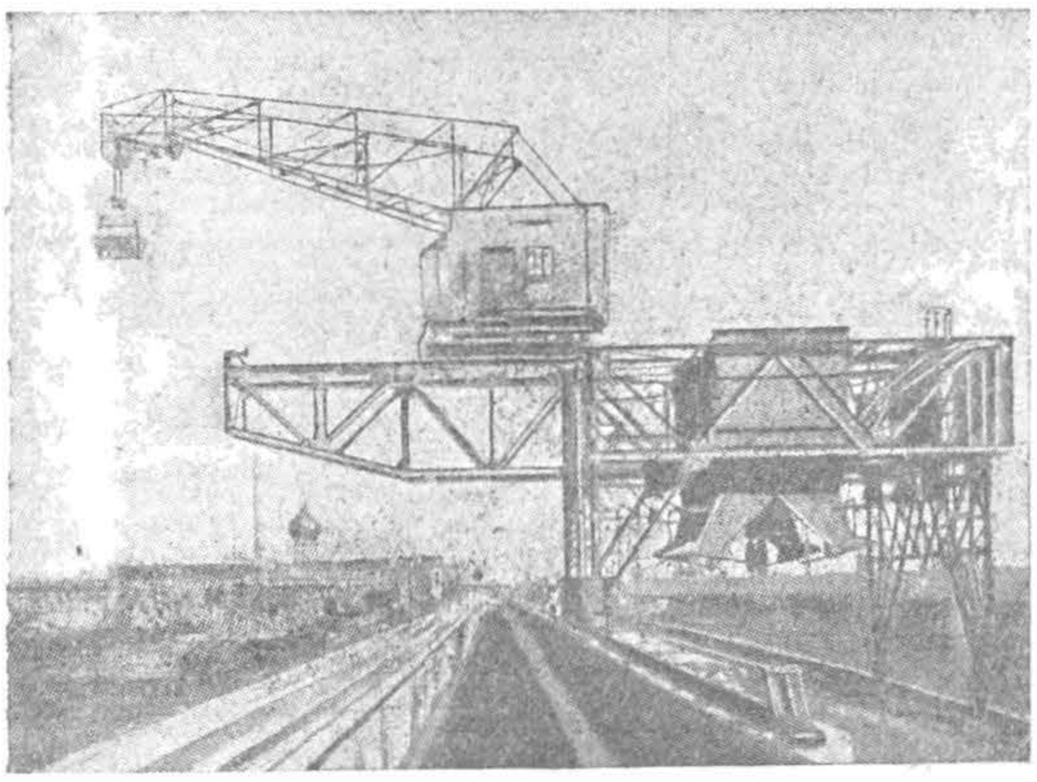
д) Портальные краны. Портальный кран с передвижными бункерами. Снабжение паровозов в Оснабрюке осуществляется при помощи двух портальных кранов и двух передвижных металлических бункерных эстакад (фиг. 164). Каждый портальный кран обслуживается грейферным передвижным краном емкостью грейфера в 1,5 *т*. Каждая бункерная эстакада имеет четыре открытых бункера емкостью по 25 *т* каждый.

Бункеры при помощи призм опираются на весы. Перед отпуском угля на паровоз весы устанавливаются в равновесие и открывается спускная заслонка. Разница между двумя показаниями весов (до подачи и после подачи) определяет количество поданного на паровоз угля. Мощность моторов крана: для подъема груза

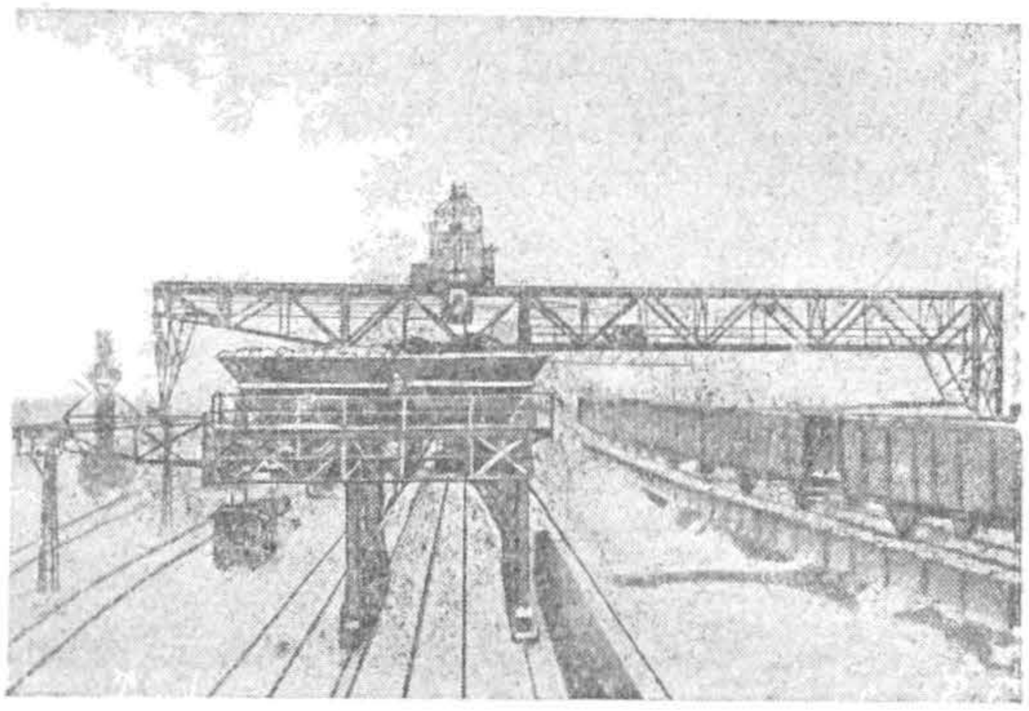
НБ УДУНТ (ДИТ)

на первом кране 21 *л. с.*, на втором 31 *л. с.*, для передвижения моста и бункерной эстакады 18 *л. с.*, для передвижения грейферного крана 11 *л. с.* Необходимо отметить, что второй опорой моста является эстакада. Склад представляет собой закром, вмещающий при высоте хранения угля в 3,5 *м* — 13 000 *т*. Вагоны, прибывающие на склад с углем, разгружаются с помощью грейфера.

Портальные краны с бункерами на них. На фиг. 165 показана установка для снабжения паровозов углем в Гельзенкирхен-Бисмарк. В портальном кране два бункера емкостью каждый по 40 *т*. В каждом бункере две раздаточные воронки, благодаря которым обеспечена возможность подачи угля на два соседних пути. Поворотный грейферный кран имеет грузоподъемность в 3,5 *т* и вылет стрелы 13,5 *м*. Бункерные весы оборудованы большим циферблатом, который виден как машинисту, так и раздатчику угля. Разность в показаниях весов до и после подачи топлива на паровоз определяет количество из-



Фиг. 164



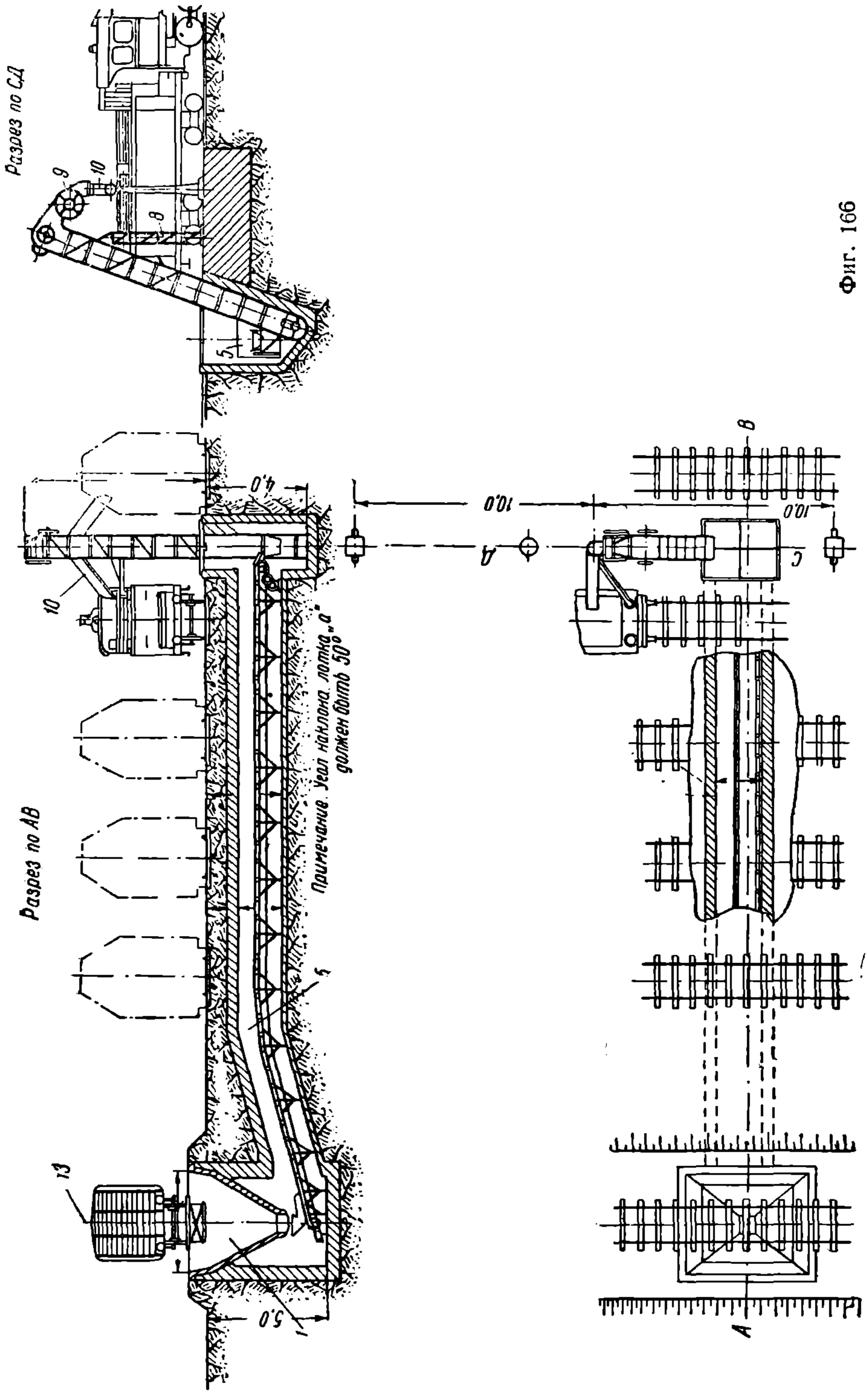
Фиг. 165

расходованного угля. Разгрузка угля на складе происходит из саморазгружающихся вагонов на эстакадном пути. Несаморазгружающиеся вагоны могут разгружаться с помощью того же грейферного крана. При портальных кранах угольный склад обязательно должен иметь прямоугольную форму, что является его недостатком, так как в конкретных условиях подобное требование подчас выполнить невозможно. Кроме того портальные краны относительно дороги и не выдерживают критики с точки зрения обороноспособности страны. Рассмотренный портальный кран имеет то преимущество, что в него вделаны бункеры большой емкости. Это позволяет ускорить процесс набора угля и дает возможность организовать работу грейферного крана в две смены, что сокращает количество обслуживающего персонала. При портальном кране без бункеров требуется круглосуточное обслуживание его для обеспечения снабжения паровозов в любое время суток, что приводит к увеличению штата. Простой паровоза благодаря подаче угля грейферным краном также повышается. Портальные краны встречаются относительно редко, главным образом в Германии. Целесообразней вместо портальных кранов устанавливать передвижные бункеры с грейферными кранами.

е) Угольные колонны. Угольные колонны являются наиболее компактными установками для снабжения паровозов углем, благодаря чему возможна организация подачи топлива на паровозы без отцепки от поезда. Однако возможность снабжения паровозов углем на приемо-отправочных путях надо считать ограниченной. Практически в большинстве случаев, чтобы избежать отцепки паровоза, потребуется совмещение всех элементов экипировки паровоза, а поэтому необходимо будет оборудовать приемо-отправочные пути устройствами для чистки топок, набора песка, воды и т. д. Расположение всех экипировочных устройств на станционных путях безусловно усложнит работу станции и эксплуатацию экипировочных устройств. Установка угольных колонн на тракционных путях заслуживает большого внимания. На фиг. 166 показана схема про-

НБУВ ЧЧТ (ДПТ)

екта снабжения паровозов углем без отцепки от поезда, разработанная Проектмехтрансом. Уголь со склада топлива поступает к приемнику *1* в саморазгружаю-



Фиг. 166

щихся вагонах *13*. Приемник должен быть удобно соединен со складом, а также и с путями прибытия для возможности непосредственной отгрузки прибывшего угля в приемник. Путь приемника целесообразно иметь сквоз-

14 18668 Штанге 327/1

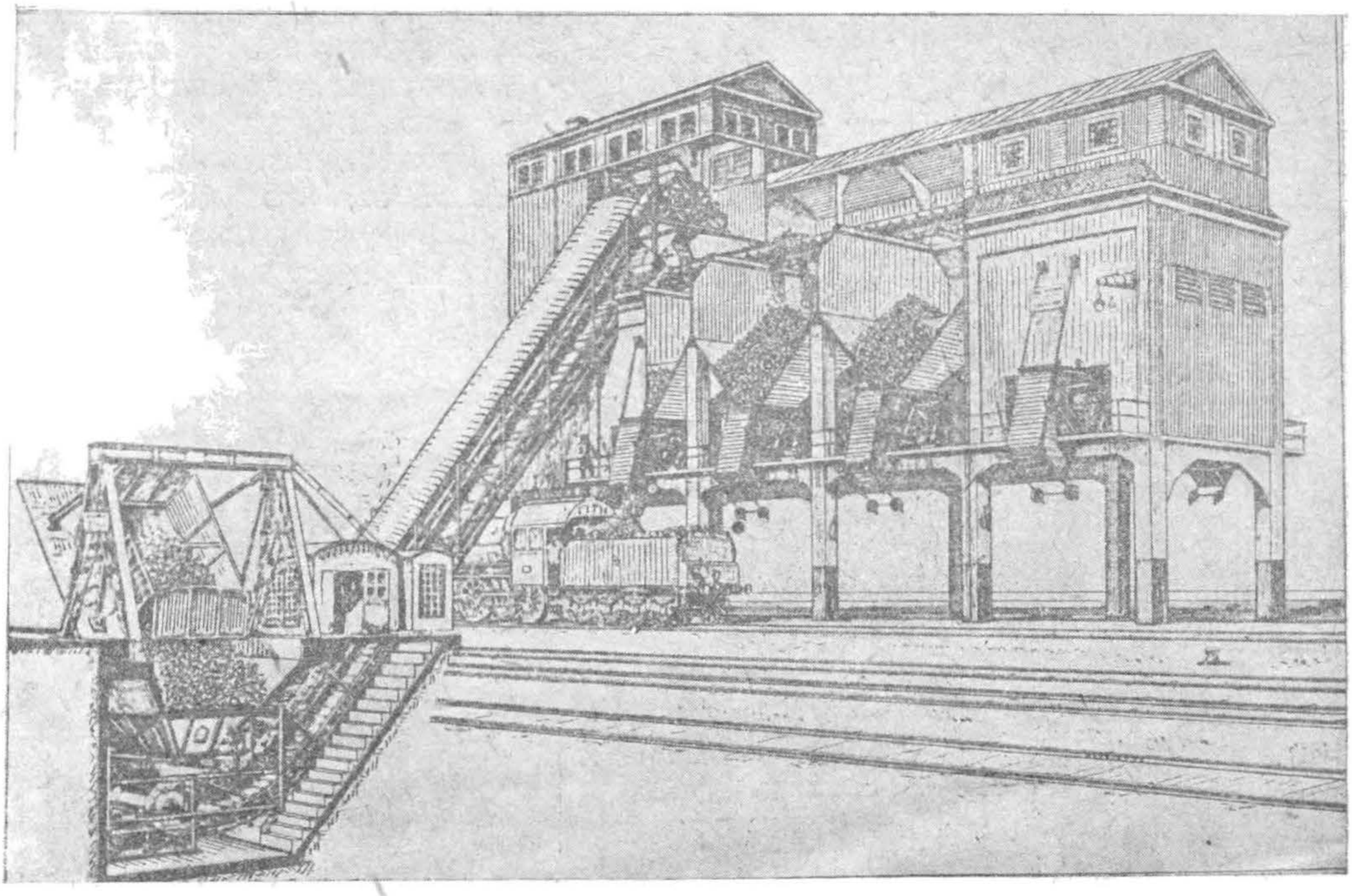
НБ УГЛТУ (ДГТ)

ным, так как это обеспечивает более удобный оборот вагонов, и длина пути должна быть рассчитана на потребное количество вагонов с одной стороны порожних, с другой — груженых. Емкость угольной ямы целесообразно назначить не менее 60 *т*, что позволит производить разгрузку большегрузных вагонов, прибывших с поездом. При большой производительности данной установки можно устроить длинный приемник, предусматривающий одновременную разгрузку нескольких вагонов, но в данном случае потребуется дополнительный транспортер вдоль приемника. Из приемника *1* уголь попадает на ленточный транспортер, установленный в галлерее *5*, идущей под станционными путями к месту снабжения паровозов. С конвейера *5* через приемную воронку уголь попадает в ковши нории. Ковши нории размером 600 ×380 ×380 *мм* могут забирать большие куски угля. Нория подает уголь на весы — дозатор *9*. Дозатор состоит из четырехсекторного вращающегося барабана диаметром 1,25 *м*. Секторы вращающегося барабана последовательно загружаются углем и при опрокидывании высыпают уголь в направляющий лоток. Счетчик автоматически отмечает число оборотов секторов. Вместо подъемного дозатора желательно было бы установить весы с вращающимся барабаном, но в настоящий момент производство подобных весов еще недостаточно освоено. Направляющий лоток *10* вращающийся; он может обеспечить подачу угля на два соседних пути. В случае остановки нории транспортер останавливается автоматически. Нория, дозатор и лоток укрепляются на металлической колонке *8* высотой 5 *м*. При расположении установки между путями расстояние между осями путей должно быть не менее 6,5 *м*. При установке угольной колонны на тракционных путях необходимость в транспортере и галлерее отпадает. Вместо нории можно поставить и скиповый подъемник, но в этом случае количество подаваемого угля должно быть кратно емкости скипа, примерно 2 *т*, что ухудшает гибкость установки в отношении отпуска на паровоз любого дробного количества угля. Угольная колонна по сравнению с эстакадами и башенными установками отличается малой видимостью, что имеет большое значение с точки зрения обороноспособности. Предельная проектная производительность транспортера 100 *т/час* при мощности мотора транспортера около 10 *л. с.* (в зависимости от длины транспортера). Производительность нории 110 *т* (на 10% более производительности транспортера). При проектировании подобных установок необходимо предусмотреть возможность работы установки от парового или воздушного двигателя, питающегося от снабжаемого паровоза. Подобные установки осуществлены американским обществом «Фегфильда». Установки «Фегфильда» грузят 1,5—2 *т/мин*.

ж) Элеваторные установки. Более поздним типом углеснабжающей установки, получившим большое распространение на американских железных дорогах, а также встречающимся в Англии, Германии и Франции, является элеваторный тип. При этом, как правило, устраивают совмещение возможно большего количества элементов экипировки паровоза, о чем подробно сказано в разделе «Совмещенные экипировочные установки». Как правило, элеваторные установки строятся в пунктах снабжения паровозов с суточным расходом угля более 500 *т*. Однако практика американских железных дорог имеет случай эксплуатации подобных установок при суточном расходе угля в 200 *т* и менее. Элеваторный тип углеснабжающей установки имеет башню, в которой хранится необходимый запас угля. Около башни обыкновенно располагается приемник угля, находящийся ниже уровня пути, для подачи вагонов с топливом. Уголь подается в саморазгружающихся вагонах. При малом количестве саморазгружающихся вагонов во Франции и Германии для механизации разгрузки применяются боковые и торцевые и даже двухсторонние опрокидыватели. При расположении склада топлива на большом расстоянии от пункта снабжения паровозов, особенно когда их разделяют различные сооружения, применяются подвесные дороги. Реже подъем угля производится на верх башни вместе с вагоном, где разгрузка последнего происходит также опрокидывателем. Из приемника уголь подается в башню чаще всего норией или скиповым подъемником. В башне уголь разгружается по желанию в один из раздаточных бункеров. Каждый бункер или отделение имеет внизу дверцу и раздаточный лоток, через которые под действием собственного веса

НБ УИЖТ (ДИТ)

уголь попадает на тендер паровоза. Кроме основных бункеров бывают добавочные раздаточные весовые бункеры. В этом случае уголь сначала попадает в раздаточный бункер, взвешивается там и только после этого направляется на тендер паровоза. Бункеры обыкновенно бывают прямоугольного сечения с наклонным полом; в круглых бункерах дно делается коническим. Для обеспечения свободной подачи угля внутренние поверхности бункеров делаются гладкими. Обычная глубина заложения фундамента приемника угля около 5 *м* ниже уровня приемного пути. Глубину заложения фундамента можно уменьшить примерно на одну треть, но при этом получается приемник очень мелкий, и требуется специальное приспособление для подачи угля к конвейеру, так как в этом случае нельзя обеспечить непрерывную подачу угля самотеком. Элеваторные установки требуют прочной конструкции. Основания и приемник обыкновенно делаются из бетона. Поскольку нижняя часть приемника чаще находится ниже уровня грунтовых вод, к стен-



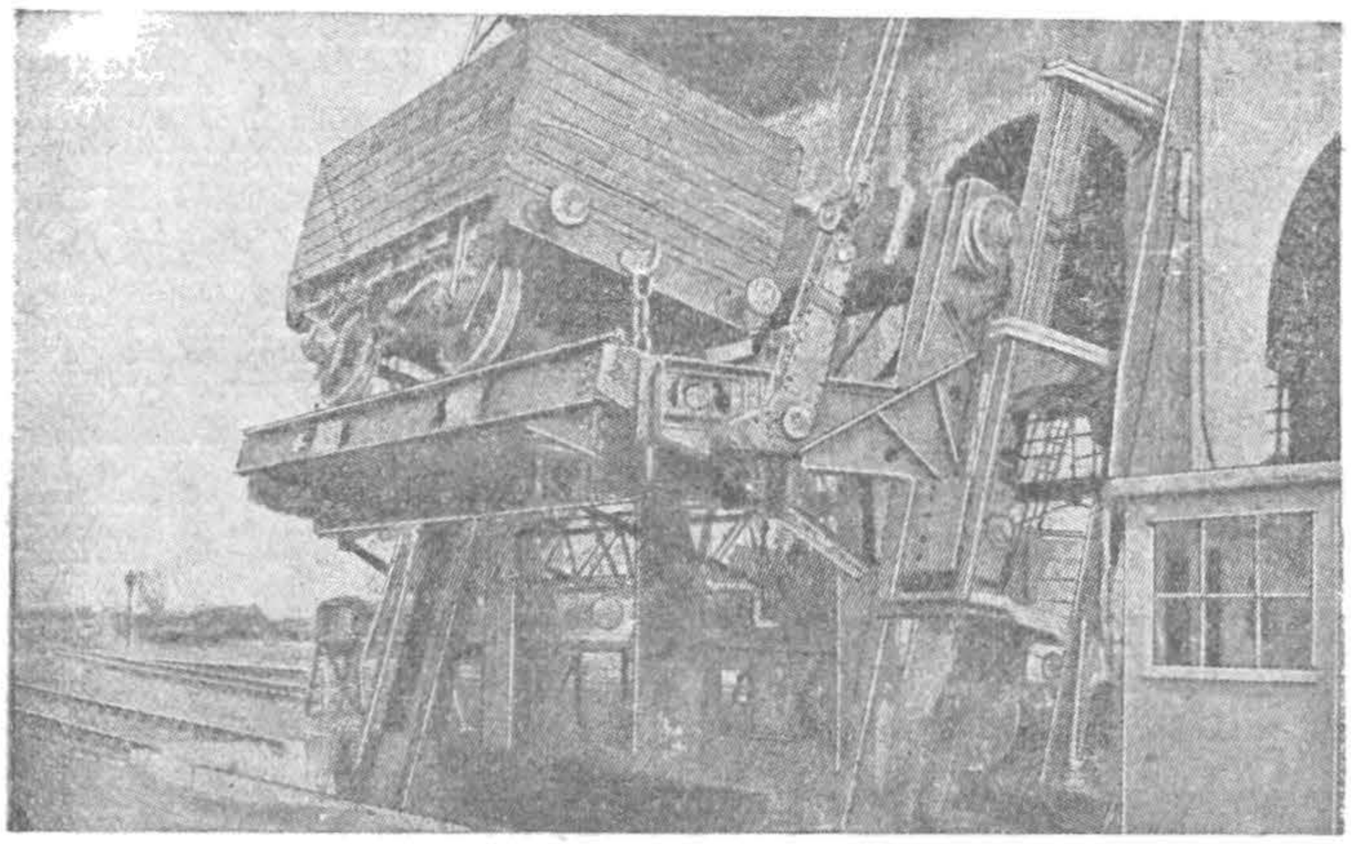
Фиг. 167

кам и полу его предъявляются требования водонепроницаемости. Надземные части сооружения делаются железобетонными, но бывают и металлические с цилиндрической формой бункера и конической воронкой. Кроме того бывают деревянные рамные элеваторные установки, но последние слишком недолговечны. Для обеспечения работы подъемно-транспортных устройств элеваторной установки дешевле и более желательно применять электрическое оборудование, но в этом случае необходим вспомогательный тепловой двигатель на случай перерыва подачи электроэнергии. Вместимость бункеров, обслуживающих один путь, обыкновенно бывает 50—100—200 *т*; на два пути — 150—300—500 *т*; на три пути — 500—1 000 *т*; на четыре-шесть путей — 500 —1 000—2 000 *т*. Ниже приводится описание элеваторных установок с различными способами подачи угля в башню.

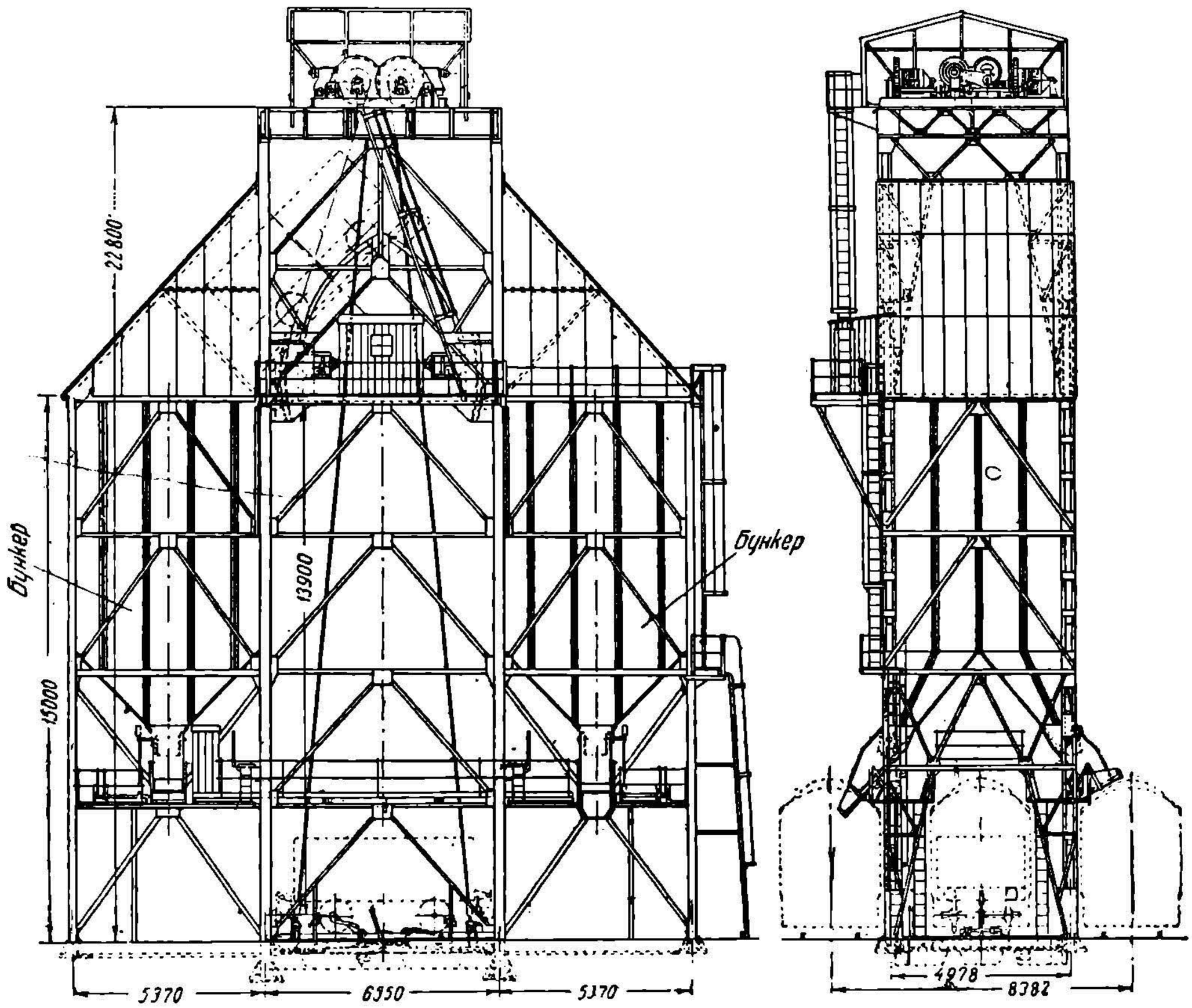
На фиг. 167 показана элеваторная установка для снабжения паровозов углем и песком в Вюрцберге (Германия). Уголь подается в обыкновенных железнодорожных полувагонах германского типа с откидными торцевыми бортами на площадку опрокидывателя. Площадка опрокидывателя имеет длину 8,5 *м*, грузоподъемность ее 30 *т*. Опрокидыватель двусторонний, благодаря чему разгрузка угля может происходить через любой торец вагона, а это обеспечивает разгрузку

НБ УГЛТУ (ДГТ)

тормозных вагонов без предварительного поворота их вне зависимости от положения тормозной будки. Опрокидыватель обслуживается электромотором в 20 *л.с.* и перерабатывает 4—5 пятнадцатитонных вагонов в час, т. е. часовая производительность его примерно равна 60 *т*. Из вагонов уголь разгружается в приемник и далее через специальный дозатор попадает на транспортер, расположенный под углом в 50°. Высота подъема угля 22 *м*, длина транспортера около 32 *м*, производительность транспортера 60 *т/час*. В верхней части башни расположены четыре больших бункера общей емкостью в 350 *т*, что обеспечивает 30-часовой расход подаваемого топлива на паровозы. В верхней части башни имеется продольный



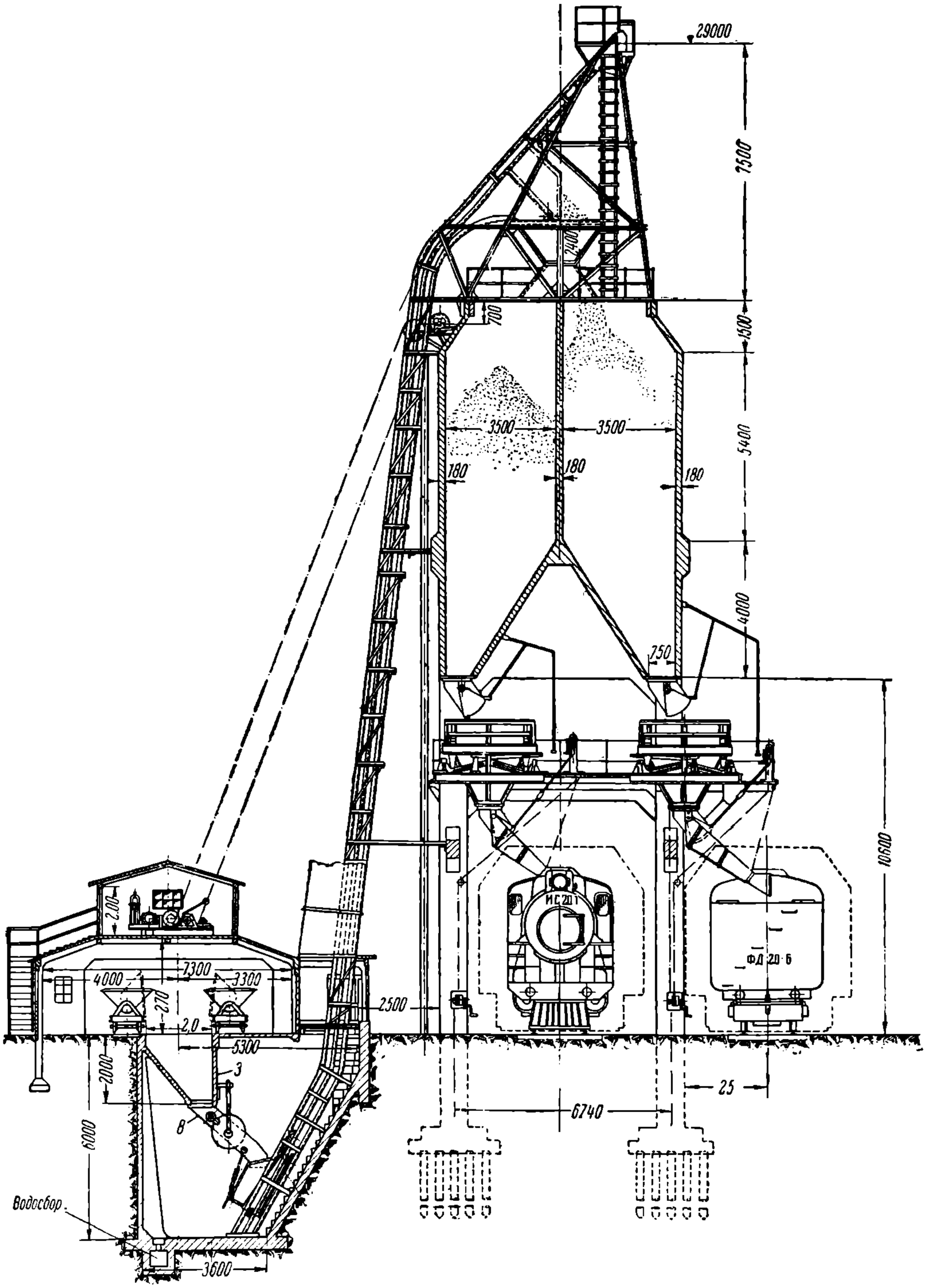
Фиг. 168



Фиг. 169

транспортер, который может подавать уголь в любой из четырех бункеров. Из верхних бункеров уголь самотеком направляется в нижние раздаточные бун-

НБ УДУНТ (ДПТ)

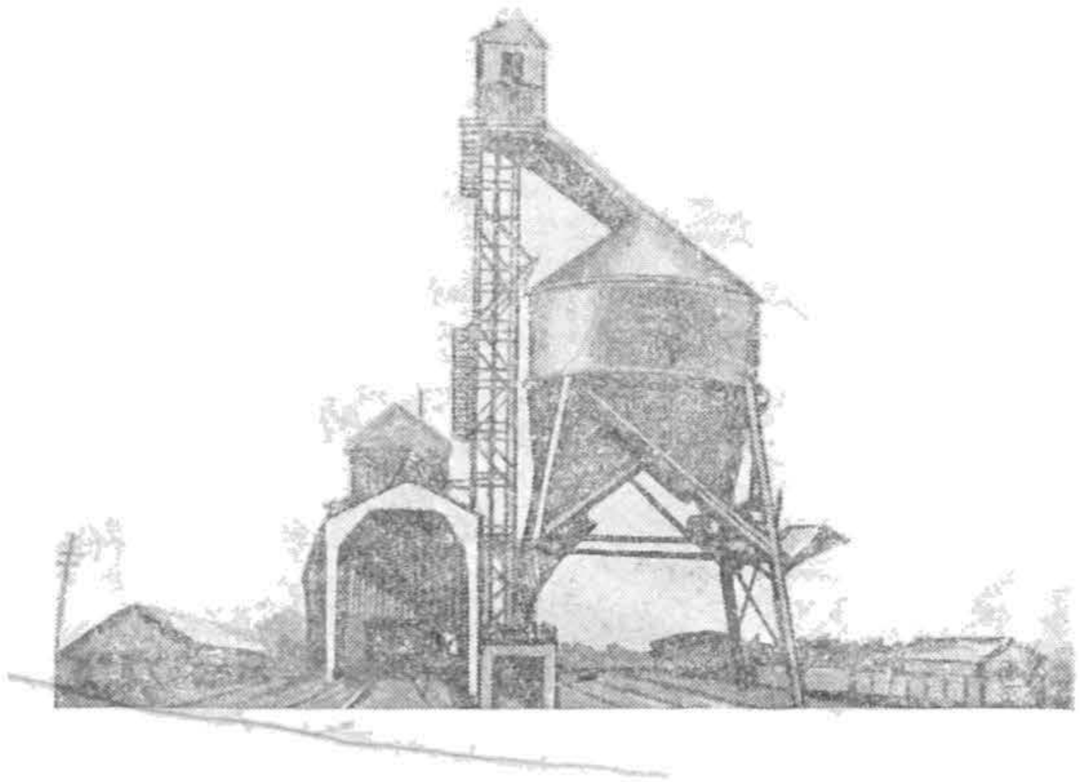


Фиг. 170

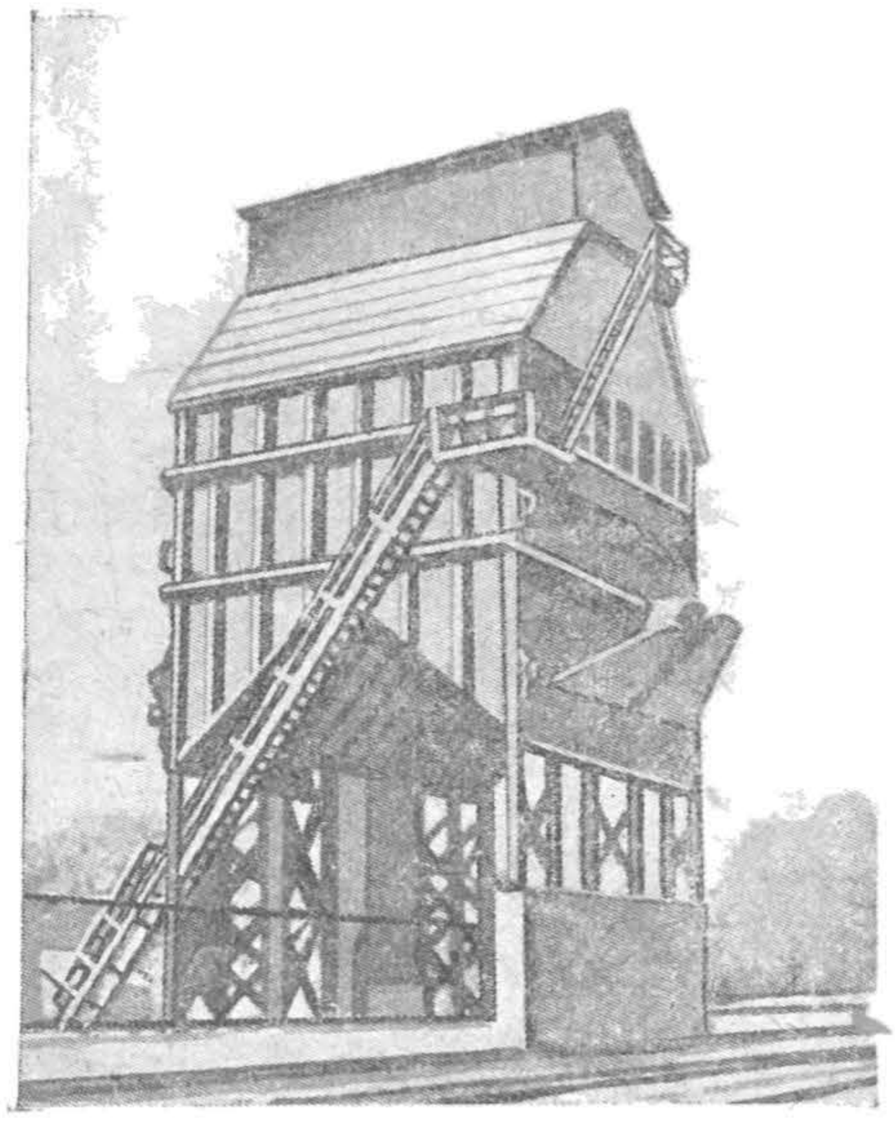
НБ УДУНТ (ДИТ)

керы, которые контролируют количество поданного угля на паровоз по объему. Таких мерных бункеров восемь, они соединены по два с большими бункерами и, как ясно видно из фигуры, обеспечивают подачу угля на два пути, расположенные вдоль башни. Как недостаток установки следует отметить большую высоту подъема угля — 22 *м* и сильное дробление угля благодаря многократным пересыпкам его. В этой же башне организованы сушка и подача песка на паровозы.

На фиг. 168 показан общий вид установки в Донкестере (Англия). К элеваторной установке уголь подается в полувагонах весом до 20 *т*. Вагон около элеватора устанавливается на специальной подъемной площадке. Вагон в момент начала подъема делает крен в сторону элеватора, соприкасается со специальной опорой вдоль всего вагона, чем и обеспечивается устойчивость его на подъемной платформе. Вагон с углем поднимается на высоту 18 *м*, где с помощью бокового опрокидывателя производится разгрузка угля. Элеватор железобетонной конструкции и имеет бункер емкостью в 500 *т*. Бункер имеет два отделения и это дает возможность хранения двух марок углей. Указанный подъемник обеспечивает подачу 240 *т/час* угля. Установка имеет два пути для снабжения паровозов и обслуживается одним человеком. Элеватор имеет также бункеры для сухого песка.



Фиг. 171



Фиг. 172

Подобного рода установка в Польмеди (Шотландия) показана на фиг. 169. Отличительной особенностью ее являются подъем вагона в средней части элеватора и возможность двухстороннего торцевого опрокидывания вагонов. Вагон устанавливается на подъемной платформе, которая при своем нижнем положении при необходимости может пропустить через себя паровоз, что ускоряет подачу и уборку вагонов. Площадка производит подъем вагонов весом до 20 *т*. Вагон, поступивший на платформу, соответственно закрепляется на ней; закрепление вагона должно соответствовать торцу вагона, в сторону которого он будет опрокидываться. Опрокидывание вагона происходит на высоте 15 *м* при помощи односторонней работы подъемника. Максимальный угол наклона вагона 45°, мощность двигателя подъемника 35 *л. с.*, часовая производительность подъемника 100 *т* при емкости вагона в 10 *т*.

На фиг. 170 показан проект башенной установки, разработанный Проектным бюро механизации и машиностроения при НИС ЛИИЖТ. При работе по загрузке башни углем в две смены суточная производительность установки 500 *т*. Башня состоит из четырех бункеров емкостью по 75 *т*, таким образом общий запас угля, вмещаемый в башню, 300 *т*. Объемы бункеров башни определены из расчета суточного расхода угля в 500 *т*, бесперебойной работы установки в течение 10 час.

НБ УГЛНТ (ДГТ)

после прекращения подачи угля при коэфициенте неравномерности подхода паровозов в 1,5:

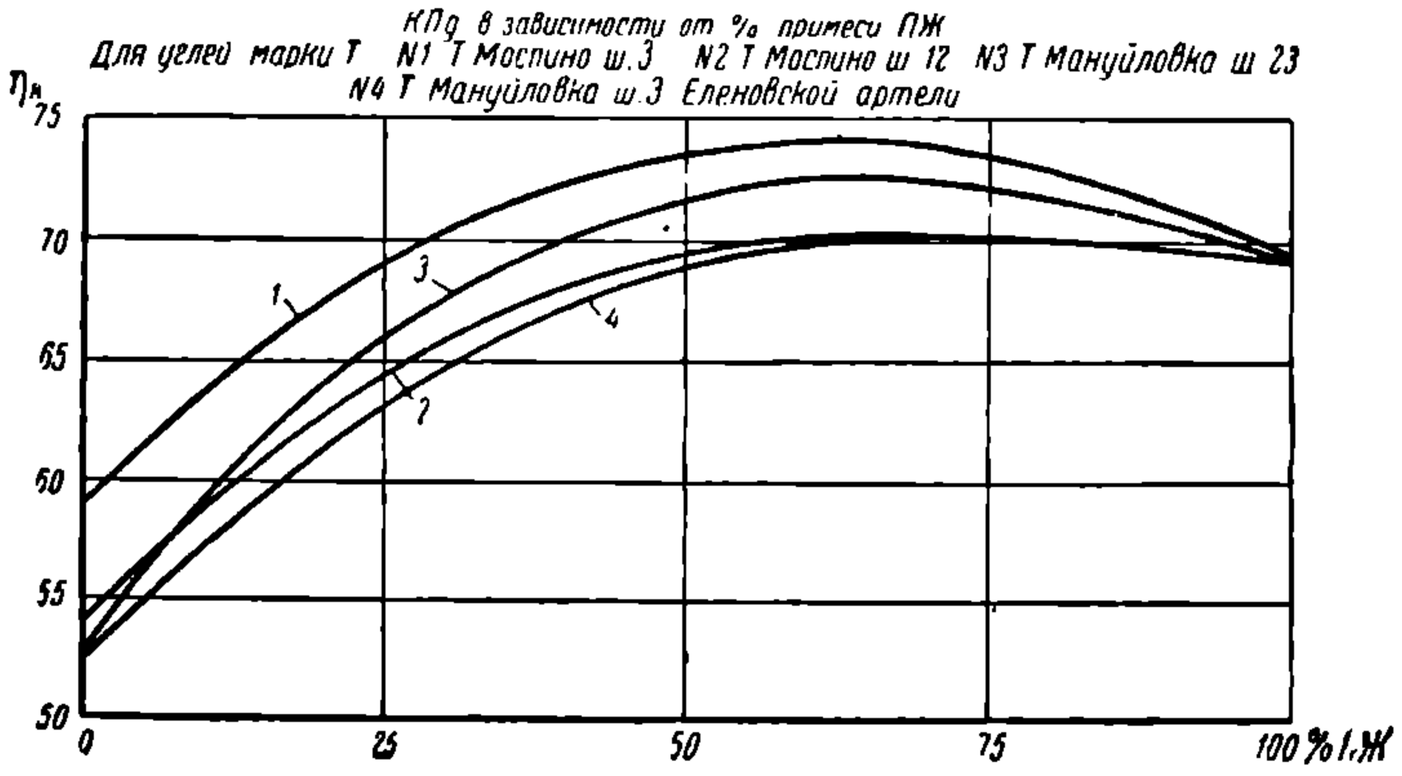
$$\frac{500}{24} \cdot 1{,}5 \cdot 10 = 312{,}5 \approx 300\ m.$$

Перед подачей топлива на паровоз уголь предварительно попадает в весовые бункеры емкостью по 10 *т*. Весовых бункеров два. Со склада уголь подается в саморазгружающихся вагонах емкостью в 1 *т* и разгружается в приемник *3*, что надо признать нерациональным, так как при наших длинах склада в 400—500 *м* при указанной сравнительно большой производительности более выгодно будет подача угля в специальных саморазгружающихся вагонах нормальной колеи. Через затвор-питатель *8* уголь попадает в скип подъемника емкостью 1,5 $м^3$. Скиповых подъемников два, мощность мотора скиповой лебедки 14 *л. с.*, скорость подъема 0,6 *т/сек*, экипировочных путей два; основные размеры установки ясно видны из фигуры.

Для полноты общего обзора на фиг. 171 показана двухпутная элеваторная углеснабжающая установка стальной конструкции с коническим дном бункеров; на фиг. 172 — деревянная рамная элеваторная установка. Разгрузка прибывающего угля в обоих случаях происходит из саморазгружающихся вагонов в приемник, далее с помощью скипового подъемника уголь подается в бункеры башни.

§ 43. Приготовление смесей и устройства для смешения угля

Железнодорожный транспорт расходует до 25% от всего потребляемого в СССР топлива, при этом 85% этого топлива сжигаются в топках паровозов. Громадный рост металлургической промышленности в период первой пятилетки и особенно второй заставил планирующие органы изменить систему распределения отдельных марок каменных углей между потребителями с целью повышения количества кокса для металлургии. Раньше основным сырьем для получения металлургического кокса служил уголь марки К, в настоящее время к этому привлекаются и остальные марки спекающихся углей, а-кто: Г, ПЖ, ПС, которые раньше считались преимущественно энергетическим топливом. Уже в 1934 г. («Известия» от 22 апреля 1934 г.) постановлением Совета труда и обороны было предложено транспорту снизить участие спекающихся углей в смесях до 40%. С приходом Л. М. Кагановича к руководству железнодорожным транспортом вопрос о возможности использования для отопления паровозов неспекающихся или слабо спекающихся углей (тощие Т, антрациты А, сухие длиннопламенные Д и наконец бурые угли) был поставлен на принципиальную высоту. Во второй половине 1936 г. инициатор борьбы за освоение тощих углей машинист депо Смоленск т. Катшен практически доказал возможность применения тощих углей для отопления паровозов. Эта инициатива была быстро подхвачена лучшими машинистами железнодорожного транспорта, и в настоящий момент можно смело заявить, что при отоплении паровозов любой маркой углей не может быть поставлен вопрос о невыполнении основных технических измерителей. Отопление паровозов любыми

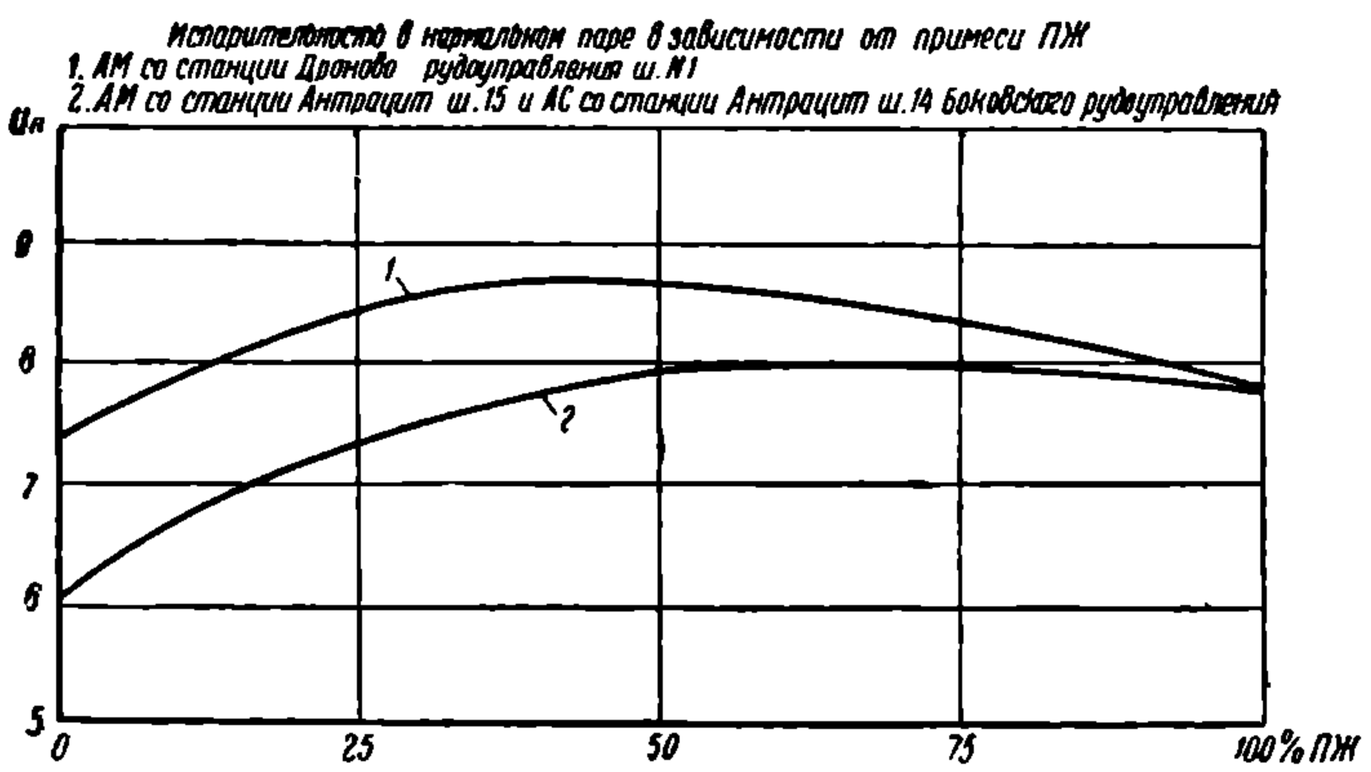


Фиг. 173

НБ УДУНТ (ДИТ)

углями имеет большое оборонное значение и наносит удар предельщикам, которые стараются при первой возможности свою плохую работу объяснить недостатком марок жирных углей. Однако все сказанное выше не исключает необходимости применения смеси углей для отопления паровозов при нормальных условиях работы, благодаря чему получается более экономное использование топлива. Это положение ясно видно из кривых фиг. 173 и 174, где указано влияние смеси углей на к. п. д. котла и испарительность. Кривые построены на основании опытов с паровозом серии Э, произведенных в 1930 г. на Донецкой ж. д. Из кривых ясно видно, как смесь дает возможность реализовать более полно хорошие свойства отдельных марок углей.

В настоящий момент на нашем железнодорожном транспорте распространены три основных способа смешения углей. При первом способе уголь, хранящийся в отдельных штабелях по маркам, подается на тендер бадьями механического крана или грейферным краном. Подача отдельных марок углей, входящих в смесь, производится попеременно в установленной пропорции, чем и обеспечивается некоторое перемешивание топлива. При подаче топлива к лотку тендера оно подвергается вторичному перемешиванию. При снабжении паровозов углем с помощью эстакады при данном способе получается тройное перемешивание топлива: при загрузке бункеров, при высыпке топлива из бункера в тендер и при подаче топлива к лотку. Все же такой способ не гарантирует однородности смеси, а следовательно не может дать должного эффекта при сжигании топлива. При первом способе сама паровозная бригада имеет возможность более тщательно перемешивать уголь на тендере, но такое мероприятие в нормальных условиях работы нельзя признать рациональным.



Фиг. 174

Второй способ заключается в том, что уголь хранится в смеси в штабелях. С этой целью уголь и антрацит различных марок выгружаются в два или три слоя и на паровоз подается уже готовая смесь. В данном случае получается дополнительное смешение угля. Этот способ надо признать наиболее нецелесообразным, так как при нем необходимо обеспечить планомерный подход углей на склад по маркам, а требования, предъявляемые к хранению углей в смеси, потребуют дополнительной площади склада.

Третий способ заключается в приготовлении специальных смесьевых штабелей в размере однодневного или двухдневного запаса. Этот способ надо признать наиболее рациональным из всех приведенных. Основной недостаток рассмотренных способов смешения угля заключается в относительно высокой их стоимости и в плохом перемешивании углей.

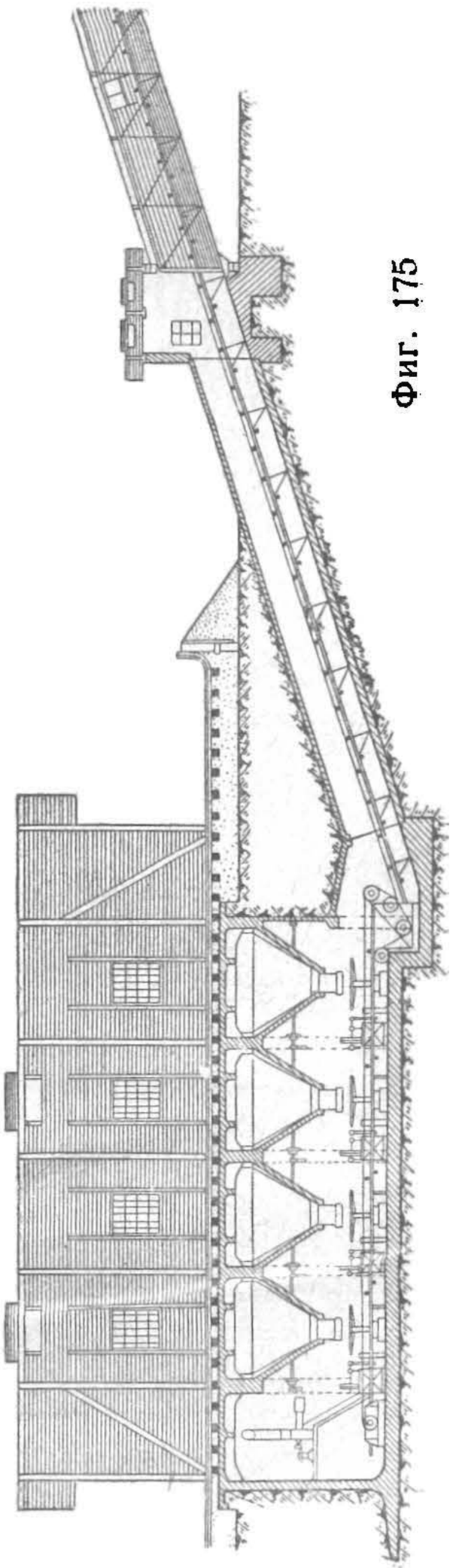
Эти два момента могут быть разрешены производством смешения углей на механизированных смесительных станциях. Оборудование смесительными устройствами всех пунктов потребления угля потребовало бы больших затрат и вызвало бы необходимость доставки большого количества марок углей в каждый пункт потребления для получения необходимой смеси. Для обеспечения бесперебойной работы углесмесительной станции в каждом пункте потребления пришлось бы строить угольные склады значительной емкости. Кроме того организация мелких смесительных станций повлекла бы к увеличению себестоимости 1 *т* переработанного угля. Организация крупных смесительных

НБУВ УНТ (ДПТ)

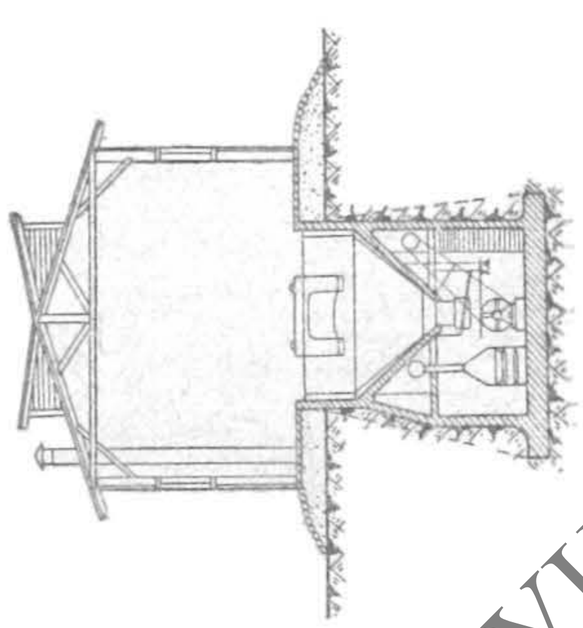
станций требует дополнительной перегрузки угля и часто приводит к встречным перевозкам. В настоящее время экономика этого вопроса еще достаточно не разработана, однако имеются проекты смесительных станций как для депо, так и для крупных установок, обслуживающих несколько пунктов снабжения паровозов.

Углесмесительные станции при депо

Проектмехмаш Ленинградского института инженеров транспорта по заданию НКПС разработал несколько вариантов углесмесительной станции для депо при суточном расходе угля в 500—750 *т*. Наиболее удачным вариантом оказалась подземная смесительная станция в комбинации с большеемкими раздаточными бункерами. Уголь, прибывающий на склад, разгружается с помощью грейферного крана. По мере надобности те же краны производят погрузку угля из штабелей в 25-*т* саморазгружающийся вагон-хоппер, который подается мотовозом к приемникам подземной смесительной станции. Уголь, прибывающий на склад в саморазгружающихся вагонах, может непосредственно направляться на смесительную станцию. Станция располагает четырьмя железобетонными приемниками емкостью по 25—30 *т* каждый (фиг. 175). В каждый бункер разгружается определенная марка угля. Емкость бункера следует делать больших размеров для возможности разгрузки в него саморазгружающихся большегрузных вагонов. Верхняя часть приемника закрыта решеткой размером 200 ×200 *мм*, благодаря чему устраняется пропуск больших кусков угля. Каждый приемник в нижней части снабжен выходным отверстием диаметром 750 *мм*. Через выходные отверстия уголь поступает на тарельчатые дозаторы, установленные под каждым приемником (фиг. 176). Подобные дозаторы применяются в коксовой промышленности, на смесительных станциях бельгийских железных дорог и вполне оправдали свое назначение. Вращение дисков дозаторов происходит от общего вала через конические зубчатые передачи. Подача требуемого количества угля с вращающегося диска дозатора на транспортер, проходящий вдоль выходных отверстий приемников, происходит при помощи сбрасывающих ножей. В зависимости от выдвигания сбрасывающего ножа можно получить необходимую подачу угля. Подача угля на ленту происходит одновременно из нескольких бункеров, благодаря чему на ленте образуется несколько слоев марок (фиг. 177). Транспортер подает уголь на раздаточную эстакаду, где уголь первоначально попадает на горизонтальный распределительный транспортер, с которого при помощи сбрасывающей тележки направляется в один из бункеров раздаточной эстакады. Раздаточная эстакада поперечного типа имеет четыре железобетонных бункера емкостью по 70 *т*. Бункеры снабжены секторными отсекающими затворами. Под каждым бункером имеются малые весовые бункеры емкостью по 12 *т*, установленные на специальных весах. Весы снабжены печатающим аппаратом, который отмечает вес каждой порции угля, отпущенной на паровоз. Продолжительность снабжения паровоза не превышает 3—4 мин. При такой установ-



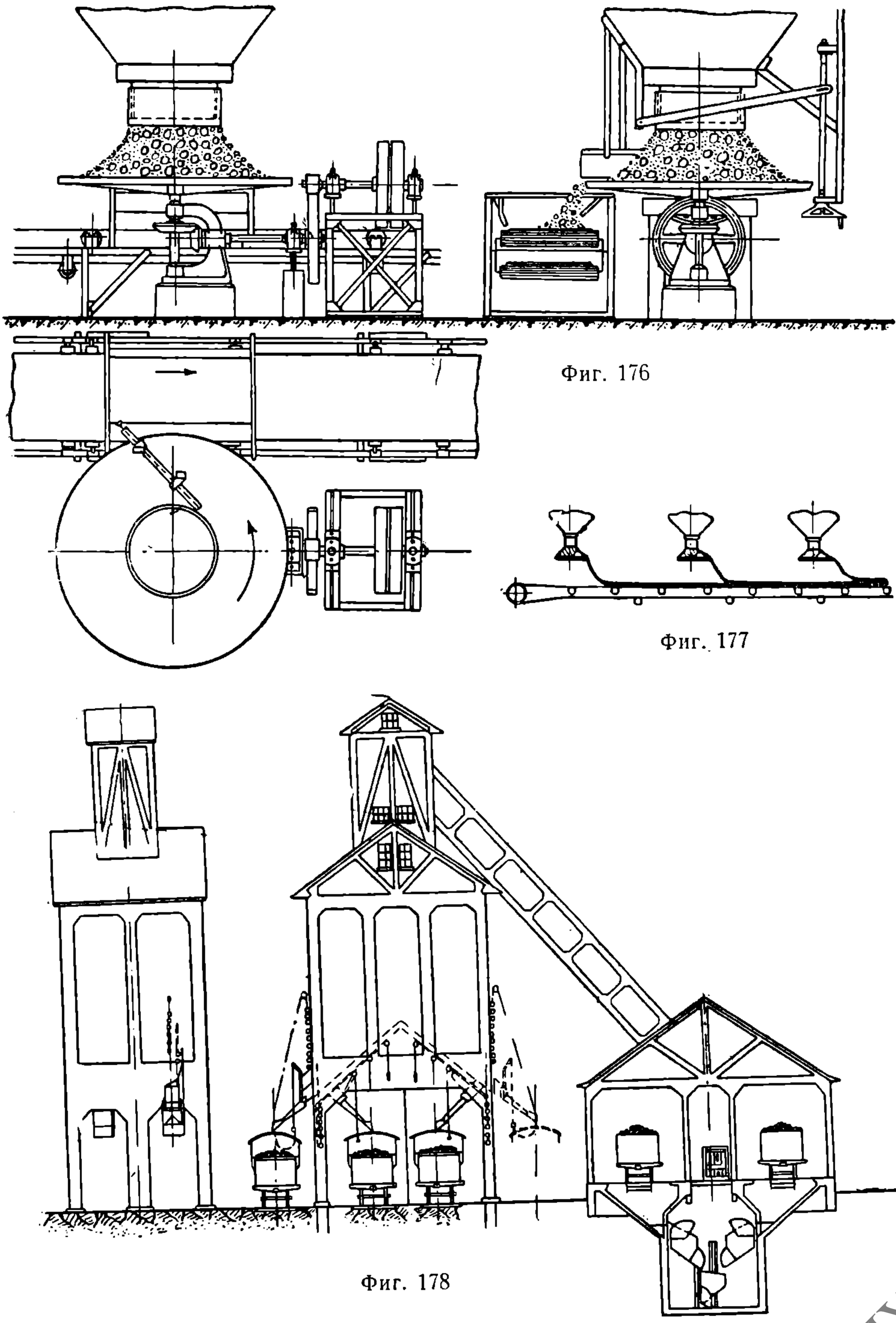
Фиг. 175.



НБУДУНТ (ДИТ)

ке достигается полная механизация смешения и подачи угля на паровозы. Мощности моторов установки следующие:

Смесительного транспортера	11 *кв*
Горизонтально-раздаточного транспортера	3 »
Дозаторов (мотор трансмиссии)	10 »



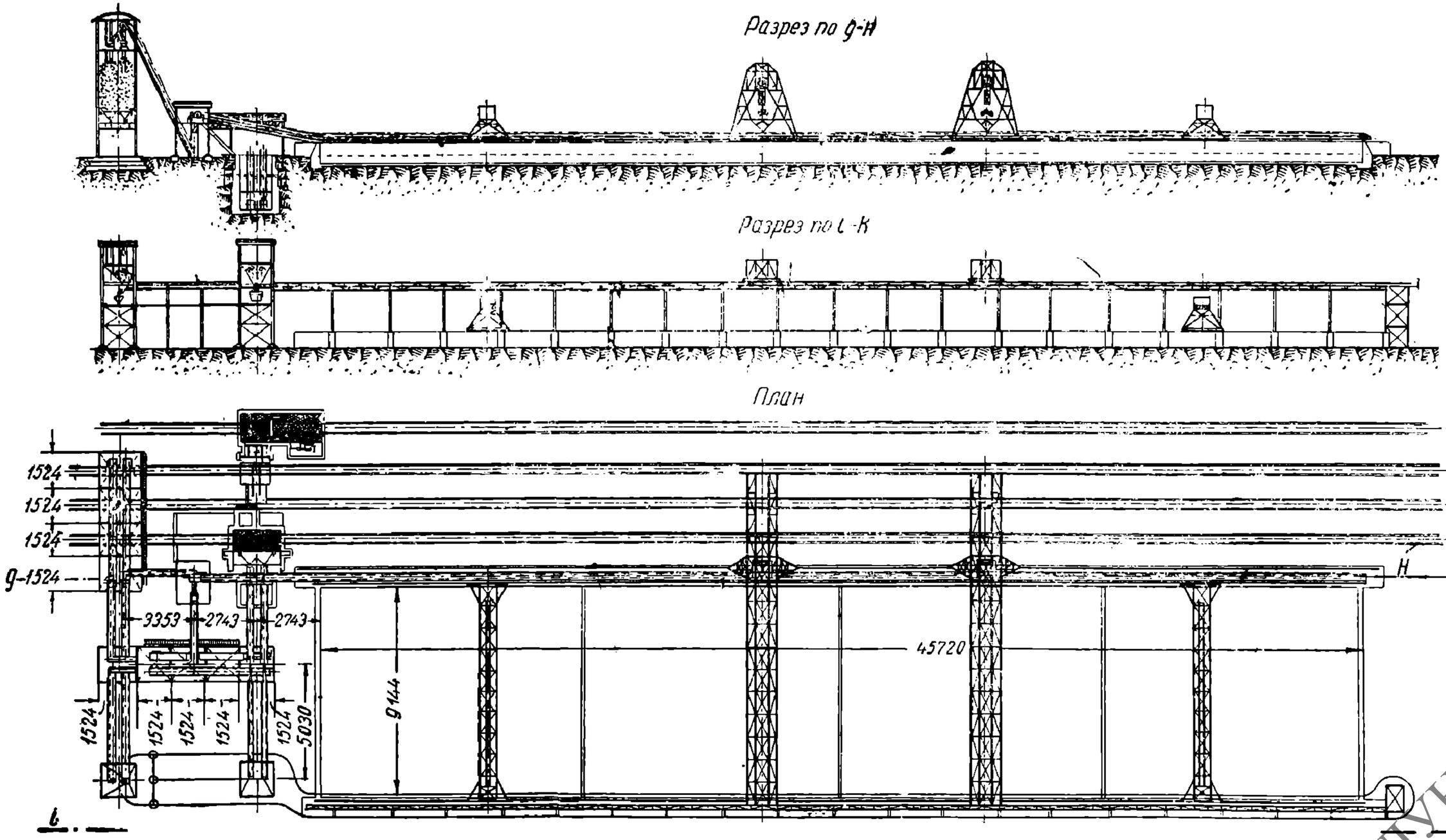
Фиг. 176

Фиг. 177

Фиг. 178

Одно из достоинств этого проекта заключается в применении оборудования, уже оправдавшего себя в нашей промышленности (ленты, дозаторы и пр.).

НБ УДУНТ (ДПТ)



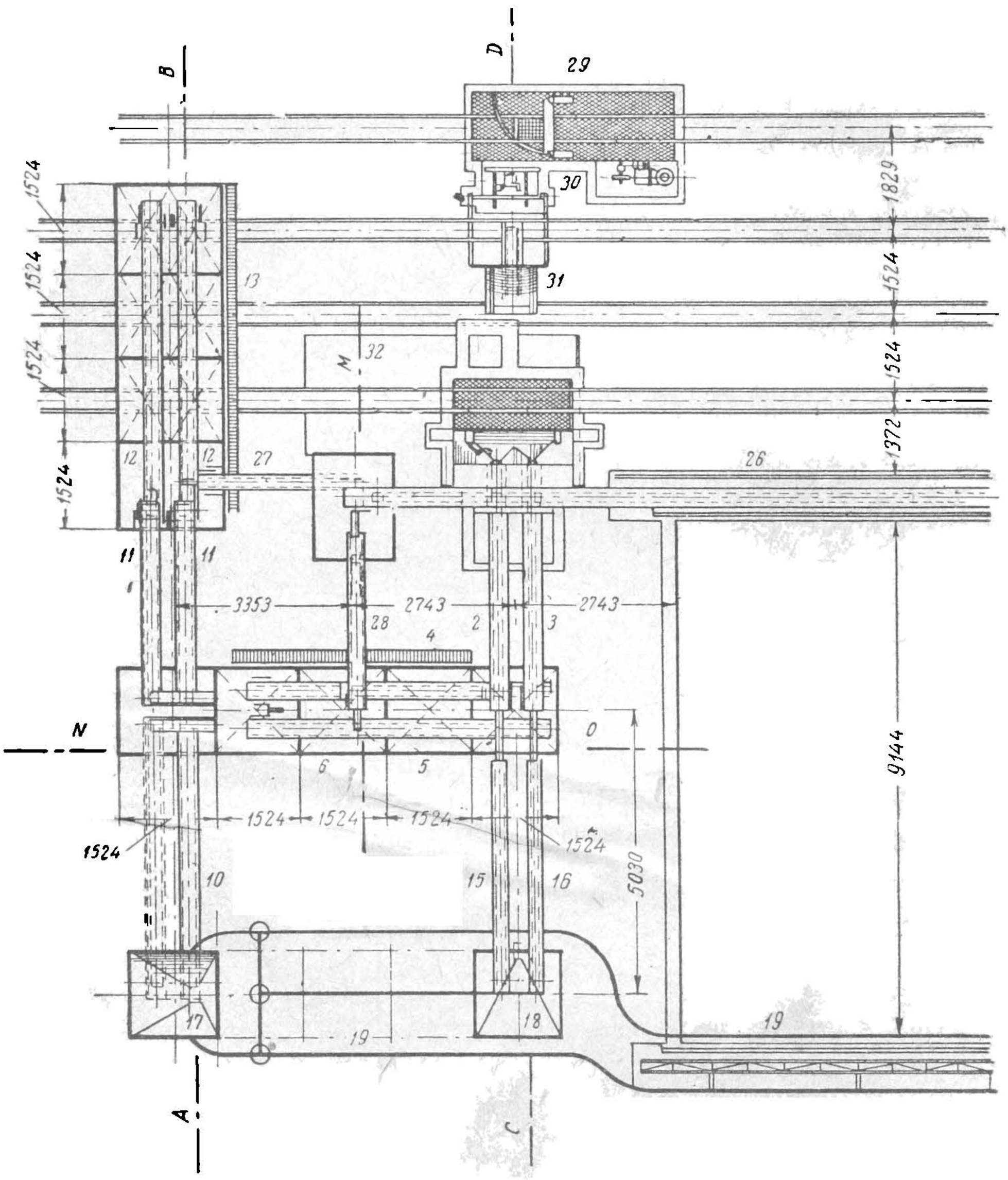
Фиг. 179

НБ УДУНТ (ДШТ)

При наличии высокого уровня грунтовых вод сооружаются наземные смесительные станции, описание которых приведено ниже.

Заграничные углесмесительные станции

Заграничная практика разрешает вопрос углесмешения следующим образом: в Англии и Швеции углесмешение не производится; Германия мешает угли с брикетами; Америка частично работает на смесях, полученных фабричным путем; Франция и Бельгия смешивают угли на смесительных станциях, подобных опи-



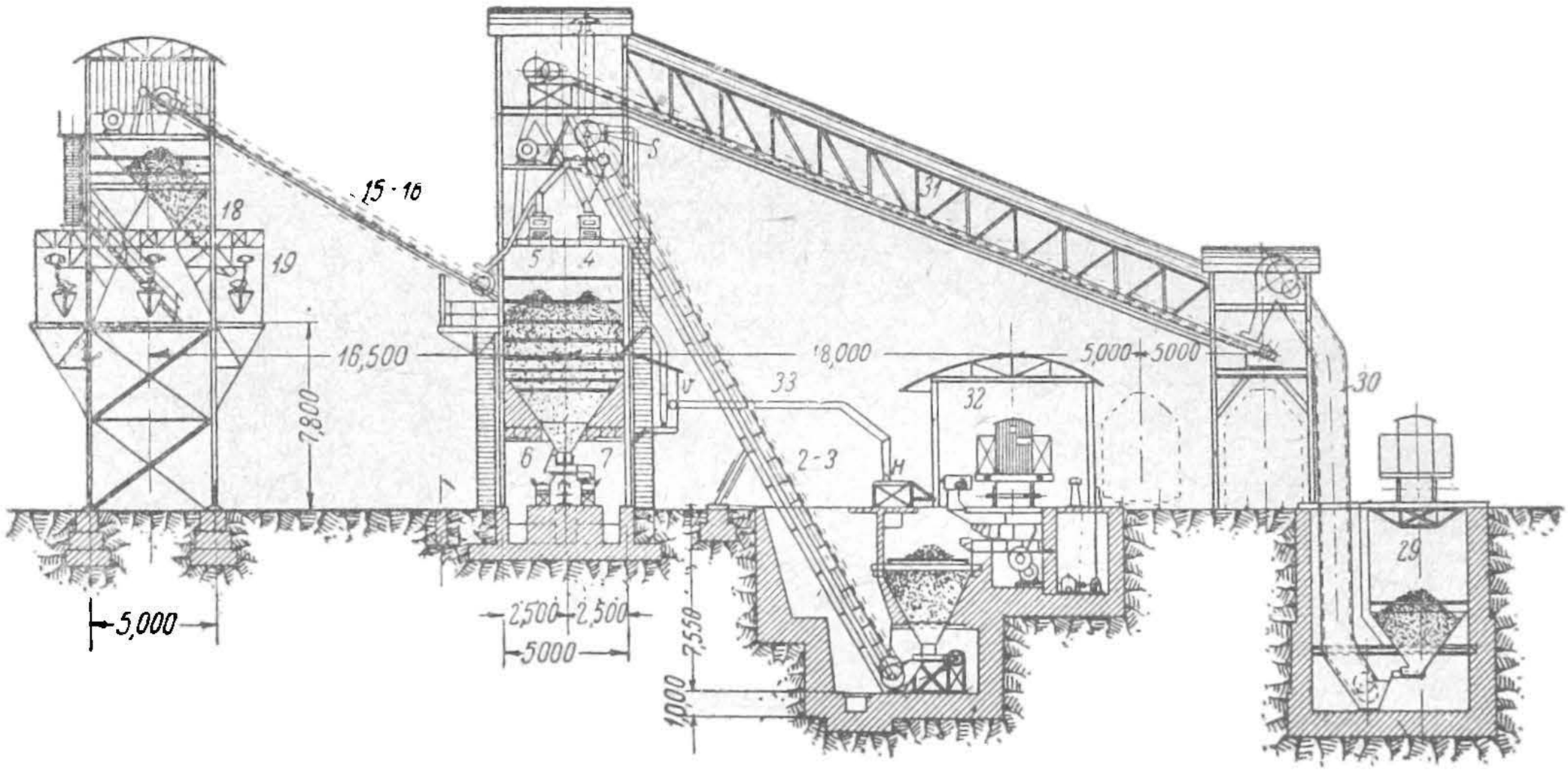
Фиг. 180

санной. Вопрос об углесмешении лучше всего разрешен в Бельгии, где все дороги снабжаются смесями, приготовленными на четырех углесмесительных фабриках.

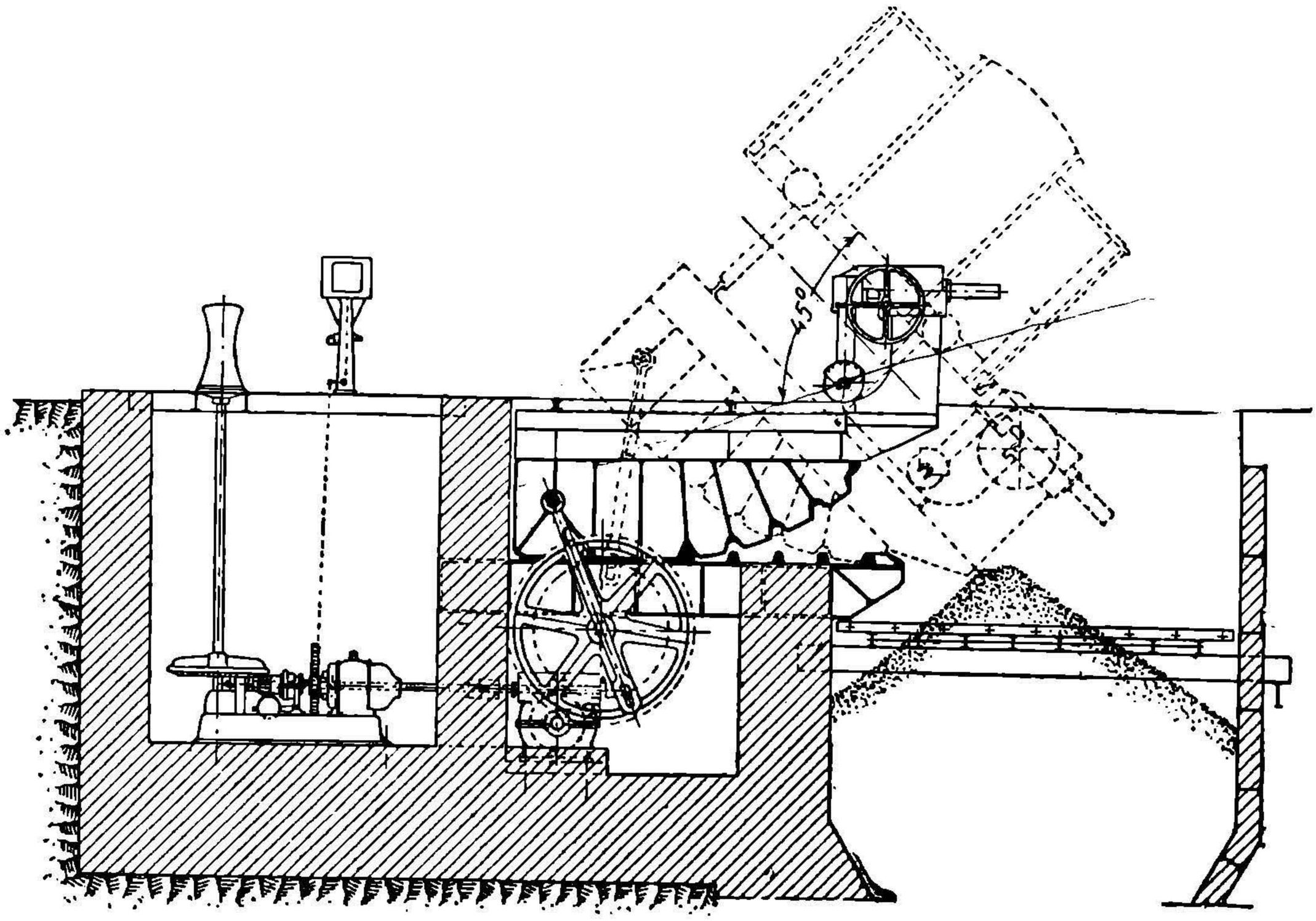
На рис. 178 приведена схема американской углесмесительной фабрики на одной из железнодорожных станций линии Делавар — Гудзон. В закрытом помещении расположены приемники угля и антрацита, так как станция производит сме-

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

шение битуминозных углей с антрацитами. Смешение угля производится в элеваторном ковше емкостью в 3 *m*. Ковш поднимается вверх и содержимое высыпается в бункер для смеси. При необходимости, наверху смесь можно пропустить предварительно через дробилку. Производительность установки 75 *m/час*, мощность



Фиг. 181



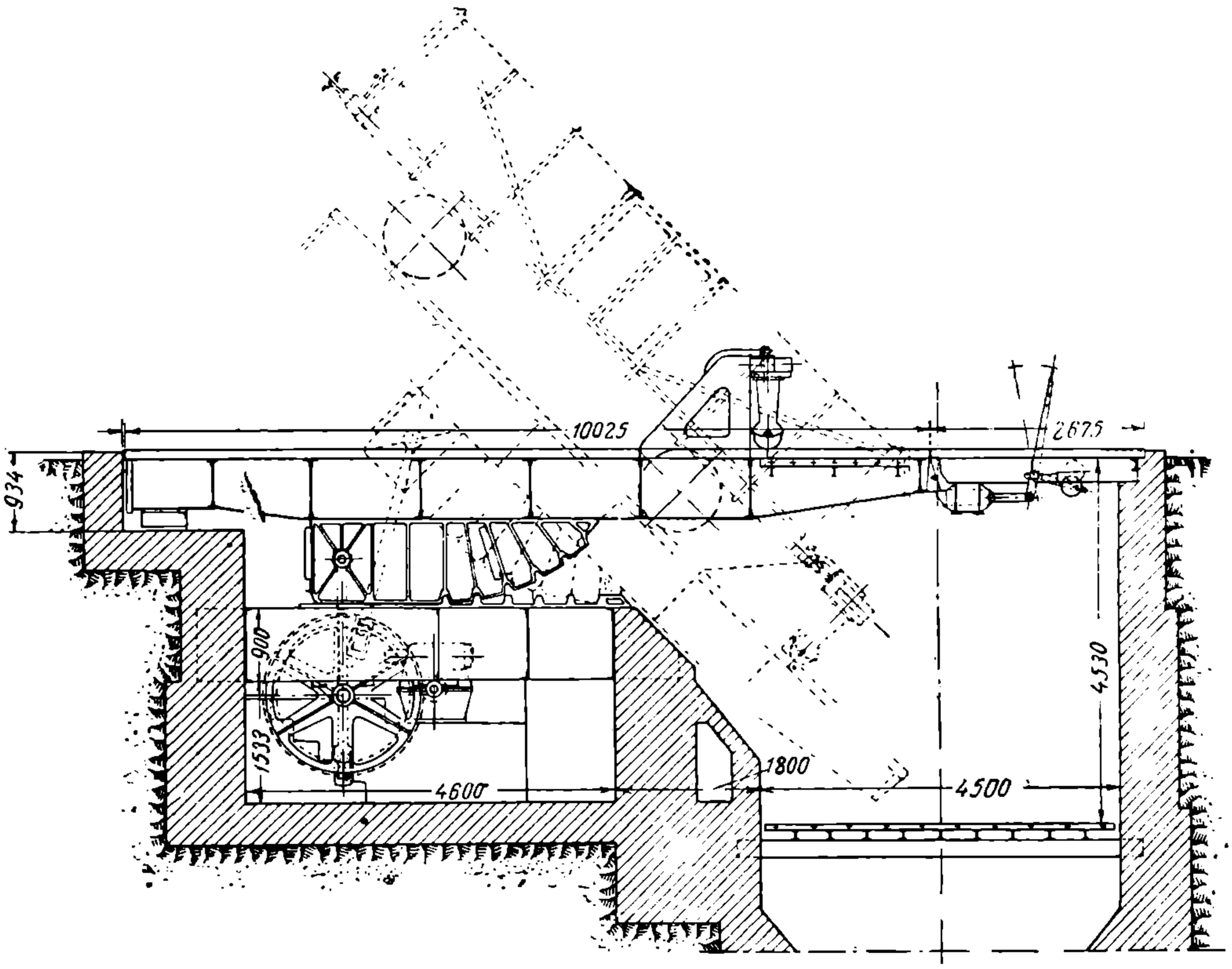
Фиг. 182

силовой установки 25 *л. с.* Дозирование углей и антрацита производится приспособлением системы «Шредер», которое регулирует количество каждого сорта угля, подаваемого из приемника в элеваторный ковш. Это положение достигается тем, что в выходном совке приемника помещается металлическое шарнирное

НБУВМНТ (ДПТ)

крыло, которое с помощью специального валика с эксцентриками может устанавливаться в требуемое положение и тем гарантировать необходимую подачу угля. Это устройство дает возможность получить смесь в составе от 15 до 65% битуминозных углей и от 35 до 75% антрацита. На бельгийских централизованных углесмесительных станциях смесь получается более совершенная.

На фиг. 179, 180 и 181 представлена одна из углесмесительных фабрик на ст. «Шербек» бельгийских железных дорог [1]. На фиг. 180 показан общий план углесмесительной фабрики и склада, на фиг. 181—основной разрез фабрики и на фиг. 179 — общий вид фабрики. Суточная производительность фабрики 1 800 *т*



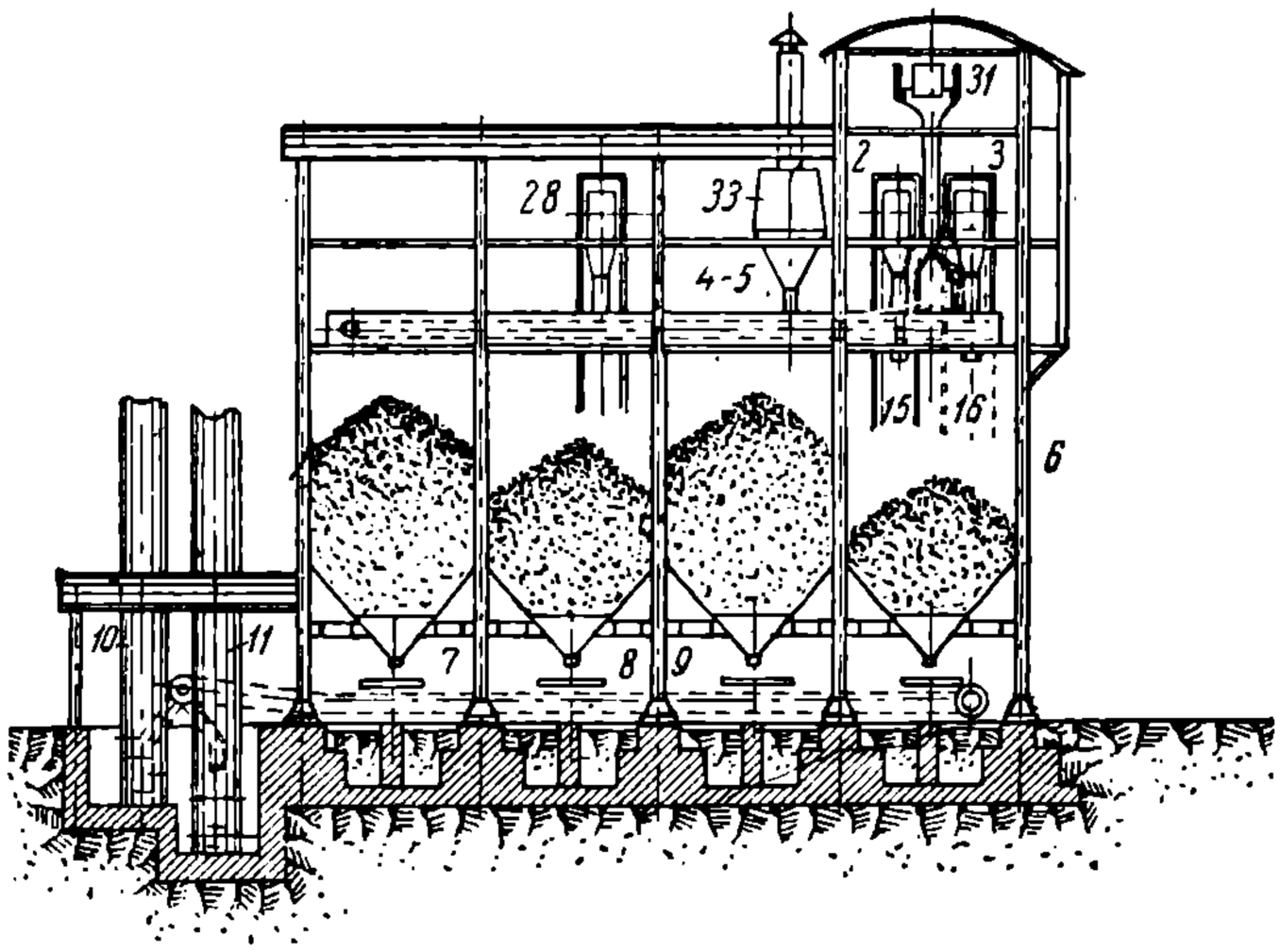
Фиг. 183

при трехсменной работе. Уголь, прибывший на смесительную станцию, разгружается в специальные приемники при помощи опрокидывателей (фиг. 182 и 183). Оба опрокидывателя системы Кайнскоп, но один производит боковое опрокидывание вагонов, а другой — торцевое. Такое мероприятие предвидено потому, что 60% вагонов бельгийских железных дорог имеют торцевые откидные стенки и 40% имеют боковые двери. Оба опрокидывателя снабжены кабестанами для производства маневров на опрокидывателе. Боковой опрокидыватель приводится в действие от мотора в 7,5 *л. с.* и торцевой — от мотора 10 *л. с.* Уголь из вагонов поступает в приемник емкостью в 50 *т*. Верхняя часть приемника покрыта решеткой, благодаря чему избегается возможность попадания посторонних предметов и крупных кусков угля, которые могут произвести поломку механизмов. На фиг. 181 виден пылеприемник *H*, от которого идет труба к эксгаустеру. Эксгаустер работает от электромотора в 7,5 *л. с.*, производительность его равна 3 $м^3/сек$ с разрежением в 10—13 *мм* вод. ст. Пыль, получаемая при разгрузке угля, забирается пылеприемником, проходит центробежный сепаратор и поступает в одну из башен несмешанного угля. Приемник бокового

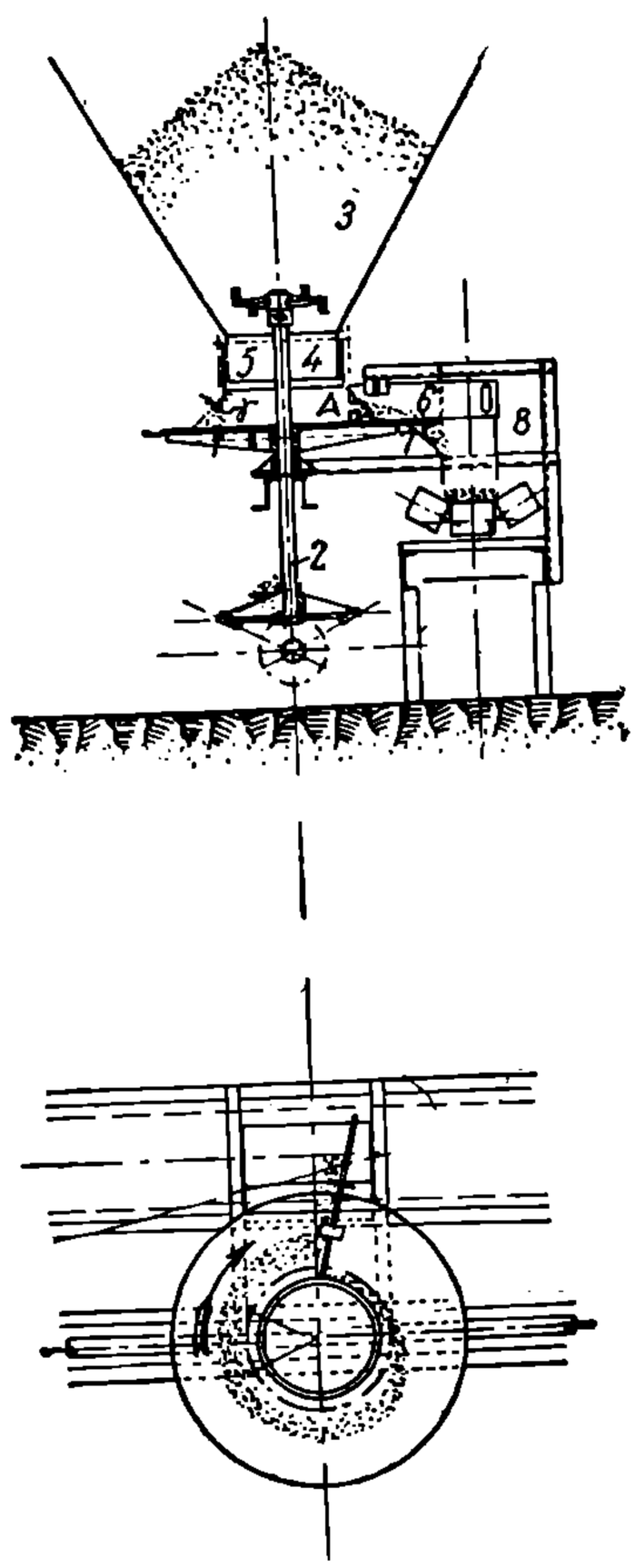
[1] Бюллетень № 5 за 1927 г. Международного конгресса железных дорог.

НБ УДУНТ (ДИТ)

опрокидывателя оканчивается двумя лотками. Из лотков приемника уголь попадает на норию (фиг. 181). Каждая нория может дать производительность 60 *т/час* при емкости отдельного ковша 35 *л*, скорости подачи 0,36 *м/сек* и мощности мотора в 15 *л. с.* С торцевого опрокидывателя уголь через указанную выше систему лотков попадает на норию *30* и далее на резиновый ленточный конвейер *31*. Резиновая лента имеет ширину 800 *мм*, скорость 1,8 *м/сек*, производительность 120 *т/час* и обслуживается мотором в 10 *л. с.* Весь уголь, прибывший на фабрику, разгружается в приемники, однако по мере надобности он может попадать сразу в одну из четырех смесительных башен (фиг. 184) или при загруженности последних на склад. Каждая башня вмещает по 120 *т* угля. Башни состоят из металлического остова, обложенного внутри бетонным кирпичом. При подаче угля непосредственно в смесительные башни уголь с транспортеров *2*, *3* и *31* (фиг. 180 и 181) попадает на транспортеры *4* и *5* и ими направляется в одну из башен. Низ каждой башни снабжен специальным дозирующим приспособлением, которое регулирует подачу угля на транспортеры *8* и *9* (фиг. 184), проходящие вдоль четырех башен. Дозаторы (фиг. 185) состоят из вращающегося диска диаметром 1,4 *м*. Вращение диска происходит от электромотора. С диска при его вращении уголь сгребается пластинкой *6*, установка которой регулирует необходимую дозировку угля данного сорта. Транспортеры *8* и *9*, проходя под смесительными



Фиг. 184

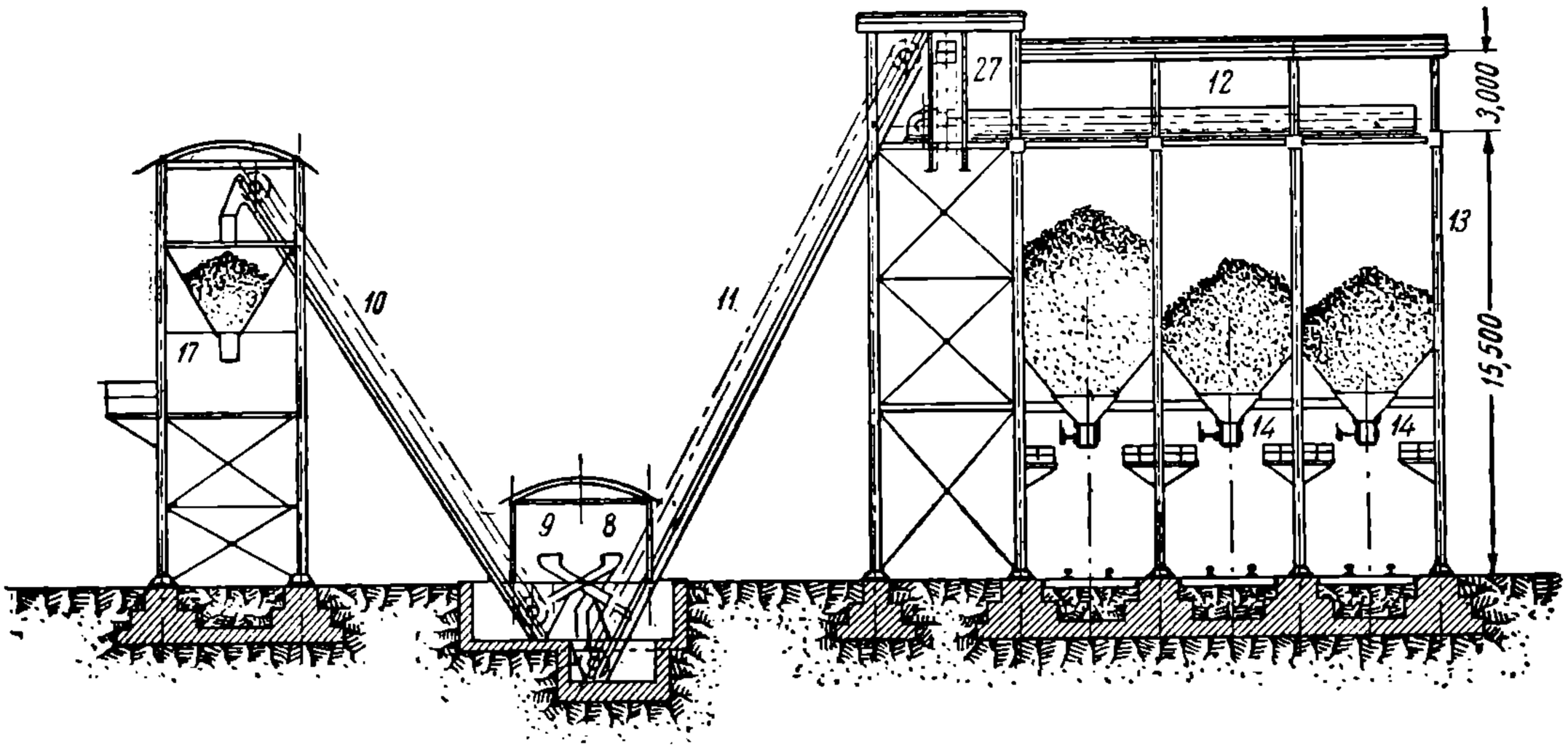


Фиг. 185

башнями, принимают на себя уголь от дозаторов в количестве, потребном для данной смеси. Все дозаторы приводятся в действие от общего вала с помощью конических шестерен. Производительность каждого дозатора 30 *т/час* угля. Ленты транспортеров *8* и *9* резиновые с четырьмя прокладками из полотна. Каждая лента приводится в действие мотором в 4 *л. с.*; ширина ленты 500 *мм*; скорость 0,125 *м/сек*; часовая производительность 60 *т*. С транспортерных лент *8* и *9* уголь попадает на транспортеры *11* и *12* и при помощи последних распределяется по закромам башни склада *13* (фиг. 186). Закрома башни расположены над путями и оканчиваются желобами, с помощью которых идет наполнение вагонов угольной смесью. Закрома башни склада вмещают 500 *т* угля. Одновременная погрузка вагонов может происходить на трех путях. При разгрузке угля на склад уголь с конвейеров *2*, *3* и *31* направляется на конвейеры *15* и *16* (фиг. 181 и 184) и попадает в закрома башни подвесной железной дороги *18*. Ленты транспортеров *15* и *16* приводятся в действие электромотором

НБ УДУНТ (ДПТ)

в 7,5 *л. с.* со скоростью 0,4 *м/сек* и подают 60 *т/час* угля. Из закрома башни *18* уголь через лоток может подаваться в тележки однорельсовой подвесной электрической дороги, которая имеет замкнутый путь длиной в 410 *м*, обслуживаемый 14 самодвижущимися тележками. Тележка подвешена к моторной вагонетке мощностью в 1,3 *л. с.* Для устранения столкновений тележек подвесной дороги устроена блокировка, благодаря чему одна тележка не может вступить на следующий участок, пока впереди идущая тележка не покинет его. На башне *18* у питательного совка закрома имеется часть подвесного пути, выключенного из общей замкнутой сети, но соединенного с ним, благодаря этому вагонетка сама останавливается в месте погрузки. После загрузки тележки обслуживающий агент включает ток, и тележка продолжает движение по направлению к складу угля. Склад угля представляет собой бетонную яму 250 *м* длиной и 30 *м* шириной. Склад имеет 23 отделения, из которых восемнадцать предназначены для разных сортов углей, четыре резервных и одно для смешанного угля. Общий вид склада и его подъемно-транспортное оборудование видны на фиг. 179 и 180. Уголь-



Фиг. 186

ный склад оборудован четырьмя портальными кранами, из которых два нижних предназначены для распределения прибывшего по подвесной дороге угля по складу и два верхних — главным образом для отгрузки угля со склада.

Последние два крана при необходимости могут производить выгрузку сырого угля из вагонов в склад и погрузку готового угля в вагоны. Эти краны оборудованы грейферами в 2 000 *л*, длина крана между рельсами 33 *м*, общая длина 47 *м*, часовая производительность 60 *т*. Как правило, один нижний портальный кран распределяет смесь угля, а другой — сырой уголь.

Мощность всей смесительной станции равна 330 *л. с.* Обслуживающий персонал состоит из семи человек: четверо работают у опрокидывателей и следят за маневрами, один занят манипуляциями с сырым углем и один—управлением приборами, распределяющими уголь из башен, и транспортерами смешанного угля. Седьмой ведет погрузку вагонов готовым углем. Кроме семи указанных человек есть специальный агент, устраняющий неисправности и производящий чистку и смазку всей установки. По данным мировой энергетической конференции 1928 г. стоимость переработки 1 *т* угля на указанной станции обходится в 64 коп. и может быть доведена до 59 коп. при рационализации работ опрокидывателей. По тем же материалам получается экономия от получения смесей 5%. Все это дает возможность окупить оборудование станции меньше, чем в 3 года.

НБ УГХТ (ДПТ)

§ 44. Бункеры и затворы

Одним из самых важных вопросов механизации углеснабжения является выбор наиболее рационального типа бункера и затвора, от которых в большой степени зависит нормальная работа всей установки. Устройство бункеров для снабжения паровозов углем дает возможность организовать работу угольного склада в две смены, так как в этом случае необходимое количество угля, потребное для снабжения паровозов в третью смену, подается в бункеры за период двухсменной работы склада. Кроме того бункерные установки ускоряют процесс подачи топлива на паровозы и следовательно улучшают использование последних.

Бункеры

Объем бункеров (воздушный запас угля) определяется из расчета двухсменной работы склада по формуле:

$$W = \frac{Q}{24} \cdot 1{,}5 \cdot n,$$

где W — емкость бункеров в тоннах, Q — максимальный суточный расход угля в тоннах, 24 — количество часов в сутки; 1,5 — коэфициент неравномерного подхода паровозов, n — число часов, на которое рассчитывается воздушный запас угля.

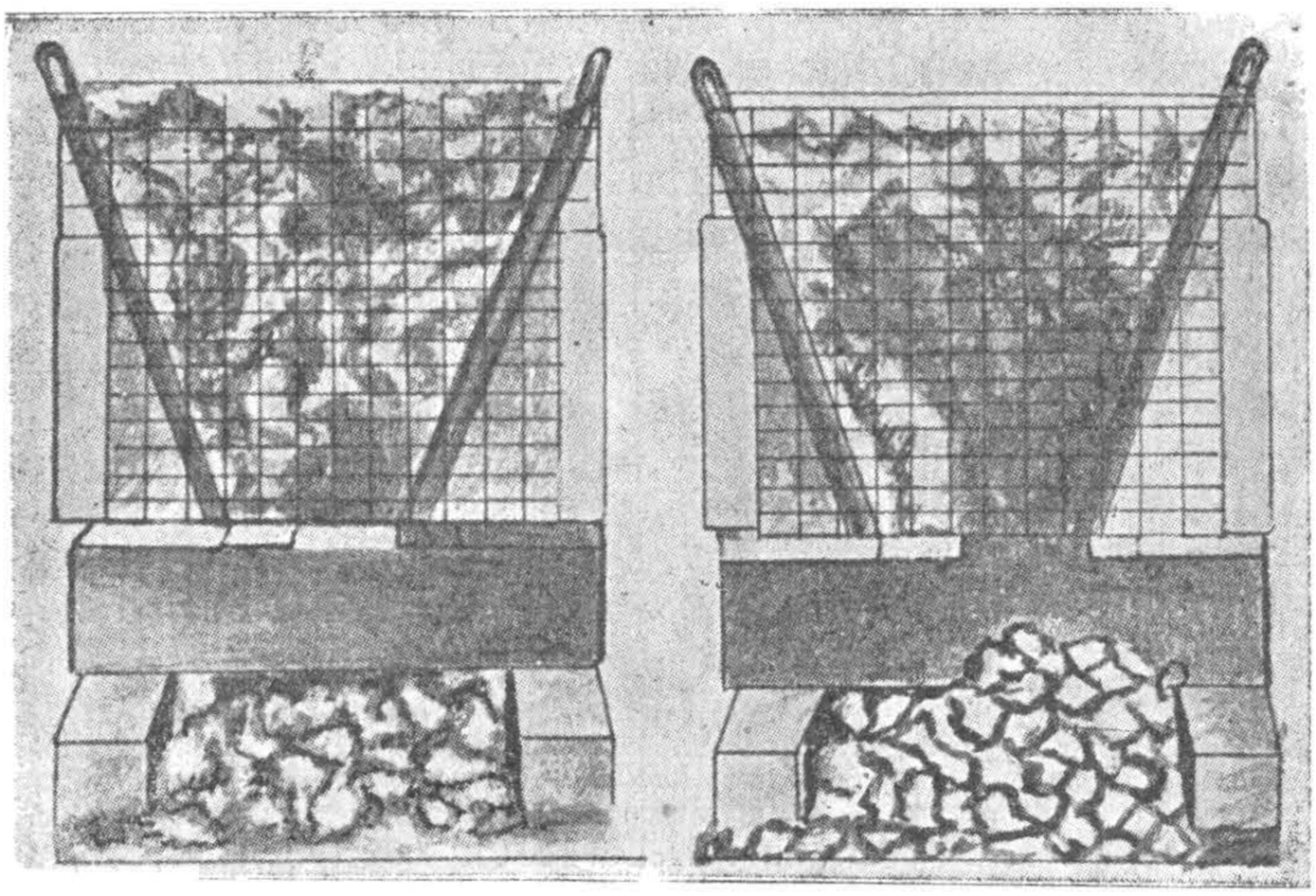
Основные требования, которые предъявляются к бункерам, заключаются в быстроте и легкости их разгрузки.

Куски угля, находящиеся в бункерах, иногда образуют свод, который препятствует высыпанию угля из бункера; кроме того во время морозов при попадании влажного угля в бункер и при длительном времени нахождения его там он смерзается, образуя свод и в худшем случае сплошной массив. Попытка устранить сводообразование и заторы угля путем применения механизированных устройств (понудители, ворошители, струи воздуха, пара и т. п.) пока не дали удовлетворительных результатов. Основным мероприятием по борьбе с указанным явлением следует считать выбор рациональной формы бункера и размеров его выпускного отверстия. Рациональная форма бункера определяется на основании изучения движения угля в бункере.

В разделе «Раздаточные бункеры для песка» описано движение песка в бункере. Указанные там выводы, равно как и картина движения материала в бункерах, являются для угля и песка в значительной мере общими, что подтверждается целым рядом опытов Веттха, Буле, Люфта, Эйзенберга. Имевшие место незначительные отклонения при организации опытов с углем являлись следствием некоторых физических свойств угля, его состава (по кусковатости и фракции) и способности к слеживанию. Результат слеживания выражается в форме образования свода и заторов. Согласно данным Веттха крупные куски, образующие опоры для сводов, находятся на границе движущегося и неподвижно лежащего материала. Эти куски с одной стороны удерживаются неподвижным материалом, а с другой — они врезаются в движущийся поток угля. Если такие куски окажутся непосредственно над выпускным отверстием, то они всегда будут служить причиной к образованию заторов и новых сводов. Из фиг. 187, *а* видно, что выступающие части, как например левая и правая задвижки, всегда способствуют образованию сводов. Свод может быть разрушен лишь путем разрушения его опоры, например, если отодвинуть (фиг. 188) левую или правую задвижку. Своды могут образоваться и в самом материале. На фиг. 188 правая задвижка отодвинута, свод около этой задвижки, видный на фиг. 188, разрушился, но вместо него образовался новый свод большего размера внутри самого материала. Отсюда следует, что одним из основных путей для предотвращения сводообразований в бункерах являются удаление опорных точек около выходного отверстия и применение конфигураций наклонных стенок, исключающих образование мертвых пространств (залежей материала) в местах прилегания материала к стенкам. В частности поверхности внутренних кромок выходного отверстия не дол-

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

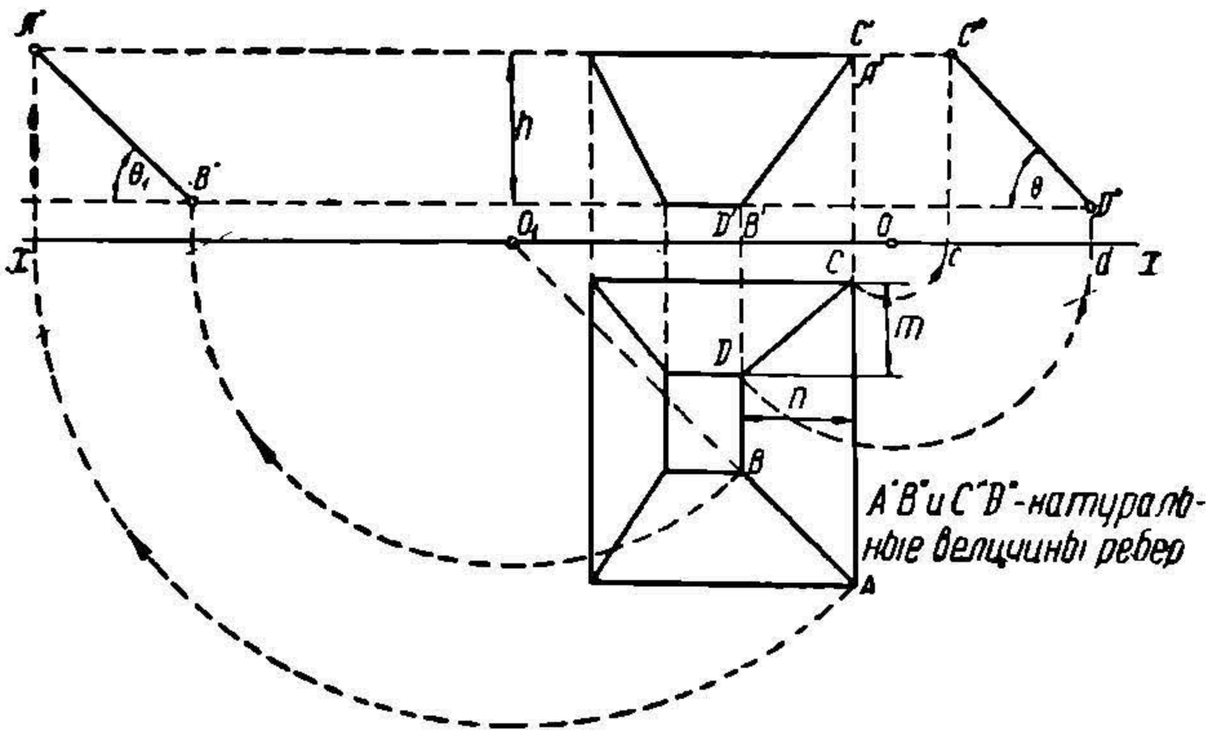
жны иметь выступающих деталей, как например головок болтов и заклепок, так как всякий, даже незначительный выступ может вызвать сводообразование. При недостаточных углах наклона стенок бункеров и при малых размерах выходных отверстий, порождающих мертвые массы угля, также возможно сводообразование. Несмотря на огромную практику работы всякого рода бункеров и перегрузочных воронок, до сих пор не установлен окончательный метод выбора угла наклона. Тем не менее можно установить следующее минимальное условие работы бункеров:



Фиг. 187

Фиг. 188.

1. Угол естественного откоса угля в условиях покоя α_0 должен быть менее угла наклона к горизонту любой стенки бункера, а угол трения угля β_0 по внутренней поверхности стенок должен быть менее угла наклона к горизонту любого ребра бункера. Последнее вытекает из необходимости избежания зависания угля в углах, чрезвычайно содействующего сводообразованию. Так например, опыты, проведенные с пересыпными воронками прямоугольного сечения, работающими на формовочной земле, показали вредное влияние углов бункера на процесс опорожнения материала, вызывая сводообразование. При аналогичной форме воронок, но с закругленными углами истечение материала происходило значительно лучше. Основываясь на этом, следует отметить, что наиболее выгодной формой бункера с точки зрения его рациональной разгрузки является усеченный конус.



Фиг. 189

2. Следует отметить, что в пирамидальном бункере углы α_0 и β_0 не должны быть слишком крутые, что помимо нерационального использования емкости бункера может ухудшать его работу, создавая тенденцию к заклиниванию одновременно значительной части угля (образование монолитного клина). Последнее относится также к коническим бункерам и особенно интенсивно может развиться при плохо сыпучем волокнистом материале.

3. Размеры выпускных отверстий должны быть приняты, согласуясь с характером заполняющего бункер материала.

Наша и заграничная практика постепенно выработала рациональные размеры выходных отверстий бункеров. Согласно данным американской фирмы Бартлет и Снов необходимы следующие минимальные размеры прямоугольных выпускных отверстий бункеров в миллиметрах:

Уголь кусковой 19 *мм* .	300×300
» » 38 »	300×300
» » 76	400×400
» » 152	500×500
» рядовой	600×600

НБ УДУНТ (ДШТ)

На основании отечественного опыта эти данные следует рассматривать как минимальные нормы при сортированном угле, истечение которого по сравнению с рядовым углем всегда идет лучше.

В случае необходимости применения прямоугольных (неквадратных) отверстий следует учесть то обстоятельство, что площадь этих отверстий всегда должна быть больше площади квадратных, рекомендуемых для заданных условий. При крупнокусковом материале не рекомендуется применять сильно вытянутые отверстия, так как в этом случае при равной площади по сравнению с квадратной всегда будут худшее истечение материала и большая возможность сводообразований. Размер меньшей стороны четыреугольника не должен быть менее 0,6 большей стороны, в последнем случае площадь выходного отверстия должна быть увеличена примерно на 20%.

В бункерах прямоугольного сечения не рекомендуется принимать наклон стенок или ребер, превышающий угол естественного откоса более, чем на 5°—10°.

В качестве примера рассмотрим бункер для рядового бурого угля, имеющего характеристику $\alpha_0 = 48°—50°$ и $\beta_0 = 50°$. Согласно указанному при квадратном сечении симметрично построенного прямоугольного бункера можно принять угол граней в 58°, что будет соответствовать углам наклона ребер примерно в 49°. Угол наклона стенок в прямоугольных бункерах непосредственно определяется из фиг. 189. Угол наклона ребер можно определить по формуле:

$$\operatorname{tg}\Theta = \frac{h}{\sqrt{m^2 + n^2}},$$

где h, m, n — величины, обозначенные на фиг. 189. Они даны для ребра CD. Для других ребер расчет совершенно аналогичен, изменяются лишь значения величин m и n. Натуральная величина ребер может быть определена по формуле:

$$L = \sqrt{h^2 + m^2 + n^2}$$

Сущность обеих формул вполне ясна из фиг. 189, где дано графическое определение угла наклона граней и натуральной величины ребра с помощью начертательной геометрии.

Затворы

Правильно выбранный затвор должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Легкое обслуживание одним человеком (для механического затвора удобство привода от трансмиссии или непосредственно от мотора).
2. Быстрота и достаточная плотность перекрывания выходного отверстия.
3. Невозможность самооткрывания.
4. Спокойная безударная работа.
5. Возможность регулировки потока материала.
6. Минимальная высота затвора и его вес.
7. Простота конструкции.

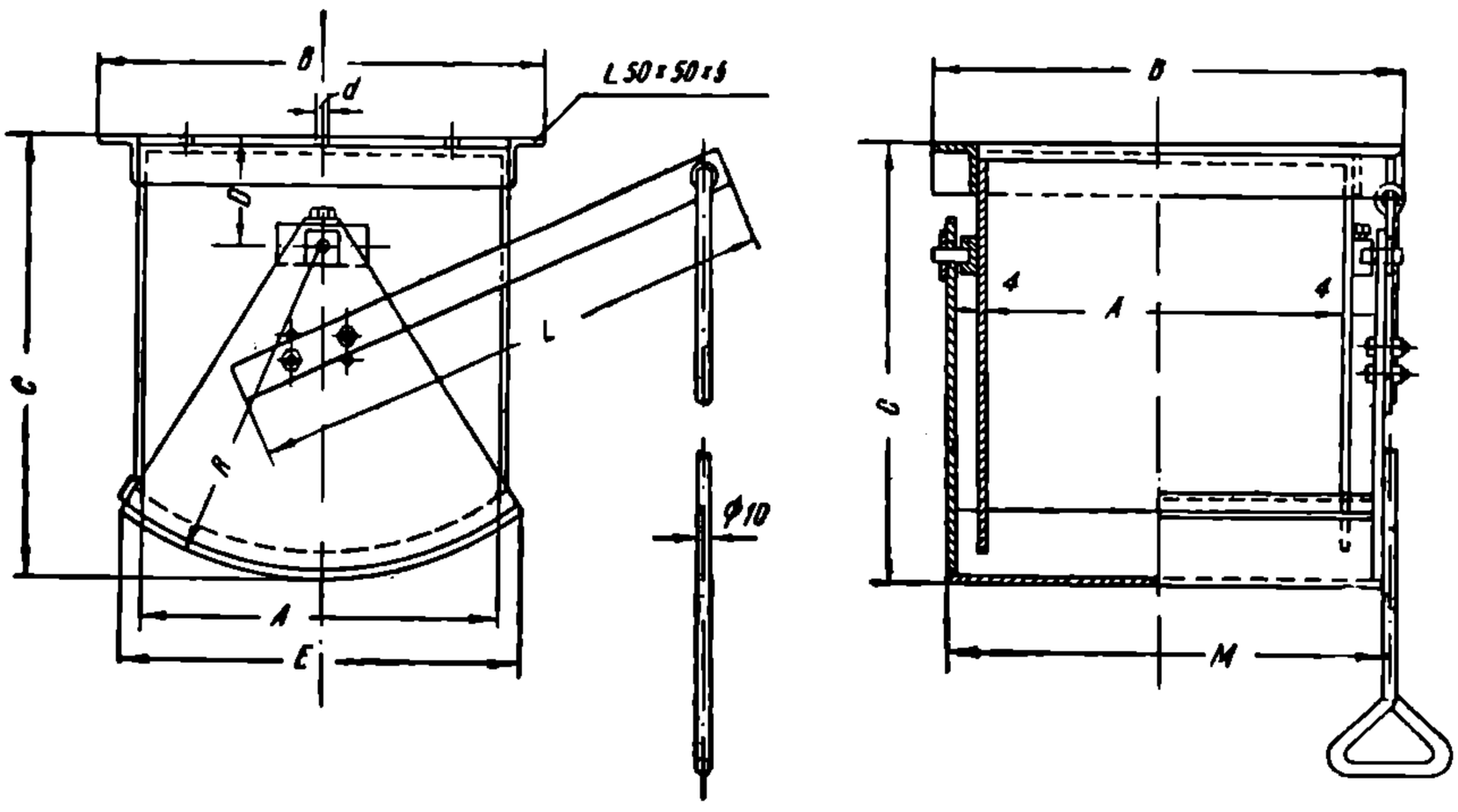
Характерными видами наиболее распространенных бункерных затворов являются:

1. Плоские задвижки (шиберы).
2. Цилиндрические (секторные) затворы.
3. Челюстные затворы.
4. Подпорные затворы.

Простейшим затвором является плоская задвижка. Задвижка-шибер передвигается в специальных пазах или в направляющих роликах, что приводит к уменьшению сопротивления. Перемещение задвижки производится вручную помощью маховика или цепного колеса, а в более мощных конструкциях — помощью механического привода. Основным недостатком задвижек являются большие усилия, потребные для их открывания и закрывания.

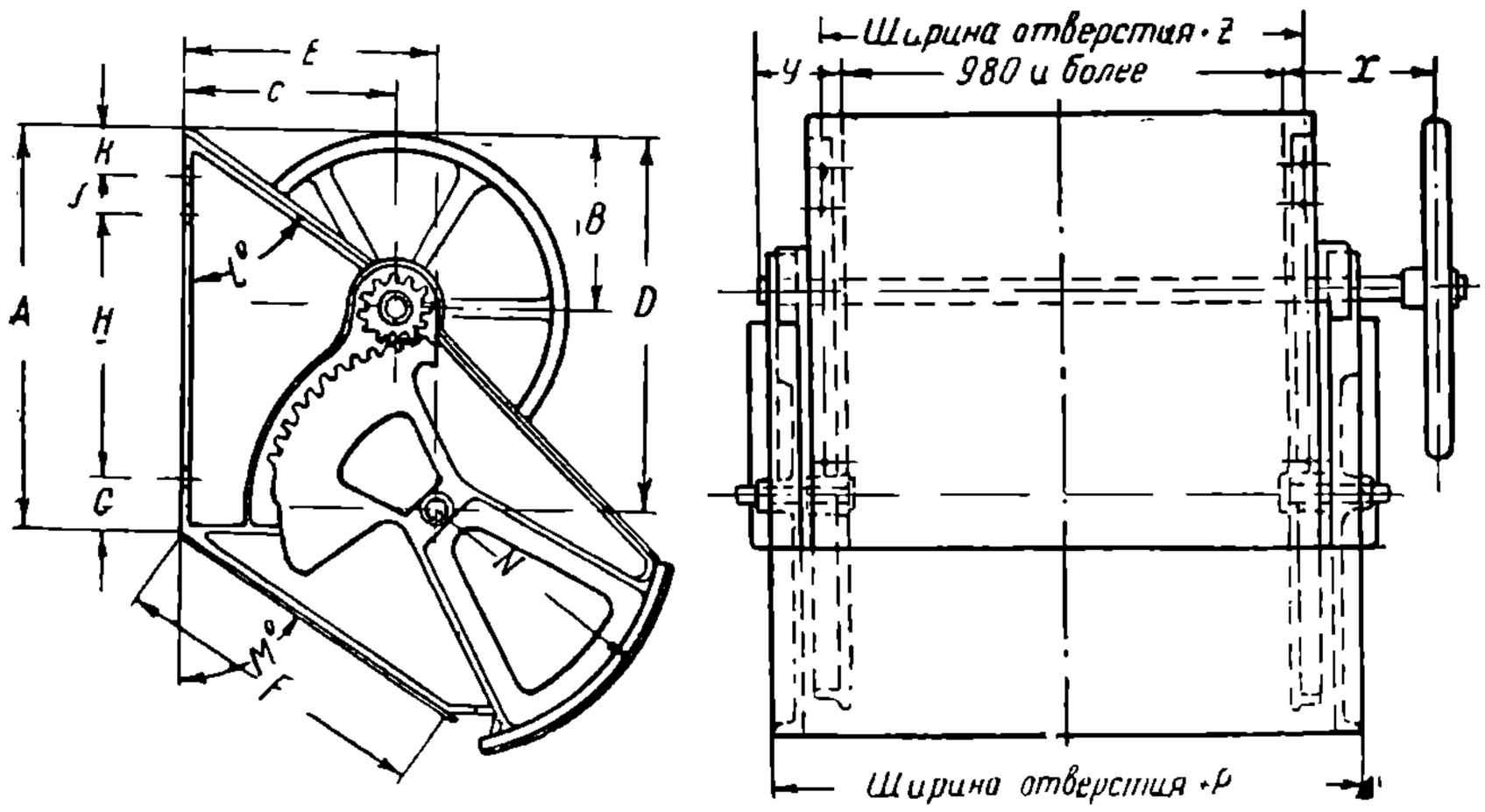
НБ УДУНТ (ДНТ)

Значительно меньших усилий требуют секторные затворы (фиг. 190). Они представляют собой прямоугольный штуцер, соединяющийся помощью фланцев с выпускным отверстием бункера. Нижняя кромка двух боковых щек штуцера обрезана по дуге окружности. Отверстие перекрывает цилиндрический сектор,



Фиг. 190

вращающийся на шарнирах. Открытие и закрытие затвора могут производиться вручную либо с помощью механического привода. На фиг. 190 показан секторный затвор Стальпроммеханизации, приспособленный к перекрыванию слегка наклонных или горизонтальных выпускных отверстий бункеров. Действие затвора ясно из схемы. Затвор применяется преимущественно для среднего и мелкого материала, так как при размерах кусков от 50 *мм* и выше регулирование потока материала путем частичного открытия затвора по указанным выше причинам ведет к сводообразованию. На фиг. 191 показан секторный затвор для вер-



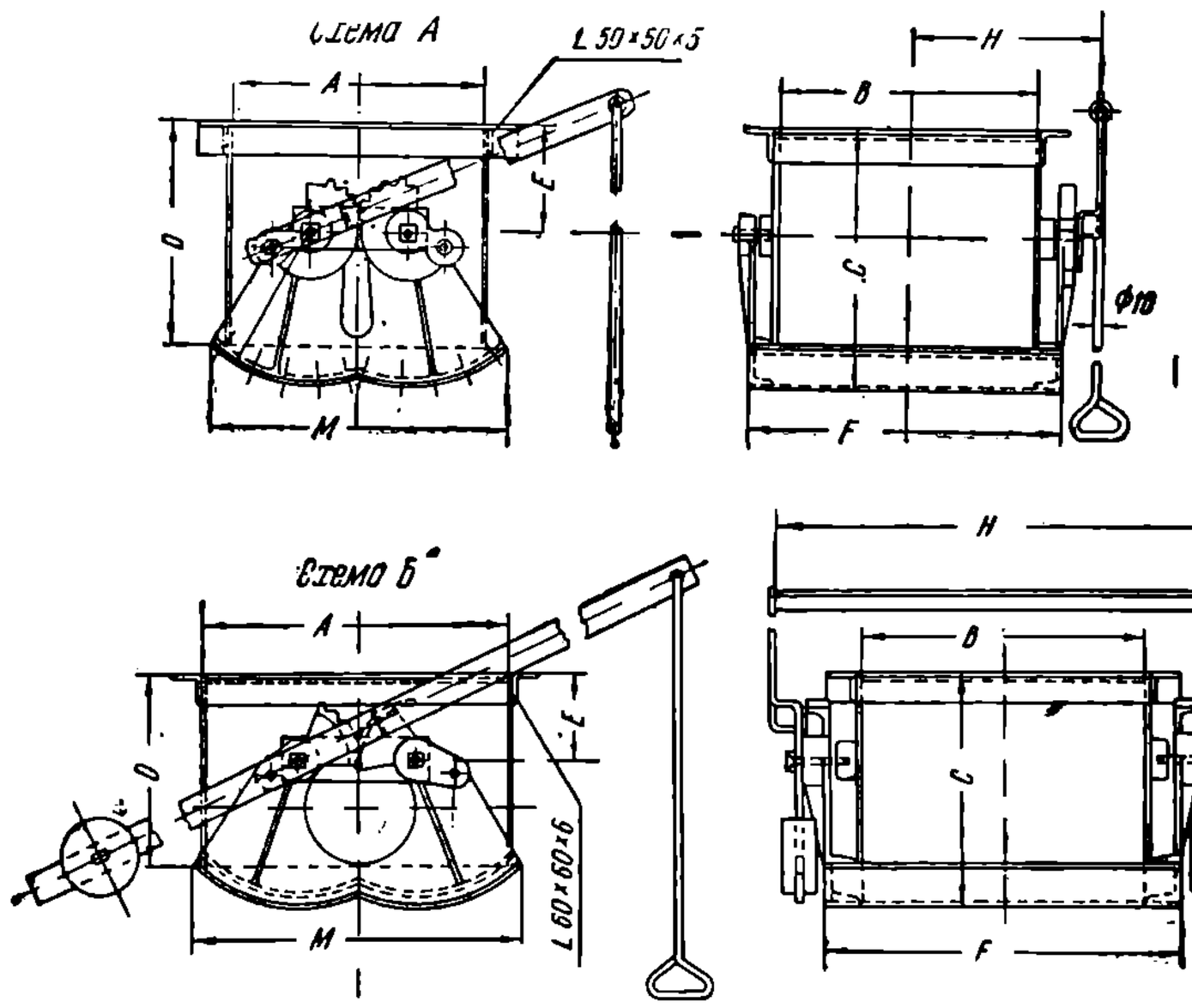
Фиг. 191

тикальных выпускных отверстий фирмы Линк—Бельт. Открытие и закрытие затвора производятся штурвалом через зубчатую передачу. Открытие задвижки происходит вниз. Эта создает благоприятные условия при закрывании затвора, так как кромки затвора легко перерезают струю материала, чем гарантируется полное закрытие. Однако в этом случае нельзя регулировать поток материала путем частичного открытия затвора, так как образуется порог, препятствующий

НБУВ УНТ (ДНТ)

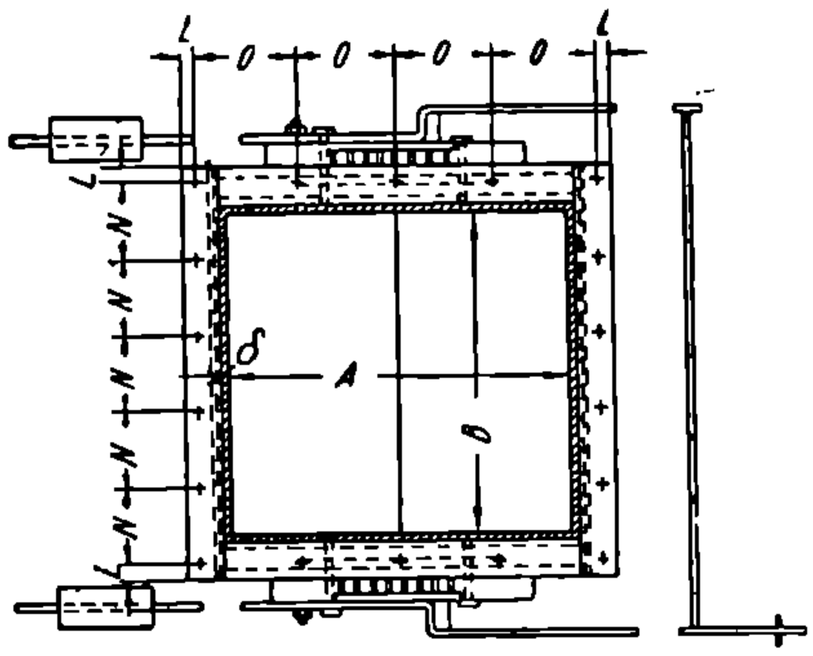
скольжению материала по нижней плоскости патрубка. Регулировка потока материала осуществляется тут периодически полным открытием и закрытием отверстия. При подобных затворах для средне- и крупнокускового материала лучше применять нижнее открытие, для мелкого материала — верхнее открытие.

На фиг. 192 показана одна из схем челюстного затвора конструкции Стальпроммеханизации. Затвор состоит из двух задвижек, вращающихся на разных шарнирах. Работа задвижек координируется рычажным и зубчатым механизмом. Челюстные затворы пользуются особым распространением в случаях, когда требуются частые их открытие и закрытие, например при питании ковшевых конвейеров и т. п. Особым видом бункерных затворов является подпорный затвор, который применяется почти на всех наших угольных эстакадах.



Фиг.192

На фиг. 193 показан одноклапанный затвор деревянной конструкции, который является одним из первых типов затворов, применяемых при строительстве эстакад.



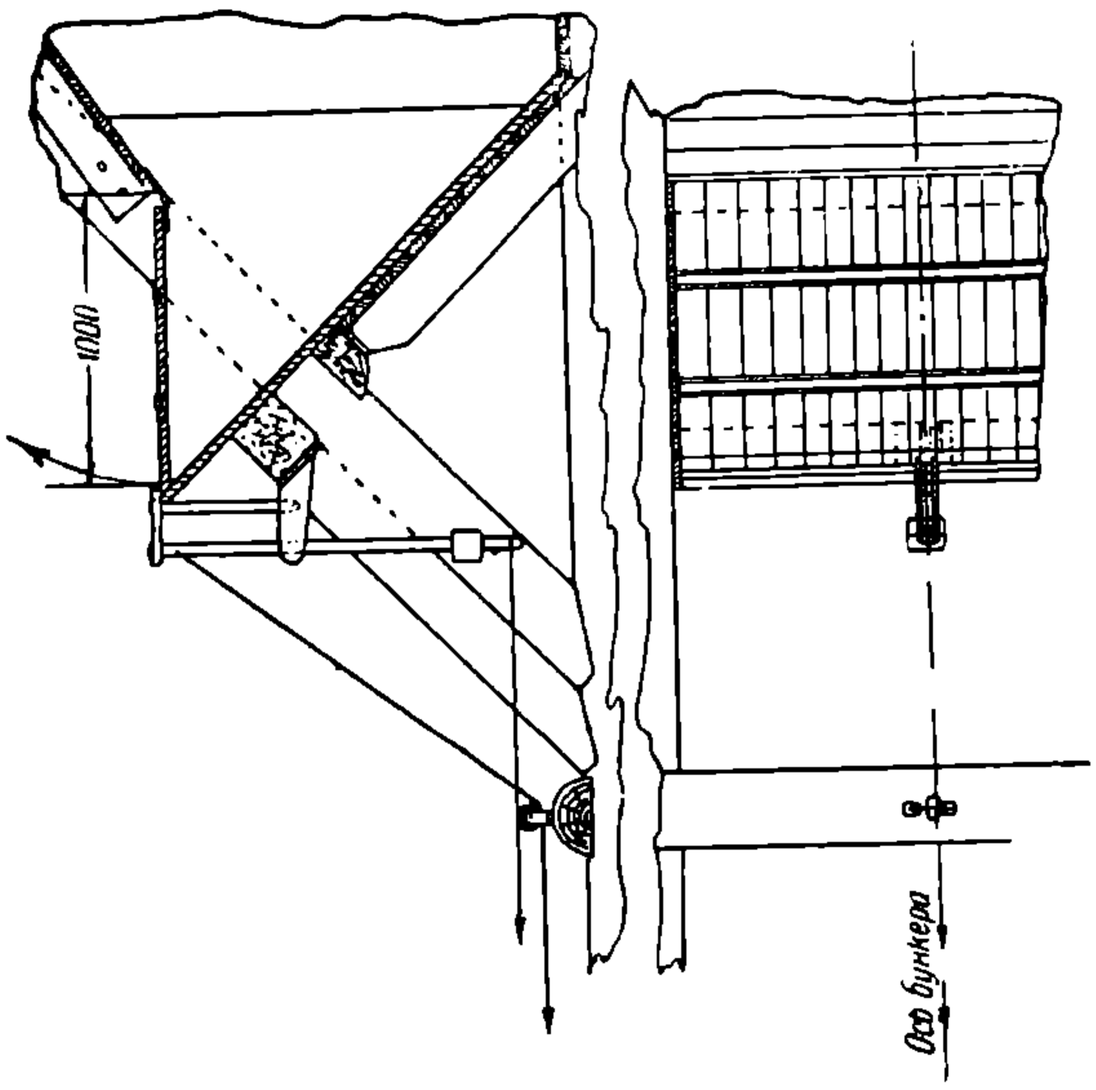
Недостатками такого клапана являются:

1. Возможность произвольных открытий затвора благодаря несовершенству запора.
2. Недостаточно удовлетворительное направление угля.
3. Необеспечивание постоянного бесперебойного запирания затвора, на что оказывает влияние даже незначительное количество угля, остающегося в бункере и задерживаемого клапаном.
4. Возможность закупорки угля вследствие отвесного направления клапана.

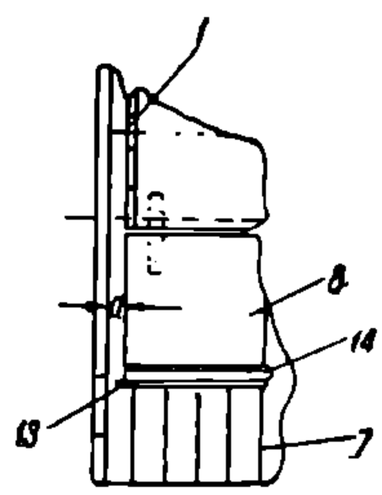
На фиг. 194 представлен затвор конструкции б. ЦУМ инж. Прейса. Лоток удерживается вручную в положении, указанном на фиг. 194, до тех пор, пока уголь из бункера не высыпется в тендер. При освобождении тяги *15* лоток *7* под действием противовеса *9* поворачивается около оси *12*, укрепленной на подвеске *6*. Лоток поднимает непосредственно на нем лежащий нижний клапан затвора *8* и таким образом забрасывает квадраты *13*, приклепанные к зетовому железу *14*, на крючки *5* (автоматическое закрывание). Верхний клапан *4* благодаря противовесу *3* прижимается к стенкам выходного отверстия бункера *1* и запирается имеющимся на нижнем клапане зетовым железом *14*. Для открытия затвора необходимо вручную с помощью тяги *15* повернуть лоток *7* до положения, указанного на фиг. 194.

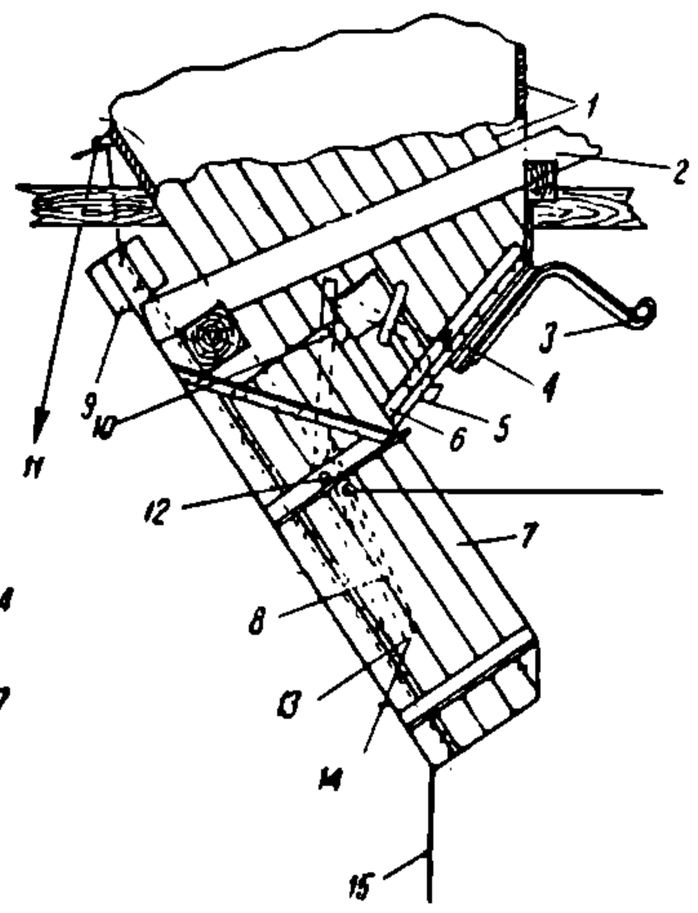
НБ УГУНТ (ДШТ)

В этом случае скобы *10*, упираясь в хвостовики крючков *5*, поворачивают их, вследствие чего освобождаются квадраты *13* и под действием собственной тяжести и напора угля нижний клапан затвора *8* открывается. Открытием нижнего



Фиг. 193





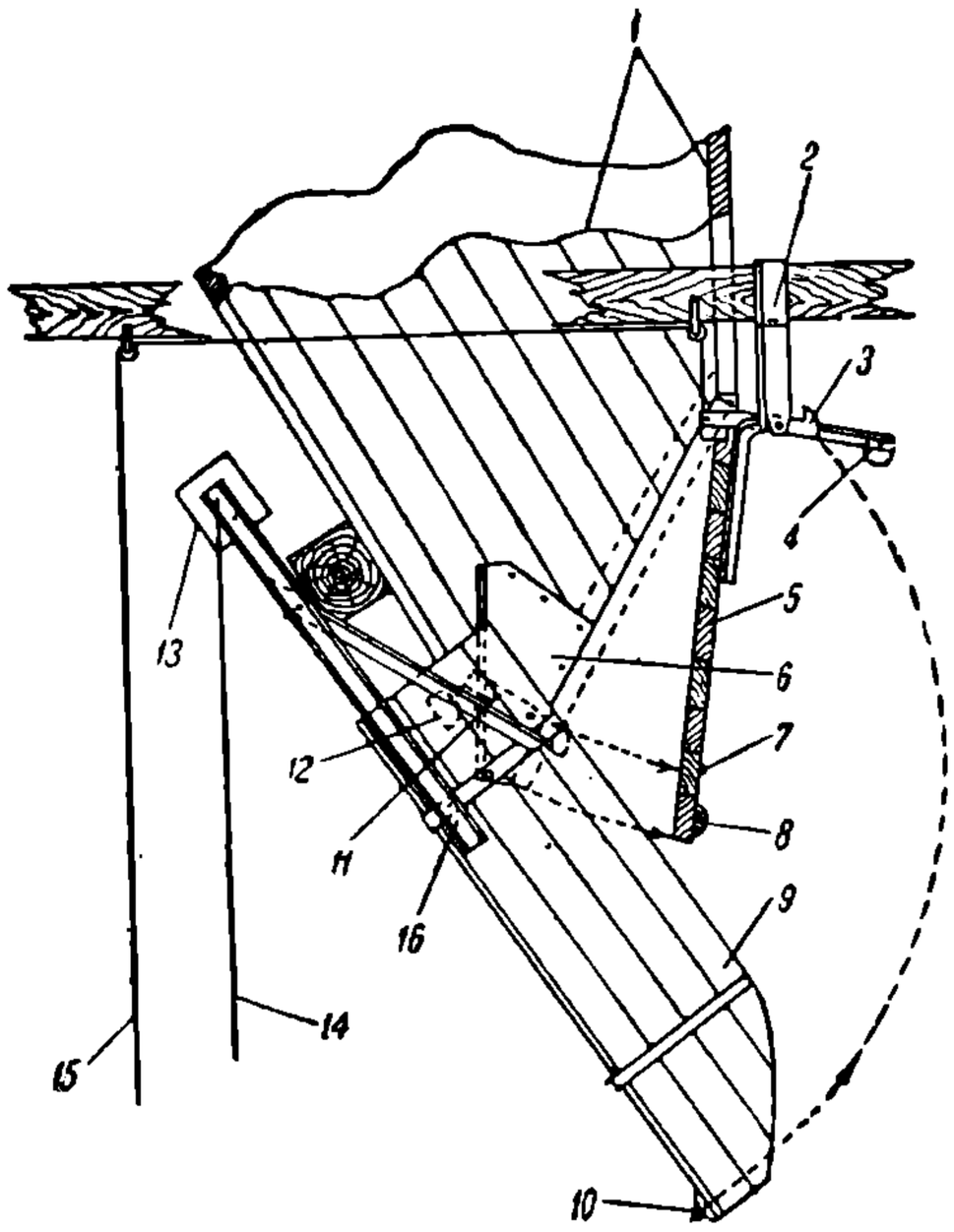
Фиг. 194

клапана затвора освобождается от запирания верхний клапан *4*, который соответственно напору угля отжимается в сторону. С прекращением действия напора угля верхний клапан *4* под действием противовеса *3* прижимается к отверстию бункера. Ввиду явно недопустимого открывания затвора вручную с помощью тяги *15*, что является опасным для обслуживающего персонала, в него были внесены изменения: тяга *15* заменена тросом *11* и для увеличения возвращающего момента увеличено плечо противовеса. Недостатками затвора являются:

1. Необходимость приложения больших усилий для поднятия противовеса (на открытие затрачивается усилие двух человек).

2. Невозможность применения автоматического закрывания затвора вследствие чрезмерной тяжеловесности нижнего клапана.

3. Ненадежность запоров и отсутствие возможности их проверки, так как они закрыты лотком *4*, кроме этого большой вес всей конструкции затвора.



Фиг. 195

На фиг. 195 показан затвор с одиночным клапаном и поворачивающимся лотком. Клапан и лоток закрываются на самостоятельные запоры: клапан *5* на крючок *11* помощью квадрата *7* и лоток *9* на крючок *3* помощью квадрата *10*. Затвор работает следующим образом: натягивается трос *15*, благодаря чему поворачивается крючок *3*, укрепленный на оси в подвеске *2*, и лоток *9* под действием собственного веса опускается вниз. Лоток, повернувшись около оси *16*

НБ УГЛТУ (ДГТ)

до положения, указанного на фиг. 195, с помощью упора *12*, нажимает на хвостовики крючков *11*. Крючки *11* освобождают квадрат *7*, и клапан *5*, неполностью уравновешенный противовесом *4*, под действием собственного веса и давления угля открывается. После разгрузки бункера натягивается трос *14*, благодаря чему поворачивается лоток *9*, который, подходя к верхнему положению, упирается в колодку *8*, прижимает клапан *5* к отверстию бункера, запирает его на крючок *11* и сам запирается на крючок *3*. Подобный затвор практически вполне себя оправдал. К достоинству конструкции подпорных затворов следует отнести большую надежность в работе и легкое оперирование. Эту конструкцию можно поставить на одно из первых мест для малых и средних бункеров.

§ 45. Расчет склада топлива (угля)

а) Определение запаса угля, площади и размеров склада. Площадь склада угля должна быть рассчитана на хранение максимальной нормы запаса угля, которая должна обеспечивать бесперебойное снабжение паровозов и других потребителей топлива в период его наибольшего расхода. Таким периодом являются зимние месяцы, так как в это время увеличивается расход топлива на измеритель и увеличивается общий объем работы транспорта.

Емкость расходного топливного склада должна обеспечивать хранение:

1. Эксплуатационного запаса, гарантирующего нормальную работу дороги.
2. Неснижаемого запаса.

Таким образом общая норма запаса топлива, или иначе емкость склада в тоннах, должна составлять:

$$Q = E_э + E_н,$$

где $E_э$ — максимальный запас в тоннах для эксплуатационных надобностей,

$E_н$ — неснижаемый запас топлива в тоннах, определяемый особыми расчетами.

Размер эксплуатационного запаса топлива определится по формуле:

$$E_э = E \quad t,$$

где E — суточный расход топлива в тоннах, слагающийся из: а) суточного расхода на паровозы, б) суточного расхода на прочие технические нужды, в) суточного расхода на выдачу рабочим и служащим,

t — необходимая обеспеченность склада топливом (в сутках).

В средних условиях время t принимается равным 30 суток. Для складов, расположенных вблизи мест добычи топлива, t может быть принято ниже 30, но не менее 5 суток. Для особо удаленных местностей с плохими условиями завоза t достигает 60 суток. При подвозе топлива водным путем число дней обеспеченности склада топливом к моменту прекращения навигации не должно быть менее продолжительности перерыва в подвозе топлива. Более точно время может быть определено следующим образом:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где t_1 — продолжительность доставки топлива от места погрузки до склада,

t_2 — интервал между двумя последовательными поступлениями топлива,

t_3 — продолжительность приемки топлива (разгрузка, испытание),

t_4 — время на подготовку топлива к расходу (подготовка смесей).

Расход топлива на паровозы определяется согласно размерам движения, профилю пути, весу состава, типу паровоза, виду топлива и т. д. по правилам тяговых расчетов.

Для предварительных (ориентировочных) соображений, если нет точного расчета, суточный расход топлива, потребного для отопления паровозов, может быть определен по формуле:

НБ УИЖТ (ДПТ)

а) Для товарного движения:

$$E_m = \frac{\Sigma Q\, 2\, nl}{10\,000}\, q_m,$$

где Q—средний вес поезда в тоннах брутто,
l — длина тягового плеча в километрах,
q_m — расход топлива паровозом в тоннах на 10 000 *ткм* брутто,
n — число пар товарных поездов в сутки наибольшего движения.
В данном случае можно принять следующие средние значения q_m:

Для угля $q_m = 0{,}25$ *т*
» дров $q_m = 1{,}2$ *м*³
» нефти $q_m = 0{,}15$ *т*

б) Для пассажирского движения:

$$E_n = \frac{\Sigma\, 2\, nl}{100}\, q_n,$$

где n — число пар пассажирского движения в сутки,
l — длина тягового плеча,
q_n — расход топлива паровозом в тоннах на 100 поездо-километров.
В данном случае можно принять следующие средние данные q_n:

Для угля $q_n = 2$ *т*
» дров $q_n = 10$ *м*³
» нефти $q_n = 1{,}3$ *т*

в) Для маневровых паровозов:

$$E_м = N_м\, q_м,$$

где $N_м$ — число одновременно работающих паровозов,
$q_м$ — расход топлива в тоннах на один маневровый паровоз в сутки.
В данном случае можно принять следующие средние значения для $q_м$:

Для угля $q_м = 2{,}5$ *т*
» дров $q_м = 12$ *м*³
» нефти $q_м = 1{,}5$ *т*

Суточный расход топлива E_x, предусматривающий технические нужды, а также снабжение топливом рабочих и служащих, определяется согласно местным условиям. Общий эксплуатационный суточный расход топлива будет равен:

$$E = E_m' + E_п + E_м + E_x.$$

При неснижаемом запасе $E_н$ и при необходимой обеспеченности склада топливом на t суток общее количество угля Q, на хранение которого необходимо рассчитать площадь склада, будет равно:

$$Q = E \cdot t + {}'E_н.$$

Для расчета площади склада необходимо знать количество марок угля, ожидаемое к поступлению на склад, и их процентное соотношение. Зная общее весовое количество запаса угля и процентное соотношение отдельных марок, легко определить требуемый запас угля по отдельным маркам.

Для определения размеров склада необходимо предварительно выбрать поперечное сечение склада, что производится в строгом соответствии с принятым оборудованием и способом погрузки.

Для этой цели, задавшись определенным типом оборудования, производящего погрузку угля на складе (кран, транспортер и пр.), и выяснив его характеристику, намечают расположение путей с таким расчетом, чтобы вся полезная площадь склада обслуживалась бы выбранными механизмами и кроме того имелась возможность погрузки угля из любого штабеля в вагоны или вагонетки, двигающиеся по специальным путям.

Установив таким образом все междупутья и зная, что допускаемое расстояние подошвы штабеля от оси пути равно 2 *м*, определяют и ширину штабелей. Высота же штабелей принимается, как отмечалось выше, в зависимости от марки угля.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Зная площадь штабеля, определяют длину штабеля. Имея все размеры штабеля и зная насыпной вес угля $\lambda=0{,}08$ *т/м*³, можем определить емкость штабеля Q по формуле:

$$Q_{шт} = \frac{h}{6}\left\{(2a+a_1)l+(2a_1+a)l'\right\}\gamma,$$

где h — вышина штабеля,
a — ширина нижнего основания,
a_1 — ширина верхнего основания,
l — длина нижнего основания,
l' — длина верхнего основания,
γ — насыпной вес угля.

Определив аналогичным путем емкость других штабелей, входящих в поперечное сечение, определяют емкость одного поперечного ряда штабелей:

$$Q_{ряда} = Q'_{шт}\cdot n' + Q''_{шт}\quad n'' + \ldots + Q^{i}_{шт}\cdot n^{i},$$

где n — количество штабелей с одинаковыми размерами в одном поперечном ряде,
$Q_{шт}$ — емкость штабеля.

Необходимое количество рядов штабелей будет равно:

$$n_{ряд} = \frac{Q_{склада}}{Q_{ряда}},$$

где $Q_{склада}$ — общая емкость склада.

Зная количество рядов штабелей, подсчитывают длину, занятую складом:

$$L_{склада} = n_{ряда}\,l + \frac{n}{2}\cdot l_{пр} + \left(\frac{n}{2}-1\right)l_{пож},$$

где l — длина штабеля,
$l_{пр}$ — ширина прохода между штабелями,
$l_{пож}$ — ширина пожарного проезда, устраиваемого обычно через каждые два ряда штабелей.

б) Определение количества оборудования. После того как сделана планировка склада, можно перейти к подсчету необходимого количества оборудования.

1. Краны

Предварительно задается число часов работы установки. Обычно большинство агрегатов на угольном складе работает в течение двух смен, что соответствует 14 час. работы. Однако с целью лучшего использования кранов их работу можно принимать в течение 21 час., считая, что в третью смену они будут производить штабелирование.

Зная число часов работы крана, определяют часовую производительность крана; для этого, выяснив по каталогу его подробную характеристику, определяют продолжительность одного цикла работы крана, которая будет слагаться из следующих элементов:

1. Времени закрытия грейфера — t_1, равного по хронометражным данным приблизительно 10 сек.

2. Времени подъема грейфера — t_2:

$$t_2 = \frac{60\cdot h}{v_n} + t_p,$$

где v_n — скорость подъема грейфера в *м/мин*,
t_p — время на разгон и торможение, равное $(3 \div 5)$ сек.,
h — высота подъема грейфера.

3. Времени поворота крана t_3:

$$t_3 = \frac{60\cdot\alpha}{360\,n_{об}} + t_p,$$

где α — угол поворота крана,
$n_{об}$ — скорость поворота (число оборотов в 1 мин.).

4. Времени раскрытия грейфера t_4, равного по хронометражным данным приблизительно 10 сек.

Следует заметить, что в случае погрузки угля в вагонетку это время увеличивается до 20 сек., так как в этом случае необходимо более точно устанавливать грейфер над вагонеткой.

НБ УГЛУНТ (ДПТ)

5. Времени подъема порожнего грейфера — t_5.

Для лучшего зарывания грейфера в штабель угля следует бросать его с вышины:

$$h' = h + (2 \div 2{,}5)\ м,$$

где h — вышина штабеля, поэтому после опорожнения грейфера производится подъем его на вышину h':

$$t_5 = \frac{60\,(h' - h)}{v_{под}} + t_p.$$

6. Времени обратного поворота крана — t_6, равного по предыдущему:

$$t_6 = \frac{60 \cdot \alpha}{360\, n_{об}} + t_p = t_3.$$

7. Времени спуска грейфера—t_7 (без учета времени торможения):

$$t_7 = \frac{60\ (h' - h)}{v_{спуска}}.$$

8. Времени передвижки крана—t_8, которое при погрузке угля из штабеля не учитываем, так как оно будет незначительно и кроме того будет компенсироваться совмещением некоторых операций (при укладке же угля в штабели это время следует учитывать).

Зная затрату времени на отдельные операции, легко определяют полную продолжительность одного цикла крана:

$$T_ц = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7.$$

Отсюда теоретическое число циклов крана в течение одного часа составит:

$$n_ц^m = \frac{3\,600}{T_ц}.$$

Практическое же количество циклов будет несколько меньше, так как не исключена возможность задержки вагонов, подаваемых под погрузку, и другие неполадки в работе; это обстоятельство учитывается коэфициентом использования $\alpha = 0{,}85 — 0{,}90$:

$$n_ц^{пр} = n_ц^m \cdot \alpha.$$

Имея практическое число циклов крана, определяют часовую производительность крана — $Q_{кр}$:

$$Q_{кр} = n_ц^{пр} \cdot q_{гр} \cdot \beta \cdot \gamma\ т/час,$$

где $q_{гр}$ — емкость грейфера в куб. метрах,

β — коэфициент заполнения грейфера, зависящий от высоты штабеля и емкости грейфера; $\beta \approx 0{,}5—1{,}0$,

γ — насыпной вес угля, приблизительно равный 0,8 $т/м^3$.

Общее количество угля, которое должны ежесуточно переработать краны $Q_{кр}^{сут}$, будет равно суточной подаче угля на паровозы $Q_{сут}$, кроме того эти же краны должны уложить уголь, выгруженный из вагонов в штабель. Полагая, что в штабели будет укладываться 65% прибывающего в сутки угля, получим:

$$Q_{кр}^{сут} = Q_{сут} \cdot 1{,}65.$$

Следовательно в течение 1 часа краны при трехсменной работе должны будут переработать:

$$Q_{час} = \frac{Q_{сут} \cdot 1{,}65}{21}\ т/час.$$

Зная необходимую часовую производительность и практическую часовую производительность крана, легко определить необходимое число кранов:

$$N_{кр} = \frac{Q_{час}}{Q_{кр}}.$$

Кроме работающих кранов следует учесть еще и необходимый запас на случай аварии.

Количество запасных кранов определяется в зависимости от степени загруженности основных кранов и обычно равно одному.

НБ УДУНТ (ДИТ)

2. Транспортирующие устройства

(вагонетки, вагоны, тягачи и пр.)

Расчет количества транспортирующих уголь устройств производится по тому же принципу, что и для кранов, т. е. определяется время цикла, которое будет слагаться из:

а) Времени t_1 загрузки на складе в минутах:

$$t_1 = \frac{q_в}{Q_{кр}} \quad 60,$$

где $q_в$ — емкость вагона или вагонетки в тоннах,

$Q_{кр}$ — часовая производительность погрузочного механизма в тоннах.

В случае транспортировки угля в вагонетках они перемещаются поездами по 4—5 шт., и тогда под $q_в$ понимается суммарная емкость состава.

б) Времени прицепки тягача или мотовоза:

$$t_2 = (1{,}5 \div 2) \text{ мин.}$$

в) Времени пробега груженого вагона или вагонеток со склада к эстакаде:

$$t_3 = \frac{l_{гр} \cdot 60}{v} \cdot 1{,}2,$$

где $l_{гр}$ — длина пути, пройденного груженым составом,

v — скорость тягача или мотовоза в *км/час* (при вагонетках и тягаче $v = 5 \div 9$ *км/час*, при вагоне и мотовозе $v = 10 \div 12$ *км/час*),

1,2 — коэфициент, учитывающий снижения скорости на кривых и время на перекладку стрелок.

г) Времени отцепки тягача или мотовоза:

$$t_4 \approx 1 \text{ мин.}$$

д) Времени взвешивания пяти вагонеток у эстакады, опорожнения или подачи для включения в тяговой канат:

$$t_5 \approx 6 \text{ сек.} = 0{,}1 \text{ мин.}$$

е) Времени прицепки тягача или мотовоза к порожнему вагону или вагонеткам:

$$t_6 = 1{,}5 \text{ мин.}$$

ж) Времени пробега порожнего вагона или вагонеток от эстакады к складу:

$$t_7 = \frac{l_{пр} \cdot 60}{v} \text{ мин.}$$

з) Времени отцепки тягача или мотовоза:

$$t_8 \approx 1 \div 2 \text{ сек.}$$

Таким образом полное время цикла составит:

$$T_ц = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 \text{ мин.}$$

Практическое число циклов в час, совершаемых одним вагоном или одним поездом вагонеток, будет равно:

$$n_ц = \frac{60}{T_ц} \cdot \alpha,$$

где α — коэфициент несогласованности в работе, приблизительно равный 0,9, следовательно практическая часовая производительность вагона или поезда вагонеток:

$$Q_в = n_ц \cdot q \text{ } т/час,$$

где q — емкость вагона или поезда вагонеток.

Отсюда легко определить необходимое количество вагонов или составов:

$$N_в = \frac{Q_{сут}}{n_в \cdot Q_в},$$

где $n_в$ — число часов работы по подвозу угля к эстакаде,

$Q_{сут}$ — суточная подача угля.

Кроме того необходимо учесть запасное оборудование в размере от 10 до 15% и в случае эстакады с подачей вагонеток наверх следует учесть количество вагонеток, занятых на эстакаде.

Аналогичным образом определяется количество тягачей.

3. Углеподающая установка

Задавшись типом углеподающей установки (типовая эстакада, эстакада с большеемкими бункерами, передвижные бункеры и пр.), необходимо установить ее основные размеры.

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

В первую очередь следует определить необходимое количество бункеров, что нетрудно сделать, зная емкость одного бункера и размер воздушного запаса, который устанавливается в соответствии с режимом работы установки. Если подача угля на эстакаду происходит в течение двух смен, то воздушного запаса должно хватить на бесперебойное обслуживание трех смен, и в этом случае запас составляет 30 — 40% от суточного расхода. Если же работа происходит в течение трех смен, то размер воздушного запаса может быть сокращен.

Итак, выяснив размер воздушного запаса и зная емкость бункера, определяем число бункеров:

$$n'_{бун} = \frac{Q'_{вс}}{q_{бун}},$$

где $Q'_{вс}$ — размер воздушного запаса,

$q_{бун}$ — емкость одного бункера в тоннах.

Однако это количество бункеров определено в предположении, что все бункеры будут погружены полностью. В действительности же для обеспечения возможности отпуска на паровозы любой порции угля часть бункеров будет заполнена не на полную емкость, а частично (на 2, 3, 5 m и т. д.). Поэтому действительное количество бункеров получается только после введения коэфициента τ, учитывающего это обстоятельство (необходимо отметить, что при большеемких бункерах, снабженных весовым устройством, вводить указанный коэфициент не следует):

$$N_{бун} = n'_{бун}\,\tau,$$

где

$$\tau = 1{,}2 — 1{,}3.$$

Зная количество бункеров, определяют количество бункерных секций, которое составляет:

$$n_{сек} = \frac{N_{бун}}{n},$$

где n — число бункеров в одной секции.

Зная размеры бункерной секции и размеры наклонной или вертикальной переходной и концевой частей, можно установить полные размеры эстакады:

$$l_{эс} = l_{п} + l_{пер} + l_{кон} + l_{бун}.$$

После определения размеров эстакады производится расчет механического оборудования этакады, т. е. в случае лифтового или скипового подъемника определяются количество подъемников (аналогично предыдущему) и необходимые мощности моторов. В случае канатной дороги или непрерывного транспортера определяются их размеры и мощности моторов.

§ 46. Экономическое обоснование выбора типов устройств по механизации топливных складов

Механизация углеснабжения паровозов позволяет значительно сократить время простоя паровозов под набором топлива. Однако это сокращение простоя паровоза под набором топлива не всегда сопровождается снижением стоимости.

В зависимости от размера расхода угля, местных условий, количества занятой рабочей силы и прочих условий некоторые устройства могут оказаться экономически не вполне выгодными.

Поэтому в каждом отдельном случае применения механизации углеснабжения необходимо (при прочих равных условиях) выбрать экономически наиболее выгодный вариант.

Экономия выясняется из сравнения стоимости переработки угля, которая складывается из следующих эксплуатационных расходов:

а) Отчисление на амортизацию и ремонт оборудования.

б) Стоимость топлива, горючего и смазки, потребляемых кранами, тягачами и прочими механизмами, стоимость электроэнергии, расходуемой электромоторами лебедок подъемников или канатной дороги, транспортеров и пр., а также стоимость электроэнергии, необходимой для освещения склада и установки.

в) Стоимость содержания рабочей силы с учетом соответствующих соц-расходов.

НБ УДУНТ (ДПТ)

а) Капиталовложение

Перед тем как перейти к определению этих расходов, нам надлежит на основании единичных стоимостей отдельных элементов оборудования установить общую сумму капиталовложений, необходимых для осуществления установки.

Единичные стоимости отдельных объектов указаны в табл. 67.

Таблица 67

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика оборудования	Единица измерения	Количество	Единичная стоимость в руб.	Сумма капиталовложений в руб.	Примечания
1	Краны грейферные	—	шт.	—	—	—	Цена берется в зависимости от типа крана по номенклатуре справочника
2	Тягачи	Типа ФП на резиновом ходу		—	5 500	—	
3	Мотовозы	Колеи 750 *мм* . .		—	12 000	—	
4	Вагонетки	Колеи 750 *мм*, емкостью 1 $м^3$.		—	500	—	Все единичные стоимости взяты по укрупненным измерителям Окружной железной дороги для 1936 г. и по сметам к пректам экипировки паровозов, составленным Проектным бюро НИС ЛИИЖТ в 1936 г. Цены на покупное оборудование указаны по данным заводов
5	Вагоны	Саморазгружающиеся емкостью 25 *т* нормальной колеи		—	9 000	—	
6	Весы	Врезные колеи 750 *мм*, грузоподъемностью 2 *т* .		—	2 750	—	
7	Эстакады	Бетонные с бункерами . . .	$м^3$	—	300	—	
8	Пути железнодорожные	Нормальной колеи	*пог. м*	—	36	—	
9	Стрелочные переводы	—	шт.	—	2 500	—	
10	Пути	Колеи 750 *мм* .	*пог. м*	—	27	—	При составлении технических проектов указанные цены надлежит устанавливать на основании соответственных смет
11	Пути повышенные для приема саморазгружающихся вагонов	$h=2,5$	»	—	300—600	—	
12	Подходы к ним	Земляные	—	—	17 000	—	
13	Мощение склада	Шлако-глиняное, булыжное	$м^2$	—	6	—	
14	Контора склада и ожидальня	Деревянная	$м^3$	—	50,0	—	Кубатура ожидален принимается из расчета 23,0 $м^3$ на одного человека в смену. Кубатура гаража принимается из расчета 45 $м^3$ на тягач
15	Гараж для тягача или мотовоза	Несгораемый		—	44	—	
16	Водопровод	Диаметром 200 *мм* с гидрантами	*пог. м*	—	36	—	
17	Водоотвод	—	»	—	16	—	
18	Освещение	Прожекторное . .	$м^2$	—	1,3	—	

б) Отчисление на ремонт и амортизацию оборудования

Величина отчислений на ремонт и амортизацию оборудования имеет значительное влияние на экономический эффект механизации, поэтому вопрос определения процентных отчислений является достаточно серьезным, между тем величина этого процента очень часто принимается вне зависимости от числа часов работы агрегата в течение года, а тем самым упускается из виду то обстоятельство, что изнашиваемость механизма зависит от продолжительности его работы.

Величину процентного отчисления следует брать по нормам Госплана в строгом соответствии с числом часов работы.

НБ УГЛУНТ (ДШТ)

Зная стоимости отдельных элементов установки и установив процент отчислений, определяется и сумма отчислений. Эти величины указаны в табл. 68 при 2 500 час. работы в год, т. е. при 8-часовой работе в день.

Таблица 68

№ п/п	Наименование оборудования	Сумма капиталовложений	% отчисления при 2500 час. работы в год	Сумма отчислений	Примечания
1	Краны	Принимается по табл. 67	15,0	—	—
2	Тягачи		20,0	—	—
3	Мотовозы		15,0	—	—
4	Вагонетки узкой колеи . .		20,0	—	—
5	Вагоны саморазгружающиеся .		15,0	—	—
6	Весы		7,0	—	—
7	Эстакада бетонная		3,6	—	—
8	Пути нормальные .		6,0	—	—
9	Стрелочные переводы		6,0	—	—
10	Пути узкой колеи .		7,0	—	—
11	Пути повышенные .		2,5	—	—
12	Подходы к ним		6,0	—	—
13	Мощение склада . .		4,1	—	—
14	Контора и ожидальня . . .		7,1	—	—
15	Гараж для тягача или мотовоза .		8,0	—	—
16	Водопровод .		4,6	—	—
17	Водоотвод		4,1	—	—
18	Освещение		8,0	—	—
	Итого	—	—	—	—

Следует отметить, что процент отчислений взят на основании приказа НКПС, данных Госплана и эксплуатационных показателей НИИЖТ, однако в зависимости от условий работы он может несколько меняться.

в) Стоимость расходуемой энергии, горючего и смазки

1. Стоимость работы грейферных кранов железнодорожного типа Я-1. Стоимость топлива и смазки, расходуемых в течение 1 часа фактической работы крана, по практическим данным можно принять 1 р. 25 к.

Зная фактическое число часов работы крана в сутки $n_к$, легко определить годовой расход на топливо и смазку:

$$K_{кр} = n_к \cdot 365 \cdot 1{,}25 \text{ руб.}$$

2. Стоимость работы тягачей. Средний расход керосина при работе тягача с четырьмя груженными вагонетками и с учетом дополнительной затраты мощности на прохождение кривых определен по данным НИС ЛИИЖТ в 1,8 *кг/час*.

При стоимости 1 *т* керосина в 550 руб., приняв стоимость расходуемого бензина и смазки 6% от стоимости керосина, получим стоимость 1 часа работы трактора:

$$1{,}8 \cdot 0{,}55 \cdot 1{,}06 = 1 \text{ р. } 06 \text{ к.}$$

Следовательно годовой расход на горючее и смазку для трактора составит:

$$K_{тяг} = n_т \cdot 365 \cdot 1{,}06 \text{ руб.,}$$

где $n_т$ — число часов работы трактора.

3. Стоимость работы мотовозов. Согласно номенклатурному справочнику расход горючего двигателем мотовоза равен от 16 до 20 *кг* на 100 *км* пройденного пути, однако, учитывая работу мотора вхолостую, примем расход горючего 30 *кг* на 100 *км*.

Выше нами было определено количество циклов мотовоза в течение часа, соответственно этому годовой расход на горючее составит:

$$K_м = \frac{n_ц \cdot n_м \cdot l \cdot i \cdot 0{,}03 \cdot 365}{100},$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

где $n_ц$ — число циклов мотовоза в час,
$n_м$ — число часов работы в сутки,
l — длина пробега в течение одного цикла в километрах,
i — стоимость бензина, равная 1 000 руб. за 1 *т*.

4. Стоимость работы канатной дороги, ленточного транспортера и пр. Зная мощность мотора, установим годовой расход на потребляемую электроэнергию по формуле:

$$K_{тр} = N \cdot n_{мот} \cdot 365 \cdot i \text{ руб.},$$

где N — мощность мотора в киловаттах,
$n_{мот}$ — число часов работы мотора в сутки,
i — стоимость 1 *кв-ч* электроэнергии, приблизительно равная 0,15 коп.

5. Стоимость работы электрокранов и пр. Для электрокранов и других установок, оборудованных электромоторами и работающими не непрерывно, расход энергии определяется по времени работы каждого отдельного мотора. Так, для крана в течение одного цикла мотор подъема и спуска грейфера будет работать в течение времени:

$$t' = t_1 + t_2 + t_4 + t_5 + t_7,$$

где по предыдущему t_1 — время закрытия грейфера,
t_2 — время подъема грейфера,
t_4 — время раскрытия грейфера,
t_5 — время подъема порожнего грейфера,
t_7 — время спуска грейфера.

Мотор поворота крана будет работать в течение времени:

$$t'' = t_3 + t_6,$$

где t_3 — время поворота крана с груженым грейфером,
t_6 — время поворота крана с порожним грейфером.

Мотор передвижного крана будет работать в течение времени:

$$t''' = t_8.$$

Таким образом общий часовой расход энергии краном составит:

$$N_{э.кр} = n_ц (N_1 t' + N_2 t'' + N_3 t''' + N_i t^6),$$

где $n_ц$ — число циклов крана в час,
N_i — мощность моторов крана.

Стоимость потребляемой краном электроэнергии составит в течение года:

$$K_{э \cdot кр} = N_{э.кр} \cdot n_{кр} \cdot 365 \cdot i,$$

где $n_{кр}$ — число часов работы крана,
i — стоимость 1 *кв-ч* электроэнергии.

6. Стоимость освещения. Годовая стоимость прожекторного освещения 1 $м^2$ площади склада по данным Проектного бюро НИС ЛИИЖТ составляет приблизительно 20--27 коп., и следовательно общая стоимость освещения составит:

$$K_{об} = W \cdot i,$$

где W — площадь склада,
i — стоимость освещения 1 $м^2$.

Подсчитав таким образом расходы по отдельным агрегатам, можно определить общий годовой расход на горючее и электроэнергию по всей установке:

$$K_{гор} = K_{кр} + K_{тяг} + K_м + K_{тр} + K_{э.кр} + K_{ос} + \quad + K_i = \Sigma K.$$

г) Стоимость рабочей силы

Одной из наиболее крупных статей расхода является содержание рабочей силы, поэтому к определению штата рабочей силы следует подходить особенно внимательно.

После определения штата, в котором следует учесть не только непосредственно обслуживающий механизмы, но и административный и вспомогательный персонал, следует составить сводную ведомость рабочей силы с указанием категории, количества и ставок рабочих. Пользуясь этой ведомостью, легко определить годовой расход на содержание рабочей силы.

НБ УИИНТ (ДИТ)

В табл. 69 приводится форма такой ведомости с примерным перечнем категорий рабочей чилы.

Таблица 69

№ п/п	Категория рабочей силы	Месячная ставка	Число смен	Число человек: в смену	Число человек: в под-смену	Число человек: всего	Годовой фонд зарплаты
1	Крановщики . .	275	—	—	—	—	—
2	Рабочие на складе	150	—	—	—	—	—
3	Рабочие у эстакады .	150	—	—	—	—	—
4	Весовщики .	175	—	—	—	—	—
5	Бункеровщики .	175	—	—	—	—	—
6	Трактористы . . .	250	—	—	—	—	—
7	Слесарь по ремонту .	225	—	—	—	—	—
8	Электромонтер	225	—	—	—	—	—
9	Зав. складом	300	—	—	—	—	—
10	Счетовод . .	175	—	—	—	—	—
11	Сторож . . .	125	—	—	—	—	—
12	Уборщица и пр.	100	—	—	—	—	—
	Итого	—	—	—	—	$\Sigma K'_{раб}$	
	С учетом соцрасходов и отпусков в размере $24 \div 30\% K_{раб}$, $= \Sigma K'_{раб} \cdot 1{,}25$						

Теперь, когда нам известны расходы на ремонт и амортизацию $K_{ам}$, расходы на горючее и электроэнергию $K_{гор}$ и расходы на рабочую силу $K_{раб}$; можно определить полную величину годовых эксплуатационных расходов M:

$$M = K_{ам} + K_{гор} + K_{раб}.$$

Отсюда стоимость переработки 1 m угля составит:

$$S = \frac{M}{Q_{сут} \cdot 365},$$

где $Q_{сут}$ — суточный углерасход установки.

Для возможности сравнения эффективности различных способов углеснабжения в стоимость переработки 1 m угля следует включить еще и стоимость простоя паровоза под набором топлива, и тогда полная стоимость подачи 1 m угля на паровоз без учета стоимости выгрузки угля из вагона составит:

$$S = \frac{M}{Q_{сут} \quad 365} + \frac{t_{пр}}{q \cdot 60} \cdot K_{пр},$$

где $t_{пр}$ — время простоя под набором топлива, равное для бункерного снабжения $3 \div 6$ мин.,

q — среднее количество набираемого паровозом угля,

$K_{пр}$ — стоимость простоя 1 паровозо-часа.

Для возможности сравнения различных углеснабжающих установок и для предварительного выбора типа установки инж. Е. Н. Гохбом, пользуясь изложенным выше методом, произвел расчет стоимости углеподачи для большинства установок, могущих найти применение на наших железных дорогах.

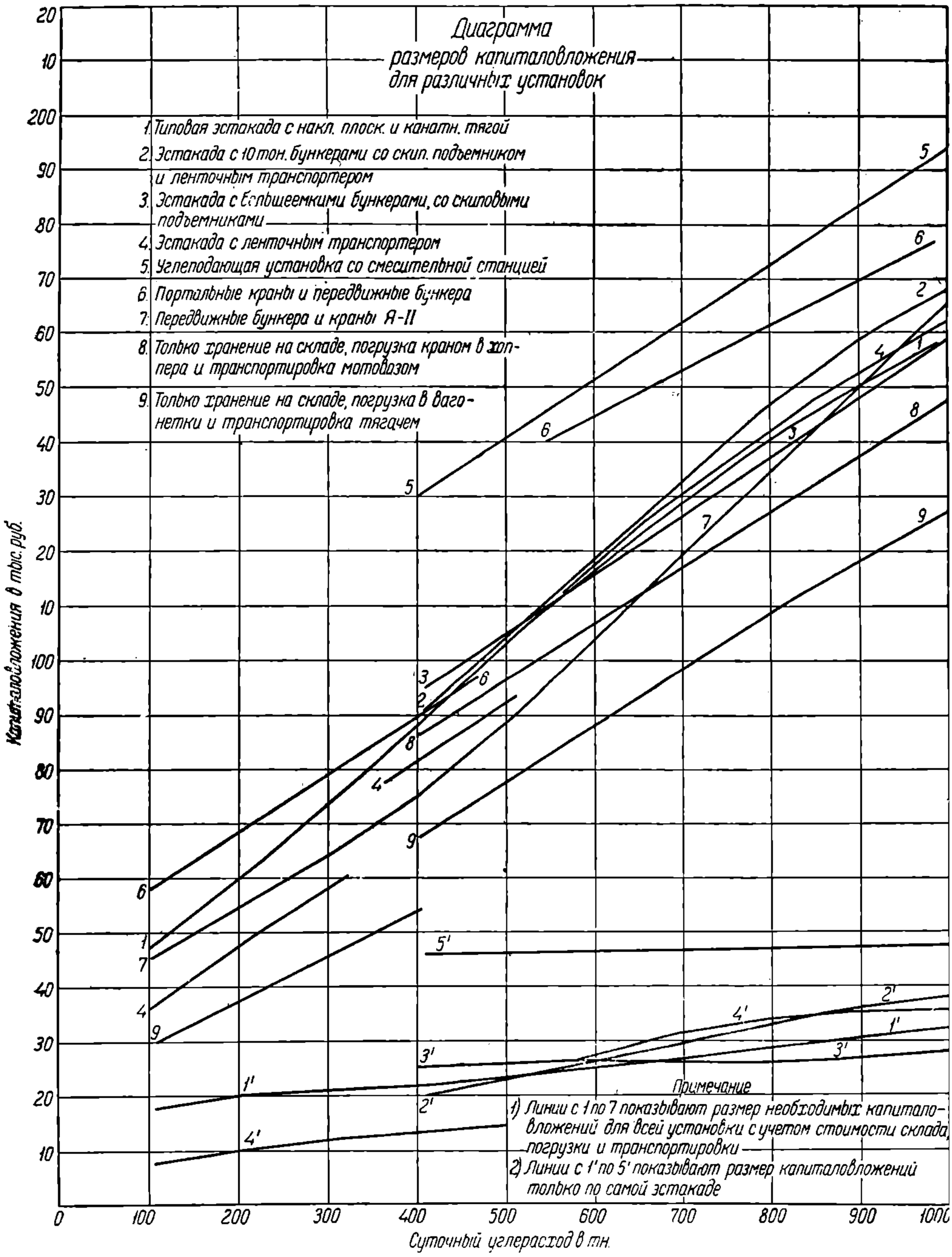
Каждая установка рассматривалась в условиях работы на наших дорогах при всех углерасходах от 100 до 1 000 *т/сутки*, причем расчет производился через каждые 100 m.

Благодаря тому что все расчеты производились на основании одних и тех же измерителей и одних и тех же исходных данных, результаты подсчетов, даже если они не являются абсолютно верными, все же дают правильное соотношение стоимости переработки угля для различных установок.

Все стоимости отдельных элементов установок принимались по ценам 1936 г.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Результаты подсчетов инж. Е. Н. Гохбом даны в виде двух диаграмм: на первой диаграмме (фиг. 196) даны размеры капиталовложений для различных спо



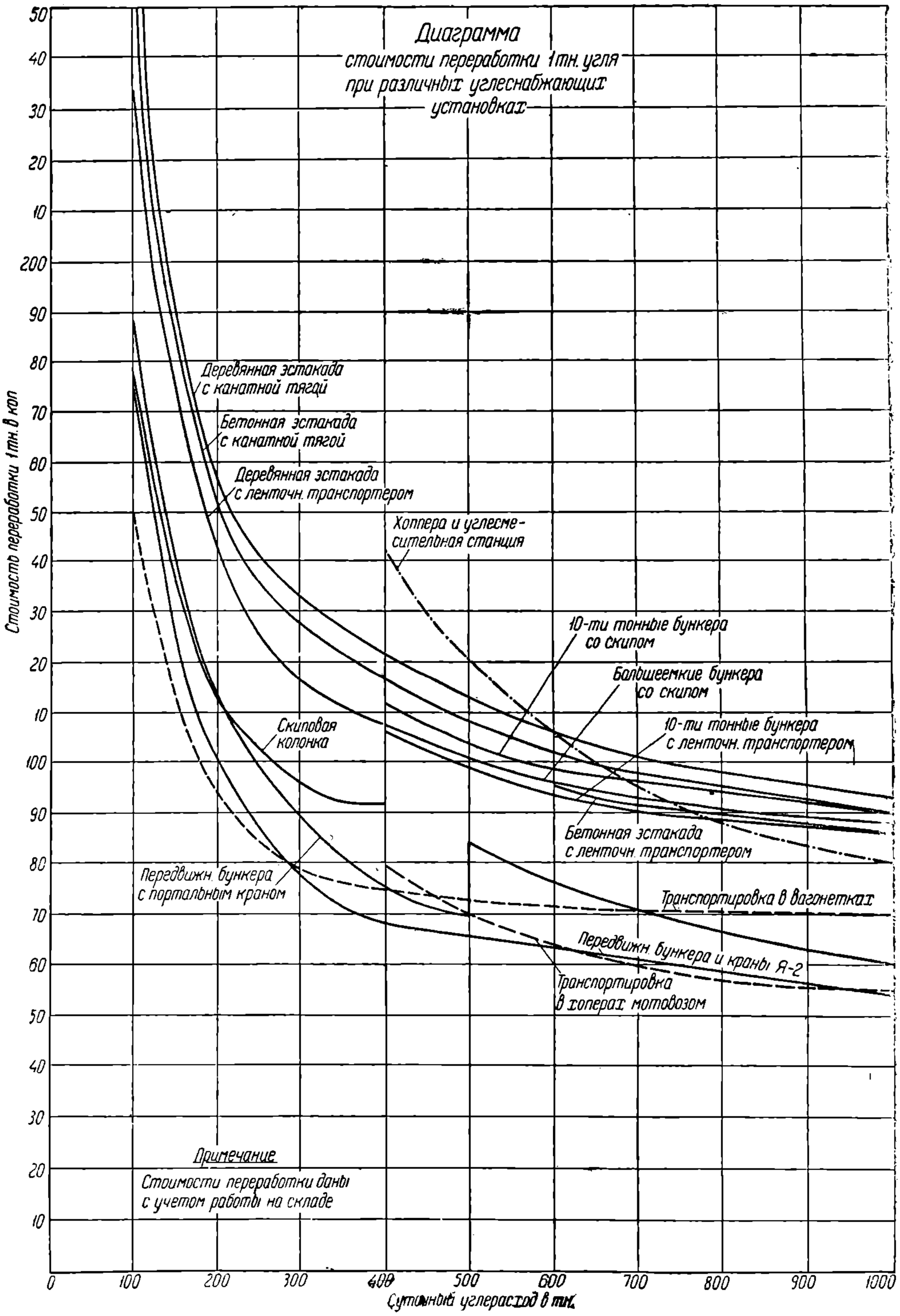
Фиг. 196

собов углеподачи, на второй диаграмме (фиг. 197) даны стоимости переработ 1 *т* угля (по оси *У*) в зависимости от количества расхода угля (по оси *Х*) для различных способов углеснабжения.

Пользуясь этими диаграммами, можно для любого углерасхода выяснить наивыгоднейший способ углеснабжения.

Анализируя указанную диаграмму, легко увидеть, что все операции, связа-

НБ УДУНТ (ДПТ)



Фиг. 197

ные с транспортировкой угля со склада к эстакаде и хранением его на складе (пунктирные кривые), составляют львиную долю всей стоимости переработки 1 *т* угля. Это значит, что на правильную организацию работ на складе, на сокра-

НБ УДУНТ (ДПТ)

щение длины подвозки угля к эстакаде и на правильную планировку склада следует обращать максимальное внимание.

Поэтому совершенно естественно, что установка с передвижными бункерами и железнодорожными кранами [1], в которой вообще отсутствует подвоз угля к эстакаде и отсутствует целый ряд других промежуточных операций (погрузка вагонеток, разгрузка вагонеток и пр.), оказалась наиболее выгодной для всех углерасходов.

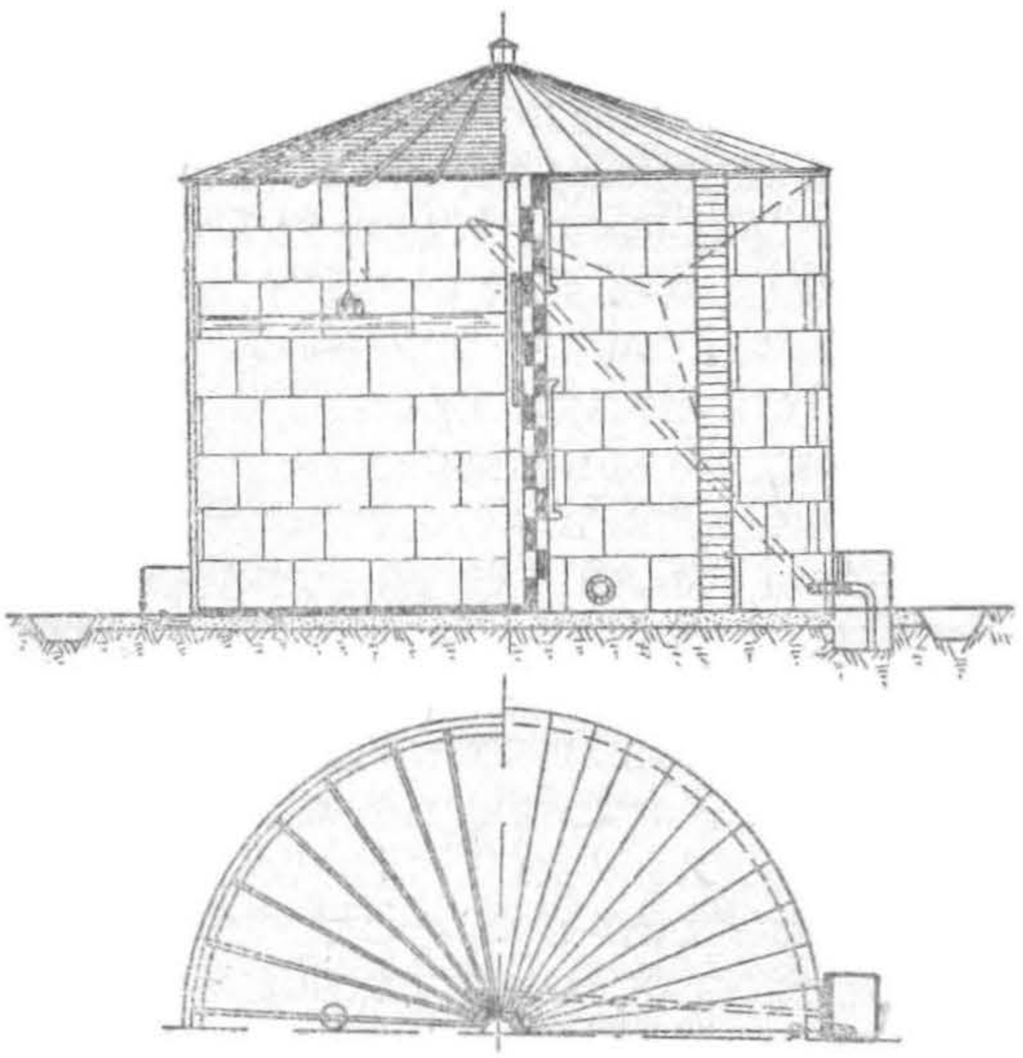
Для больших углерасходов низкую стоимость переработки дала углесмесительная станция, что объясняется применением для транспортировки угля со склада к эстакаде саморазгружающихся вагонов емкостью 25 *т*, а не вагонеток. Применение вагонов помимо снижения стоимости транспортировки позволило улучшить планировку склада, что также отразилось на стоимости.

В заключение следует заметить, что выбор типа установки зависит также от местных условий, почему помимо экономической эффективности в каждом случае следует проверять и возможность, и удобство эксплуатации установки.

§ 47. Снабжение паровозов при нефтяном и дровяном отоплении

Отопление паровозов нефтью и дровами, проектировавшееся до последнего времени относительно в больших размерах, являлось следствием капиталистического, хищного способа использования сырьевых ресурсов нашей страны в условиях царской России. В настоящее время подобного рода отопление доводится до практически целесообразного минимума. Для снабжения локомотивов нефтяным топливом (мазут, нефтяные остатки) депо оборудуются сооружениями для приемки, хранения и раздачи его.

Основное нефтехранилище может быть отнесено сравнительно далеко от депо. При этом в пункте набора топлива устанавливается раздаточный бак, соединенный с основным нефтехранилищем трубопроводом. Нефть с помощью насоса или самотеком поступает в раздаточный бак емкостью 50—100 *т*. Основные требования, предъявляемые к нефтехранилищу, заключаются в предохранении нефти от утечки, испарения, загрязнения и воспламенения. Самым распространенным типом нефтехранилища являются вертикальные металлические резервуары (фиг. 198).



Фиг. 198

Нефтераздаточные баки делаются из листовой стали цилиндрической формы с плоским или сферическим днищем и конической крышей из кровельного железа. Крыши баков располагаются на деревянных или металлических стропилах. Каждый нефтеразборный бак оборудуется:

1. Одной или двумя сливными трубами диаметром 150 *мм*. Эти трубы вращаются в вертикальном направлении, чтобы оставшаяся в трубе после закрытия задвижки нефть при подъеме трубы не вытекала из нее.

2. Лебедками грузоподъемностью до 0,5 *т* с автоматическими тормозами и сменными передачами, позволяющими поднимать и опускать сливные трубы с различной скоростью; количество лебедок должно соответствовать количеству сливных труб.

---

[1] Рабочие чертежи установки разработаны Проектным бюро НИС ЛИИЖТ.

НБ УДУНТ (ДИТ)

3. Краном диаметром 50 *мм* для спуска воды.

4. Нефтемерным стеклом с запорным краном и рейкой для указания уровня нефти.

5. Поплавком с блоком, с цепью, указателем и рейкой для той же цели.

6. Деревянным шестом с блоком для непосредственного измерения мазута.

7. Лазом на крыше для осмотра бака.

8. Лестницей.

Нефтеразборный бак устанавливается непосредственно около путей, на которых происходит снабжение паровозов. Для обеспечения взвешивания поданной на паровоз нефти нефтеразборный бак поднимается выше и под ним располагается специальный небольшой бак емкостью в 2—3 *т*. Этот бак с помощью железного помоста особой конструкции помещается на площадке весов. Весы снабжаются самопишущим прибором. Нефтяное топливо из нефтеразборного бака по патрубку, снабженному задвижкой, переливается в весовой бак, откуда оно после взвешивания может быть направлено по одной или двум воронкам в сливные трубы и по последним—в нефтяной бак паровоза. Внутри раздаточного бака вокруг патрубка часто устраивают змеевик для подогрева отпускаемой нефти. Раздаточный бак очень компактен, занимает мало места и обеспечивает подачу 5 000 —6 000 *кг* нефти на паровоз за 8—10 мин. В стороне от депо на определенном расстоянии от нефтехранилища устраивается нефтекачка. Оборудование нефтекачки средних размеров состоит из парового насоса системы Блека, Вортингтона и т. п. и парового котла с поверхностью нагрева 14—15 $м^2$ при давлении пара 6—8 *ат*. Диаметр цилиндров насоса 152 × 200 *мм*, ход поршня 300 *мм*. Пар от котла расходуется на приведение в действие насоса и для подогрева нефти. Прибывающие цистерны с парафинистым мазутом подаются на специальный путь, вдоль которого устроены железный сливной желоб и эстакада на уровне клапанов цистерн. Парафинистый мазут в прибывших цистернах подогревается паром до такой степени, что он становится жидким. После подогрева мазут спускается в сливной желоб, откуда стекает в небольшой приемный резервуар емкостью 50—120 *т*, расположенный в земле. Из приемного резервуара еще незастывший мазут перекачивается в нефтехранилище или непосредственно в раздаточный бак.

Подача дров в большинстве случаев производится вручную с земли. Для облегчения работы иногда эта подача производится с помощью эстакад. Эстакады-помосты устраиваются на уровне обреза борта тендера. На эстакаду дрова могут подаваться в тачках, на возах, в вагонетках и с помощью ленточного конвейера. Эта отрасль топливных складов является наиболее отсталой. Для облегчения учета расхода дров последние укладываются на складе в особые станки по кубическим метрам. Площадь склада определяется из расчета выкладки 2 $м^3$ дров на площади в 1 $м^2$ склада. Дрова укладываются в штабели высотой 2 *м*. На промежутки между штабелями дров уходит 0,3 $м^2$ площади склада на каждый 1 $м^2$, занятый дровами. Продолжительность снабжения паровоза при указанных условиях доходит до 1,5—2 час.

§ 48. Противохимическая и противопожарная защита складов топлива

При проектировании складов топлива должны быть предусмотрены мероприятия по обеспечению противохимической и противопожарной защиты.

Основным отравляющим веществом для заражения топлива является иприт, что создает особые затруднения в дегазации топлива. Кроме иприта применяется фосген.

Дегазация топлива, зараженного фосгеном, не встречает затруднений и сравнительно быстро достигается путем обыкновенного проветривания. Использование недостаточно проветренного угля потребует от паровозных бригад лишь одевания противогазов. Умелое расположение топлива на открытых участках без сплошных заборов и не окруженных зданиями приводит к быстрому самовыветриванию топлива, и в этом случае застой фосгена не будет иметь места.

НБ УИИТ (ДИТ)

Таким образом центр тяжести мероприятий по защите топлива от заражения перемещается в сторону мер борьбы против иприта. Основными противохимическими мероприятиями складов являются:

1. Устройство навесов над штабелями твердого топлива против ипритного дождя и ампульного иприта.

2. При невозможности постройки навесов покрытие штабелей щитами или другими изолирующими материалами, не допускающими проникновение жидкого иприта в штабель.

3. При невозможности применения первых двух мероприятий уплотнение верхних слоев угля для воспрепятствования глубокому проникновению иприта.

4. Устройство склада топлива на открытом и высоком месте, что обеспечит быструю естественную дегазацию проветриванием и воспрепятствует проникновению зараженной воды на территорию склада.

5. Рассредоточение штабелей на складе.

6. Маскировка складов топлива.

7. Заготовка и правильное хранение дегазирующих веществ и дегазационного аппарата.

Условия хранения углей на существующих станциях регламентированы инструкцией НКПС.

При проектировании новых топливных складов нужно соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

1. Расстояние от штабелей угля должно быть не менее:
   а) до огнестойких строений 10 *м*,
   б) до сгораемых и защищенных от возгорания строений 25 *м*,
   в) до общественных сооружений 25 *м*,
   г) до складов легковоспламеняющихся жидкостей 60 *м*,
   д) до заборов данного склада 8 *м*,
   е) до складов лесных материалов не менее 30 *м*,
   ж) до путей следования (главных, проходных, организованных поездов) не менее 25 *м*.

2. Расстояние до подземных хранилищ смазки емкостью до 500 *т*:
   а) от границы угольного склада 15 *м*,
   б) от ближайшего пути 30 *м*.

3. Расстояние подземных хранилищ смазки емкостью до 100 *т*:
   а) от границ склада 15 *м*,
   б) от ближайшего пути 10 *м*.

4. Расстояние между резервуарами с мазутом должно быть не менее 10 *м* и не менее диаметра, большего из двух соседних резервуаров.

5. Склады мазута с подземными резервуарами должны отстоять от путей следования организованных поездов, а также от экипировочных путей на расстоянии не менее 35 *м*.

6. Разрывы между мазутными резервуарами и прилегающими строениями должны быть не менее указанных в табл. 70 расстояний в метрах.

Таблица 70

Строения	Обыкновенный мазут | Парафинистый мазут					
	емкость резервуаров					
	до 250 *т*	до 1 000 *т*	свыше 1 000 *т*	до 250 *т*	до 1 000 *т*	свыше 1 000 *т*
Сгораемые и защищенные от возгорания	15	30	45	20	40	45
Огнестойкие и несгораемые	10	20	30	15	30	30

§ 49. Смазочное хозяйство депо

Устройства по смазочному хозяйству в паровозных депо должны обеспечивать:

1. Прием и хранение смазочных, осветительных и обтирочных материалов.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

2. Приготовление эмульсионных смазок.

3. Быстрое и удобное получение смазочных и обтирочных материалов паровозными бригадами.

В настоящее время в большинстве паровозных депо устройства по смазочному хозяйству не удовлетворяют этим требованиям. Проектными организациями НКПС разрабатывается типовой проект устройств по смазочному хозяйству. В этом проекте предусматриваются:

а) Устройства для слива и хранения мазута, поступающего на склад в цистернах.

б) Устройства для приема и хранения машинных масел, поступающих на склад в таре.

в) Установки для приготовления эмульсионной смазки.

г) Устройства для выдачи паровозным бригадам смазочных и обтирочных материалов.

Устройства для слива и хранения мазута

Для подачи цистерн с мазутом предусматривается специальный путь, у которого в пункте слива устраивается сливной колодец для мазута. Из сливного колодца мазут самотеком по сливному лотку поступает в подземный базовый склад. Сливной лоток устраивается бетонным сечением 400×400 *мм*. Сверху лоток закрыт съемными крышками. Для подогрева мазута в сливном лотке укладываются паровые трубы диаметром 1,5″ до самого базового склада. Для ускорения слива мазута из цистерн предусмотрена возможность подогрева мазута паром в цистернах, для чего в сливном колодце на магистральном трубопроводе устроен стояк. Соединение переносных змеевиков цистерн с паровым стояком производится при помощи гибкого шланга с соединительными гайками. Для хранения мазута принят подземный железобетонный резервуар цилиндрической формы диаметром 5,3 *м*, высотой 3 *м* с куполообразным перекрытием. Резервуар оборудован змеевиками для подогрева мазута. Змеевики укладываются на стеллажи, смонтированные из углового железа. Для забора чистого мазута из резервуара и возможности приема его из верхних слоев (отстоявшихся) имеется подвижная шарнирная труба, устанавливаемая лебедкой по мере надобности выше или ниже. При резервуаре сооружается шахтный колодец размерами $2 \times 1{,}5$ *м*, глубиной на 0,5 *м* глубже дна резервуара. В шахтном колодце располагаются паровой и конденсационный коллекторы и трубы для спуска воды. Здесь же расположено управление паровыми трубами змеевиков.

Резервуар имеет два люка: один в середине диаметром 900 *мм* для осмотра, замера и взятия проб и другой над сливным желобом. В последнем люке имеется сетка-фильтр для очистки мазута от механических примесей. Люки закрываются съемными крышками. Из хранилища мазут перекачивается насосом в расходный бак емкостью 2 *т*. Раздача мазута производится через мерные градуированные бачки, емкость которых соответствует установленным нормам выдачи. Мерные бачки должны быть оборудованы градуированными стеклами и двумя кранами для наполнения и спуска смазки в бидон.

Устройства для приема и хранения машинных масел, поступающих на склад в таре (в бочках)

Эти устройства расположены в двух рядом находящихся помещениях. Первое помещение предназначено для хранения масел в таре (в бочках) и оборудовано: 1) стеллажами для бочек, 2) ваннами с паровыми змеевиками для разогрева масел и 3) ручным краном-балкой грузоподъемностью 0,5 *т* для подъема бочек на стеллажи и установки их над ваннами.

Второе помещение является хранилищем масел. Здесь установлены баки для цилиндровых масел, машинного масла, компрессорного и расходный бак для мазута. Все баки оборудованы змеевиками для подогрева паром.

НБ УГУНТ (ДИТ)

Установка для приготовления эмульсионной смазки

Она расположена в отдельном помещении. Вся установка смонтирована на стене. Установка состоит из следующих элементов:

а) бачка для цилиндрового масла № 6;
б) бачка для смазки «Вапор»;
в) бачка для дестиллированной воды;
г) бачка для известкового раствора;
д) бачка для готовой эмульсии;
е) холодильника (дестиллятора);
ж) мотора и смесителя;
з) бачков-мерников.

Так как цилиндровые масла и эмульсии обладают большой вязкостью, а для приготовления эмульсии температура их не должна превышать 60°, то для ускорения производственного процесса все бачки для масел делаются герметически закрытыми, и к ним подводится по воздухопроводу сжатый воздух давлением 1,5—2 *ат*; под давлением же выпускается из смесителя в раздаточный бак и готовая эмульсия. Отпуск ее производится также под давлением. Воздух берется от воздушной магистрали депо или от компрессора пескоподачи.

Для получения дестиллированной воды пар, поступающий на установку от котельной депо или местной котельной смазочного хозяйства, прогоняется через змеевик холодильника и конденсат с температурой 50—60°, стекает в бачок для дестиллированной воды, отсюда вода поступает в мерник или в бак для приготовления известкового раствора, который установлен в этом же помещении. Готовый насыщенный известковый раствор ручным насосом типа «Альвейер» перекачивается в бачок для известкового раствора, откуда по мере надобности через специальный фильтр поступает в тот же мерник. На проектируемой эмульсионной установке предусматривается возможность приготовления эмульсии трех видов:

1) «Вапор» марки Т 50% и эмульсатор 50%;
2) масло цилиндровое № 6 50 % и эмульсатор 50%;
3) «Вапор» марки Т 12,5%, масло цилиндровое № 6 37,5% и эмульсатор 50%.

Во всех случаях эмульсатор состоит из 20—25% насыщенного известкового раствора и 80—75% дестиллированной воды (содержание извести около 0,02%). При работе на других сортах цилиндровых масел и в других пропорциях смеси дозировка осуществляется путем соответствующей постановки переливных трубок в бачках-мерниках. Для приготовления эмульсии в соответствующий бачок подается воздух, и масло под давлением начинает поступать в бачок-мерник. Бачки-мерники имеют по две переливные трубки, установленных на различном уровне. Каждая трубка имеет свой пробковый кран и может быть выключена при надобности. Назначение вторых переливных трубок—устанавливать дозировку при приготовлении эмульсии третьего вида. После соответствующего наполнения бачка-мерника перекрываются впускной и переливной краны и открываются воздушный и спускной в смеситель. Масло под давлением переливается в смеситель, в который предварительно должна быть налита дестиллированная вода с известковым раствором. Смешение производится механическим путем в течение 12—15 мин., после чего готовая эмульсия под давлением поступает в бак для готовой эмульсионной смазки, откуда и выдается в тару на паровозы. Емкость бачков-мерников в 8 *кг* каждый, так что единовременная порция, поступающая из смесителя, равна 16 *кг*. В депо с годовым пробегом 5 млн. *км* при норме расхода эмульсионной смазки на 100 паровозо-километров 1,7 *кг* суточный расход смазки будет:

$$\frac{5\,000\,000 \cdot 1{,}7}{100 \cdot 365} = 233\ кг.$$

Суточное число «замесов» эмульсионной смазки:

$$233 : 16 = 15.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Время, потребное для приготовления эмульсионной смазки на сутки (считая на 1 операцию 18 мин.), будет:

$$\frac{15 \cdot 18}{60} = 4{,}5 \text{ часа.}$$

Раздаточная

В раздаточной установлены раздаточные баки и мерники для мазута, масла машинного и компрессорного, выведен раздаточный кран для выдачи эмульсии, установлены бачок для керосина и полка для хранения и выдачи гризов. В раздаточной следует помещать и запас обтирочных материалов, набивки, концов, метел и ламповых стекол и хранить их в железных ящиках с отсеками для каждого рода материала. Обтирочный материал следует предварительно развесить по установленным нормам и упаковать в пакеты, надписав название материала и его вес, а по мере расхода запас пакетов пополнять. Необходимый пар для подогрева мазута и масел и отопления помещения можно получать от котельной депо или ТЭЦ; при невозможности получения пара со стороны необходимо устраивать котельную смазочного хозяйства.

При проектировании котельной необходимо учесть расход пара:

1) на разогрев мазута в цистернах;
2) на подогрев в базовом складе;
3) на подогрев мазута и масел в баках;
4) на разогрев масел в ваннах;
5) на приготовление дестиллата на паропровод в сливном лотке;
6) на работу паровых насосов.

Расход тепла на подогрев мазута и масел определяется по формуле:

$$Q = g \cdot c(t_1 - t_2),$$

где g — весовое количество мазута или масла;
c — теплоемкость;
t_1 — конечная температура;
t_2 — начальная температура.

§ 50. Песочное хозяйство в депо

Еще недавно почти во всех депо дорог СССР песочное хозяйство было в заброшенном состоянии. Рациональной организацией этого важнейшего элемента хозяйства никто не занимался, поэтому повсеместная картина была такова: в одном из секторов или ступеней депо устанавливались печь для сушки песка и здесь же закрома для сырого и сухого песка. Подача песка на паровозы производилась ведрами паровозным кочегаром, причем обычно паровоз находился от закрома с сухим песком на расстоянии 50—100 *м*, а иногда и более. Качество песка никем не контролировалось. В результате имели простои паровоза под набором песка до 10—15 мин. или выезд из депо с одним-двумя ведрами песка, отказ песочниц в работе из-за слеживания песка в песочнице и даже в песочных трубах.

С приходом на транспорт Л. М. Кагановича, разбившего антигосударственную контрреволюционную теорию предела, машинисты стахановцы-кривоносовцы повысили технические скорости при одновременном увеличении веса поезда. В новых условиях работы надежная и исправная работа песочницы, обеспечиваемая хорошим качеством песка и уходом за ней, стала одним из основных условий работы паровоза, поэтому приготовление песка хорошего качества и снабжение паровозов песком при повышенном расходе песка быстро и дешево требуют внедрения технической культуры в этой отрасли паровозного хозяйства.

В задачу песочного хозяйства входят подготовка песка соответствующего качества, хранение его и подача на локомотивы.

НБ УГУНТ (ДШТ)

Песок для локомотивов

Песок для локомотивов должен обладать определенными качествами. Он должен состоять из зерен (обломочных частиц) каких-либо минералов, осадочной сыпучей (т. е. разрыхленной, не сцементированной) горной породы (зерен), полностью проходящих через сито с круглыми отверстиями сечением 5 *мм* (№ 5). Требования, предъявляемые к песку для локомотивов из условий работы и целей применения его, сводятся к следующему:

1. Песок должен свободно проходить по трубам песочниц и не слеживаться в комья и своды в песочницах, т. е. не должен обладать слипаемостью, которая вызывается наличием в песке влаги, глины, ила и смолистых веществ.

2. Обеспечить повышение коэфициента трения между бандажом и рельсом при пользовании песком, для чего песок должен обладать свойствами:

а) задерживаться (зацепляться) на гладких поверхностях головок рельсов и сопротивляться уносу его потоками воздуха, что зависит от формы зерна;

б) переносить большие нагрузки, не превращаясь в пыль, т. е. хорошо сопротивляться раздавливанию, которое зависит от твердости зерен песка и химического состава.

3. При сушке песок должен переносить высокие температуры, не измельчаясь и не понижая сопротивления раздавливанию, т. е. иметь огнестойкость.

Технические условия на песок для песочниц локомотивов сводятся к обеспечению выполнения ранее указанных трех требований; методы испытаний песка сводятся к установлению технических характеристик по указанным ниже свойствам песка.

Крупность. Крупность песка определяется модулем крупности по формуле Абрамса (ОСТ 3328):

$$M = \frac{6a_5 + 5 \cdot a_6 + 4a_7 + 3a_8 + 2a_9 + a_{10}}{100},$$

где a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}—остатки песка при последовательном просеивании через следующие сита:

Сито	№	5	круглые	отверстия	с сечением	5,00 *мм*	— a_5
»	№	6	»	»	»	2,50 »	— a_6
»	№	7	квадратные		»	1,20 »	— a_7
»	№	8	»	»	»	0,60	— a_8
»	№	9	»	»	»	0,30 »	— a_9
»	№	10		»		0,15 »	— a_{10}

в процентах к общему его количеству по весу. Модуль крупности должен находиться в пределах от 1,25 до 2,0.

Крупность песка еще характеризуется гранулометрическим составом, т. е. полными остатками песка на указанных выше ситах в процентах к общему его количеству.

Пример. При последовательном просеивании через сита получаются остатки, указанные в табл. 71.

Таблица 71

№ сит	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	Прошло сито № 10
% последовательных остатков a .	5	7	15	13	32	24	4
% полных остатков (гранулометрический состав) . . .	5	12	27	40	72	96	4

Гранулометрический состав песка для песочниц локомотивов указан в табл. 72.

НБУДУНТ (ДИТ)

Таблица 72

	Диаметр зерен от до в *мм*							
	крупный песок		средний песок		мелкий песок		пыль	глина
	Рабочая масса							
	5—2,5	2,5—1,2	1,2—0,6	0,6—0,3	0,3—0,15	0,15—0,05	0,05—0,005	от 0,005 и менее
% последовательных остатков	0	0	50—100	50—100	0—30	0—20	0—10	0—3

Примечания: 1. Рабочая масса в сумме должна составлять не менее 80%.

2. Зерен с размером от 1,0 до 1,2 *мм* не должно быть больше 10% от общей массы.

Содержание примесей. Примесями в песке, с вредным действием которых приходится считаться, являются глина, ил и смола. Содержание глины, ила и смолы не должно превышать 3%.

Метод определения глины основан на свойстве глины разбухать при насыщении водой.

В мерную мензурку с делениями не больше 0,25 *см* засыпается сухой песок до 40% ее объема. Засыпать песок необходимо медленно при непрерывном постукивании мензурки. Затем мензурка наполняется водой до 92% объема, после чего доливается до полной вместимости 5%-ным раствором хлористого кальция ($CaCl_2$) для осаждения мути. Смесь тщательно взбалтывается и ставится на 3 часа для отстоя.

Количество глины в песке определяется приращением объема песка. Если приращение объема, выраженное в процентах от первоначального объема, составляет v%, то глина в процентах по весу определится по формуле:

$$K = 0{,}5 \cdot V\,\%.$$

Влажность. Влажность придает песку свойство слипаемости, которая при наличии глины (частиц менее 0,005 *мм*) резко увеличивается. По определению слипаемости песка инженером Владимировым производились опыты, результаты каковых приведены в табл. 73.

Таблица 73

Влажность песка в % от до	Характеристика слипаемости
0—0,5	Песок совершенно не слипается
0,5—1,5	Песок слипается слабо и способностью к образованию сводов не обладает
1,5—10	Песок хорошо слипается, сохраняя любую придаваемую форму, образуя прочные своды
10—20	Песок находится в тестообразном состоянии

Из табл. 73 видим, что для песочниц локомотивов пригоден песок с влажностью не более 0,5%.

Влажность песка определяется высушиванием навески пробы до постоянного веса. Процент уменьшения веса навески пробы будет влажностью песка.

Сопротивление раздавливанию. Сопротивление раздавливанию определяется по степени измельчения. Величина измельчения песка при его работе влияет на коэфициент сцепления колес с рельсами, потому что мелкий песок и пыль (зерна менее 0,15 *мм*) проскальзывают в неплотности между бандажом и рельсом и не увеличивают коэфициента сцепления.

Метод определения сопротивления раздавливанию песка следующей: 1) определяют гранулометрический состав песка, 2) пробу песка насыпают слоем толщиной до 3 *мм* в цилиндре $d = 2{,}5$ *см* и подвергают давлению до 2 000 *кг/см²*, 3) определяют снова гранулометрический состав песка и 4) определяется измельчение как сумма уменьшения процентного содержания песка по рабочим фракциям.

Пример. Имеем по крупности состав песка естественного и испытанного (табл. 74).

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 74

Характеристика песка	Размеры отверстий сит в *мм*						
				Рабачая масса			
	5,00	2,5	1,2	0,6	0,3	0,15	0,05
Последовательные остатки песка на ситах в %							
Песок естественный	—	—	5	41	32	15	5
Песок испытанный давлением в 2 000 *кг/см²*	—	—	2	23	38	24	10
Изменение рабочих фракций .	—	—	—	—18	+6	+9	—

Тогда процент измельчения будет:

$$U = -18 + 6 + 9 = -3\%.$$

По нормам инженера Владимирова процент измельчения не должен быть более 35%.

Огнестойкость. Песок при высушивании должен выдерживать высокие температуры, не измельчаясь, и не снижать сопротивления раздавливанию. Огнестойкость песка определяется разностью процентов измельчения песка (изменения гранулометрического состава песка) естественного и прокаленного в течение 3 час. до 700°, подвергшихся давлению 2 000 *кг/см²*. После прокаливания сопротивление раздавливанию не должно понижаться более чем на 30%. Огнестойкость песка зависит от его химического состава, который должен отвечать следующим требованиям: а) содержание кварца (SiO_2) не менее 75%, б) содержание известковых соединений (CaO) не больше 12%, в) содержание полевого шпата ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$; $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ или $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$) не больше 10%, г) содержание глинистых частиц (Al_2O_3) не больше 3%.

Абразивность. Для песочниц локомотивов желателен абразивный песок. Определение абразивности производится фотографированием под микроскопом или определением угла естественного откоса или сухого песка. По опытам инженера Владимирова угол естественного откоса для сухого песка должен быть не менее 28°.

Удельный вес. Удельный вес песка зависит от его химического состава и в некоторой степени определяет последний. Удельный вес песка для песочниц локомотивов по опытам инженеров Владимирова и Лепского должен быть около 2,6. Определяется удельный вес песка прибором Лешателье-Кандло (ОСТ 5157).

Заготовка и приготовление песка

Добыча и разработка песка обычно ведутся при посредстве открытых работ карьерами.

Так как песок для песочниц локомотивов предварительно высушивается, заготовку его необходимо вести летом, когда песок имеет наименьшую влажность, чтобы уменьшить расходы топлива на сушку. Влажность песка, привезенного из карьера, должна быть не больше 5—6%.

Весь процесс обработки песка в депо заключается в следующих операциях:

1. Подача сырого песка на склад и хранение песка.
2. Подача сырого песка к сушильным печам.
3. Сушка песка.
4. Обогащение песка, главным образом отделение гальки, гравия и крупных зерен путем просеивания.
5. Хранение сухого песка.
6. Подача песка на паровозы.

Хранение сырого песка в депо

При хранении запаса сырого песка необходимо создавать условия, способствующие максимальному снижению его влажности, поэтому склады сырого песка должны быть крытыми помещениями легкого типа (деревянные или фахверковые), предохраняющими песок от атмосферных осадков. Помещения для складов должны иметь:

НБ УДУНТ (ДИТ)

1. Устройства для естественной вентиляции и по возможности устройства в толще песка специальных вентиляционных каналов из деревянных труб квадратного сечения, потому что песок очень интенсивно высыхает при естественных условиях при влажности свыше 3—4%. Естественное высыхание песка замедляется по мере понижения влажности. Песок может полностью отдать содержащуюся в нем влагу воздуху, доходя до воздушно-сухого состояния.

2. Пол из шлаковой подушки или другого материала, изолирующего песок ст грунта, так как песок обладает сильно выраженной способностью впитывать влагу из более насыщенных ею слоев, до установления равномерной влажности по всей массе его.

3. Достаточную емкость склада для полного запаса песка. Емкость склада определяется в зависимости от климатических условий и объема работы депо. По климатическим условиям в северных и средних районах заготовка песка должна производиться в летний период (июнь—август), поэтому запас сырого песка должен быть рассчитан на 9 месяцев. На юге, где период заготовки может быть больше, запас сырого песка можно снизить до 6—4 месяцев. Объем работы депо определяет суточный расход сухого песка на все паровозы депо. Расход сухого песка на 100 паровозо-километров зависит от характера профиля, определяемого соотношением подъемов, площадок и спусков. По сочетанию подъемов, площадок и спусков железные дороги СССР можно разделить на 4 группы (табл. 75).

Таблица 75

Характер профиля	Отношение длины подъемов, площадок и спусков ко всей длине дорог в %				
	с руководящим подъемом	со средним подъемом	площадки	со средними спусками	с предельными спусками
Равнинный	5	10	70	10	5
Средний	17,5	12,5	40	12,5	17,5
Холмистый	25	7,5	35	7,5	25
Горный	15	22,5	25	22,5	15

Средний расход песка на 100 паровозо-километров в осенние и зимние месяцы указан в табл. 76.

Таблица 76

Характер профиля	Расход песка на 100 паровозо-километров в *кг*	
	максимальный	средний
Равнинный	80	50
Средний	160	95
Холмистый	200	120
Горный	180	110

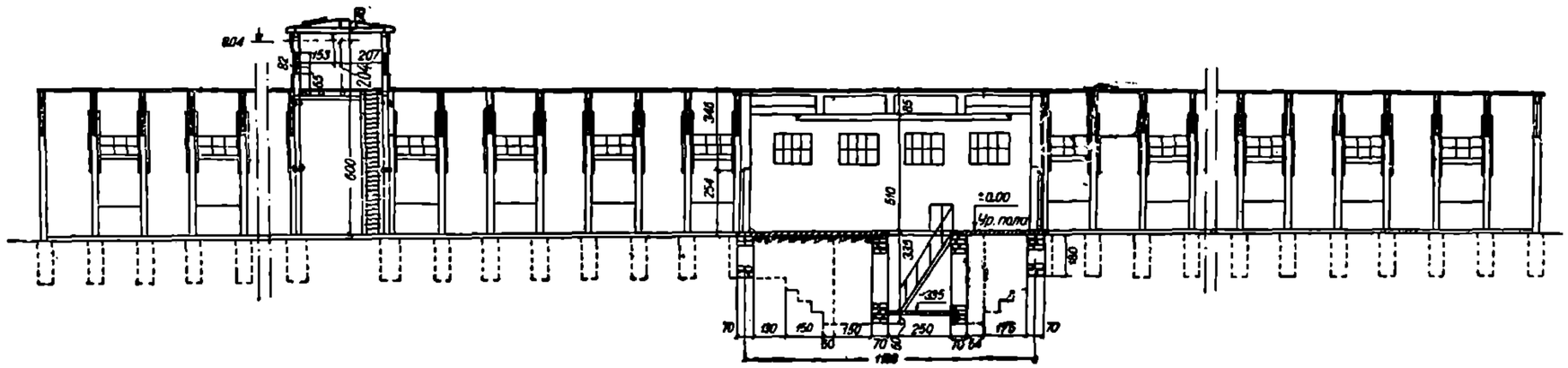
Если имеем:

$S_{мес}$ — месячный пробег всех поездных паровозов депо,

a — расход песка на 100 паровозо-километров в килограммах,

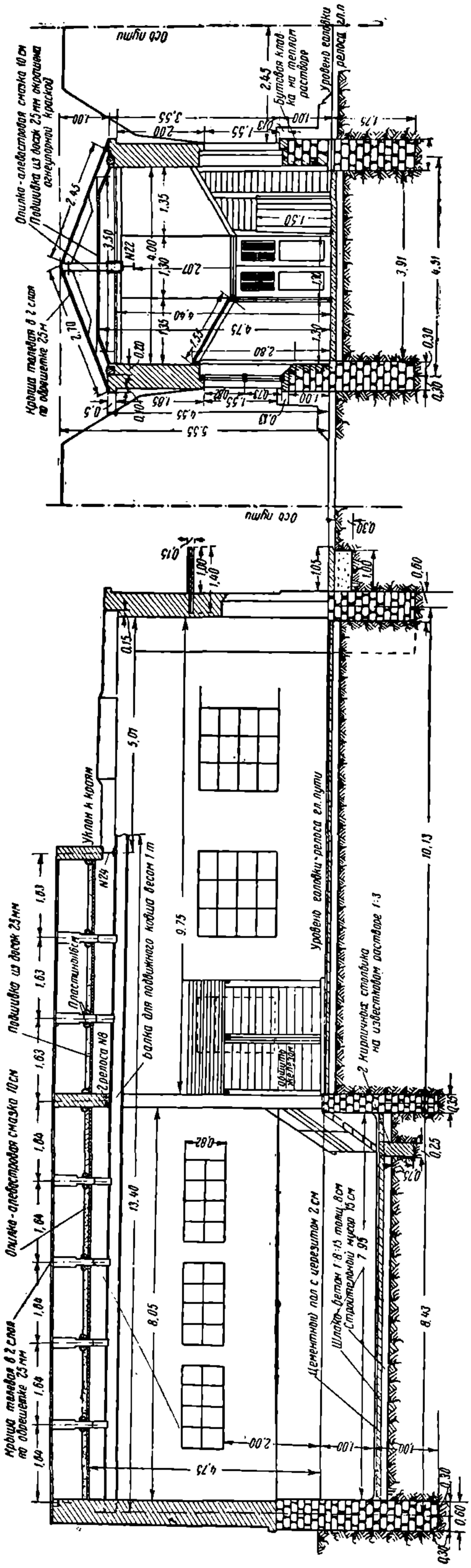
γ — насыпной вес 1 $м^3$ песка, равный 1 700—1900 *кг*,

НБ УДУНТ (ДШТ)



Фиг. 199

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 200.

K — число месяцев работы без пополнения склада сырого песка, тогда объем склада сырого песка в куб. метрах Q определится по формуле:

$$Q = \frac{a \cdot S_{мес}}{100\,\gamma} \cdot K.$$

Площадь склада сырого песка в кв. метрах $П$ будет:

$$П = \frac{Q}{h} = \frac{a \cdot S_{мес}}{100\,\gamma\,h} \cdot K,$$

где h — высота слоя песка при хранении, которая должна быть не больше 3 *м*; при устройстве специальных вентиляционных каналов в толще песка h может быть повышено до 6—7 *м* и более.

Склад сырого песка должен располагаться рядом с пескосушильной печью для облегчения подачи в нее песка. В случае стесненности территории следует развивать склад в глубину, делать закром и повышать высоту слоя песка или устраивать над сушильной печью большой емкости бункер, как в американских депо. В крайних случаях может быть допущено устройство двух песочных складов: базисного и буферного. Буферный склад должен находиться рядом с пескосушильными устройствами, и его емкость должна быть не меньше 15-дневного расхода. Устройство двух складов требует дополнительной транспортировки песка от базисного склада к буферному складу, что может значительно удорожить обработку 1 *т* песка.

Склад песка должен быть расположен так, чтобы обеспечивались: а) удобная подача вагонов, б) близкая постановка вагонов и в) быстрота их выгрузки.

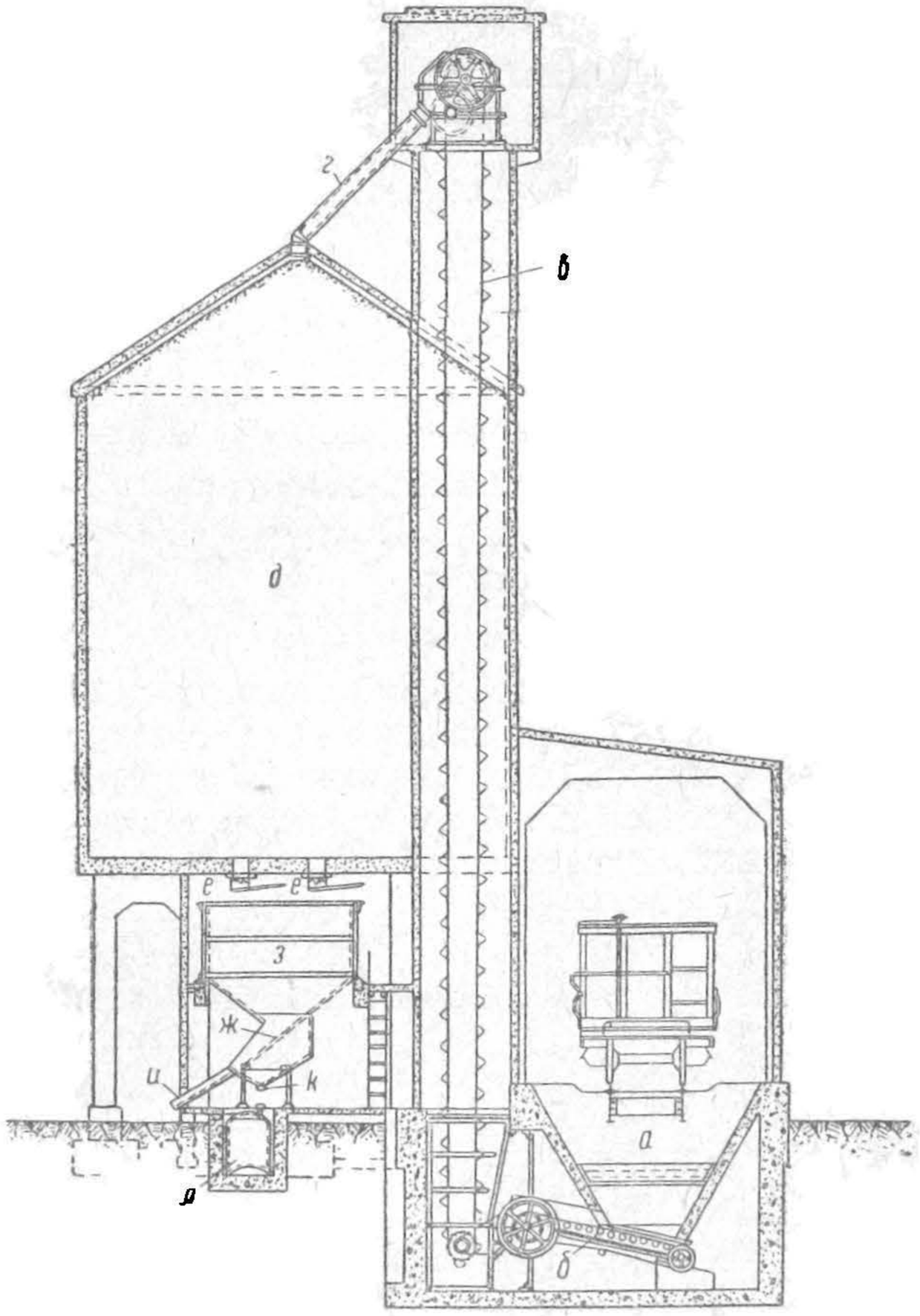
На фиг. 199 представлен склад сырого песка в виде простого сарая и на фиг. 200 — склад с закромом. Подача песка на склад производится вручную или путем использования имеющихся механических погружателей, например грейферного крана, транспортера и др. Следует использовать перегружатели, предназначенные для других целей; специально механизировать эту работу нет оснований, так как в течение длительного периода эти устройства будут оста-

НБУВ ЧИТ (ДІТ)

ваться без работы. Если имеется на складе топлива грейферный кран, то выгрузку песка из вагонов и подачу на склад можно производить через устроенные для этой цели люки в крыше склада. Транспортировку из склада в сушильную печь целесообразно механизировать; здесь применяются подвижные ковши емкостью до 1 *т* и консольный кран с бадьей.

В американских депо имеются бункерные склады сырого песка, показанные на фиг. 201. Песок, прибывающий в саморазгружающихся вагонах, выгружается в яму *а*, откуда подается вниз к транспортеру *б*. Транспортер подает песок в ковши конвейера, который поднимает его вверх, и по желобу *г* песок ссыпается в бункер сырого песка *д*.

Вместимость бункера 567 $м^3$. В дне бункера имеются клапаны *е* с ручным управлением, через которые подается песок к печам *з*, находящимся под бункером. Сухой песок высыпается на наклонное сито *ж*. Крупные зерна (галька, щебень, крупный песок) скатываются по лотку *и* наружу. Просеянный песок через клапан *к* попадает в воронку резервуара *л*, откуда транспортируется дальше сжатым воздухом.



Фиг. 201

Сушка песка

Правильная организация сушки песка должна удовлетворять следующим требованиям:

а) высушиваемый песок не должен нагреваться выше 350° во избежание понижения сопротивления раздавливанию;

б) сухой песок должен быть влажностью не выше 0,5%;

в) желательно непрерывное движение песка в процессе сушки во избежание слипания и слеживания его;

г) для сушки песка должны быть использованы отходы тепла или низкосорное топливо;

д) дешевизна сушки.

Сушка песка производится в специальных печах, которые можно разделить по принципам сушки на три вида:

1. Печи, в которых сырой песок соприкасается с нагреваемой поверхностью.

2. Печи, в которых сырой песок не соприкасается с нагреваемой поверхностью, сушка же песка производится нагретым воздухом.

3. Печи, в которых сырой песок соприкасается с нагреваемой поверхностью и непосредственно с газами сгорания и нагретым воздухом.

а) Печи первого вида. Самой простой печью этого типа является печь-плита (фиг. 202). Песок порциями насыпается на плиту и перемешивается до тех пор, пока вся порция не высохнет, после чего песок сгребается и насыпается новая порция. Усовершенствованными типами печей такого вида являются

НБУВ УНТ (ДПТ)

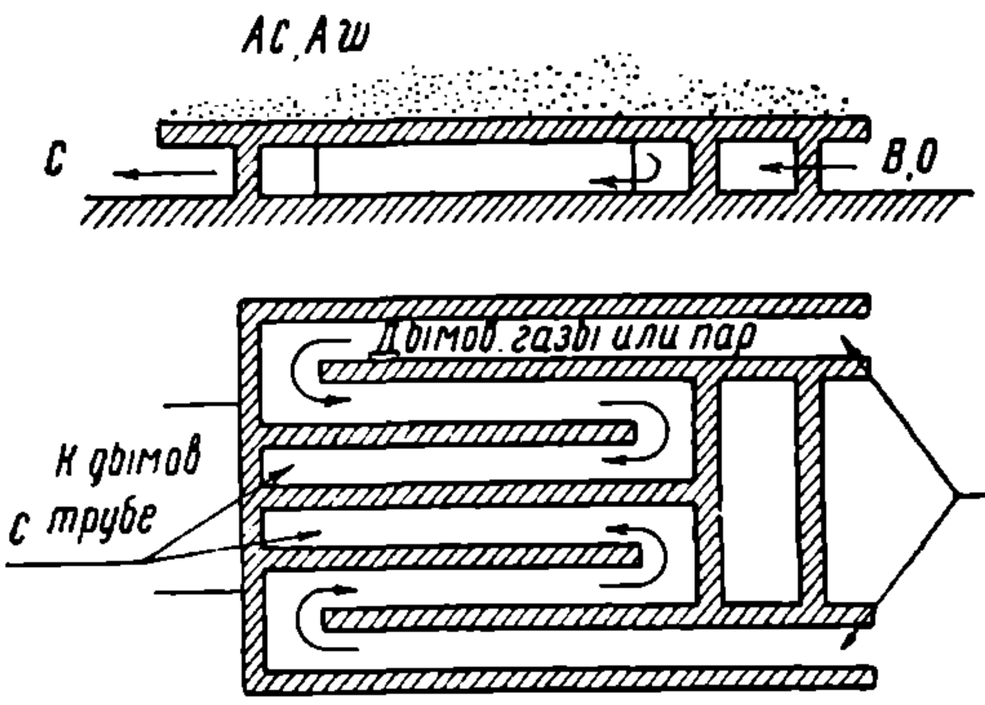
печь «Бавария», печь с жаровыми или дымогарными трубами, американская печь «Перфекшен».

Печь «Бавария» (фиг. 203) имеет форму стальной трубы; внутри труба выложена кирпичной футеровкой, которая предохраняет трубу от перегорания и не дает сильно перекаляться песку. Схема работы печи ясна из фигуры.

Главнейшими недостатками этой печи являются:

1. Малая производительность.

2. Большой расход топлива, объясняющийся тем, что песок в массе малотеплопроводен, в силу чего толстый слой его будет долго сушиться. Кроме того пары воды из высушенного слоя стремятся итти через непрогретые слои песка и тем увлажняют их, вызывая дополнительный расход топлива на повторное выпаривание.

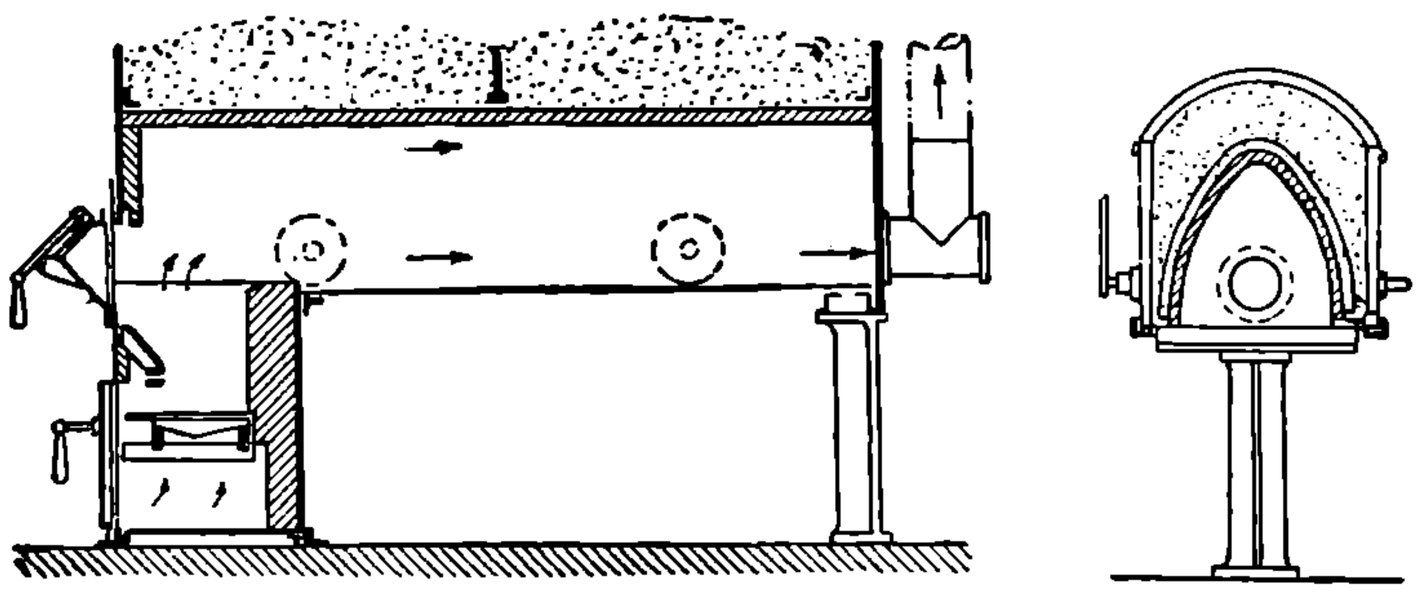


Фиг. 202

3. Возможность перекала песка и тем самым ухудшение его качества, т. е падение сопротивления раздавливанию.

4. Тяжелая обстановка работы (пыль, нагретый песок) создает крайне неблагоприятные условия для обслуживающего персонала.

На фиг. 204 представлена американская печь «Перфекшен», применяемая в некоторых депо сети дорог СССР. Печь состоит из шести чугунных конусов, надетых друг на друга. Щели между конусами служат для вытягивания влажного воздуха. Печь окружена железным конусом, опирающимся на кольцевой диск нижнего конуса. В пространство между печью и конусом насыпается песок и по мере высушивания он высыпается через отверстия в кольцевом диске нижнего



Фиг. 203

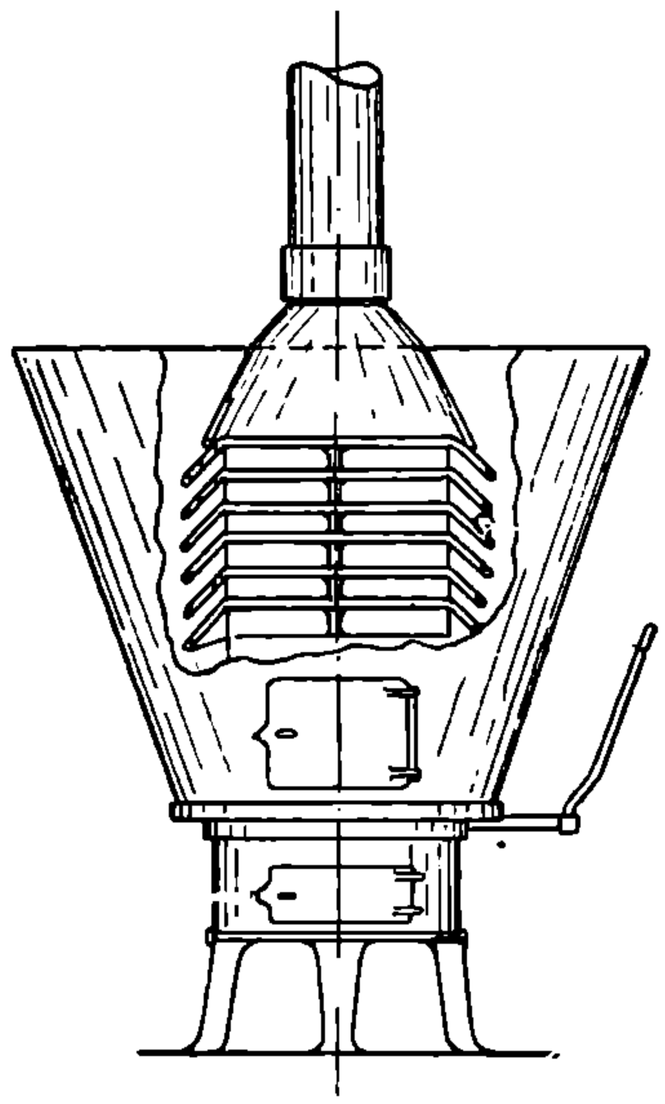
конуса. Как видим, конструкция печи «Перфекшен» обеспечивает непрерывную работу. Производительность такой печи 12 *т/сутки* сухого песка. Недостатками печи являются: 1) возможность перекала песка, 2) частая смена самих чугунных печей, потому что они прогорают. По данным дороги им. Молотова годовой расход на печь достигает до 250 руб.

На фиг. 205 изображена печь с жаровыми трубами типа б. ЦУМ НКПС, переконструированная проектными организациями НКПС и утвержденная как типовая. Печь имеет топку *А*, сушильную камеру *В* с проходящими через нее жаровыми трубами *2* и боров *С* с дымовой трубой. В сушильной камере над жаровыми трубами *2* расположены вентиляционные угольники *3*, которые служат для отвода испаренной влаги. Эти угольники расположены неудачно, потому что основная масса испаренной влаги будет проходить в промежутки между жаровыми трубами верхнего ряда, и вентиляционные угольники ее не улавливают.

НБ УАДТ (ДИТ)

Под жаровыми трубами расположен рабочий бункер *4*, имеющий в нижней своей части заслонку *5*. Под рабочим бункером расположено наклонное сито *6*, внизу заканчивающееся лотком. Под ситом расположена течка *7*.

Сушка песка производится следующим образом: сверху засыпается сырой песок, по мере высыхания он проваливается вниз и плоскостями бункера направляется на сито. Высушенный песок проходит через сито, крупные же куски отходят по наклонной плоскости сита в лоток, откуда выбрасываются наружу.

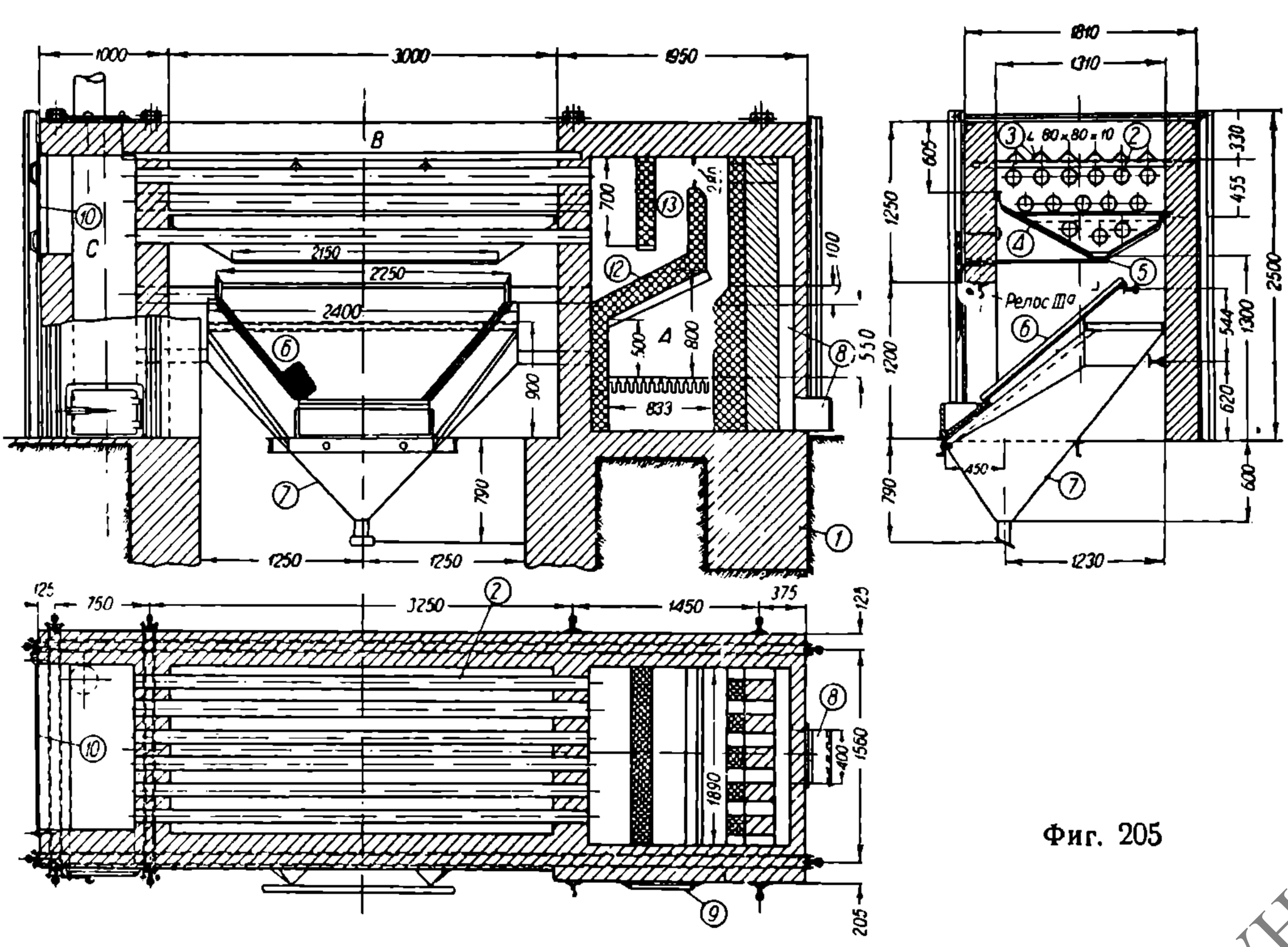


Фиг. 204

В топке *А* устроены свод *12*, порог *13* и канал *8* для подвода холодного воздуха к потолку топки. Приток холодного воздуха можно регулировать заслонкой канала. Такое устройство топки позволяет регулировать температуру сушки песка и избежать быстрого износа труб. Загрузка топки производится через топочные дверцы *9*. В борове *С* имеются дверца *10* для осмотра, ремонта и смены жаровых труб и дверца для чистки борова от изгари. Производительность этой печи в час ориентировочно можно считать равной 0,7 *т* сухого песка при сушке песка средней влажности, т. е. в сутки 10—12 *т* сухого песка.

Печи с дымогарными и жаровыми трубами встречаются на всех дорогах СССР, но большинство из них в отличие от вышеописанной печи имеет следующие крупные недостатки:

1. Отсутствует возможность регулирования температуры сушки песка, потому что топки не оборудованы вышеописанными устройствами, поэтому пере-



Фиг. 205

горание труб, особенно при глинистом песке, — обычное явление, и песок перекаляется, ухудшая свое качество.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

2. Отсутствие бункера под жаровыми или дымогарными трубами делает сушку песка неравномерной, потому что часть сырого песка все же проваливается между трубами.

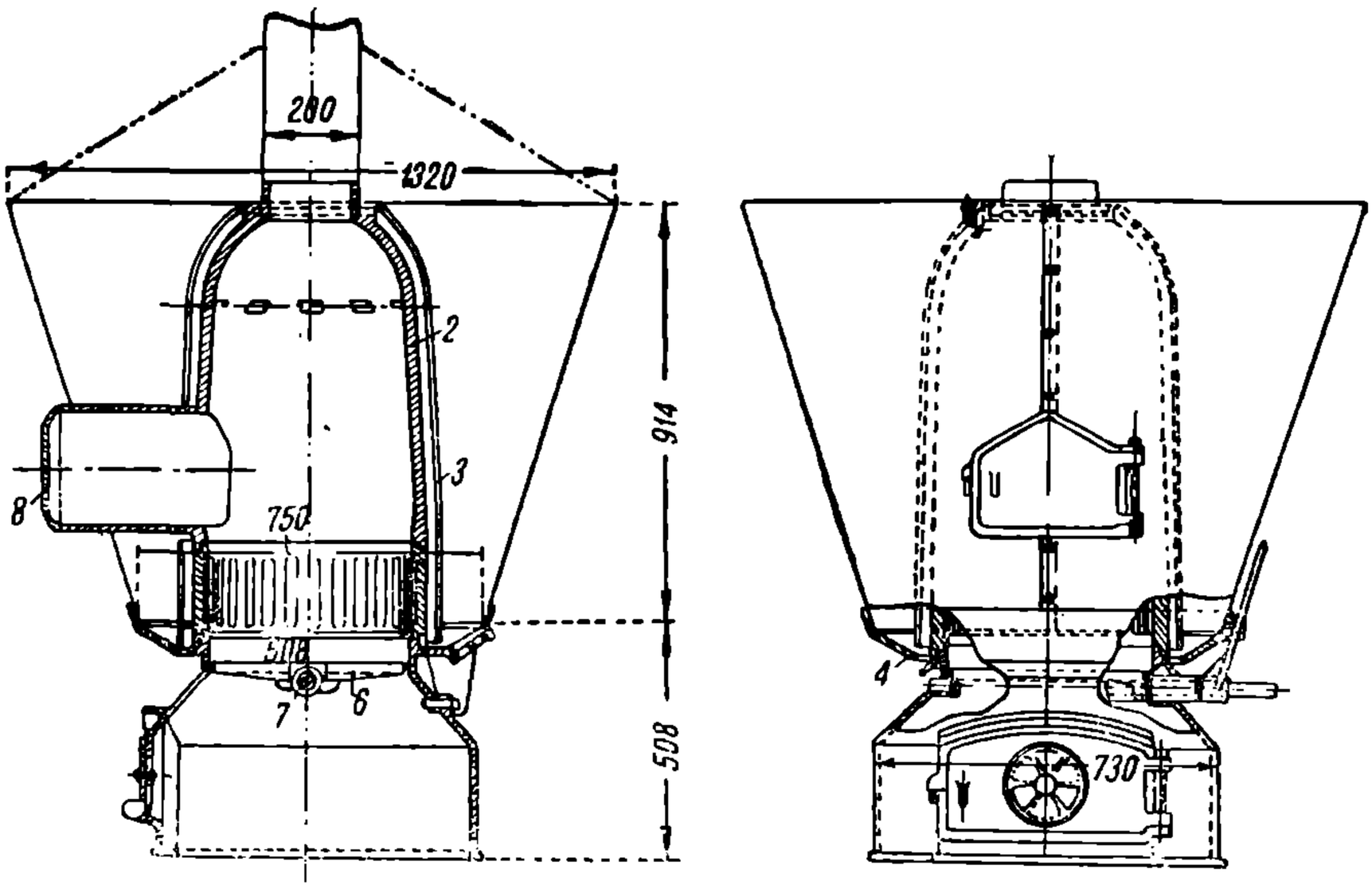
Как видно из изложенного, из печей первого вида только печь с жаровыми трубами типа б. ЦУМ НКПС, переконструируемая проектными организациями НКПС, свободна от крупных недостатков и поэтому может быть рекомендована к применению на дорогох СССР для депо средних размеров.

б) Печи второго вида. Представителями печей, в которых песок сушится подогретым воздухом, являются два типа:

1) широко распространенная в США печь «Вилоко» и

2) измененная печь «Де-Лимона», принятая для сушки песка на дорогах СССР (печь «Де-Лимона» широко распространена в Германии).

На фиг. 206 показана печь «Вилоко». Печь состоит из чугунного корпуса *2*, вокруг корпуса *2* имеется чугунная решетка *3* с узкими отверстиями, которая устраняет непосредственное соприкосновение песка с корпусом печи. Печь



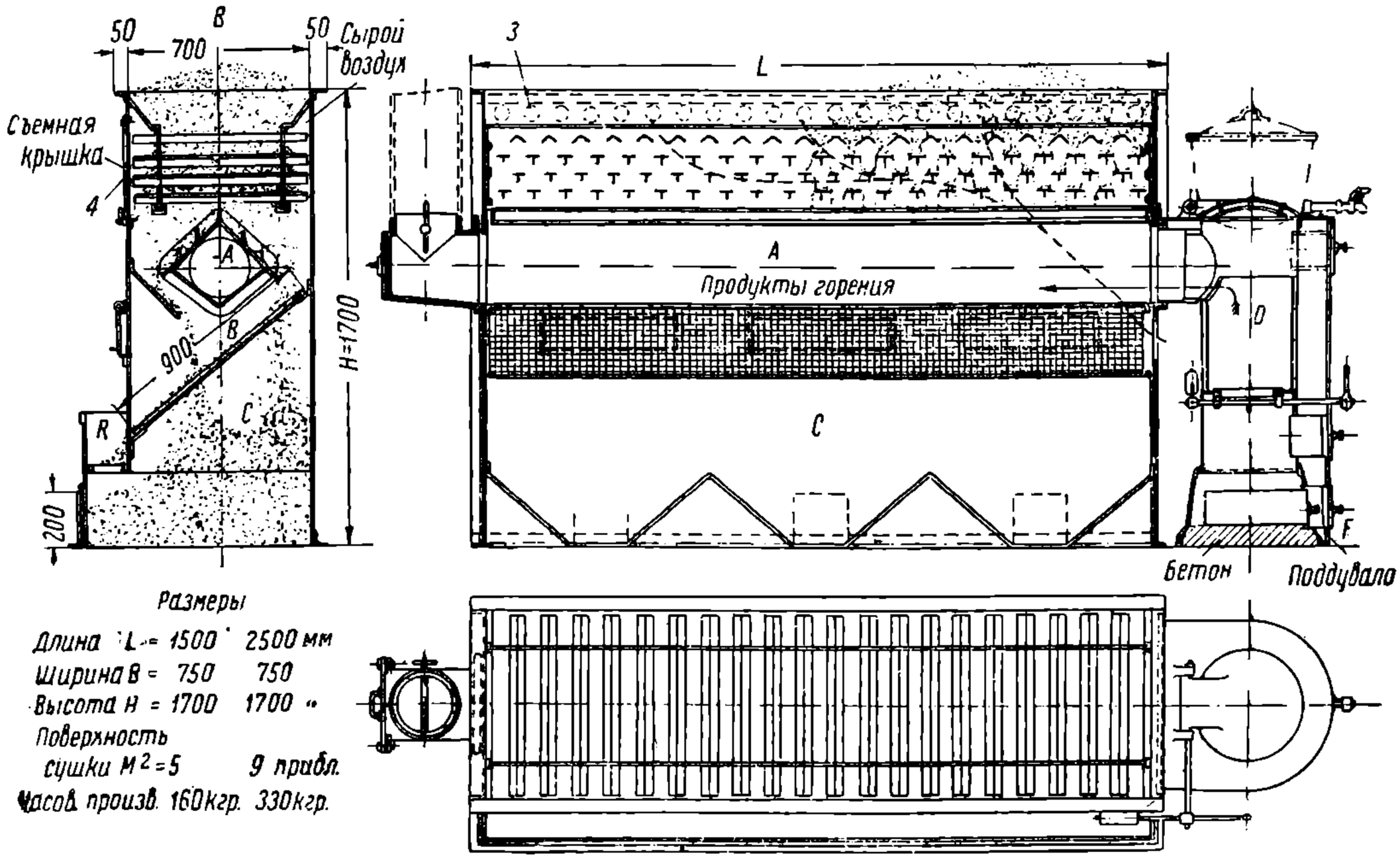
Фиг. 206

окружена коническим железным кожухом. Пространство между решеткой и кожухом заполняется сырым песком. По мере высыхания песок просыпается через решетку в ящик сухого песка. Испаренная влага выводится циркулирующим горячим воздухом между корпусом *2* и решеткой *3* в отверстия в верхней части печи. В нижней части кожуха имеются люки для удаления крупных кусков или очистки печи. Колосниковая решетка *6* смонтирована на оси *7*, для очистки колосниковая решетка опрокидывается. Забрасывание топлива производится через дверцу *8*. Печь является непрерывно действующей, поэтому сравнительно экономно расходует топливо. Производительность печи от 4 до 10 *т/сутки* сухого песка. В СССР имеются разновидности этой печи (печи «Сура») на Западной и им. Дзержинского железных дорогах.

На фиг. 207 показана печь «Быстросушитель» (измененная печь Де-Лимона). Вся установка состоит из топки, в которой сжигается изгарь из передних топок паровозов, или вертикальной чугунной печи *О* и сушильной камеры. Через сушильную камеру проходит квадратная стальная труба *А* сечением 210 ×210 *мм*. Желательно, чтобы эта труба была ребристой. Над жаровой трубой расположен бункер сырого песка, имеющий решетку из трех рядов прокатной уголковой или Т-образной стали, расположенных в шахматном порядке, и верхнего четвертого ряда вентиляционных угольников, повернутых острием угла кверху. Под жаровой трубой *А* расположены наклонная плоскость, направляющая песок на

НБ УКЗТ (ДИТ)

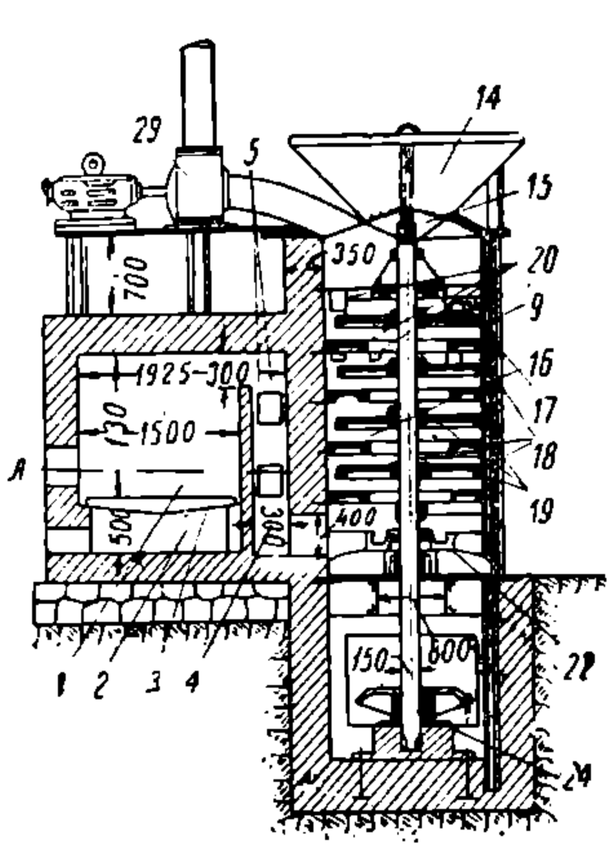
верхнюю часть сита и свежий воздух на жаровую трубу, и сито, имеющее наклон в другую сторону и заканчивающееся лотком *R*. Под ситом расположен бункер сухого песка. Вся эта система помещена в стальной ящик, имеющий



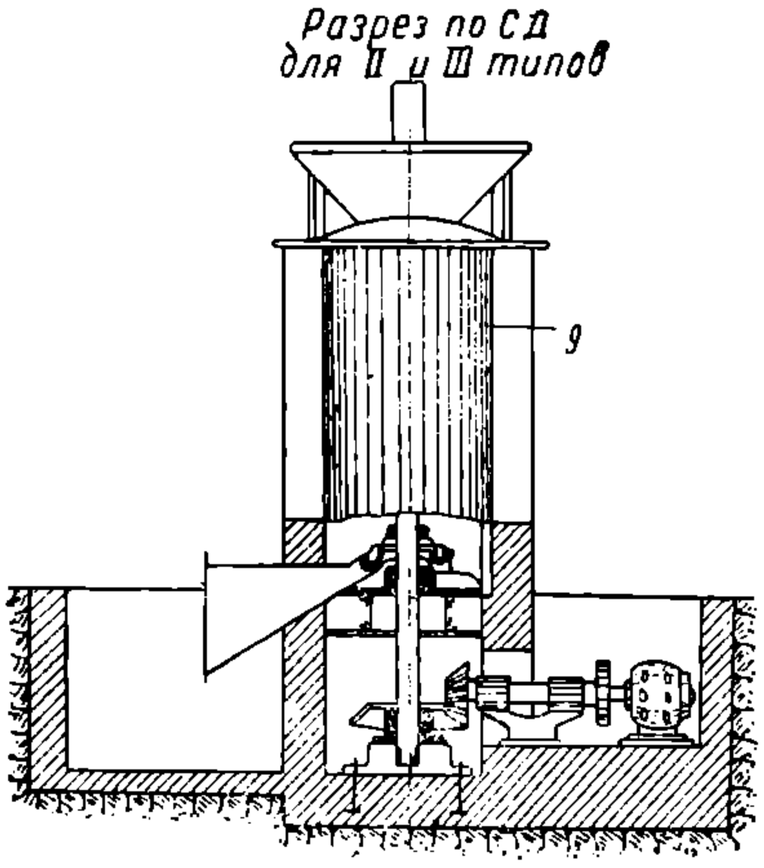
Фиг. 207

в своей верхней части отверстия *3* и заслонку *4* для осмотра, ремонта и смены угольников.

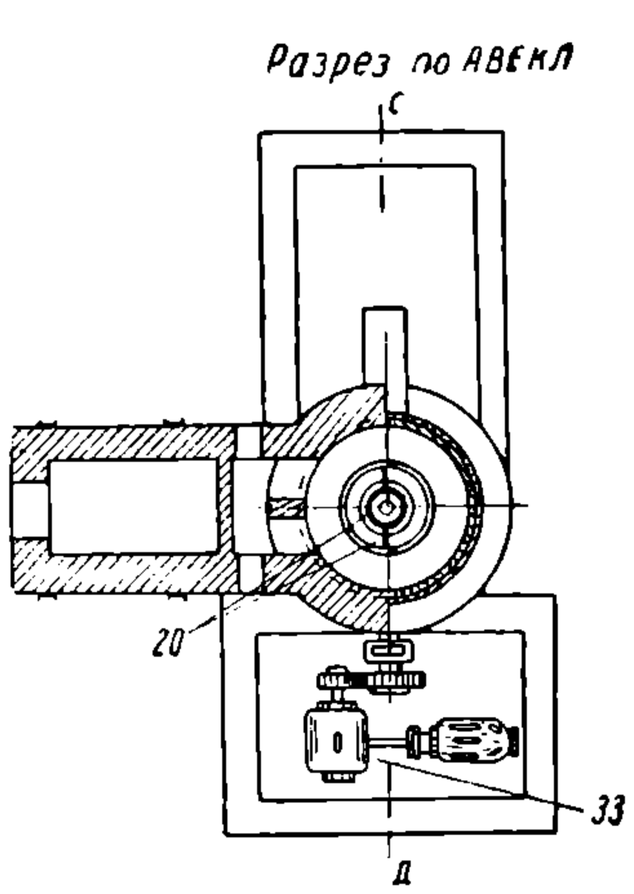
Песок, загруженный в бункер сырого песка, высушивается струями горячего воздуха, нагреваемого горящими газами, идущими из топки по жаровой



Фиг. 208



Фиг. 209



Фиг. 210

трубе. Высушенный песок проваливается через сито на дно бунк ра сухого песка *C*. Влажный воздух отводится вентиляционными угольниками в пространство между бункером сырого песка и корпусом сушилки, откуда через отверстия *3*— в атмосферу.

Печей, в которых сушка песка производится непосредственной передачей тепла от газов сгорания, на транспорте еще не имеется, но таковые намечены к внедрению.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Представителями этих печей являются баденская печь, или типа «Грауэ», установленная на заводе им. Сталина, и горизонтальная барабанная сушильная печь.

На фиг. 208—210 показан проект стандарта измененной НИИЖТ баденской печи на производительность 1 *т/час* сухого песка. Печь имеет следующее устройство: вертикальное цилиндрическое сушило, в стенках которого укреплены кольцевые тарелки *18*, между тарелками расположены разъемные вращающиеся диски *19*, смонтированные на валу *24*. Внизу к неподвижным и подвижным дискам укреплены лопатки *20* по три на каждом для перемешивания песка и сообщения ему движения и валики *17* для дробления слипшихся или зимой смерзшихся комьев песка. Диски приводятся во вращение от мотора *33* посредством червячной передачи, пары цилиндрических шестерен и пары конических шестерен. Подробные сведения о механизмах привода в проектах стандартных печей баденского типа даны в табл. 77.

Таблица 77

	Производительность печи в час.	
	1 *т*	3 *т*
Мощность мотора в *л. с.*	2,4	5,3
Число оборотов в 1 мин. мотора *n*	840	900
Передаточное число червячной передачи i_1	40	20
Передаточное число цилиндрической передачи i_2	5	5
Передаточное число конической передачи i_3	3,15	2,25
Общее передаточное число $i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$	630	225
Число оборотов вала с дисками в 1 мин.	1,33	4,0
Емкость бункера сырого песка в $м^3$	1,33	4

Над сушильной камерой установлены бункер *14* для сырого песка и дозировочное устройство *15*, представляющее конус, укрепленный на валу *24*, снабженный разрыхляющими песок выступами-ножами. Песок постепенно просыпается из бункера *14* на диски в щель около конуса *15*, и количество его регулируется подтягиванием или опусканием конуса, благодаря чему изменяются размеры щели между конусом и стенками бункера.

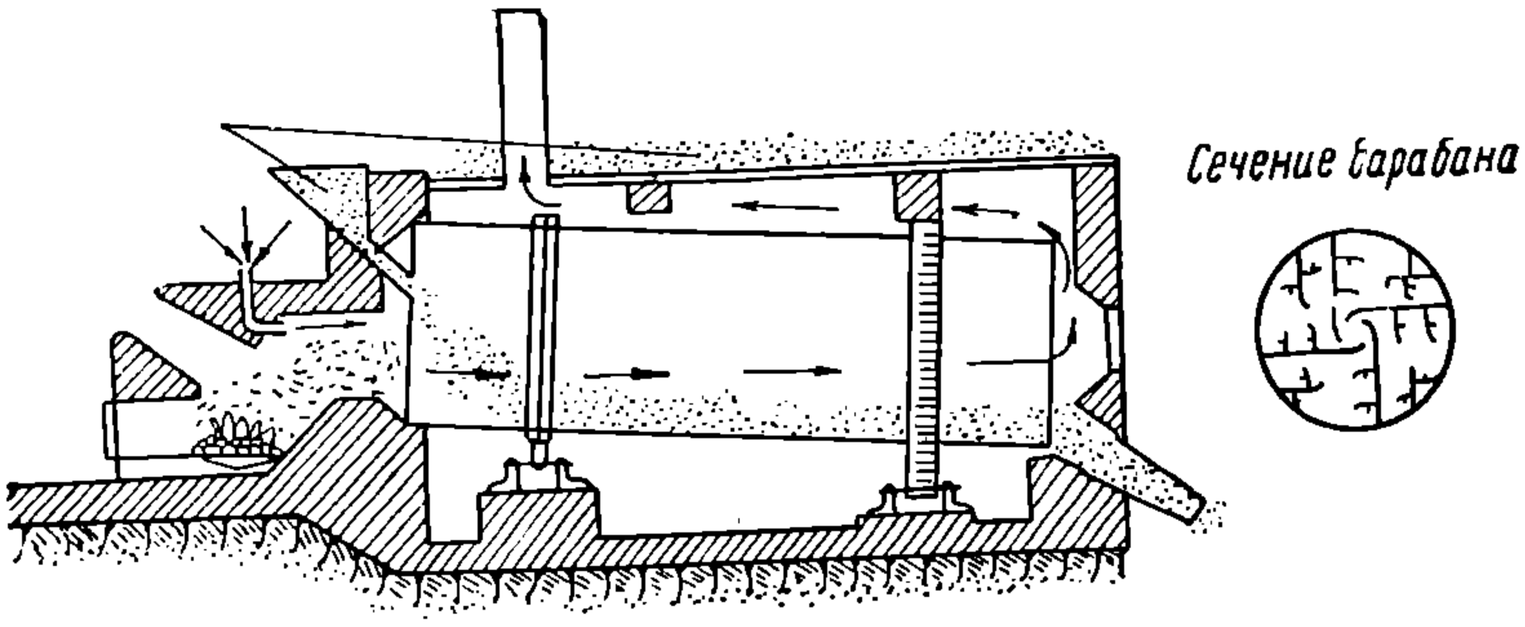
Высыпается сухой песок через промежуточный бункер. Бункер заполняется дополна, а затем количество высыпаемого песка регулируется выходной задвижкой (дверцой), чем обеспечивается отсутствие присоса воздуха.

Кожух *9* сушильной камеры является съемным, что позволяет производить ремонт печи и в особенности смену изношенных дисков без разборки всей печи. Загрузка бункера сырого песка производится тельфером.

Топка печи выносная, имеет камеру горения *1*, зольник *2*, колосниковую решетку *3* и смесительную камеру *4*. В смесительной камере *4* происходит понижение температуры газов сгорания путем разбавления их холодным воздухом, поступающим через окна *5*. Тяга создается отсасывающим вентилятором *29*, благодаря чему в сушиле создается вакуум. Вакуум в сушильной камере также ускоряет и испарение влаги. Сушка песка производится следующим образом: сырой песок непрерывно поступает через щель между бункером и дозировочным устройством на сушильные диски печи. На сушильных дисках песок лопатками *20* перемещается к ссыпным отверстиям, расположенным в центре неподвижных дисков и по краям у подвижных дисков. На каждом диске песок находится в течение трех оборотов вала, за это время 3 раза перемешиваясь лопатками. За все время пребывания в печи песок проходит извилистым путем по всем восьми дискам, 9 раз ссыпаясь в газовом потоке и 24 раза перемешиваясь на дисках. Сухой песок ссыпается в приемный круговой желоб *22*, откуда специальными лопатками *20* перемещается к приемному отверстию бункера сухого песка.

НБ УГУНТ (ДШТ)

На фиг. 211 представлена схема горизонтальной барабанной сушильной печи. Эти печи дают высокий к. п. д., нормальный нагрев песка и равномерность сушки. В то же время эти печи имеют следующие основные недостатки: сложность конструкции, частые повреждения внутренней решетки сушильного барабана, для замены которой требуется полная разборка барабана, большая

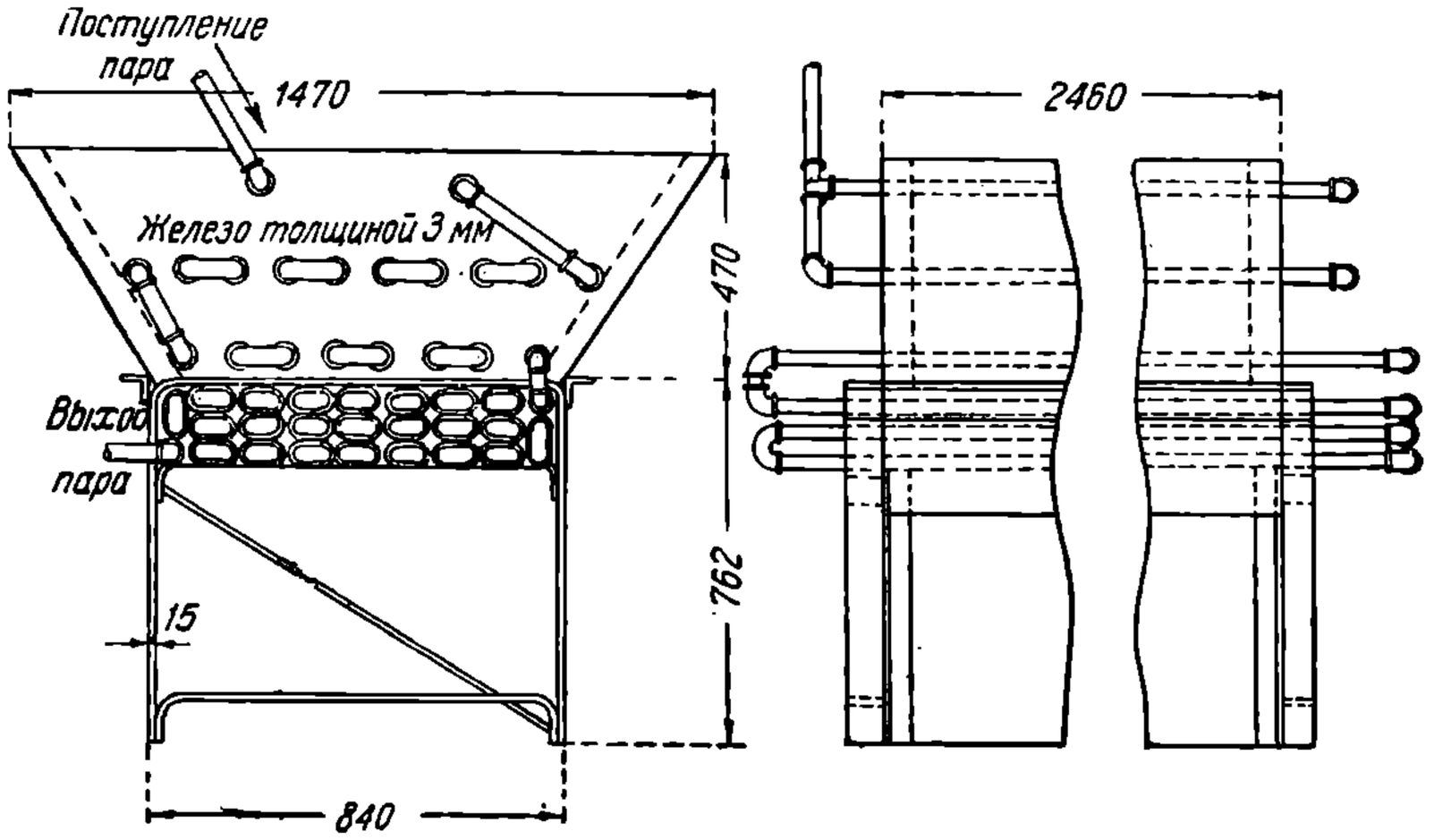


Фиг. 211

стоимость, большая занимаемая площадь и большие сопротивления движению газов.

Печи такого типа в настоящее время применяться для сушки песка в депо не будут.

У всех описанных пескосушильных печей теплоносителем являются горячие газы сгорания, но имеются печи, где сушка песка производится паром и электроэнергией.



Фиг. 212

На фиг. 212 показана паровая сушилка песка, применяющаяся на американских железных дорогах. Эти печи относятся к печам первого вида.

Сушилка состоит из бункера для сырого песка с расположенными в нем горизонтальными рядами паровых трубок диаметром 25 — 30 *мм*. По мере высыхания песок постепенно просыпается между трубами вниз. Загрузка песка может производиться любым подъемным приспособлением.

На фиг. 213 изображена батарейная паровая сушилка большой производительности. Сушилка сделана из паровых труб, образующих призматическую поверхность. Между рядами труб имеются зазоры в 10—12 *мм*, через которые высушенный песок высыпается наружу. Производительность батарейной сушилки доходит до 32 *т/сутки* песка.

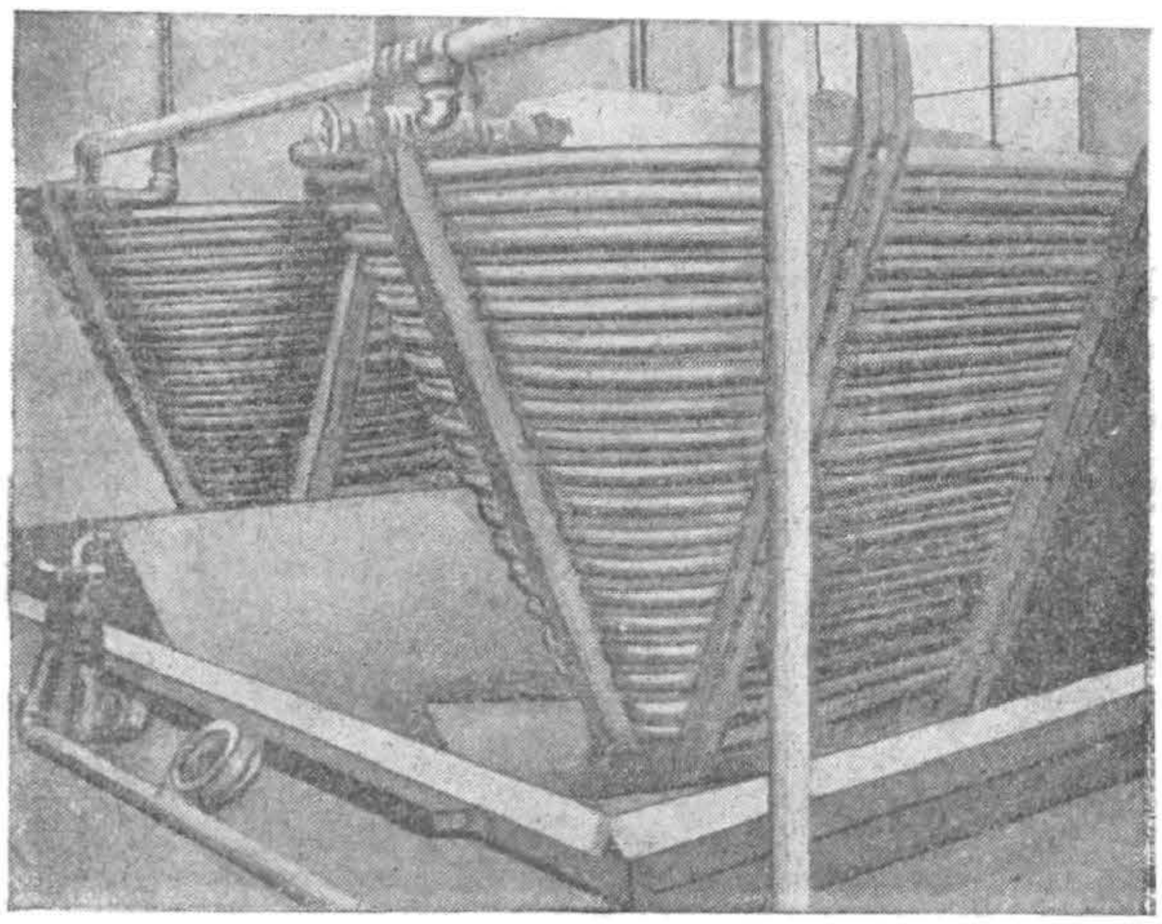
В табл. 78 приведена характеристика печей по техническим и экономическим показателям.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 78

№ п/п	Название печи	Суточная производительность печи в *m* (при средней влажности песка) от до	Род топлива	Нагрев песка	Стоимость выпаривания 1% влаги из 1 *m* песка при максимальной производительности в коп.	Примечание
1	«Перфекшен» . .	10	Высокосортное	Ненормальный	—	Стоимость выпаривания 1% влаги из 1 *m* песка взято из книги инж. Владимирова «Пескосушильные печи»
2	Печь с жаровыми трубами . . .	10	Низкосортное	Ненормальный	76	
3	Печь ЦУМ 1931 г.	12—15	Низкосортное	Нормальный	39	
4	«Вилоко» (Сура)	10	Высокосортное	Ненормальный	58,5	
5	«Быстросушитель»	4—8	Низкосортное	Нормальный	—	
6	Баденская (Грауэ)	22—70	Низкосортное	Нормальный	17,4	

Анализируя табл. 78, можно сделать вывод, что приемлемыми печами по своей технической и экономической характеристикам являются: для депо с суточным расходом песка до 10—20 *m* — печь ЦУМ 1931 г. с жаровыми трубами, для депо с суточным расходом песка выше 20 *m* — печь баденского типа и для депо с незначительным суточным расходом песка — печь типа «Быстросушитель».



Фиг. 213

Остальные печи как допускающие перегрев песка, влекущий понижение его качества и требующие высокосортного топлива, применять не рекомендуется.

в) Определение производительности пескосушильных печей. Производительность печи должна обеспечить потребность в сухом песке для локомотивов. Производительность печи прямо пропорциональна суточному расходу сухого песка $Q_{сут}$ и обратно пропорциональна числу часов работы печи в сутки n и может быть определена по формуле:

$$A = \frac{Q_{сутки}}{n}. \qquad (1)$$

Если обозначим:

$S_{сутки}$ — суточный пробег всех паровозов депо,

a — расход песка в килограммах на 100 паровозо-километров,

k — коэфициент суточной неравномерности движения,

тогда:

$$Q_{сутки} = \frac{k \cdot S_{сутки} \cdot a}{100}.$$

Подставив в формулу (1) значение $Q_{сутки}$, получим:

$$A = \frac{k \cdot S_{сутки} \cdot a}{100 \cdot n}. \qquad (2)$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Тепловой расчет пескосушильных печей. Для расчета пескосушильной печи необходимо иметь в форме технического задания следующие данные:

1. Производительность по сухому песку за смену	A
2. Влажность сырого песка в процентах	W_1
3. » сухого » » »	W_2
4. Температуру максимального нагрева песка	T_{max}
5. Первоначальную температуру песка	$t_{пес}$
6. Температуру окружающего воздуха	$t_{воз}$
7. Крупность зерен песка (максимальную)	d
8. Продолжительность цикла сушки песка	s

Прозводительность печи по испаренной влаге определится так:

$$W = A\frac{(W_1 - W_2)}{100 - (W_1 - W_2)}.$$

Производительность печи по влажному песку A_1 будет:

$$A_1 = A + W_1.$$

Расчет температуры нагрева песка. Сушка песка производится соприкосновением с нагреваемой поверхностью (печи с жаровыми или дымогарными трубами, печи типа «Перфекшен»).

Рассматривая песок, лежащий в сушиле, как ряд слоев-стенок, ограниченных источниками тепла равной температуры, расчет нагрева в среднем слое песка T производим по формуле Вильямсона и Адамса:

$$T = T_{max} + [(t_{пес} - T_{max}) \cdot f_4\left(\frac{4as}{h^2}; \frac{\alpha \cdot h}{2\lambda}\right),$$

где T_{max} — максимальная температура нагрева песка, равная 350°,

$t_{пес}$ — первоначальная температура песка, средняя для года,

h — средняя толщина слоя песка; для печи с жаровыми трубами $h = 0{,}3$ *м*,

s — продолжительность цикла сушки; в печах, где сушка песка производится непосредственным соприкосновением с нагреваемой поверхностью, s равно частному от деления емкости бункера сырого песка на часовую производительность печи,

λ — коэфициент теплопроводности влажного песка; по Шмидту:

$$\lambda = 0{,}97 \text{ } кал/м^2 час \text{ °C},$$

a — коэфициент температуропроводности; по формуле Фурье:

$$a = \frac{\lambda}{C_{пес}\gamma}$$

где $C_{пес}$ — удельная теплоемкость песка, принимаемая как максимум 0,22 *кал/кг*°C,

γ — насыпной вес влажного песка; в среднем 1 750 *кг/м*³,

α — коэфициент теплоотдачи газов в металлической трубе, принимается условно с последующей проверкой по формуле: $\alpha = 6{,}46\ W^{0,8}$. По значениям $\frac{4as}{h^2}$ и $\frac{\alpha \cdot h}{2\lambda}$ определяются функции $f_4\left(\frac{4as}{h^2}; \frac{\alpha \cdot h}{2\lambda}\right)$. По кривым температуропроводности этих же авторов (фиг. 214) средняя температура нагрева песка может быть принята:

$$T_{пес} = \frac{T_{max} + T}{2}.$$

Сушка песка производится непосредственно газами сгорания. Песок в печах этого типа, постоянно перемешиваясь и перебрасываясь, все время находится в нагретой среде газов горения, поэтому для расчета нагревания его применим формулу Вильямсона и Адамса для тел малых диаметров, находящихся в раскаленной среде («газовой волне»):

$$T = T_{суш} + (t_{пес} - T_{суш})\ f_2\left(\frac{4a \cdot s_1}{d^2_{max}}\right),$$

где $T_{суш}$ — средняя температура сушила; принимается условно с последующей проверкой;

$t_{пес}$ — температура песка, загружаемого в печь;

$$s_1 = s\xi,$$

где s — продолжительность цикла сушки, величиной которой задаются;

ξ — коэфициент, зависящий от неравномерности нагрева песка, для печей баденского типа $\xi = 0{,}5$;

НБ УДУНТ (ДПТ)

a — коэфициент температуропроводности песка, определяемый формулой Фурье:

$$a = \frac{\lambda}{C_{пес}\,\gamma},$$

где

$$\lambda = 0{,}97\ кал/м^2\ час\ °C;\ C_{пес} = 0{,}22\ кал/кг;\ \gamma = 1\,750\ кг/м^3;$$

d_{max} — максимальный диаметр комьев или куч песка; по опытам НИИЖТ в неблагоприятных условиях d_{max} не превышает 0,03 *м*.

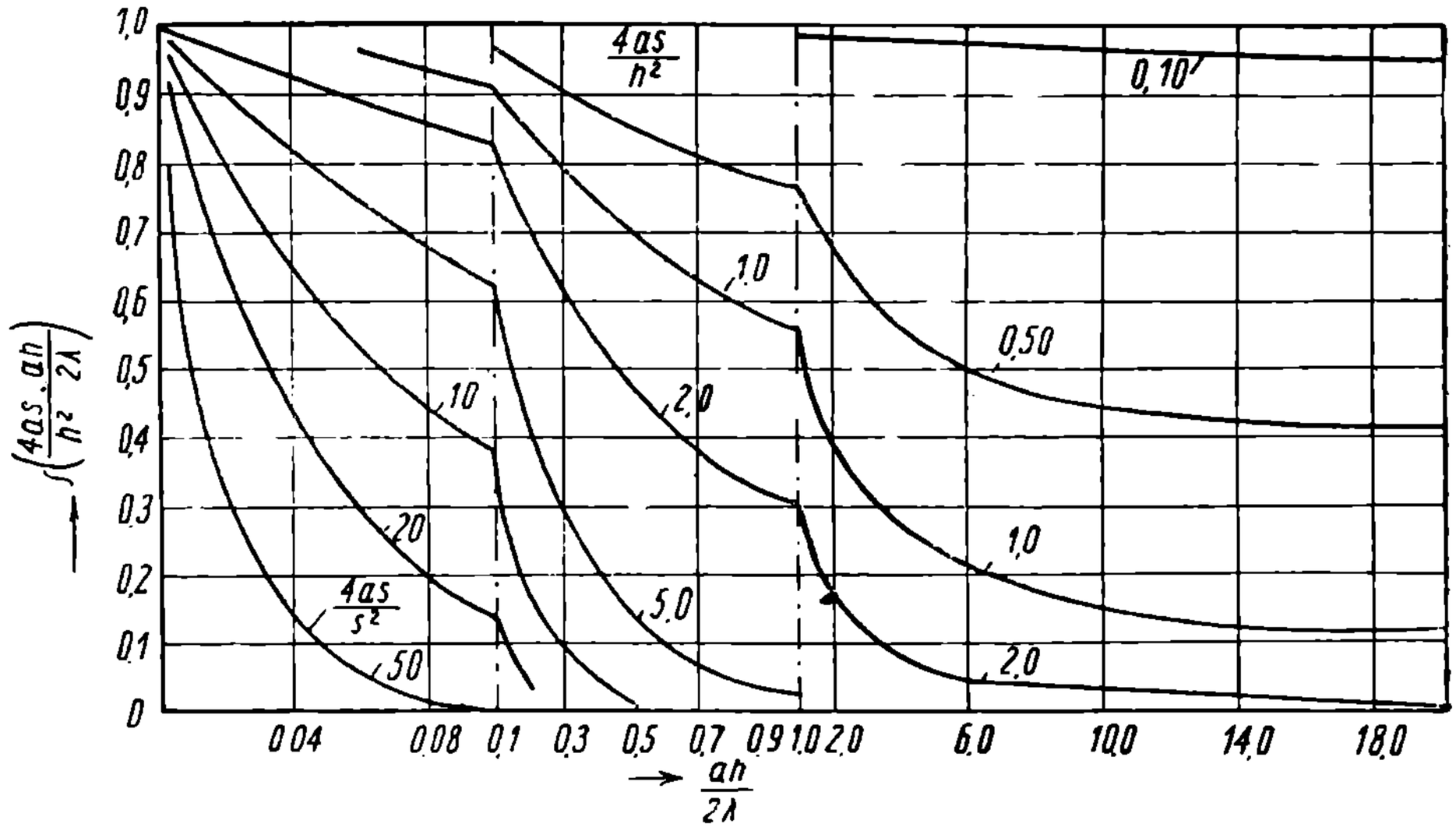
Значение $f_2\left(\frac{4as_1}{d^2_{max}}\right)$ определяется по кривым температуропроводности этих же авторов (фиг. 215).

Определение необходимого количества тепла в сушиле. Количество тепла, передаваемое высушиваемому материалу в сушиле, будет складываться из:

а) тепла, идущего на испарение влаги песка:

$$q_w = W \cdot 625\ кал/кг,$$

где 625 *кал/кг* — тепло, пошедшее на испарение 1 *кг* воды,
W — вес в килограммах испаренной из песка воды;



Фиг. 214

б) тепла, идущего на нагрев материала:

$$q_{пес} = A \cdot C_{пес}\,(T_{пес} - t_{пес}),$$

где A — производительность печи в килограммах;
$C_{пес}$ — удельная теплоемкость песка, равная 0,22 *кал/кг* °С;
$T_{пес}$ — средняя температура сухого песка;
$t_{пес}$ — средняя температура загружаемого песка;

в) для печей первого типа (ЦУМовская, «Перфекшен») из тепла, теряемого стенками и поверхностью сушила, равного:

$$q_{пот} = \mu\,(q_w + q_{пес}),$$

где μ — коэфициент потери тепла, переданного песку через стенки и поверхность сушила; по опытам НИИЖТ μ для различных печей равен:

Печь ЦУМ с жаровыми трубами	0,14 — 0,15
Печь Сура типа «Перфекшен»	0,13 — 0,14
Печь с жаровыми трубами	0,11 – 0,12

Тогда имеем общий расход тепла для печей первого типа:

$$Q_{суш} = q_w + q_{пес} + q_{пот} = (1 + \mu)\,(q_w + q_{пес});$$

для печей баденского типа:

$$Q_{суш} = q_w + q_{пес}.$$

Определение коэфициента теплопередачи газами песку в сушиле и проверка правильности принятого при определении

НБ УДУНТ (ДПТ)

температуры в среднем слое песка коэфициента теплоотдачи газов. Количество тепла, переданного газами песку, определяется по формуле:

$$Q_{суш} = F_{общ} \cdot s \cdot \Delta t \cdot K,$$

где $Q_{суш}$ и s — известны,

$F_{общ}$ — общая площадь в кв. метрах теплопередаточной поверхности для печи с жаровыми трубами:

$$F_{общ} = \pi \cdot d_{нар} \cdot l \cdot n,$$

$d_{нар}$ — наружный диаметр труб, равный 0,133 *м*,

l — длина труб в метрах,

n — число труб,

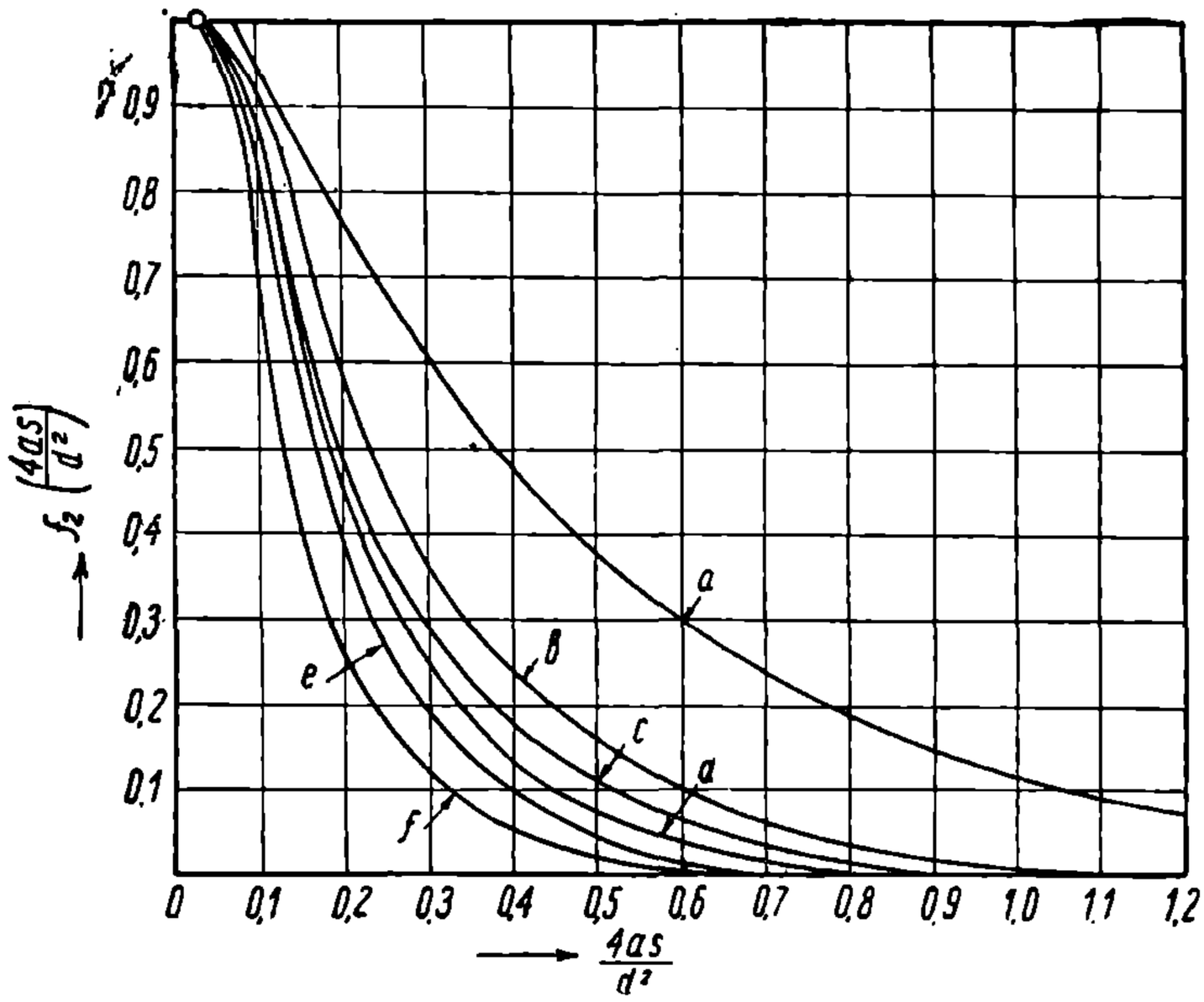
Δt — средняя разность температур за весь процесс сушки, приближенно может быть принята:

$$\Delta t = T_{суш} - \frac{T_{пес} + t_{пес}}{2}$$

K — коэфициент теплопередачи в *кал/м²час* °С.

Коэфициент теплопередачи определится из формулы:

$$K = \frac{Q_{суш}}{F_{общ} \cdot s \cdot \Delta t} \text{ кал/м² час °С},$$



Фиг. 215

но, с другой стороны, значение коэфициента теплопередачи для печей с жаровыми трубами в зависимости от скорости движения газов W определяется по формуле НИИЖТ:

$$K = \frac{33{,}3\,W^{0{,}8}}{5{,}15 + W^{0{,}8}} \text{ кал/м² час °С},$$

откуда скорость определится:

$$W = \left(\frac{5{,}15 \cdot K}{33{,}3 - K}\right)^{1{,}25}$$

Зная скорость движения газов сгорания, можем определить теплопередачу в трубах по формуле Нуссельта:

$$\alpha = \left(4{,}2 + 1{,}96\,\frac{\Delta t}{1000}\right) \cdot \frac{W^{0{,}79}}{d_{вн}^{\,0{,}16} \cdot l^{0{,}05}},$$

где Δt — средняя разность температур за весь процесс сушки,

W — скорость газов сгорания;

$d_{вн}$ — внутренний диаметр жаровых труб, равный 0,125 *м*,

l — длина жаровых труб, уже известная.

Полученный коэфициент теплоотдачи сравниваем с ранее принятым при определении температуры середины слоя песка. Расхождение допускается до 2—3%.

НБ УДУНТ (ДИИТ)

Определение необходимого коэфициента теплоотдачи газами песку в печах баденского типа. Так как в печах третьего типа сушка песка производится в раскаленном потоке газов, непосредственно отдающих тепло зернам песка, коэфициент теплоотдачи определится из уравнения:

$$\alpha = \frac{Q_{сущ}}{F_{пес} \cdot \Delta t \cdot S},$$

где $Q_{сущ} = q_{в} + q_{пес}$ — ранее определены;
S — продолжительность цикла сушки песка,
$F_{пес}$ — поверхность соприкосновения песка с газами.

По исследованиям проф. Маковецкого и по американским данным Чифорд-Ричарсон наличие свободных пространств в песке с диаметром зерен около 3 *мм* (обозначим эту величину через P) колеблется около 36%. По проф. Маковецкому общая поверхность зерен песка в 1 $м^3$ равна $\frac{4\,443{,}4}{d}$ $м^2$, где d — средний диаметр зерен песка. Поверхность соприкосновения песка с газами $F_{пес}$ можно определить, учитывая перемешивание и пересыпание песка в сушиле; если принять количество песка, одновременно находящегося в сушиле, — ω и наличие пустот в песке $P\%$:

$$F_{пес} = \frac{4\,443{,}4}{d} \cdot \omega \cdot \frac{P}{100} = \frac{4\,443{,}4 \cdot \omega \cdot P}{100\,d};$$

$$\Delta t = T_{сущ} - \frac{t_{пес} + T}{2},$$

где Δt — средняя разность температур газов и песка.

По эмпирической формуле НИИЖТ для баденских печей теплоотдача определяется в зависимости от скорости газов сгорания W:

$$\alpha = 7{,}12\ W^{0{,}8},$$

откуда можно определить необходимую скорость газов:

$$W = \left(\frac{\alpha}{7{,}12}\right)^{1{,}25}$$

Определение необходимого количества газов сгорания для сушки песка. Секундный объем газов $V_{T_{сущ}}$ при температуре $T_{сущ} = \frac{T_{вх} + T_{ух}}{2}$ (где $T_{вх}$ — температура входящих газов и $T_{ух}$ — температура уходящих газов; принимается условно с последующей проверкой) определится по формуле:

$$V_{T_{сущ}} = W \cdot \Omega_{общ},$$

где $\Omega_{общ}$ — для печей с жаровыми трубами будет:

$$\Omega_{общ} = \frac{\pi d_{вн}^2}{4} \cdot n,$$

где n — число труб;
$d_{вн}$ — внутренний диаметр для баденских печей:

$$\Omega_{общ} = \pi D_{ср} (H - h),$$

где $D_{ср}$ — диаметр среднего сечения печи, равный $\frac{D_{печ}}{2}$,
$(H - h)$ — высота прохода для газов,
H — расстояние между дисками;
h — толщина слоя песка:

$$h = \frac{\omega}{\frac{\pi D_{диск}^2}{4} \cdot m},$$

где ω — количество песка, одновременно находящегося в печи,
$D_{диск}$ — диаметр дисков,
m — число дисков,
W — скорость газов сгорания в *м/сек.*

Тогда при $T_0 = 0$ °С объем газов сгорания определится из формулы:

$$V_{T сущ} = V_{T_0} \frac{T_{сущ} + 273}{273} = V_{T_0} \frac{T_{с.абс}}{273}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

или

$$V_{T_0} = \frac{V_{T\,суш}}{\frac{T_{суш}+273}{273}}.$$

Определение температуры входящих и уходящих газов в сушиле. Теплоотдача газов в сушиле определится формулой:

$$Q_{суш} = V_{T_0} \cdot C_{суш}\,(T_{вх} - T_{ух}),$$

где $Q_{суш}$ и V_{T_0} — известны,

$C_{суш}$ — средняя удельная объемная теплоемкость газов, отнесенная к V_{T_0}; может быть определена приближенной формулой проф. Рамзина:

$$C_{суш} = 0{,}323 + 0{,}000018\,(T_{вх} + T_{ух}),$$

где $T_{вх}$ — температура входящих газов, которой задаемся.

Тогда температура уходящих газов $T_{ух}$ определится так:

$$T_{ух} = T_{вх} - \frac{Q_{суш}}{V_{T_0}\,C_{суш}}.$$

Поверочный расчет. Правильность всех ранее выбранных температур проверяется поверочным расчетом:

а) Δt — средняя разность температур за весь период сушки определяется так:

$$\Delta t = T_{суш} + \frac{t_{пес} + T}{2}.$$

Поверочный расчет производитя по формуле:

$$\Delta t = \frac{(T_{вх} - T) + (T_{ух} - t_{пес})}{2}$$

или

$$\Delta t = \frac{(T_{вх} - T) - (T_{ух} - t_{пес})}{2{,}303 \lg \dfrac{T_{вх} - T}{T_{ух} - T_{пес}}}.$$

б) Производится проверка принятых условно $(T_{вх} + T_{ух})$.

Пример. Задание. Рассчитать пескосушильную печь системы ЦУМ с жаровыми трубами производительностью $A = 3$ *т*; сухого песка за период сушки $S = 5$ час.; влажность песка, загружаемого в печь, $W_1 = 8$ %; влажность сухого песка должна быть $W_2 = 0{,}5\%$; максимальная температура нагрева песка $T_{max} = 350°$; первоначальная температура нагрева песка $t_{пес} = 0°C$; температура окружающего воздуха $t_{воз} = 10°$; насыпной вес песка $\gamma = 1\,700$ *кг/м*³.

Количество влаги в килограммах, которое должно быть испарено за 5 час. сушки, определяется по формулам:

$$W = A\,\frac{W_1 - W_2}{100 - (W_1 - W_2)} = 3\,000\,\frac{8 - 0{,}5}{100 - (8 - 0{,}5)} = 244\ кг.$$

Производительность печи по сырому песку будет:

$$A' = A + W = 3\,000 + 244 = 3\,244\ кг.$$

Объем сушильного пространства определится из объема одновременно высушиваемого песка A'. Полезный объем сушильного пространства будет:

$$\frac{A'}{\gamma} = \frac{3\,244}{1\,700} = 1{,}91\ м^3.$$

Если примем, что наша печь будет иметь жаровых труб $n = 16$ шт. размером $d_{нар} = 0{,}133$ *мм*, $d_{вн} = 0{,}125$ *м*, $l = 4$ *м*, то полный объем сушильной камеры должен быть:

$$\frac{A'}{\gamma} + \frac{\pi d^2_{нар}}{4}\,l \cdot n = 1{,}91 + \frac{3{,}14 \cdot 0{,}133^2}{4} \cdot 4 \cdot 16 = 2{,}8\ м^3.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

С учетом наличия незаполненных объемных пустот около 25% общий объем принимается в $1{,}25 \cdot 2{,}8 = 3{,}5\ м^3$. При длине сушильной камеры 4 *м*, равной длине жаровых труб, площадь поперечного сечения сушильной камеры определится:

$$\frac{3{,}5}{4} = 0{,}87\ м^2.$$

Линейные размеры сушильного пространства, определяющиеся по схеме фиг. 216, получаются следующие: ширина — 1,2 *м*, приведенная высота — 0,725 *м*, площадь поперечного сечения $1{,}2 \cdot 0{,}725 = 0{,}87\ м^2$, расстояние между рядами жаровых труб $h = 0{,}25$ *м*.

Температура нагрева песка в среднем слое определится по формуле Вильямсона и Адамса:

$$T = T_{max} + (t_{пес} - T_{max}) f_4\left(\frac{4as}{h^2};\ \frac{\alpha \cdot h}{2\lambda}\right),$$

где $T_{max} = 360°$,.

$t_{пес} = 0°C$;

$s = 5$ час. (согласно заданию $h = 0{,}25$; определено ранее),

λ — коэфициент теплопроводности влажного песка; равный 0,97 *кал/м² час* °C,

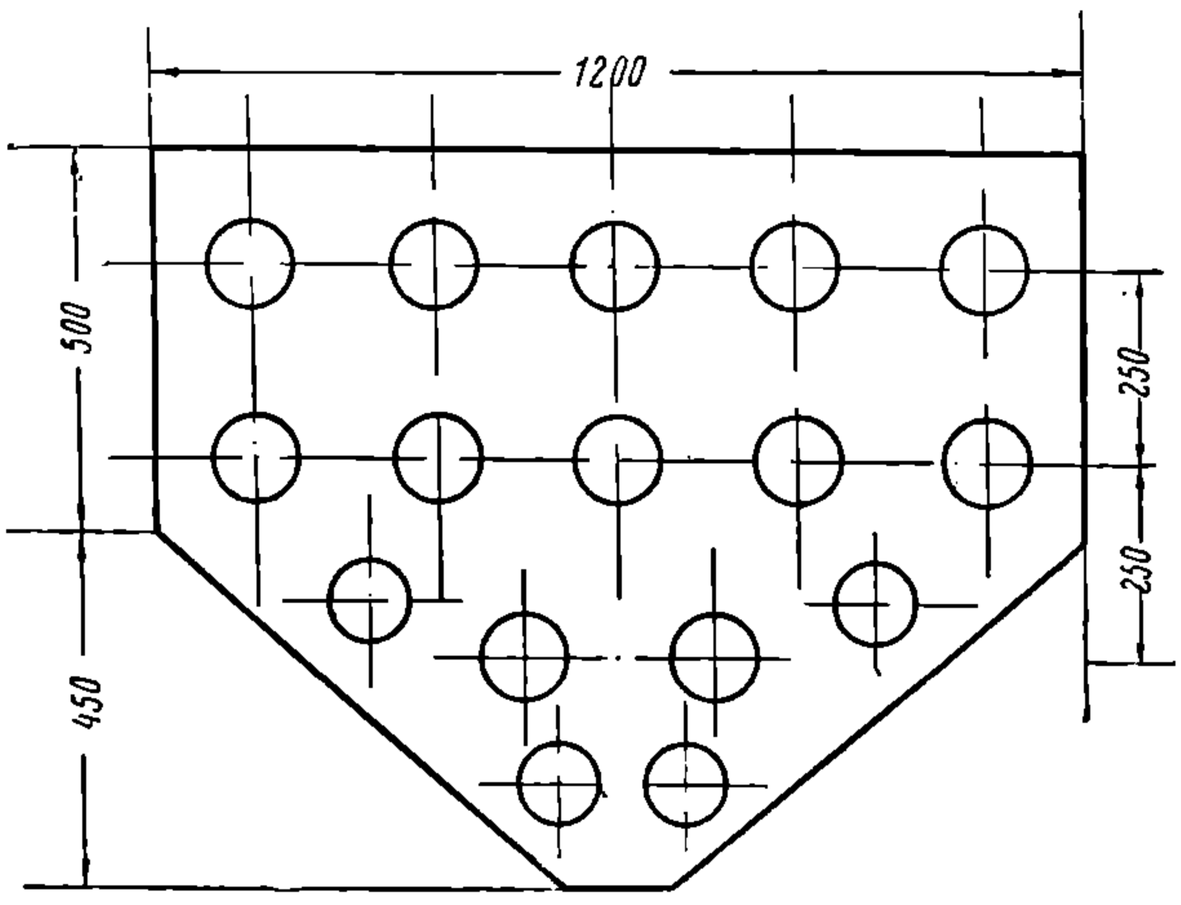
a — коэфициент температуропроводности, равный 0,0025,

α —коэфициент теплоотдачи газов в металлической трубе, условно (с последующей проверкой) принимается $\alpha = 18$ *кал/м² час* °C:

$$T = 350 + (0 - 350) f_4\left(\frac{4 \cdot 0{,}0025 \cdot 5}{0{,}25^2};\ \frac{18 \cdot 0{,}25}{2 \cdot 0{,}97}\right);$$

$$f_4\left(\frac{4 \cdot 0{,}0025 \cdot 5}{0{,}25^2};\ \frac{18 \cdot 0{,}25}{2 \cdot 0{,}97}\right) = f_4(0{,}80;\ 2{,}32).$$

Последнее равенство определяется по кривой (фиг. 217) и составит:



Фиг. 216

$$f_4(0{,}80 \cdot 2{,}32) = 0{,}48,$$

тогда:

$$T = 350 + (0 - 350) \cdot 0{,}48 = 182°.$$

Средняя температура нагрева песка будет:

$$T_{ср} = \frac{T_{max} + T}{2} = \frac{350 + 182}{2} = 266°.$$

Расход тепла, передаваемого через жаровые трубы в сушиле, складывается из:

а) тепла, идущего на испарение влаги песка и примаемого равным:

$$q_w = 625 \cdot W,$$

где 625 *кал/кг* — тепло, необходимое для испарения 1 *кг* воды;

$q_w = 625 \cdot 244 = 152\,500$ *кал* за 5 час.

б) тепла, идущего на нагрев материала:

$$q_{пес} = A \cdot C_{пес} \cdot T_{пес\ ср},$$

где $A = 3\,000$ *кг*;

$T_{пес\ ср} = 266°$,

$C_{пес} = 0{,}22$ *кал/кг*;

C — удельная теплоемкость песка.

Следовательно:

$$q_{пес} = 3\,000 \cdot 0{,}22 \cdot 266 \approx 175\,600\ кал \text{ за } 5 \text{ час.};$$

в) тепла, теряемого стенками и поверхностью сушила, которое ориентировочно принимается в 15% от предыдущих потерь:

$$q_{пот} = 0{,}15\,(152\,500 + 175\,600) = 49\,500\ кал.$$

Общий расход тепла:

НБ УДУНТ (ДИТ)

$$Q_{суш} = 152\,500 + 175\,600 + 49\,500 = 377\,600 \text{ кал в 5 час.}$$

Коэфициент теплопередачи газами песку будет:

$$K = \frac{Q_{суш}}{F_{пов} \cdot S \cdot \Delta t}$$

где $F_{пов}$ — поверхность нагрева:

$$F_{пов} = \pi d_{нар}\, l \cdot n = 3{,}14 \cdot 0{,}133 \cdot 4{,}16 = 26{,}6 \text{ м}^2,$$

$S = 5$ час.,

Δt — средняя разность температур за весь процесс сушки; приближенно определяется по формуле:

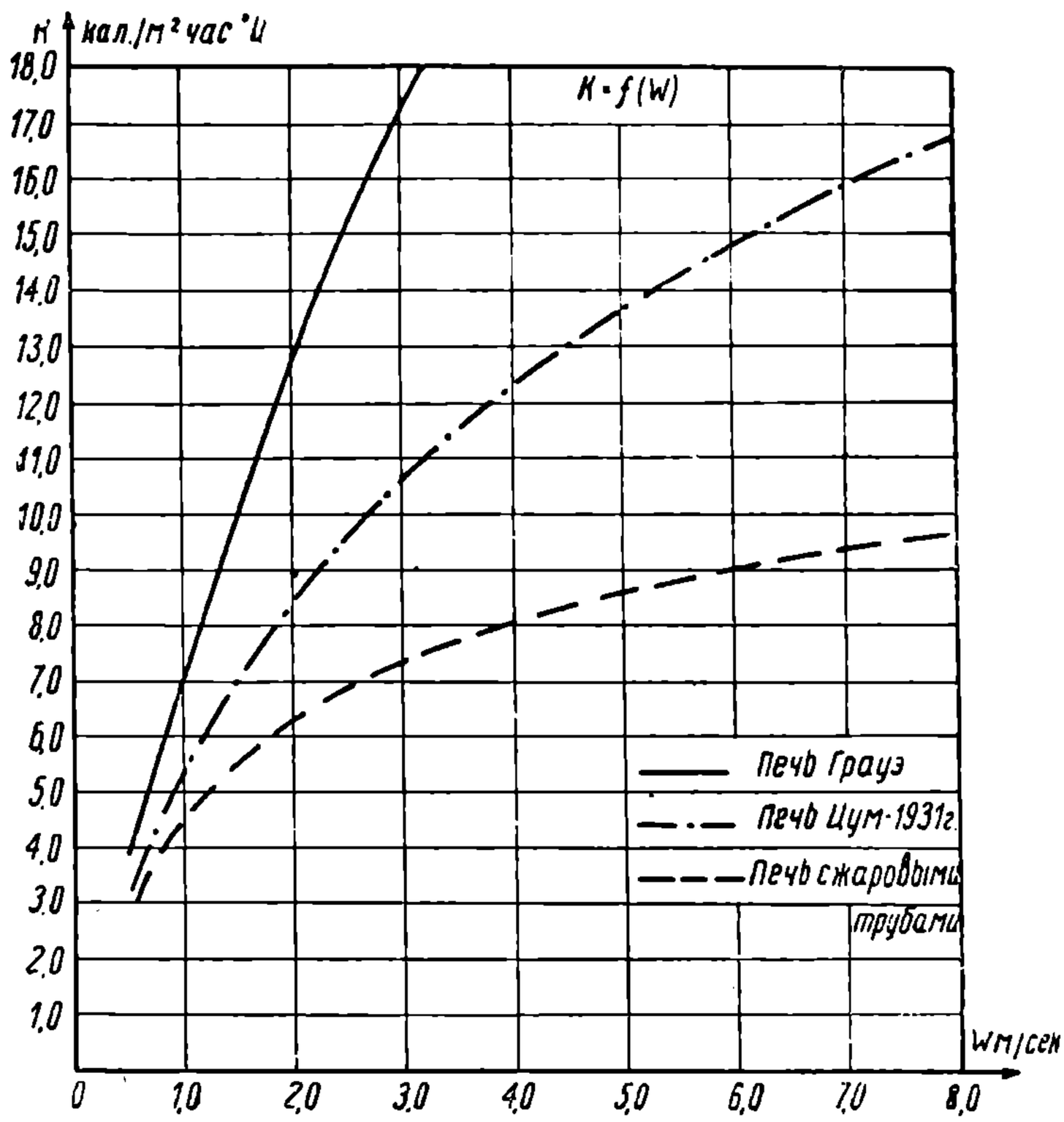
$$\Delta t = T_{\max} - \frac{T_{пес \cdot ср} + t_{пес}}{2} = 350 - \frac{266 + 0}{2} = 217°,$$

тогда

$$K = \frac{377\,600}{26{,}6 \cdot 5 \cdot 217} = 13{,}2 \text{ кал/м}^2 \text{ час } °\text{C}.$$

По формуле НИИЖТ определяем скорость движения газов:

$$W = \left(\frac{5{,}15 \cdot K}{33{,}3 - K}\right)^{1{,}25} = \left(\frac{5{,}15 \cdot 13{,}2}{33{,}3 - 13{,}2}\right)^{1{,}25} = 4{,}6 \text{ м/сек.}$$



Фиг. 217

Правильность принятого ранее коэфициента теплоотдачи проверяется по формуле Нуссельта:

$$\alpha = \left(4{,}2 + 1{,}96\,\frac{\Delta t}{1\,000}\right) \frac{W^{0{,}79}}{d_{вн}^{\,0{,}16} \cdot l^{\,0{,}05}} =$$

$$= \left(4{,}2 + 1{,}96\,\frac{217}{1\,000}\right) \frac{4{,}6^{0{,}79}}{0{,}125^{0{,}16} \cdot 4^{0{,}05}} \approx 18 \text{ кал/м}^2 \text{ час } °\text{C}.$$

НБ УДУНТ (ДШТ)

Полученная величина подтверждает правильность ранее выбранного значения для α Количество газов при температуре T_{max}, проходящее через все жаровые трубы в 5 час., будет:

$$V_{T\,max} = W \cdot \Omega \cdot S_{сек},$$

где:

$$\Omega = \frac{\pi d_{вн}^2}{4} \cdot n;$$

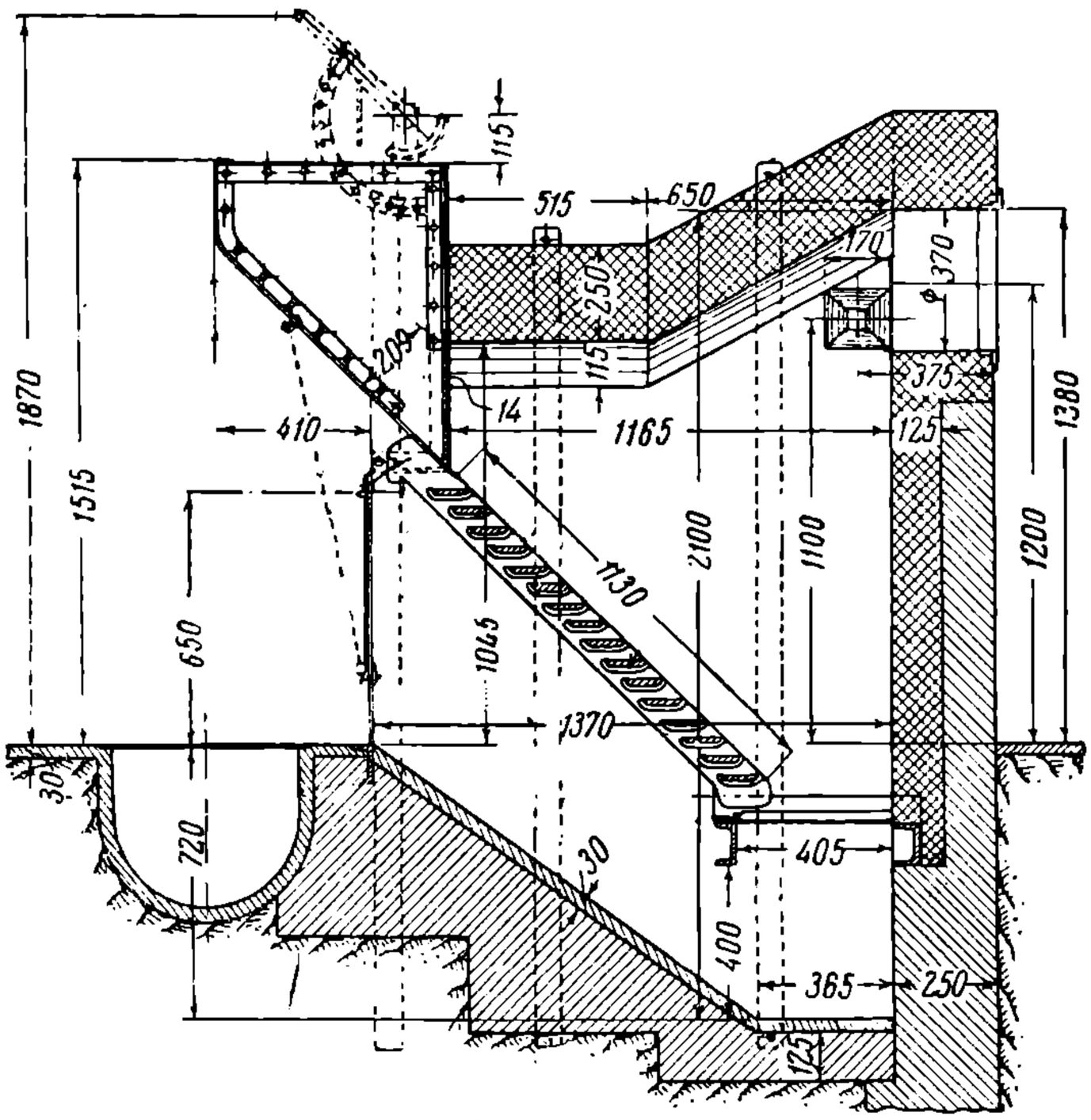
$$V_{T\,max} = 4{,}6\ \frac{3{,}14 \cdot 0{,}125^2}{4} \cdot 16 \cdot 3\,600 \cdot 5 = 16\,300\ м^3 \text{ в 5 час.},$$

но:

$$V_{T\,max} = V_{T_0}\ \frac{T_{абс}}{273} = V_{T_0}\ \frac{T_{max} + 273}{273}.$$

Следовательно объем газов, проходящих через жаровые трубы при температуре $T_0 = 0$, будет:

$$V_{T_0} = \frac{V_{T\,max}}{\frac{T_{max} + 273}{273}} = \frac{16\,300}{\frac{350 + 273}{273}} = 7\,140\ м^3 \text{ за 5 час.}$$



Фиг. 218

Температура газов в сушиле определяется из формулы теплоотдачи газов:

$$Q_{суш} = V_{T_0} C_{суш} (T_{вх} - T_{ух}),$$

где:

$Q_{суш} = 377\,600$ *кал*;

$V_{T_0} = 7{,}140\ м^3$,

$T_{вх}$ — температура входящих газов; примем $T_{вх} = 400°$,

$T_{ух}$ — температура уходящих газов,

$C_{суш}$ определим по приближенной формуле проф. Рамзина:

$$C_{суш} = 0{,}323 + 0{,}000018 \times (T_{вх} + T_{ух})$$

$(T_{вх} + T_{ух})$ — ориентировочно, с последующей проверкой, принимается равной 650°С, тогда:

$$C_{суш} = 0{,}323 + 0{,}000018 \times 650 = 0{,}335,$$

$$T_{ух} = T_{вх} - \frac{Q_{суш}}{V_{T_0} \cdot C_{суш}} = 400 - \frac{377\,600}{7\,140 \cdot 0{,}335} = 241°,$$

$$T_{вх} + T_{ух} = 400 + 241 = 641°,$$

что расходится с ранее условно выбранной величиной на:

$$\frac{(650 - 641) \cdot 100}{650} = 1{,}4\%,$$

что вполне допустимо.

Вышеуказанным способом найдены все величины, необходимые для расчета процесса горения и размеров колосниковой решетки, объема топки и смесительной камеры, по методу проф. Грум-Гржимайло. Для пескосушильных печей следует применять в качестве основного топлива изгарь из дымовых коробок паровозов в чистом виде или в смеси с низкосортным топливом. На фиг. 218 дана схема топки для работы на изгари. В депо, где паровозы работают на нефтяном или дровяном отоплении, для сушки песка

НБ УГЛТУ (ДИТ)

следует использовать отбросы тепла (отходящий пар парового отопления, паровых насосов, дымовых газов и пр.).

Экономика работы печей. Сравнение печей по экономическим показателям производится по стоимости выпаривания 1% влаги из 1 *m* песка, которая определяется по формуле:

$$X = \frac{\frac{C}{12 \cdot i} + \frac{R}{12} + g \cdot b + B}{A_{сут} \cdot 30 \cdot W},$$

где X — стоимость выпаривания 1% влаги из 1 *m* песка в рублях;

C — стоимость печи в рублях;

i — срок службы печи в годах;

R — годовые расходы на ремонт, которые ориентировочно можно принять в 5 — 6% от стоимости печи;

g — месячный расход топлива в тоннах;

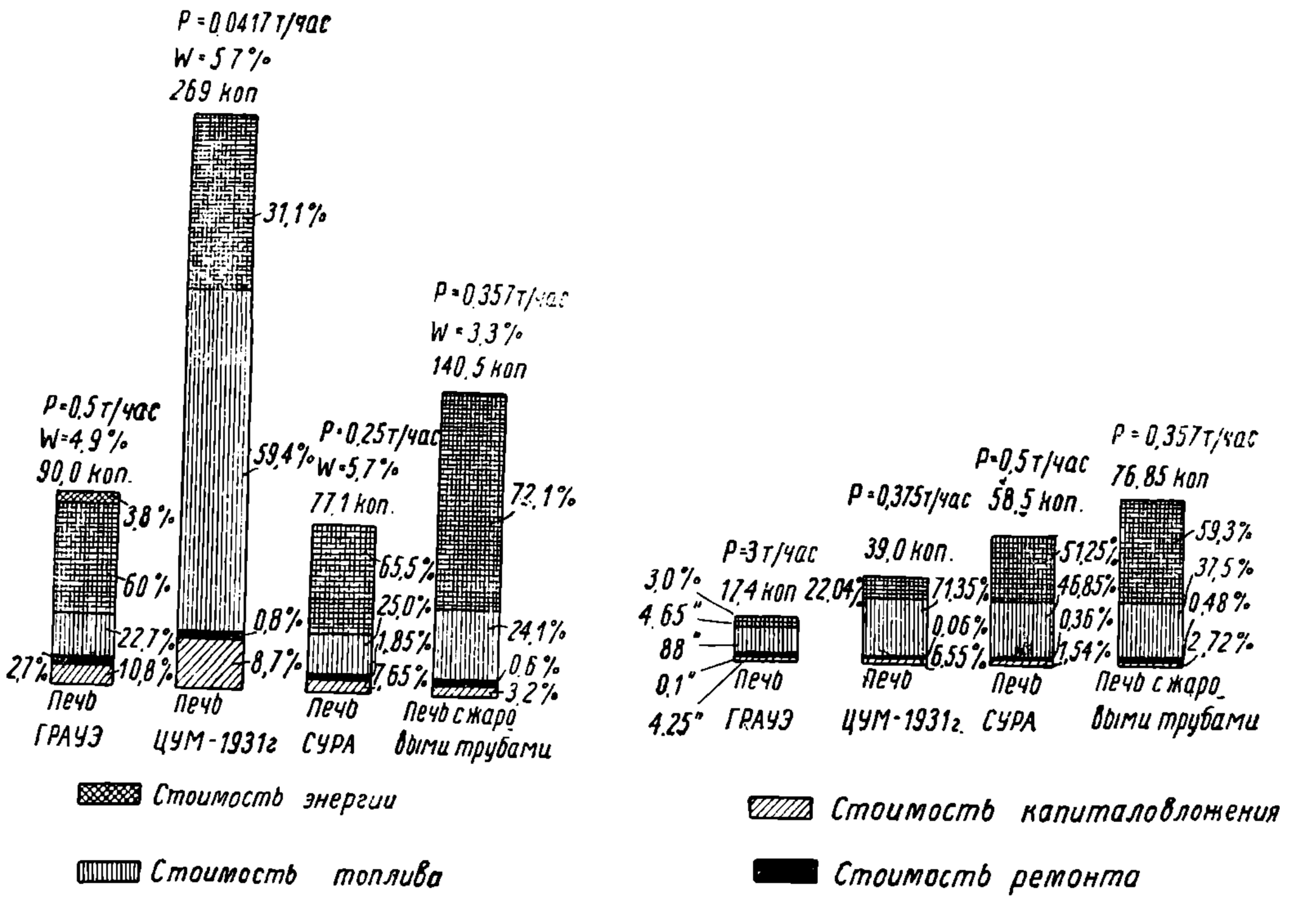
b — стоимость 1 *m* топлива в рублях;

B — месячные расходы на рабочую силу с начислением 30% на соцстрах, местком, культнужды, спецодежду и др. и 23% на выходные дни, отпуска, болезни, тер-сборы;

$A_{сут}$ — среднесуточная производительность печи в тоннах;

W — процент изменения влажности песка.

Стоимость печей ориентировочно можно принять:



Фиг. 219

Печь Сура (измененная «Вилоко»)	600 руб.
с жаровыми трубами . . .	1 000 »
ЦУМ 1931 г. с жаровыми трубами	1 500
баденская (Грауэ)	5 000

На фиг. 219 приведена стоимость выпаривания 1% влаги из 1 *m* песка.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Устройства для подачи песка на паровозы

Механическая пескоподача

От ручного способа подачи песка на паровозы при помощи ведер в настоящее время на дорогах сети СССР переходят к устройству механизированных пескоподач. Уже к концу 1936 г. имелись механизированные пескоподачи в большинстве крупных депо. В 1937 г. планом предусмотрено сооружение 27 пунктов механизированной пескоподачи. Почти все механические устройства для снабжения паровозов песком состоят из устройства для транспортировки сухого песка в раздаточный бункер и раздаточного бункера сухого песка, поднятого на высоту, обеспечивающую высыпание песка самотеком в песочницы паровозов. По транспортировочным устройствам все пескоподачи разделяются на две группы:

1. Пескоподачи, в которых высушенный песок транспортируется в раздаточный бункер или непосредственно в песочницы паровозов с помощью подъемных механизмов.

2. Пескоподачи, в которых высушенный песок транспортируется в раздаточный бункер пневматическим способом.

Механические пескоподачи делятся на две группы; к первой группе относятся пескоподачи без применения раздаточного бункера и ко второй — пескоподачи с применением раздаточного бункера.

а) Представителями первой группы механических пескоподач являются крановые пескоподачи с применением крана-журавля, или глаголевого крана, с ручной лебедкой. Песок подается ведрами или специальными бадьями, имеющими приспособления в дне для высыпания песка. Объем бадьи делается равным объему песочницы паровоза. По проекту НИС ЛИИЖТ пескоподачи с глаголевым краном делаются подъемной силы 0,5 *т*. С боков сушильной печи имеются две канавы с наклонным рельсовым путем. На рельсовом пути установлена тележка со съемной бадьей для сухого песка. Для передвижения тележки установлен ворот. Бадья с сухим песком по канаве может быть выкачена из здания пескосушилки и поднята глаголевым краном для подачи песка в песочницу паровоза. В этом проекте пескоподачи кран используется для загрузки сырого песка в сушильную печь через лоток. Для подвозки сырого песка к крану устроена узкоколейка. Достоинством крановых пескоподач являются дешевизна установки и простое обслуживание и уход за ними. Неустранимыми недостатками механических пескоподач первой группы являются: а) возможность снабжения паровозов только на одном пути с широкой свободной площадкой рядом с пескосушилкой; б) невозможность совмещения снабжения песка с другими операциями по экипировки; в) большая затрата рабочей силы (необходимо не менее двух рабочих для подачи песка на паровозы); г) увеличенное время простоя под набором по сравнению с пескоподачами, имеющими раздаточный бункер.

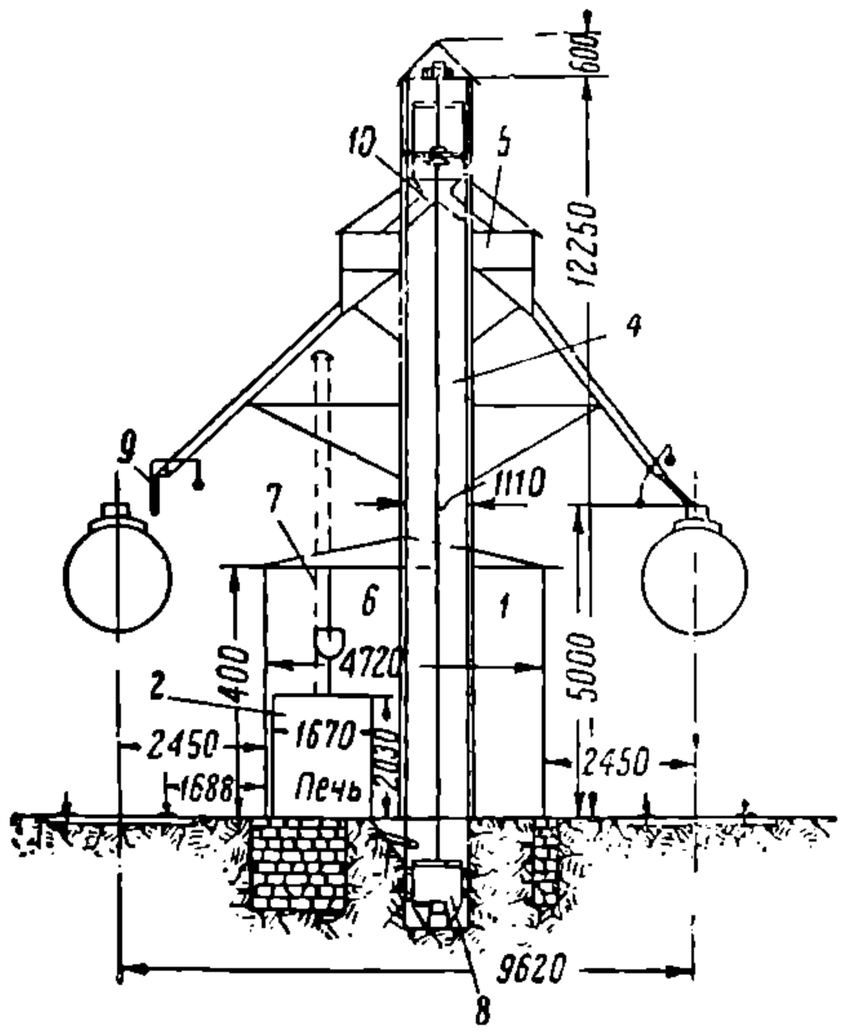
б) К механическим пескоподачам второй группы относятся:

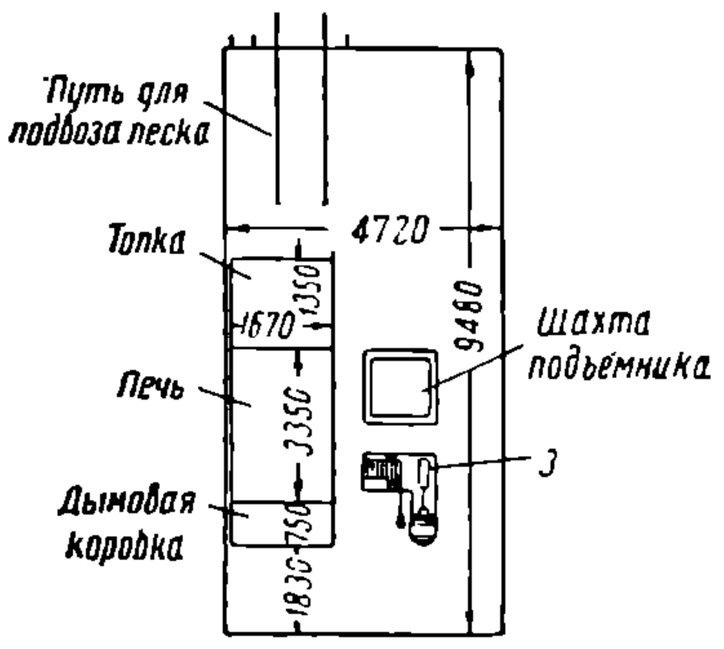
1. Ковшевая пескоподача.
2. Норийная и элеваторная пескоподачи.
3. Пескоподача с применением грейферного крана.

На фиг. 220 представлена схема ковшевой пескоподачи (по проекту ЦУМ), состоящая из следующих основных частей: здания пескосушилки *1*, печи для сушки песка *2*, подъемного механизма *3*, шахты подъемника *4*, проходящей через крышу здания пескосушилки. В шахте подъемника расположен ковш для сухого песка *8* с откидным дном емкостью в 1 *т*. На колоннах шахты подъемника укреплены раздаточные бункеры *5* емкостью по 1,5 *м*³. Сырой песок к печи подвозится на вагонетках со съемным кузовом-бадьей по узкоколейному пути и при помощи тельфера *7* загружается в печь. Сухой песок из печи по желобу-течке ссыпается в загрузочный ковш *8*, который при помощи лебедки с мотором в 4,5 *л. с.* поднимается вверх со скоростью 0,6 *м/сек*. На верху шахты откидное дно загрузочного ковша открывается ударом нажимного рычага ковша о специально устанавливаемый наверху упор и песок высы-

НБ УИИЖТ (ДИТ)

пается через распределительный бункер *10* в раздаточные бункеры. Каждый раздаточный бункер имеет контрольные вестовые трубы, сигнализирующие о наполнении бункера. По сравнению с вышеописанными крановыми пескоподачами механическая ковшевая пескоподача имеет следующие достоинства: а) возможность снабжения одновременно двух паровозов; б) сокращение времени снабжения паровозов песком до 1—2 мин. (с установкой) благодаря применению раздаточного бункера и в) набор песка производится одним рабочим (кочегаром). Неустранимыми недостатками механической ковшевой пескоподачи являются: а) дороговизна устройства; б) невозможность удаления раздаточного бункера от здания пескосушилки и поэтому необходимость расположения здания пескосушилки на междупутьи с расстоянием между осями путей 9 620 *мм*; в) невозможность совмещения набора песка с другими операциями; г) большое количество ремонта и ненадежность работы автоматов.





Фиг. 220

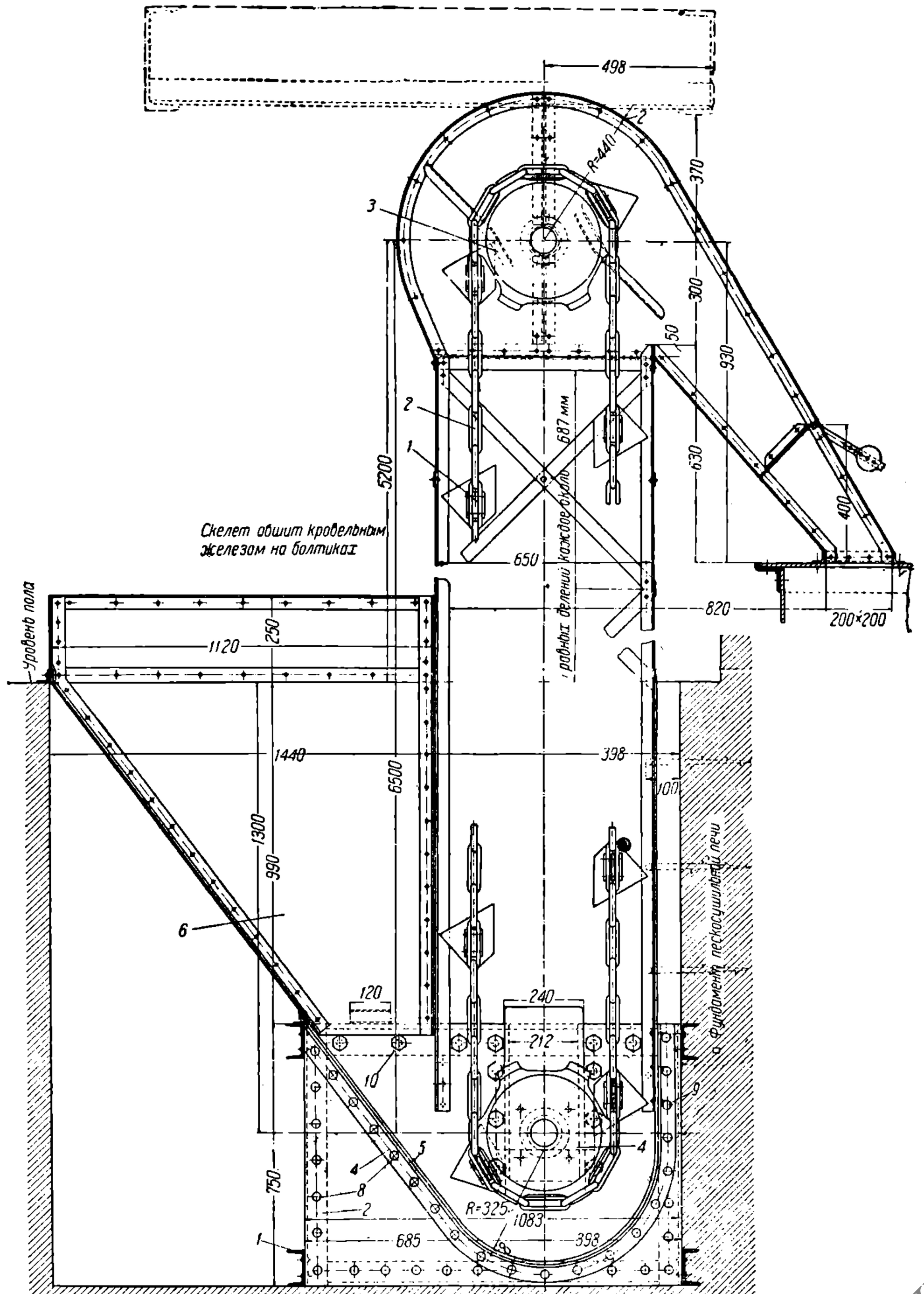
Пескоподачи, у которых ковш для транспортировки сухого песка заменен норией, называются норийными пескоподачами. Нория (фиг. 221) представляет собой ковши *1* из листовой стали, укрепленные на бесконечной ленте или на двух параллельных бесконечных цепях *2*, огибающих два барабана на разных уровнях, из которых верхний *3* делается приводным, а нижний *4*, снабженный подвижными подшипниками *5*, служит для натяжения ленты или цепей. Транспортировка сухого песка производится следующим образом: сухой песок загружается в бункер *6*, расположенный со стороны поднимающей нории, откуда самотеком через выпускное отверстие поступает к ковшам нории. На месте загрузки ковшей должно быть такое количество песка, которое обеспечивало бы наполнение ковшей уже в точке перехода кругового движения ковшей в прямолинейное, чем гарантируется их заполнение. Регулирование песка, поступающего к ковшам, производится заслонкой выпускного отверстия. В момент набегания ковша на верхний барабан на зерна песка, находящиеся в ковше, начинает действовать центробежная сила (равная $\frac{mv^2}{r}$, где m — масса зерна песка, v — окружная скорость, r — радиус), которая, складываясь с силой тяжести mg, дает равнодействующую, направленную наклонно к вертикали, причем наклон ее зависит от величины центробежной силы. Под действием этой равнодействующей происходит сбрасывание песка в приемную течку бункера и оттуда самотеком в бункер. Часто, чтобы не иметь большой скорости движения нории и улучшить условия сбрасывания песка, устраивают наклонные нории. Часовая производительность механической пескоподачи с норией может быть определена по формуле:

$$Q = 3{,}6\,\psi \cdot \frac{i}{a} \cdot \gamma \cdot v,$$

где ψ — коэфициент наполнения ковша; ориентировочно можно брать для скоростей 0,5—0,75 *м/сек* $\psi = 0{,}8$ (Кузмин «Элеваторы»);

НБ УДУНТ (ДШТ)

l — емкость одного ковша в литрах;
a – расстояние между ковшами в метрах;
γ — насыпной вес песка в $кг/м^3$;
v – скорость движения ленты с ковшами в $м/сек$.



Фиг. 221

НБ УДУНТ (ДШТ)

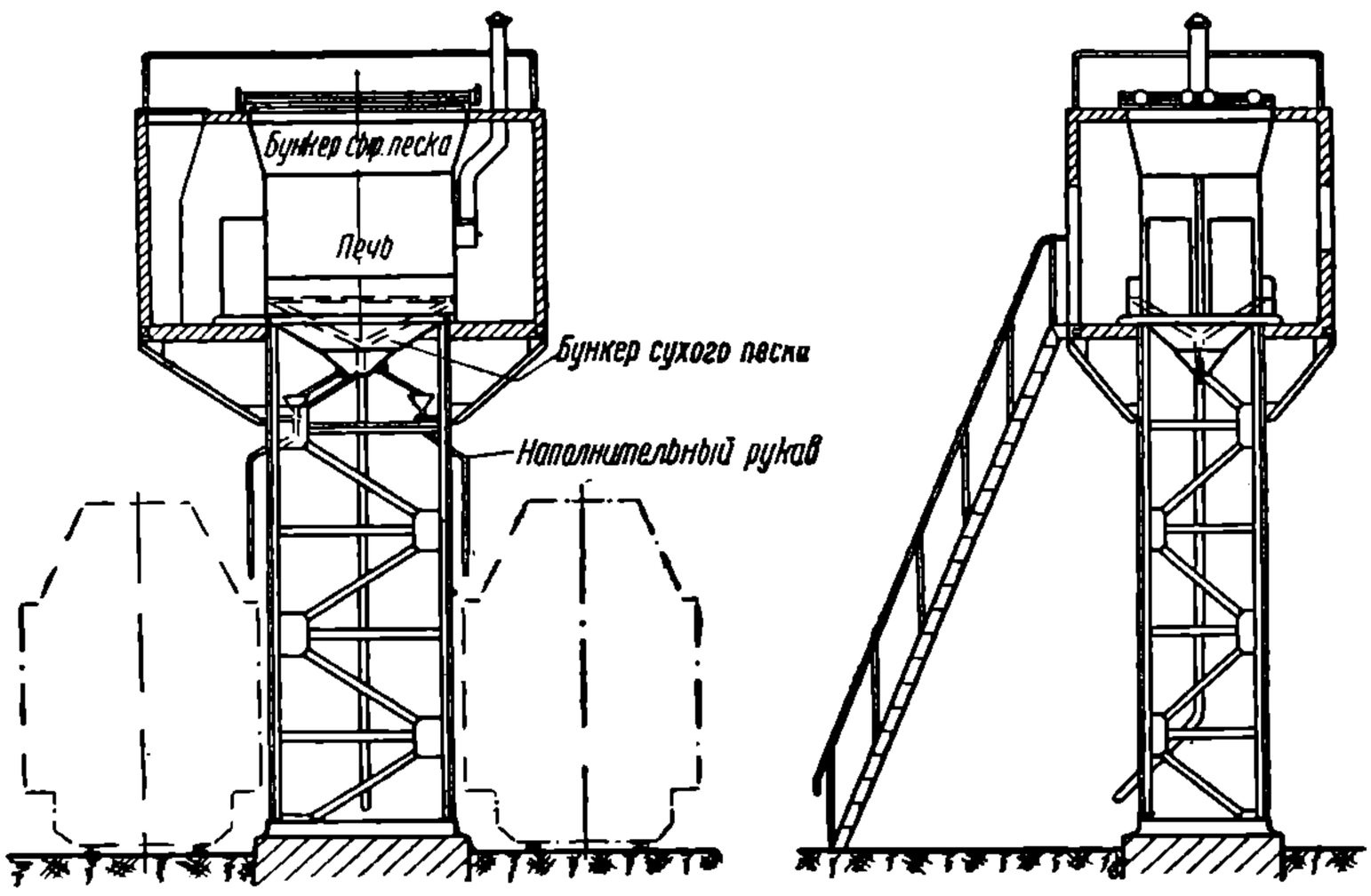
Расчет мотора нории при ориентировочных подсчетах можно производить по формуле Ганфштенгеля:

$$N_{вф} = \frac{Q \cdot H}{\eta \cdot 270},$$

где Q — часовая производительность нории в тоннах;
H — высота подъема песка;
η — к. п. д. установки, обычно $\eta = 0{,}5 \div 0{,}7$, меньший коэфициент для норий небольшой производительности и больший для норий большой производительности.

Механические пескоподачи с норией получили широкое применение на германских железных дорогах. В малых и средних депо (Эрфурт, Аусбург, Берн и др.) установлены механические пескоподачи с вертикальной норией. В крупных депо, где необходимо иметь больше двух раздаточных бункеров (в депо Франкфурт-на-Майне три бункера, в депо Вишофсхейн пять бункеров), устанавливаются механические элеваторные пескоподачи, которые отличаются от механических норийных передач тем, что применен дополнительный горизонтальный транспортер, распределяющий песок по раздаточным бункерам.

В Германии применяются пескоподачи, в которых все операции транспортировки совершаются с сырым песком. На фиг. 222 представлена схема такой



Фиг. 222

пескоподачи. Печь для сушки песка с расположенным над нею бункером для сырого песка устанавливается на башне. Высушенный песок из печи самотеком высыпается в бункер сухого песка, находящийся под печью. Высота башни определяется с таким расчетом, чтобы бункер сухого песка находился на высоте, обеспечивающей нормальный простой паровозов под набором песка. Бункер сырого песка загружается грейферным краном (депо Фульда, где грейфер обслуживает шлаковые ямы, углеподачу и пескоподачу) или норией. Достоинствами механических пескоподач второй группы являются: а) небольшой расход энергии на подачу 1 *m* песка; б) возможность снабжения одновременно двух паровозов, а при элеваторном типе и более; в) незначительный простой паровоза под набором песка (1—2 мин. с установкой) благодаря применению бункера; г) незначительный расход рабочей силы на подготовку песка и снабжение.

Неустранимыми недостатками пескоподачи второй группы являются: а) сравнительная дороговизна устройства, б) невозможность удаления раздаточного бункера от здания пескосушилки и поэтому необходимость расположения здания пескосушилки на широком междупутьи с занятием большой площади (кроме пескоподачи элеваторного типа); в) наличие движущихся механизмов и неиз-

НБ УДУМТ (ДПТ)

бежность их ремонта; г) невозможность совмещения набора песка с другими операциями по экипировке паровозов.

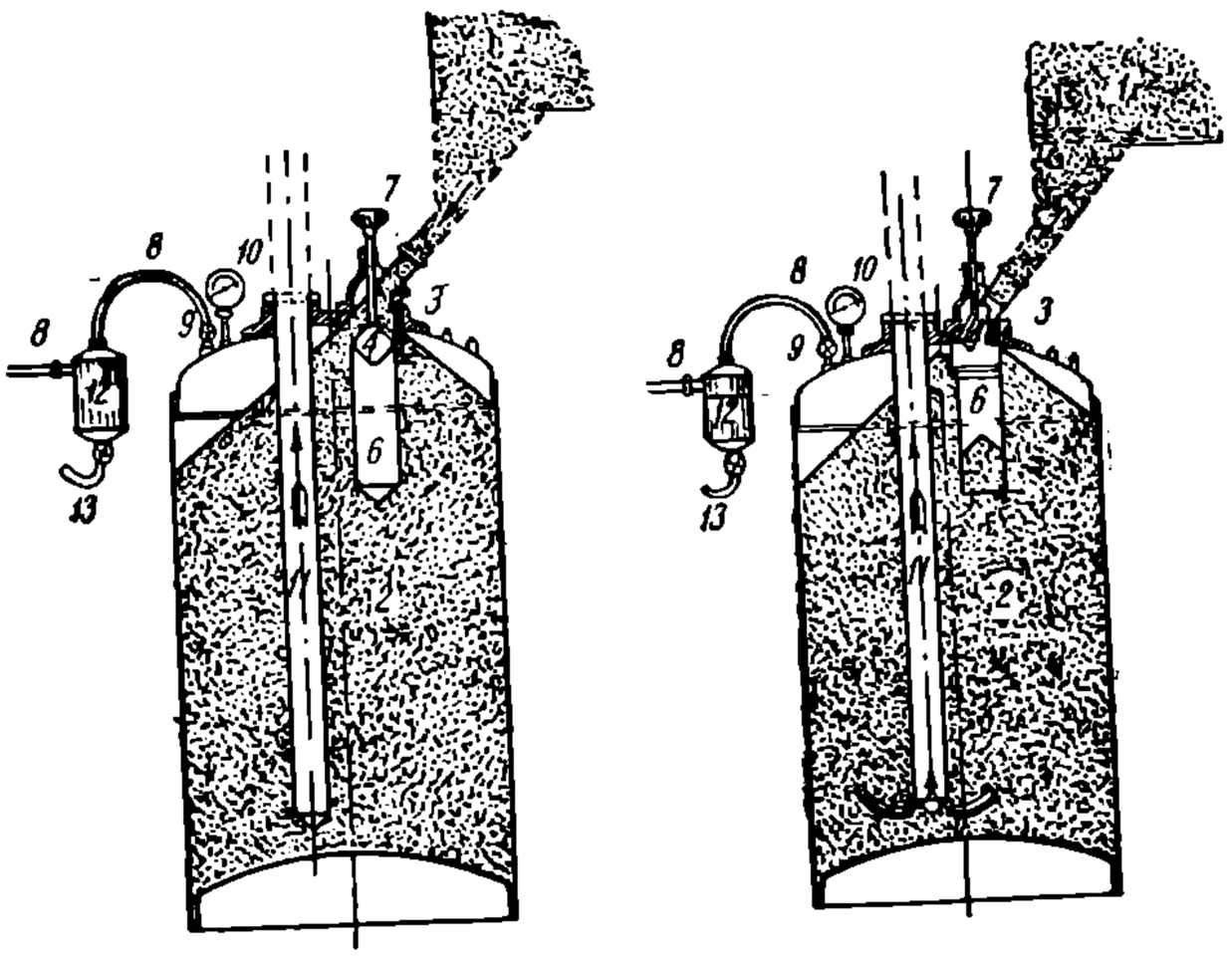
Пневматические пескоподачи

Пневматические пескоподачи разделяются на две группы:

а) Сухой песок сжатым воздухом проталкивается через трубопровод в раздаточный бункер.

б) Сухой песок струей воздуха по принципу эжекции транспортируется по трубопроводу в раздаточный бункер.

а) Подача сжатым воздухом. Основным устройством в пескоподачах первой группы является прибор для подачи сухого песка сжатым воздухом, называемый сифоном. Сифон (фиг. 223) состоит из герметического бака, на выпуклом дне которого установлены: 1) загружающее устройство—течка для сухого песка *1*, заслонка *3*, двойной клапан *4* и подклапанная труба *6*; 2) воздухопровод — подводящая сжатый воздух труба *8*, на которой установлены перед входом воздуха в резервуар влагоотделитель *12* с водоспускной трубкой *13* и запорный вентиль *9*; 3) сифонная труба *11* и 4) манометр *10*.



Фиг. 223

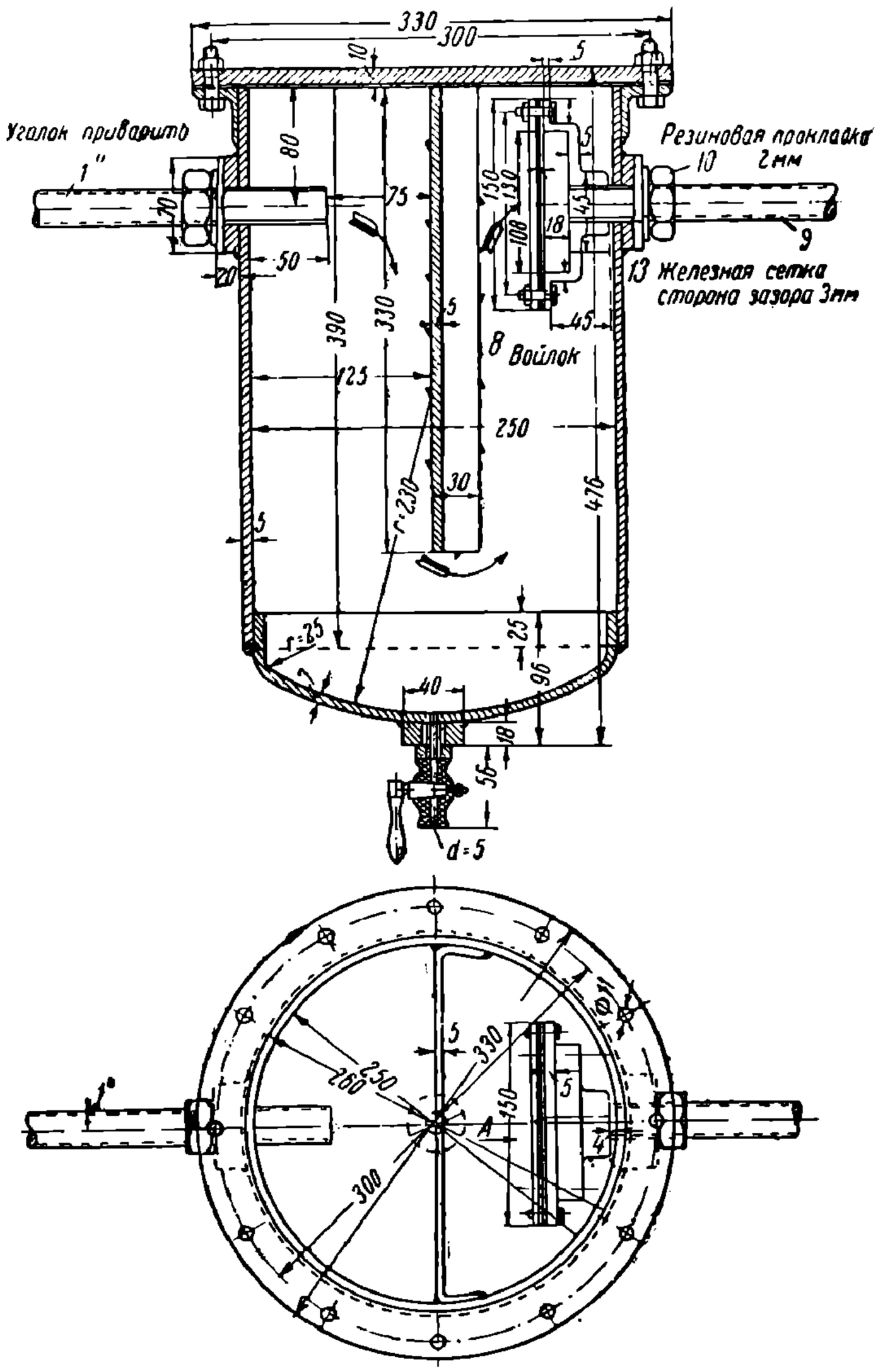
Обслуживание этого устройства производится следующим образом: высушенный и просеянный песок по течке *1* через открытое клапаном *4* приемное отверстие пересыпается в резервуар. Когда резервуар наполнен песком, закрывают плоскую задвижку *3*, затем поднимают двойной клапан *4* (с помощью рукоятки *7*, приделанной наверху к шпинделю клапана) примерно наполовину хода клапана между верхним и нижним седлами. Избыток песка, находящегося над верхним конусом клапана, ссыпается в трубу *6*. После того как весь песок ссыпан в подклапанную трубу, двойной клапан поднимают до упора в свободное от песка верхнее седло. Затем открывается винтиль *9* и по трубе *8* впускается сжатый воздух. Сжатым воздухом двойной клапан удерживается в верхнем положении. Как только в резервуар поступает сжатый воздух, он, проникая через пустоты между зернами песка, устремляется в сифонную трубу *11*, увлекая за собой песок. Воздушная струя с витающим в ней песком по подъемной трубе направляется в раздаточный бункер. Рабочее давление сжатого воздуха должно быть до 2—3 *ат*. По опытам инж. Дмоховского попытки вести подачу песка воздухом давлением более 3 *ат* привели к повышению расхода воздуха и кроме того воздух быстро пробивал путь, и по пескопроводной трубе шел один воздух. Для отделения влаги из воздуха на воздухопроводной трубе установлен влагоотделитель (фиг. 224), представляющий собой кувшин с нижним выпуклым приварным дном и плоским отъемным верхним дном. Кувшин имеет приварную диаметральную перегородку, делящую его пополам, которая до дна не доходит. На выходной трубе установлен войлочный фильтр *4*. Войлочный диск укрепляется кольцом *8*. Под войлоком установлена железная сетка *13*. Работа влагоотделителя ясна из фигуры. На некоторых установках имеются устройства для продувания пескопроводных труб (фиг. 225). Устройство это заключается в том, что от воздухоподводящей трубы перед запорным вентилем или краном *1* отводится трубка *4*, имеющая вентиль или кран *7*; трубка вторым концом соеди-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

нена с пескопроводом. Путем установки вентилей *1* и *7* в соответствующие положения сжатый воздух может быть направлен в резервуар или в пескопровод для продувки последнего.

На фиг. 226 представлен прибор для подачи песка сжатым воздухом, применяемый на американских железных дорогах. Особенность его заключается в том, что сжатый воздух подводится не только сверху резервуара, но и снизу напорной трубы, т. е. прибор работает еще как эжектор, чем достигается ускорение подачи песка.

Достоинствами описанного прибора и его разновидностей для подачи песка сжатым воздухом (сифон) являются отсутствие каких-либо движущихся частей и как результат этого почти полное отсутствие ремонта при эксплуатации, простота устройства и ухода и сравнительная дешевизна. Недостатком является большой расход воздуха на подачу 1 $м^3$ песка (до 80 $м^3$ для подачи 1 $т$ по данным инж. Дмоховского). Этот недостаток повлек за собой то, что на германских железных дорогах, где ранее широко применялся этот способ пескоподачи, в последнее время от него отказались и перешли на механическую пескоподачу. В Америке этот способ пескоподачи до сих пор широко применяется.



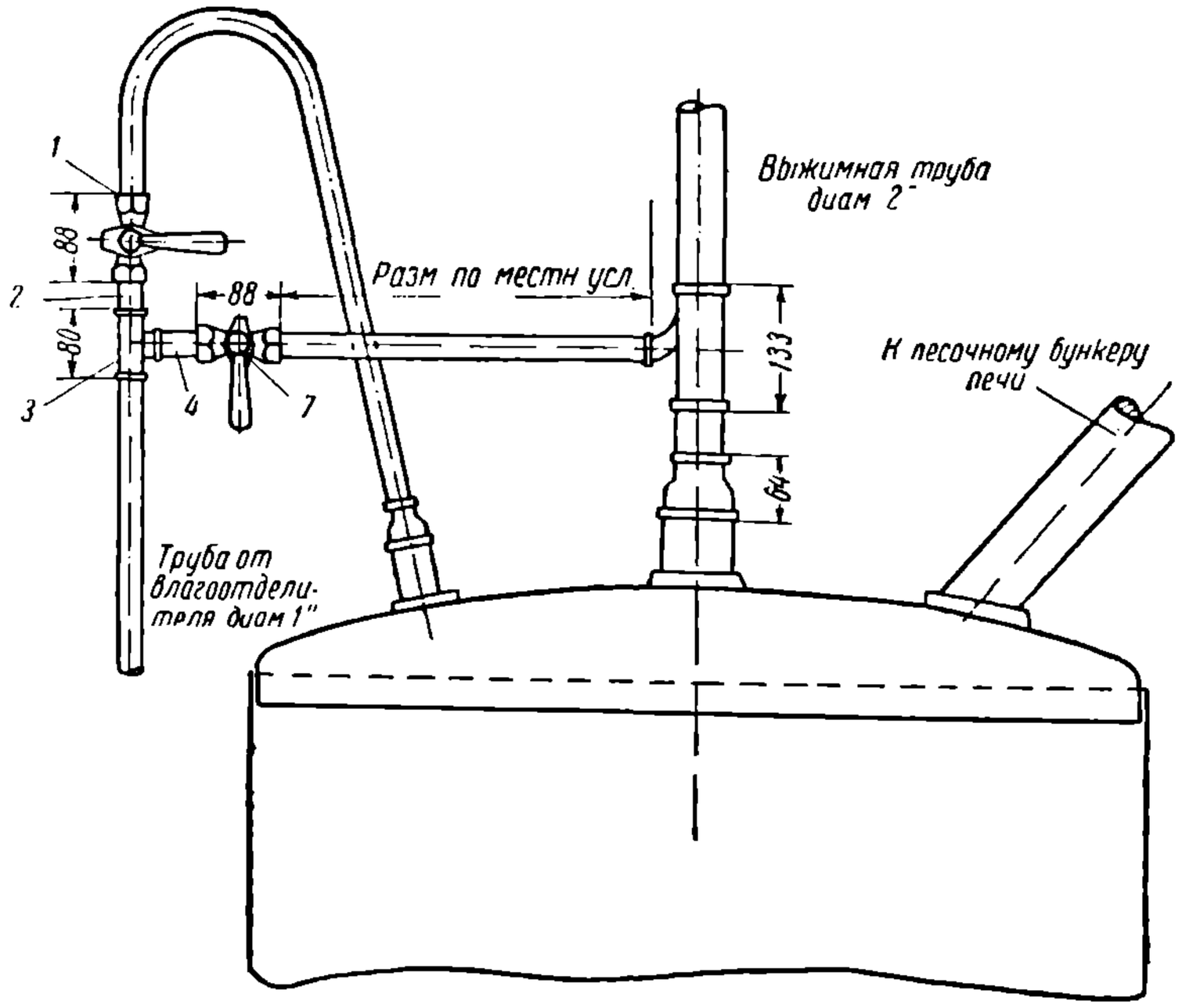
Фиг. 224

На фиг. 227 показана пескосушилка с выжимными транспортерами песка. В помещении для сушилки песка установлены две сушильных печи *1* типа ЦУМ с жаровыми трубами. Под течками сушильных печей установлены два выжимных бака *2*, из которых по пескопроводу *9* песок транспортируется в раздаточный бункер. Сжатый воздух получается от компрессора типа С-8 производительностью 2,5 $м^3/мин$, который приводится в движение мотором мощностью 18 *л. с.* Компрессором воздух нагнетается в аккумуляторный бак, который воздухопроводом *8* соединен с выжимными баками. На аккумуляторе установлены манометр и предохранительный клапан «Альфа». На воздухопроводе установлен влагоотделитель *3*. Сырой песок подается к печам со склада на вагонетках со съемными кузовами *12* и загружается при помощи тельфера *10* (грузоподъемностью 1,0 $т$ и высоты подъема 10,0 $м$). Тельфер перемещается по рельсовому пути *11*.

Иногда пескоподачи с выжимным транспортером песка устраиваются без

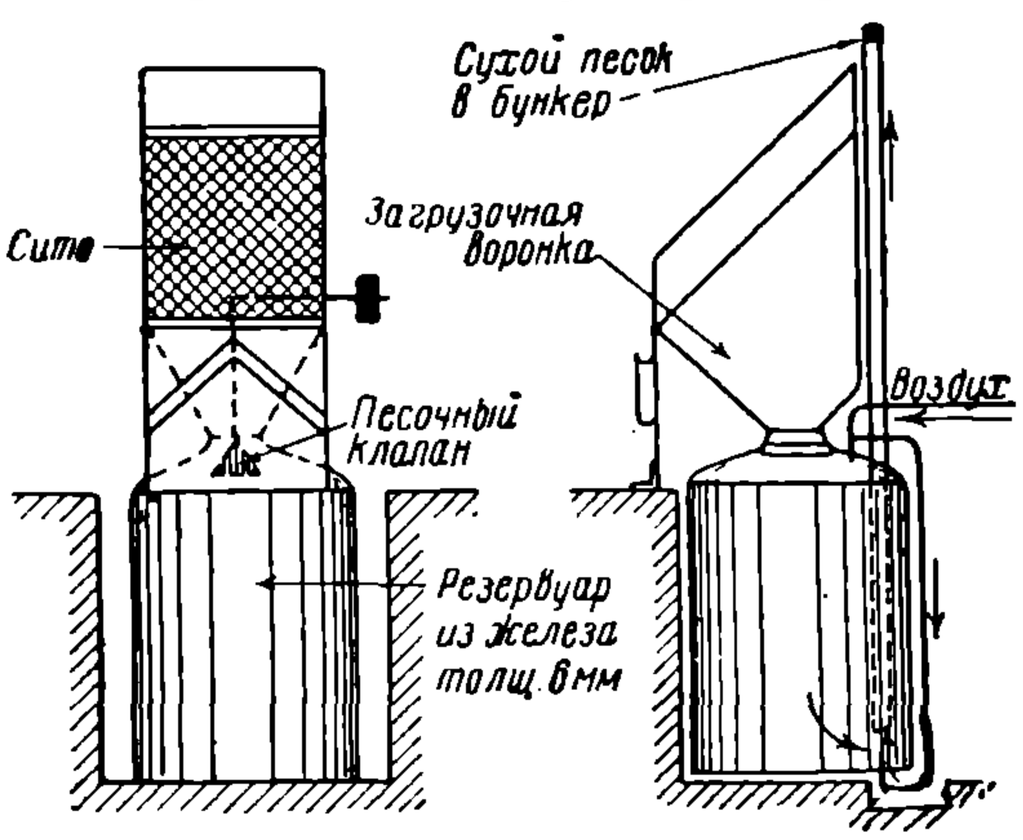
НЕ УЧЕБНИК (ОДТ)

компрессорной установки, тогда сжатый воздух получают от паровозного тормозного насоса.



Фиг. 225

б) Э ж е к т о р н ы е п е с к о п о д а ч и. Пневматическая транспортировка песка в раздаточный бункер впервые была применена в СССР на Закавказской ж. д. по системе Эдигера (показанная на фиг. 228). Сухой песок из загрузочной воронки *4* через кольцевую щель между загрузочным отверстием и запорным клапаном *1а* самотеком поступает в пространство *1*. По трубе *а* подводится сжатый воздух, который, выходя из трубы *а*, с большой скоростью увлекает зерна песка и по трубе *б* транспортирует в раздаточный бункер. Запорный вентиль *в* служит для включения и остановки работы пескоподачи.



Фиг. 226

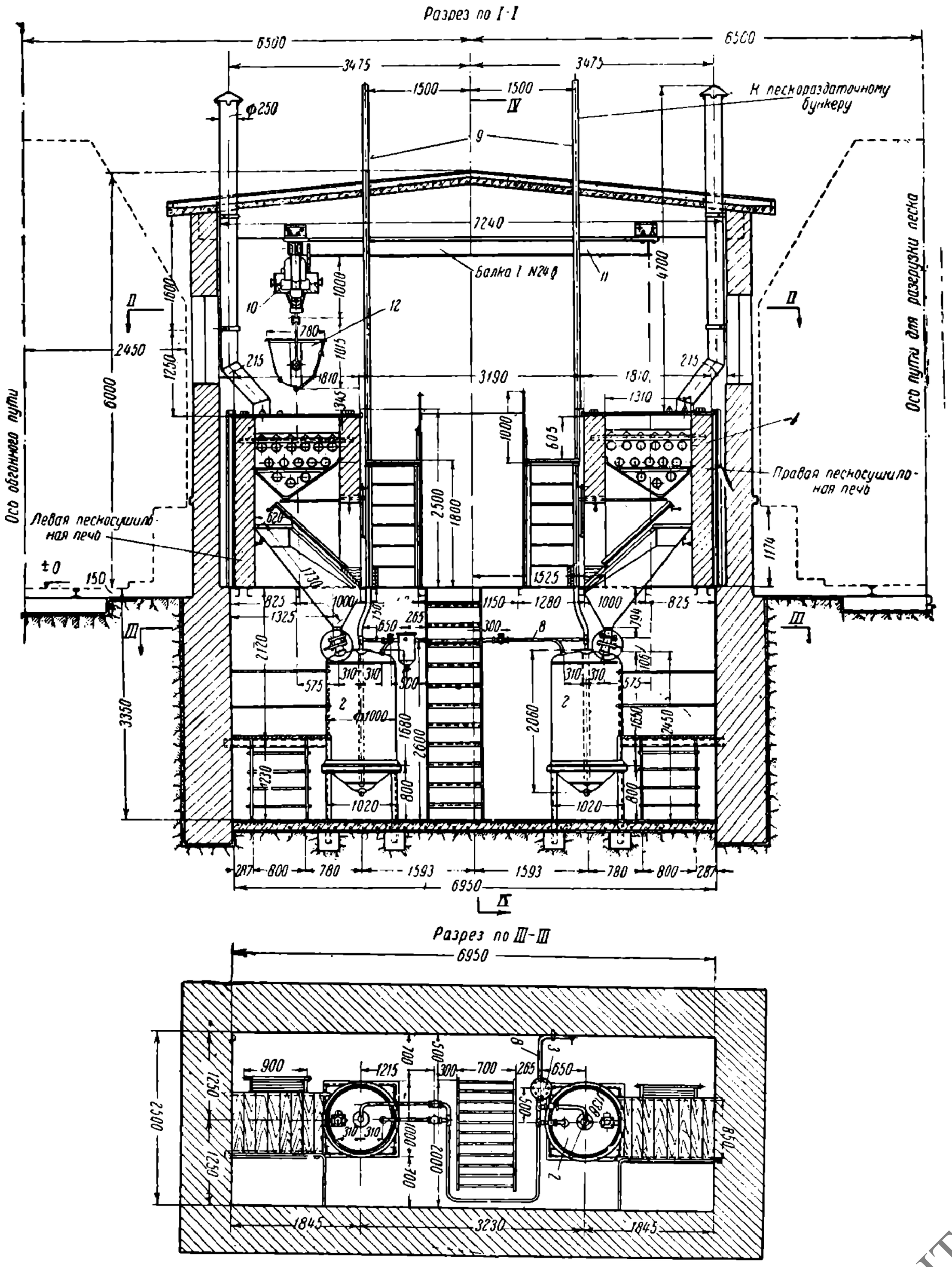
Сжатый воздух получается от насоса ТВ *13*, для работы которого пар подводится от нефтекачки. Насосом воздух нагнетается в аккумуляторный бак *14*, откуда по воздухопроводу подводится к эжектору Эдигера.

Аккумулятор имеет предохранительный клапан и манометр.

в) В е н т и л я т о р н о-п н е в м а т и ч е с к а я п е с к о п о д а ч а с и с т е м ы Н И И Ж Т. На фиг. 229 представлена схема вентиляторно-пневматической установки системы НИИЖТ. Устройство ее следующее: вентилятор *2* (системы «Сирокко» № 89204 или Косточкина № 89241—89242 высокого давления с минимальным напором 300—350 *мм* вод. ст.) приводится в движение мотором *1*, мощность и количество оборотов которого определяются характеристикой вентилятора. Вентилятор нагнетает воздух в трубопровод *4*, на котором расположено загрузочное устройство *8*; зерна песка, поступающие через загружатель в воздухопровод *4*, увлекаются струей воздуха и по песковоздухопроводу транспорти-

НБ УГЛТУ (ДИТ)

руются в раздаточный бункер. Отдельно на фиг. 230 показан загружатель, устройство которого следующее: к воздушной трубе *4* приварен патрубок, на



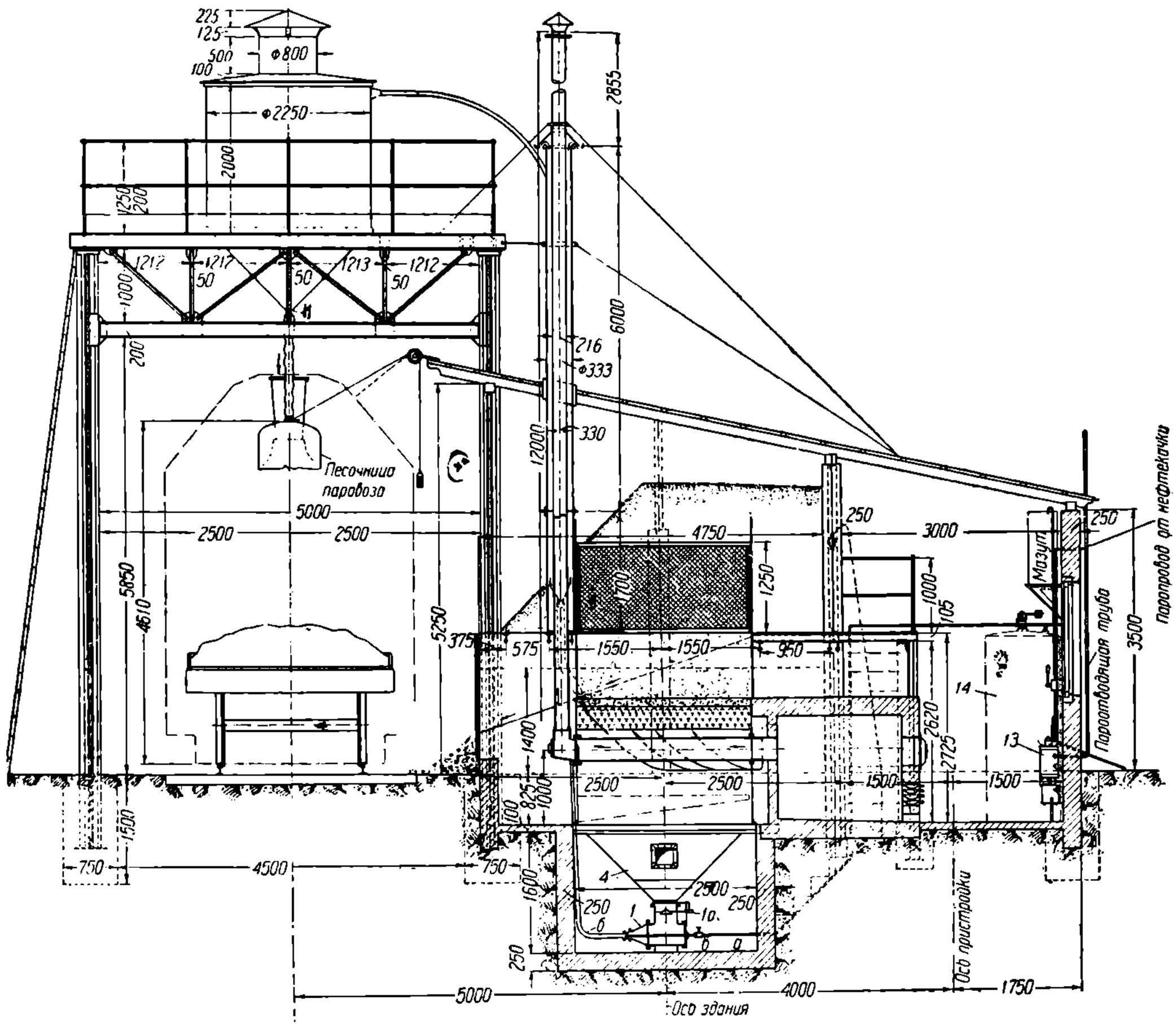
Фиг. 227

котором установлена воронка *7*. В воздухопровод вставлен цилиндр *11* (труба меньшего диаметра длиной 300 *мм*) с выемкой *12* (вмятиной) у конца цилиндра,

НЕУДУНТ (ОИТ)

обращенного к загрузочному отверстию. При помощи ручки *13* загрузочный цилиндр может перемещаться.

Принцип действия загружателя основан на том, что струя воздуха, подходя к загрузочному отверстию, отводится выемкой *12* загрузочного цилиндра *4* в сторону и воздух не может попасть в патрубок загрузочного отверстия, в то время как песок вследствие покатости выемки и получающейся эжекции просыпается в трубу. Чтобы песок транспортировался в раздаточный бункер, необходимо иметь скорость воздушной струи по воздухопроводу больше скорости витания песка.



Фиг. 228

Скоростью витания песка называется скорость воздуха, при которой зерна песка в вертикальной трубе находятся во взвешенном состоянии. Скорость витания песка в предположении, что зерна песка шаровидной формы, приближенно может быть определена по формуле:

$$V_{вит} = 7{,}7 \sqrt{\frac{\gamma_m}{\gamma} d_m},$$

где γ_m — удельный вес песка в *кг/м*³, который может быть принят равным 2 500 — 2 600 *кг/м*³,
γ — удельный вес воздуха *кг/м*³, который может быть принят равным 1,2 *кг/м*³,
d_m — максимальный диаметр зерна.

При форме зерна в виде полусферы:

$$V_{вит} = 6{,}1 \sqrt{\frac{\gamma_m}{\gamma} d_m};$$

при $\gamma_m = 2\,500$ *кг/м*³ и $\gamma = 1{,}2$ *кг/м*³ получается:

для шара — $V_{вит} = 352 \sqrt{d_m}$,

для полусферы — $V_{вит} = 278 \sqrt{d_m}$.

НБ УДУНТ (ДШТ)

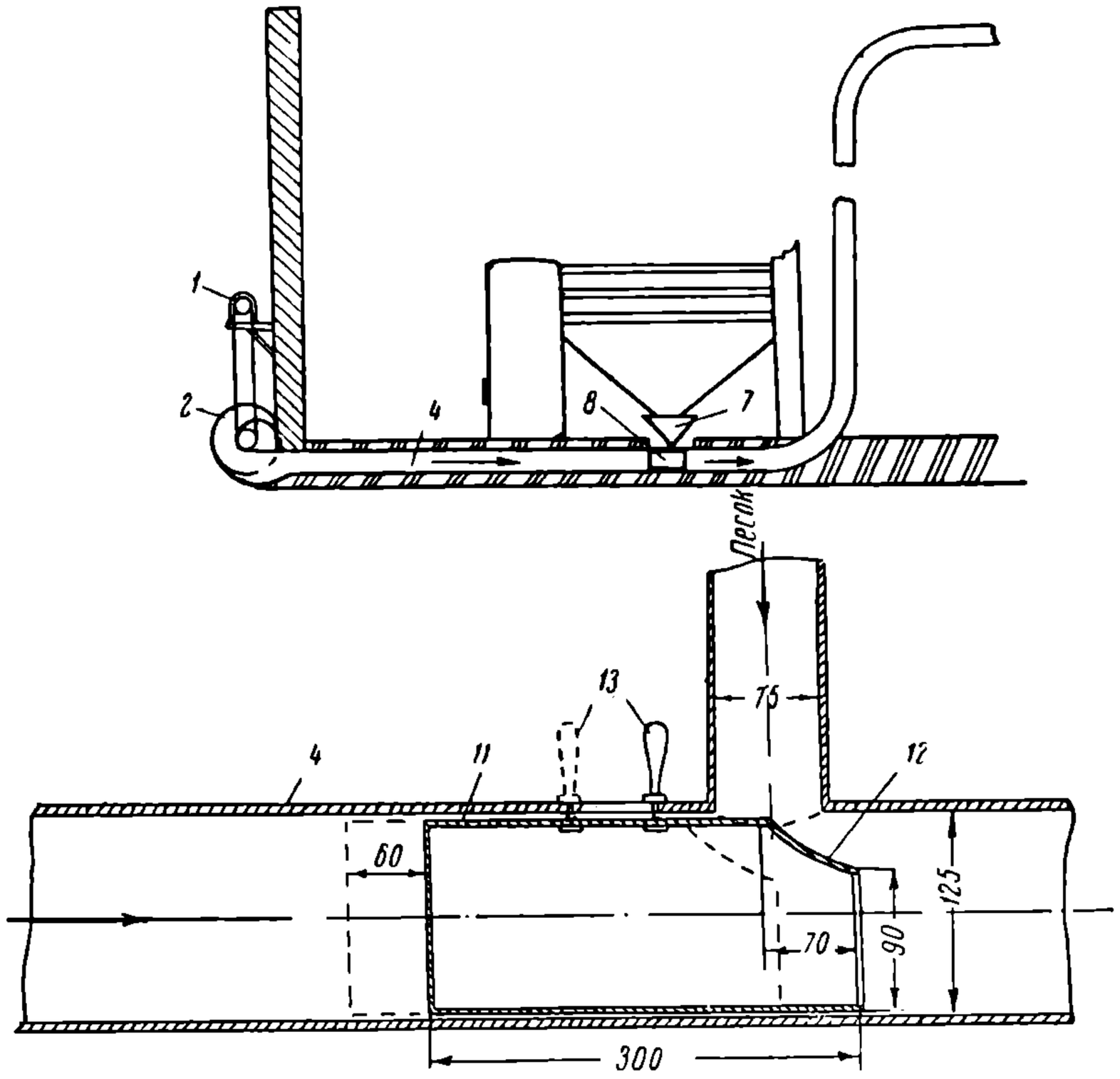
Количество подаваемого песка в трубопровод регулируется передвижением цилиндра *11* по трубе *4* (фиг. 229).

Правильная установка цилиндра *11* характеризуется отсутствием отложения песка во время транспортировки в горизонтальной части труб и на закруглениях перед вертикальным участком. Правильность установки цилиндра *11* проверяется обстукиванием трубы или обстукиванием через специально просверленное отверстие. При первом пробном пуске установки загружатель должен быть отрегулирован и цилиндр закреплен.

Весовая пропорция смеси:

$$\mu = \frac{\gamma_m Q_m}{\gamma \cdot Q},$$

где μ — весовая пропорция смеси;
γ_m — удельный вес песка в *кг/м³*;
Q_m — производительность установки в единицу времени;
γ — удельный вес воздуха в *кг/м³*;
Q — расход воздуха в единицу времени в куб. метрах.



Фиг. 229 и 230

По данным инж. Владимирова для вышеописанной вентиляторно-пневматической установки $\mu = 1$.

Пример. Рассчитать вентиляторно-пневматическую пескоподачу с высотой подъема песка $H = 13{,}5$, с длиной горизонтального трубопровода $L = 30$ *м*; трубопровод сделан из новых жаровых труб $D_{вн} = 135$ *мм* и имеет переходные конусы плавного сечения 1 шт., закруглений в 90° при $R = 4D$ 2 шт.; максимальный диаметр зерен песка $d_m = 2$ *мм*, удельный вес песка $\gamma_m = 2\,500$ *кг/м³*.

Скорость витания определяется по формуле:

$$V_{вит} = 352\sqrt{d_m} = 352\sqrt{0{,}002} = 16 \text{ м/сек}.$$

По проф. Страховичу в вентиляционном транспорте, при малых пропорциях смеси, действительная скорость воздуха должна быть 1,1 — 1,2 скорости витания; принимаем $V_д = 1{,}2$, $V_{вит} = 19{,}2$ *м/сек* или округленно:

$$V_д = 20 \text{ м/сек}$$

при $\mu = 1$.

Необходимый напор вентилятора будет равен сумме всех потерь, а именно:

НБ УДУНТ (ДПТ)

а) Скоростной напор

$$h_{скор} = \frac{V_д^2}{2g} \cdot \gamma = \frac{20^2}{2 \cdot 9{,}81} \cdot 1{,}2 = 24{,}5 \ мм,$$

где $\gamma = 1{,}2$ *кг/м*^{3} — удельный вес воздуха.

б) Потеря в конусе от вентиятора к трубопроводу:

$$h_{кон} = \xi_1 \cdot h_{скор} = 0{,}1 \cdot 24{,}5 = 2{,}45 \ мм \text{ вод. ст.},$$

где $\xi_1 = 0{,}1$ по данным проф. Страховича.

в) Потеря в закруглениях трубопровода:

$$h_{закр} = \mu \cdot \xi_2 \frac{V^2}{2g}(1 + \mu) = 1{,}0 \cdot 0{,}1 \frac{20^2}{2 \cdot 9{,}81}(1 + 1{,}0) = 4{,}1 \ мм \text{ вод. ст.},$$

где $\xi_2 = 0{,}1$ по данным проф. Страховича.

г) Напор на подъем:

$$h_{под} = (1 + \mu) H\gamma = (1 + 1{,}0)\, 13{,}5 \cdot 1{,}2 = 32{,}4 \ мм \text{ вод. ст.}$$

д) Потеря на трение:

$$h_{тр} = \lambda \frac{L + H}{D} h_{скор}(1 + \mu),$$

где λ по данным Блесса и Кеймута в среднем для диаметра около 135 — 150 *мм* равна 0,019:

$$h_{тр} = 0{,}019 \frac{30 + 13{,}5}{0{,}135} 24{,}5\,(1 + 1{,}0) = 300 \ мм \text{ вод. ст.}$$

е) Потеря на выход:

$$h_{вых} = \xi_3 h_{скор} = 0{,}1 \cdot 24{,}5 = 2{,}45 \ мм \text{ вод. ст.},$$

где $\xi_3 = 0{,}1$ по данным проф. Страховича.

ж) Потеря напора в загружателе ориентировочно может быть принята:

$$h_{загр} = 15 \ мм \text{ вод. ст.}$$

и в вентиляторе:

$$h_{вен} = 10 \ мм \text{ вод. ст.}$$

Общий напор будет равен:

$$h_{общ} = h_{скор} + h_{кон} + h_{закр} + h_{под} + h_{тр} + h_{вых} + h_{загр} + h_{вен} = 24{,}5 + 2{,}45 + 4{,}1 + 32{,}4 + 300 + 2{,}45 + 15 + 10;$$

$$h_{общ} \approx 390 \ мм \text{ вод. ст.}$$

Производительность установки определяется по часовому расходу воздуха, равному:

$$Q_{воз}^{час} = \Omega \cdot V_д \gamma \cdot 3\,600 = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}135^2}{4} 20 \cdot 1{,}2 \cdot 3\,600 = 1\,240 \ кг/час.$$

При весовой концентрации смеси $\mu = 1$ часовая производительность установки будет

$$Q_{пес}^{час} = \mu \cdot Q_{воз}^{час} = 1\,240 \ кг.$$

Мощность установки составляет:

$$N = \frac{Q_{воз}^{час} \cdot h_{общ}}{75\eta \cdot 3\,600} = \frac{1\,240 \cdot 390}{75 \cdot 0{,}75 \cdot 3\,600} = 2{,}38 \ л.с., \text{ или } 1{,}76 \ кв,$$

где $\eta = 0{,}75$ — к. п. д. вентилятора.

Общими достоинствами всех вышеописанных пневматических пескоподач являются:

а) возможность удаления раздаточного бункера от здания пескосушилки, а поэтому возможность совмещения набора песка с другими элементами экипировки паровозов;

б) простота и компактность пескоподающих приборов, отсутствие в них движущихся частей и как результат незначительный ремонт;

в) обслуживание пескоподачи не требует квалифицированной рабочей силы.

Недостатками являются:

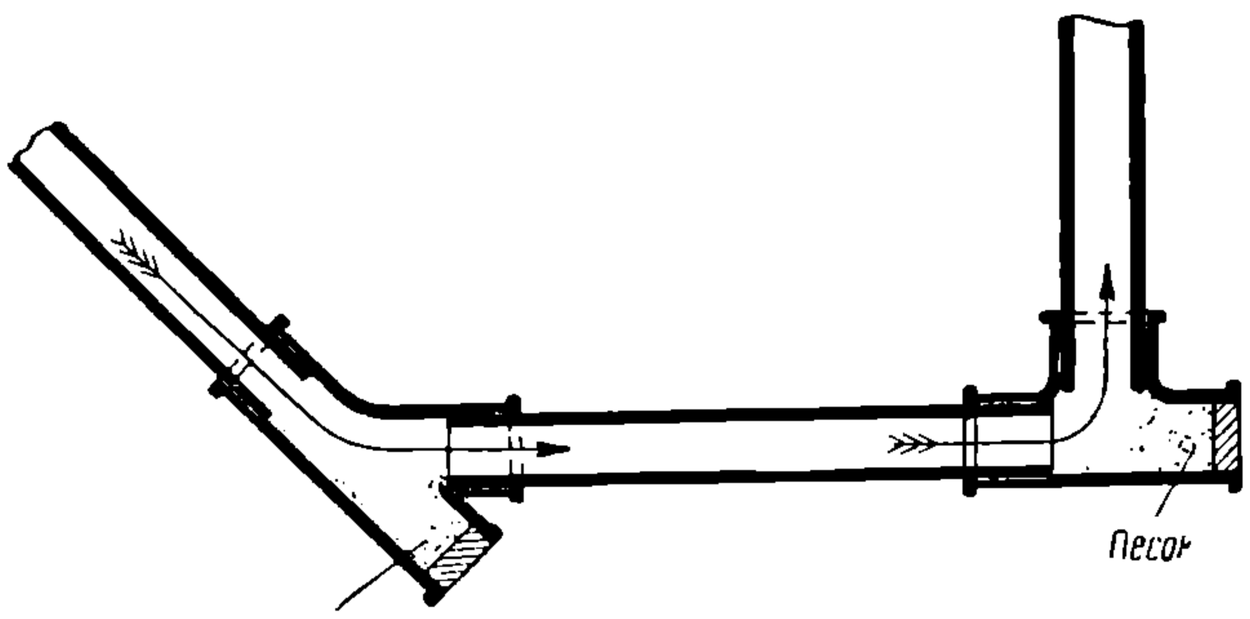
а) большой расход воздуха на подачу 1 *т* сухого песка;

б) наличие дорого стоящего аккумулятора в пневматических пескоподачах (кроме вентиляторно-пневматической пескоподачи НИИЖТ);

в) в пескоподачах с компрессорной установкой мощность компрессора используется на 5—7%.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В пневматических пескоподачах вследствие большой скорости зерен песка и ударов их о стенки труб неизбежен большой износ трубопроводов и особенно в закруглениях. В Америке для уменьшения износа трубопровода применяется постановка на закруглениях тройников с одним заглушенным концом (фиг. 231).

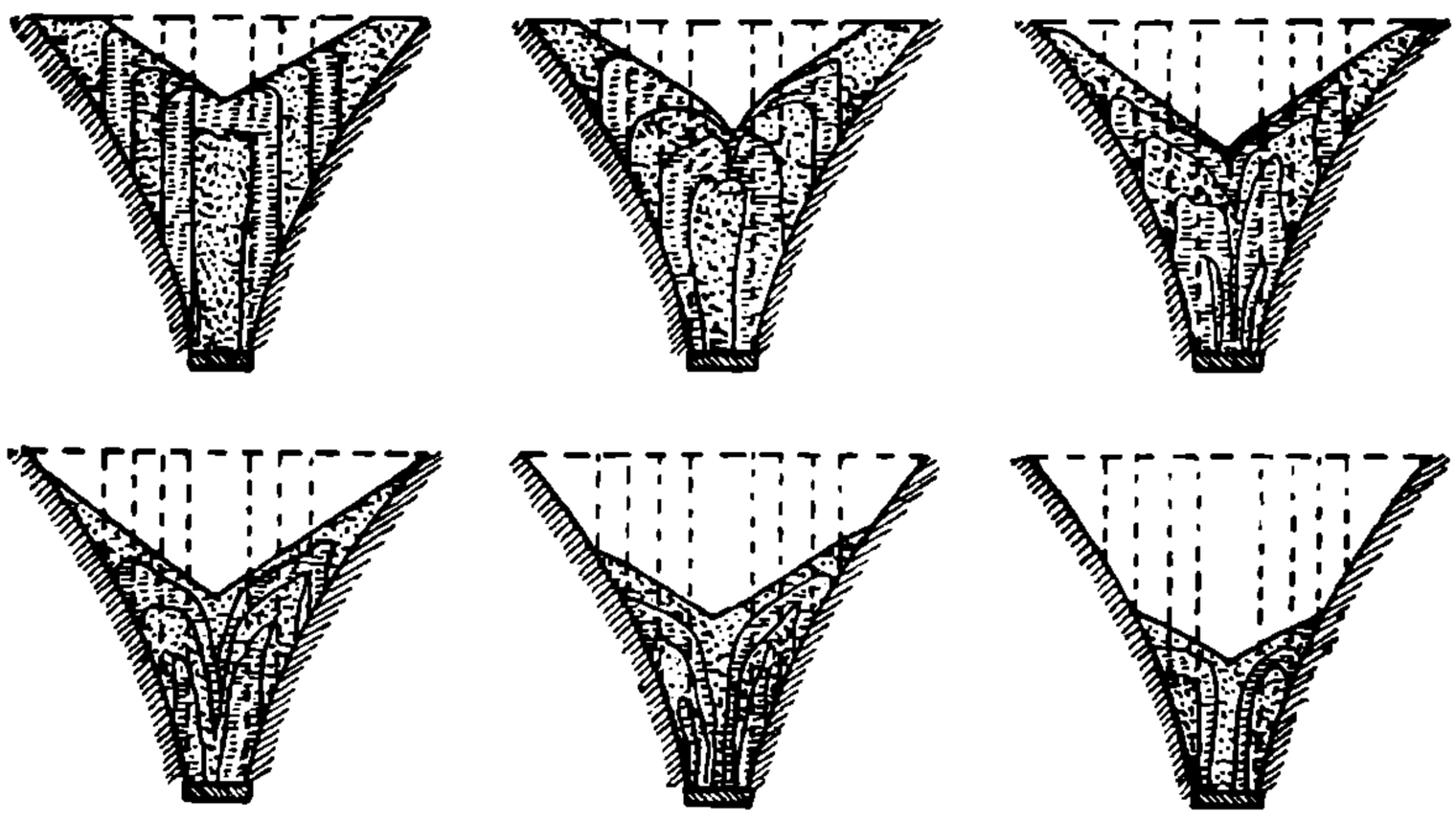


Фиг. 231

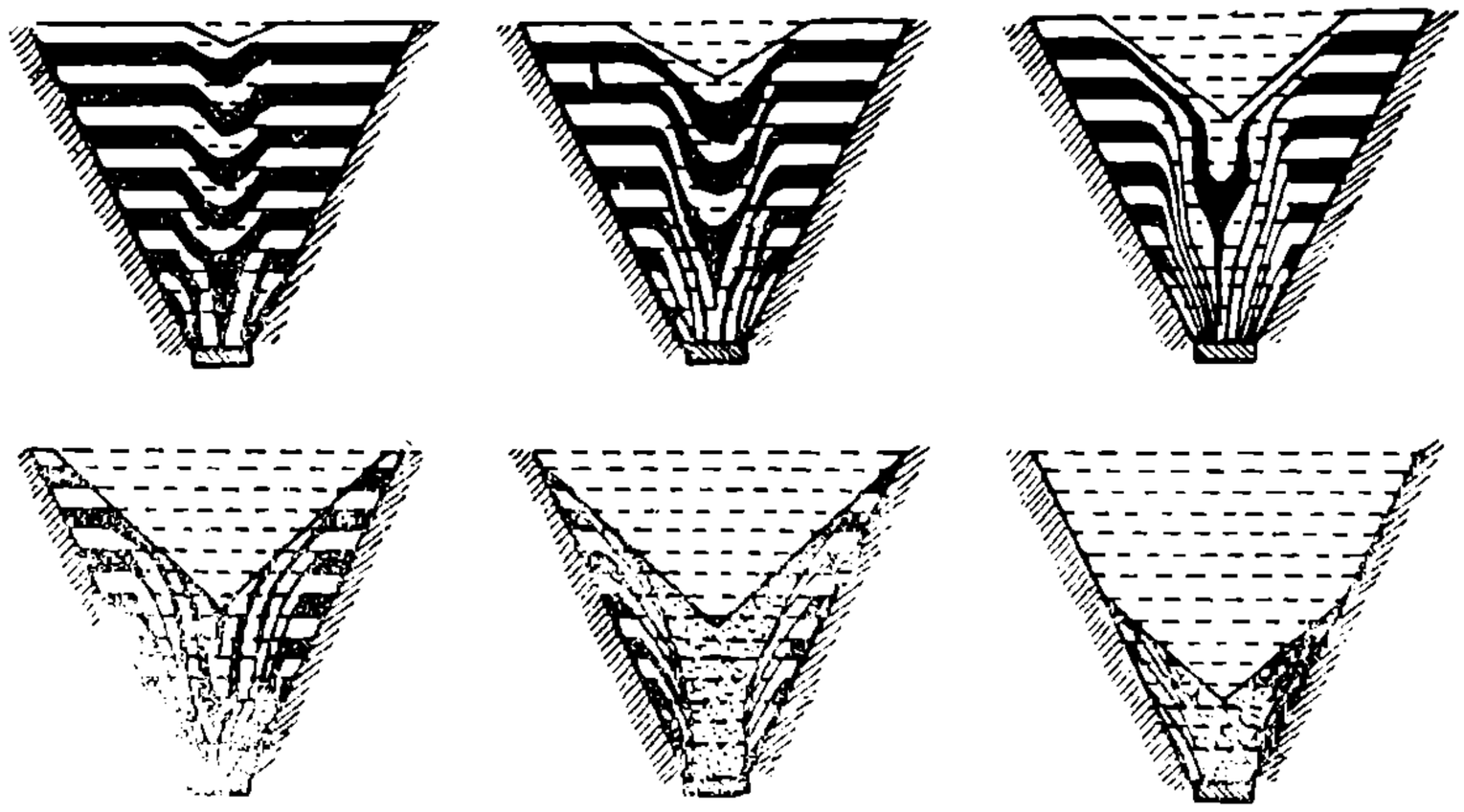
При начале работы пескоподачи заглушенный конец тройника заполняется песком, образуя песочную подушку, которая в дальнейшем и воспринимает удары зерен песка, предохраняя от износа закругление трубопровода.

Раздаточные бункеры

Раздаточный бункер есть хранилище запаса сухого песка для регулирования подачи песка на случай неравномерного подхода паровозов для снабжения или перерыва в работе пескоподачи. Раздаточные бункеры — это бункеры неглубокого типа, у которых плоскость обрушения при высыпании материала пересекает свободную поверхность материала. Бункеры опираются на стойки-



Фиг. 232



Фиг. 233

НБ УДУНТ (ДПТ)

ноги, расположенные по контуру бункера, без добавочных опор в средних точках днища бункера. При конструировании формы бункеров и их затворов необходимо учитывать характер движения песка в бункере при его опоражнивании. На фиг. 232 и 233 показаны результаты опытов инж. Виттих (Германия) по опоражниванию бункера при заполнении его вертикальными слоями (фиг. 232) желтого и белого песка и при заполнении горизонтальными слоями (фиг. 233). Опыты инж. Виттих позволили сделать следующие выводы:

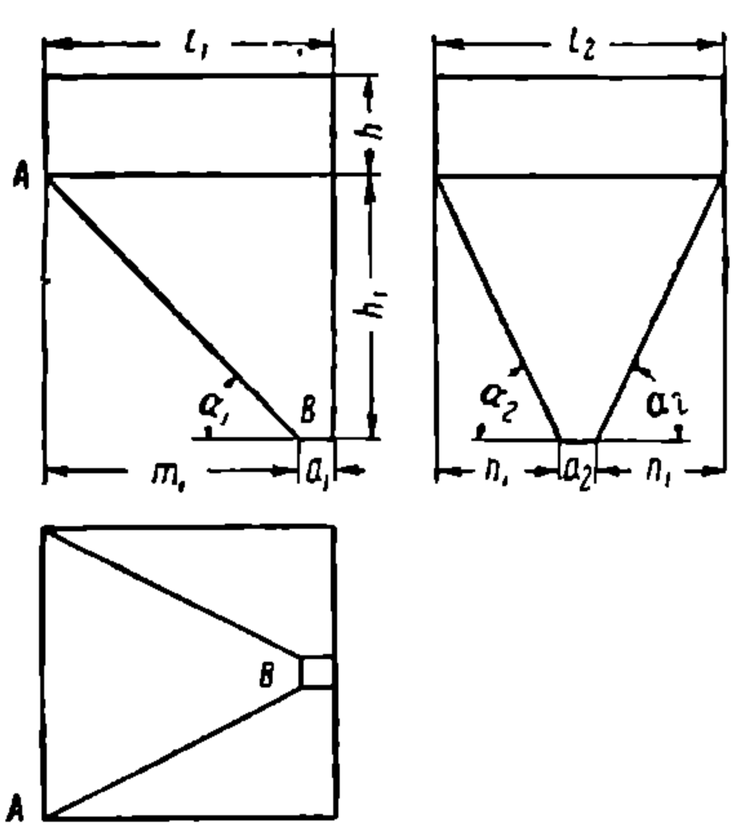
а) при открытии затвора бункера приходит в движение лишь столб материала, находящийся непосредственно над затвором (что ясно видно из фигур);

б) материал устремляется сверху вниз под углом предельного откоса; движения материала по стенкам бункера нет;

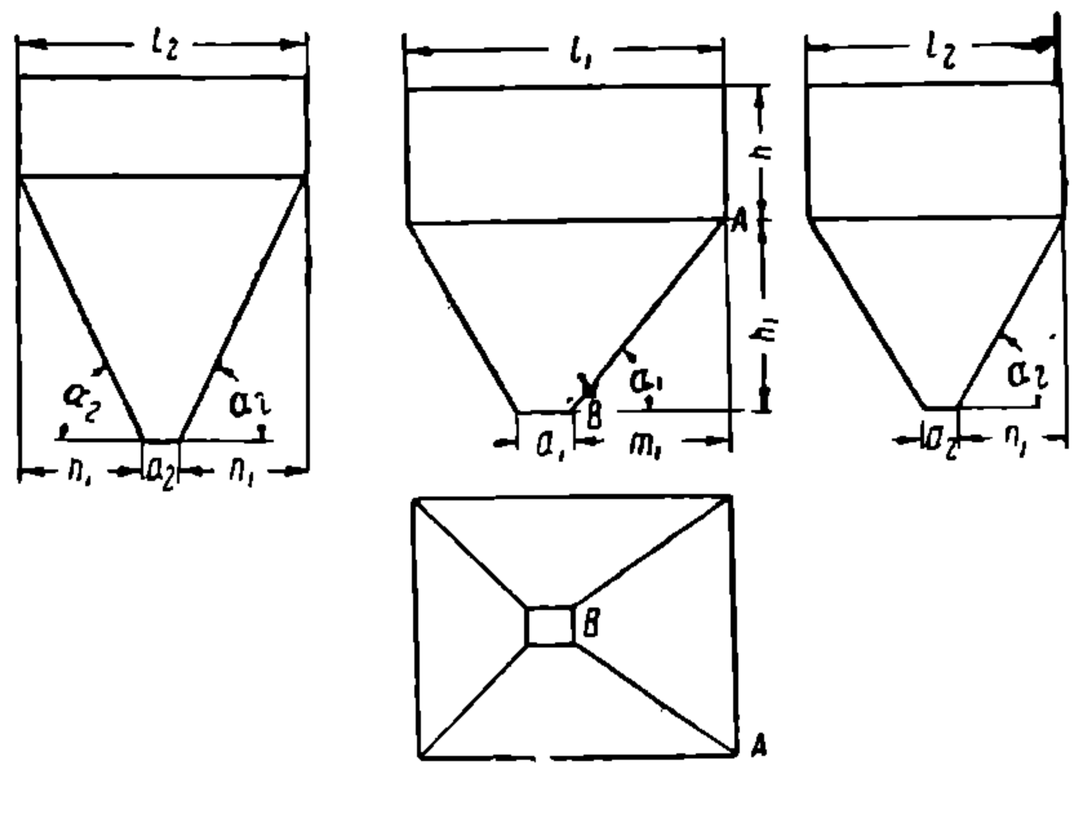
в) материал, лежащий около самых наклонных стенок бункера, остается неподвижным до самого конца;

г) остаются до самого конца опоражнивания неподвижными частицы материала, лежащие с начала процесса около выходного отверстия бункера;

д) выходное отверстие бункера для материала, склонного к слеживанию, во избежание закупорки и заклинивания должно находиться под бункером.



Фиг. 234а



Фиг. 234б

Простые схемы раздаточного бункера даны на фиг. 234а и 234б. Бункер состоит из верхней призматической части и нижней в форме усеченной пирамиды. Форма и конструкция нижней части бункера должны обеспечивать высыпание всего материала через выпускное отверстие, для чего углы наклона к горизонту стенок α_1 и α_2 и ребер AB γ нижней части (опрокинутой пирамиды) должны быть больше угла трения φ_1 материала, наполняющего бункер, о стенки бункера, т. е.:

$$\alpha \geqslant \gamma \geqslant \varphi_1$$

где $\varphi_1 = 18° \div 28°$ при трении песка о железные стенки.

Углы наклона стенок к горизонту определяются из уравнения:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{h_1}{m_1}; \qquad \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{h_1}{n_1}.$$

Угол наклона ребра AB к горизонту определяется из уравнений:

$$\operatorname{ctg} \gamma = \frac{aB}{h_1} = \frac{\sqrt{m_1^2 + n_1^2}}{h_1} = \sqrt{\frac{m_1^2}{h_1^2} + \frac{n_1^2}{h_1^2}};$$

$$\operatorname{ctg} \gamma = \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \alpha_1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha_2}.$$

Если нежелательно скольжение песка по стенкам бункера к концу опоражнивания бункера, то должно быть выполнено условие:

$$\alpha \geqslant \gamma \geqslant \varphi_2,$$

где φ_2 — угол естественного откоса сухого песка, равный 28°—37°.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Полезный объем бункера, занимаемый песком, зависит от способа и условий насыпки песка и относительной величины обеих составных частей бункера, из которых нижняя часть обычно используется полностью, в то время как верхняя лишь частично. Если геометрический объем бункера — $V_г$, а полезный — $V_э$, то коэфициент наполнения бункера будет:

$$\eta_н = \frac{V_э}{V_г}.$$

В депо с малым объемом работ пескоподача может работать одну или две смены, в соответствии с этим полезная емкость бункера определяется по формуле:

$$V_э = \frac{S_{сут} \cdot a \cdot \gamma}{100} \quad T_{пер} \cdot \beta,$$

где $S_{сут}$ — суточный пробег паровозов во всех видах движения;

a — расход песка на 100 паровозо-километров в килограммах;

γ — объемный вес песка в $кг/м^3$;

$T_{пер}$ — число часов перерыва в работе пескоподачи;

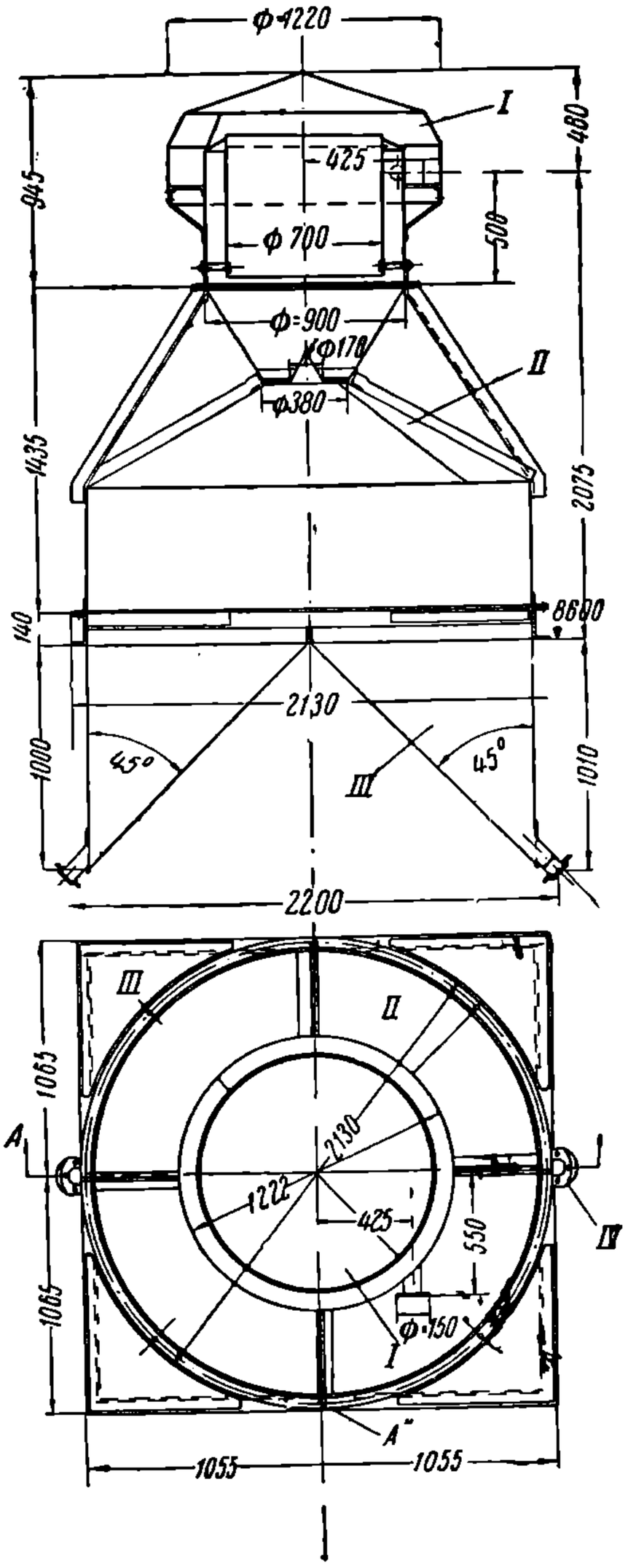
β — коэфициент неравномерности подхода паровозов.

В депо с большим объемом работ пескоподача должна работать круглосуточно, и полезный объем бункера определяется по формуле:

$$V_э = \frac{S_{сутки} \cdot a \cdot \gamma}{100 \cdot 24}.$$

Геометрический объем бункера будет:

$$V_г = \frac{V_э}{\eta_н}.$$

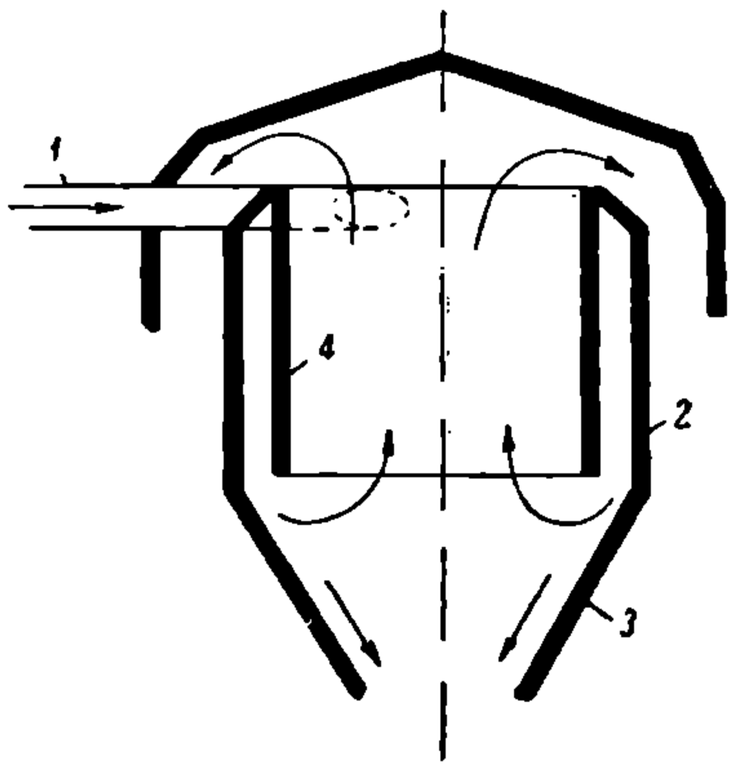


Фиг. 235

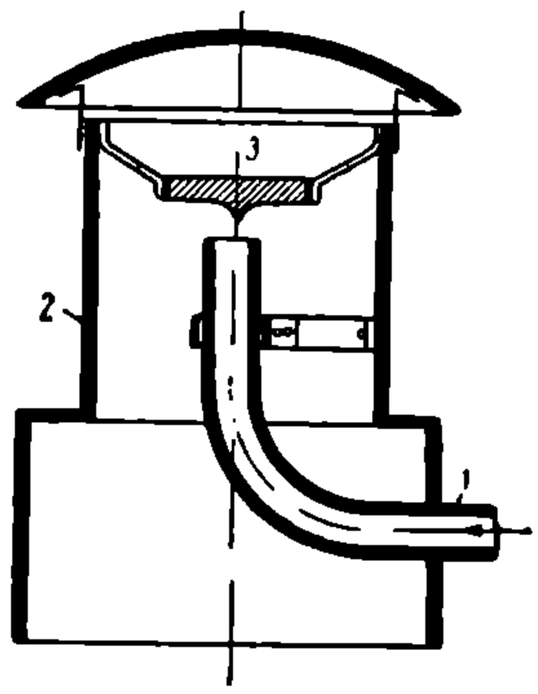
Кроме указанных схем бункера могут быть цилиндрические бункеры с коническими и сферическими днищами. На фиг. 235 представлен раздаточный бункер сухого песка из типового проекта совмещенной экипировки для пневматической пескоподачи. Бункер состоит из приемника-разделителя *I*, цилиндрической верхней части *II* с конической крышкой и нижней части *III* в виде двух пирамид с двумя выпускными отверстиями *IV*. Геометрический объем этого бункера 6 $м^3$. Коэфициент наполнения $\eta_н$ у этого бункера 0,95—0,97, что достигается благодаря цилиндрической формы верхней части с конической крышкой. В зимнее время из-за разности температур наружного и поступающего в бункер воздуха на железных стенках бункера и трубопровода будет образовываться роса (стенки и трубы будут потеть). Чтобы избежать зарастания труб и стенок бункера, их изолируют инфузорной землей. Приемники-разделители устанавливаются на раздаточных бункерах только при пневматической пескоподаче. Назначение их — отделить транспортируемый песок от воздушной струи. Принцип действия разделителей основан на уменьшении скорости воздуха ниже скорости витания и на потери кинетической энергии зерен песка вследствие удара и трения о поверхность. Существуют два типа приемников-разделителей: а) центробежные разделители (циклоны) и б) ударные разделители.

НБ УДУНТ (ДПТ)

На фиг. 236 изображена схема центробежного разделителя (циклон), установленного на раздаточном бункере типовой пескоподачи. Отделение песка от

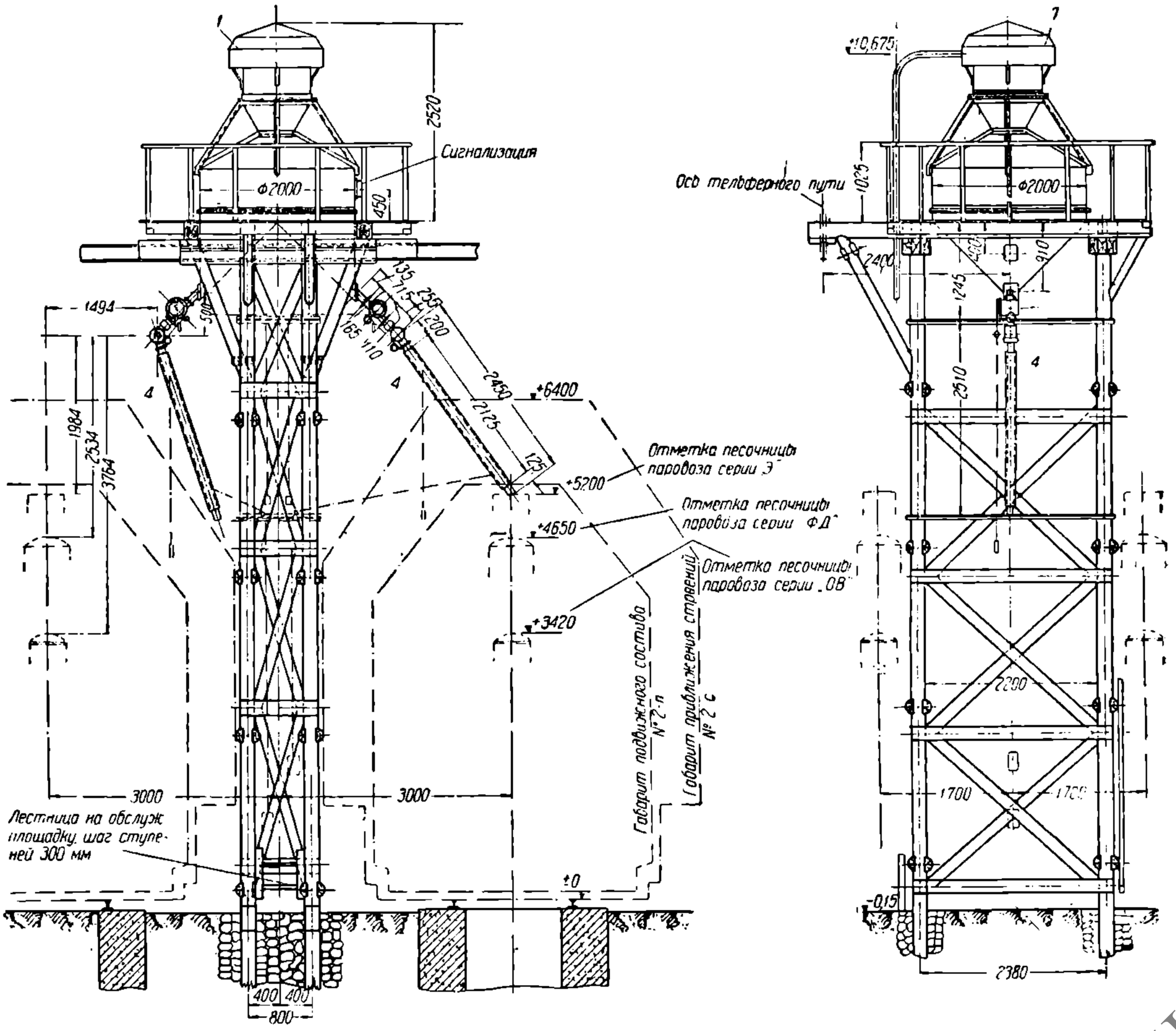


Фиг. 236



Фиг. 237

воздушной струи происходит следующим образом: струя воздуха с песком входит по трубе *1* в цилиндр *2*, где скорость воздуха вследствие расширения зна-



Фиг. 238

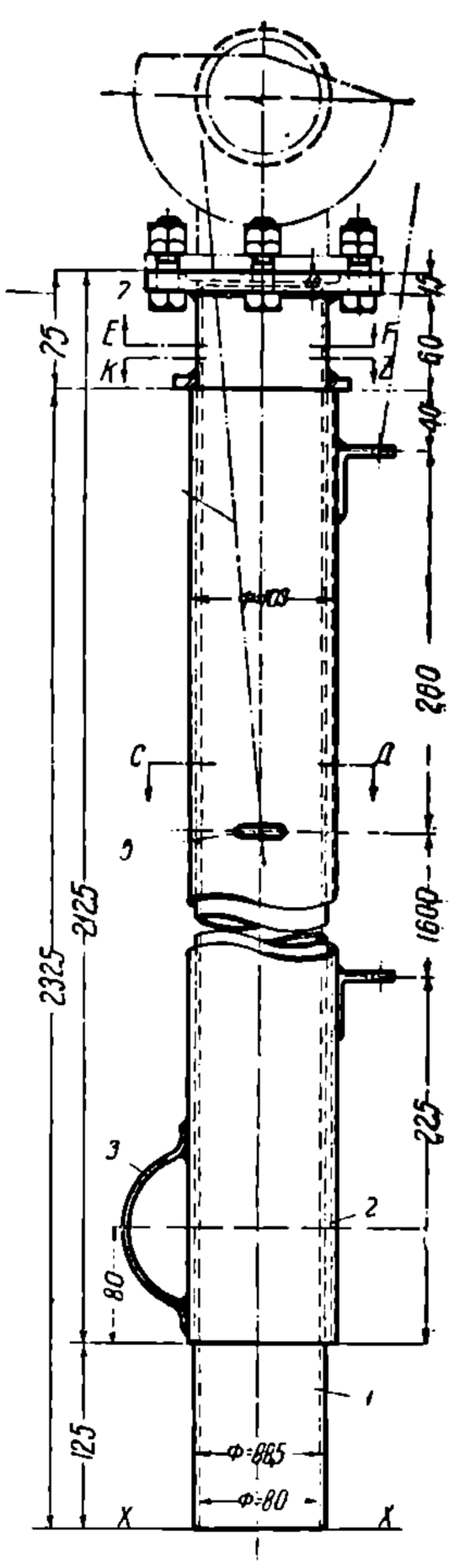
чительно уменьшается. Зерна песка под влиянием инерции перемещаются по стенкам цилиндра. Вследствие удара и трения о стенки зерна песка теряют

НБ УДУНТ (ДИТ)

свою окружную скорость и падают в коническую часть разделителя (циклона) и по горловине *3* в бункер. Воздушная струя отсасывается по центральной трубе *4* в атмосферу. Чем больше внешний цилиндр *2*, тем больше оборотов делает смесь, и отделение зерен песка получается лучше. Сильно увеличивать объем циклона нерационально, потому что, если циклон будет незначительно пылить, то ухудшится качество песка, выделяемая же пыль в небольшом количестве вредного действия на людей и устройства не окажет. К недостаткам циклона относится его быстрый износ.

На фиг. 237 представлена схема ударного приемника-разделителя. Отделение песка от воздушной струи происходит следующим образом: струя воздуха с песком входит по трубе *1*, загнутый конец которой расположен по оси приемного цилиндра *2*, и ударяется в расположенный под трубой *1* отражатель *3*. Скорость воздуха по выходе из трубы *1* значительно снижается (становится ниже скорости витания). Зерна песка вследствие удара изменяют направление движения и под действием силы тяжести и живой силы падают в бункер. Для того чтобы песок, выходящий из трубы, не обтачивал отражателя, следует отражательную поверхность покрывать свинцом.

На фиг. 238 представлен монтаж пескораздаточного бункера при пневматической пескоподаче. Железный бункер *1* опирается на две стойки-ноги, поставленные между двумя экипировочными путями. Для подачи песка на паровозы на каждом экипировочном пути имеется телескопический рукав *4*. Общий вид телескопической трубы показан на фиг. 239. Внутренняя труба *1* ($d_{вн}$=80 *мм*; $d_{нар}$ = 88,5 *мм*) при помощи фланца *7* соединяется с фланцем двойного шарнира. Наружная труба *2* ($d_{вн}$=100 *мм*; $d_{нар}$ = =103 *мм*) может свободно перемещаться по трубе *1*. Для направления движения наружной трубы по внутренней у наружной трубы имеется внутри ее паз, а на внутренней трубе — направляющие лапки в количестве 10 шт. Телескопичность рукава и наличие двойного шарнира дают возможность снабжать песком паровозы всех серий с отклонением положения песочницы паровоза от оси бункера на расстоянии 1,7 *м*, или на 3,4 *м* длины экипировочного пути. Грузами *7* и *6*, подвешенными на прикрепленные к рукаву тросы, рукав автоматически устанавливается в фиксированное положение (нерабочее), т. е. рукав подтягивается к стойкам бункера и выдвижная труба поднимается. Грузы изготовляются из имеющихся в наличии материалов. Вес груза *7* для подъема трубы 9 *кг* и груза *6* для подтягивания рукава к стойкам бункера 31 *кг*.

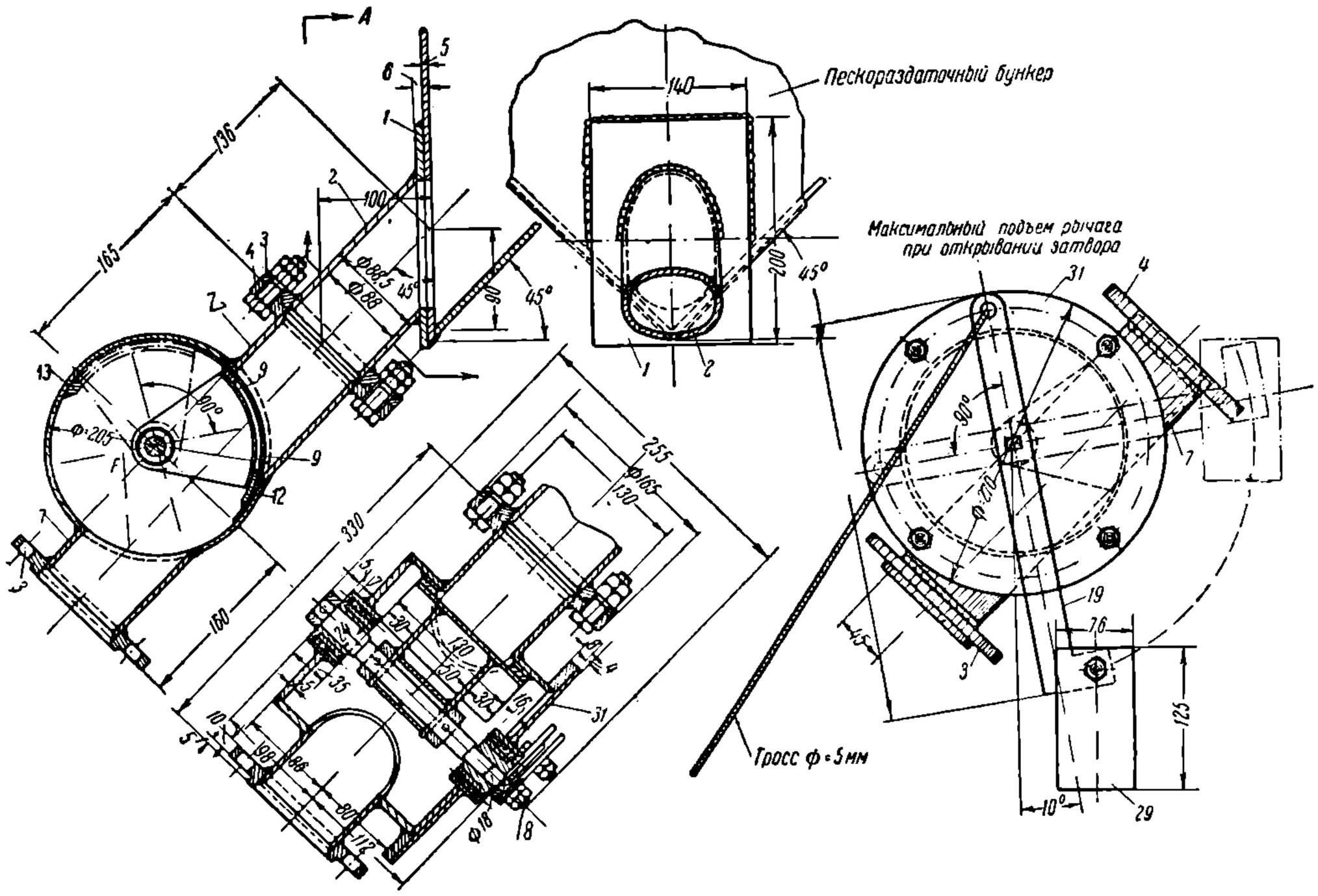


Фиг. 239

Затвор рукава (фиг. 240) секторный закрытого типа. Корпус затвора *9* цилиндрической формы; к корпусу приварены две газовые трубы *7* с фланцами *3* и *4*. Фланцом *4* затвор соединяется с трубой бункера *2* и к фланцу *3* присоединяется телескопический рукав. В цилиндрическом корпусе затвора на оси *8* укреплена секторная задвижка *9*. Ход задвижки ограничен упором закрывания *2* и упором открывания *13*. Затвор в закрытом положении удерживается противовесом *29*. Он открывается после установки рукава при помощи троса кочегаром, не слезающим с паровоза. Для ремонта затвора предусмотрено устройство съемной крышки корпуса *31*. Раздаточный бункер оборудован электросигнализацией. На фиг. 241 показана верхняя контактная коробка. В корпусе контактной коробки *1* расположены неподвижный контакт *32*, укрепленный на стойке *26*, и подвижной контакт *33*,

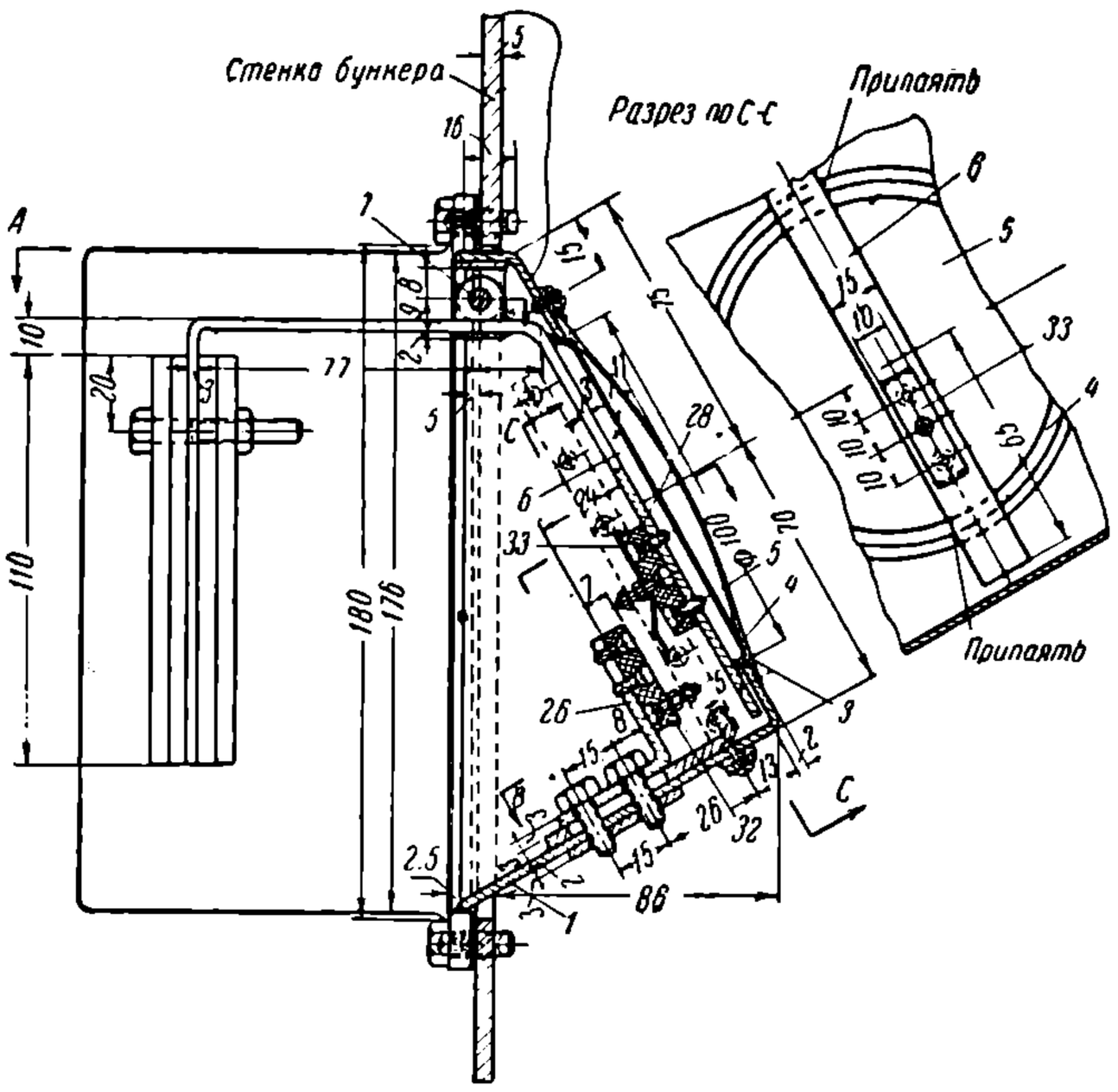
НБ УАДТ (ДИТ)

укрепленный на коромысле *6*, имеющем с другого конца противовес. Осью коромысла является валик *7*. На коромысло *6* опирается своим кольцом *4* крышка



Фиг. 240

коробки *5*. Над крышкой коробки расположена диафрагма *3* из прорезиненной ткани. Контактные пластинки изолированы от бункера фибролитовыми планками. Когда контактная коробка засыпается песком, крышка коробки *5* под действием тяжести песка опускается вниз, поворачивая коромысло до тех пор, пока верхняя контактная пластинка *33* не упрется в нижнюю контактную пластинку *32*. Перед установкой на место собранная коробка регулируется при помощи противовеса так, чтобы соединение контактных пластинок получалось при давлении на диафрагму 0,5 *кг*. Нижняя контактная коробка имеет такое же устройство, как и верхняя. Разница между ними в том, что контактная пластинка, укрепленная на стойке, является верхней, а контактная пластинка, укрепленная на коромысле, является нижней, и соединение контактных пластинок получается при свободном положении, а разъединение контактных



Фиг. 241

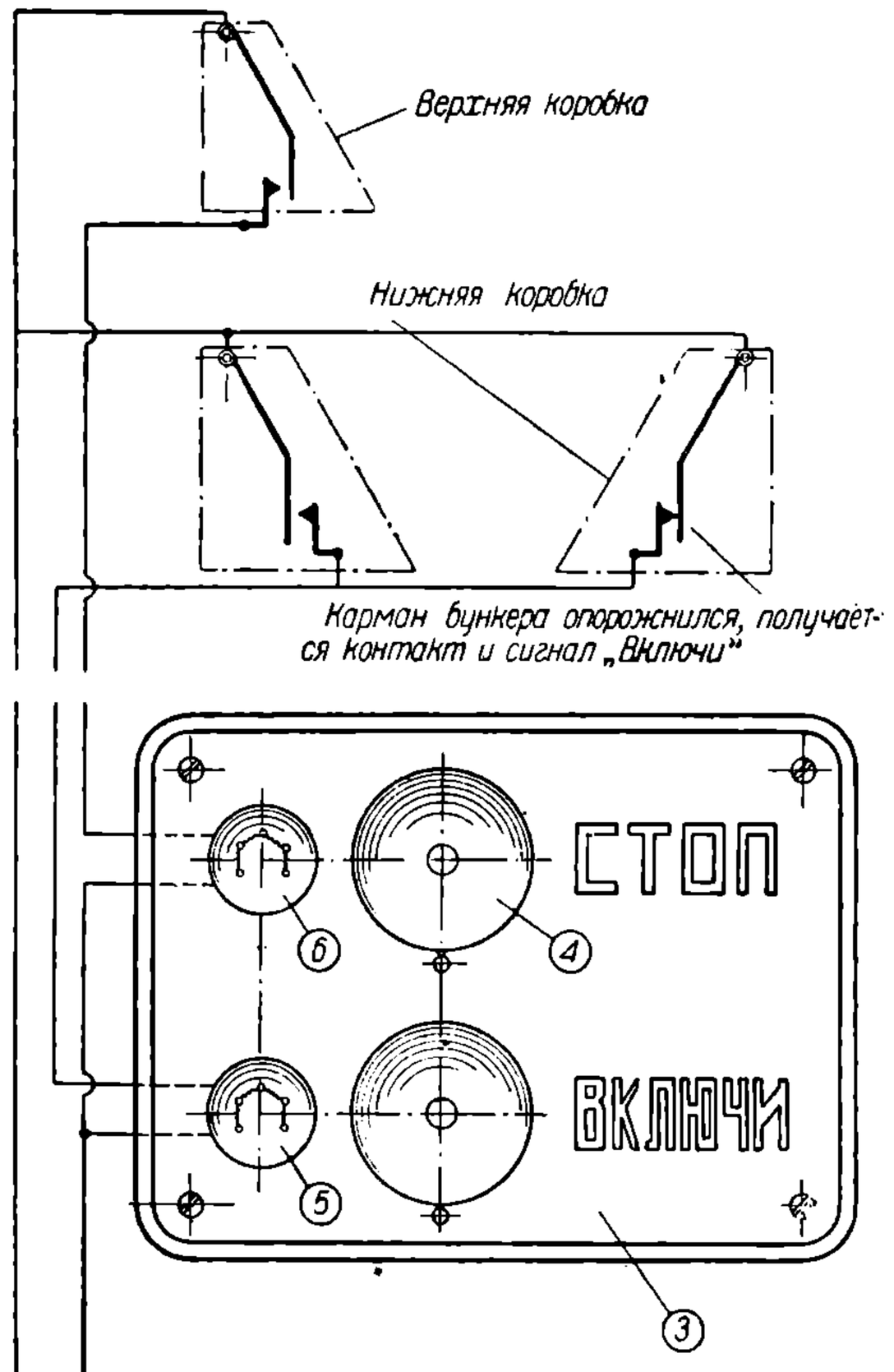
НБУВ ЦНТ (ДІТ)

пластинок получается при давлении песка на крышку коробки. На каждом бункере устанавливаются одна верхняя и две нижние контактные коробки. Расположение контактных коробок указано на фиг. 241.

В помещении пескоподачи установлены сигнальный щит *3*, имеющмй две лампы: красную *5* (фиг. 242), сигнализирующую об опоражнивании бункера, и зеленую *6*, сигнализирующую о заполнении бункера, и два электрических звонка *4*.

Пескоподающие рукава и затворы

Кроме описанного выше телескопического рукава при расположении бункера над осью тракционного пути с заслонкой запором применяются гибкие брезентовые или резиновые рукава. При расположении раздаточного бункера на междупутьи применяются рукава в виде трубы, имеющей только боковое перемещение, с открытым затвором (фиг. 243). Устройство таких рукавов следующее: труба, идущая от бункера, оканчивается патрубком *1*, закрываемым секторной задвижкой *2*. Под задвижкой расположена воронка трубы *3*, подводящей песок в песочницы паровозов. Нормальное положение трубы *3* параллельно оси пути, привод для ее поворота и открытия затвора расположен внизу. На фиг. 244а показан пескоподающий рукав с неподвижной пескопроводной трубой *1* от бункера, на конце которого поставлен гибкий резиновый рукав *2* с открытым дисковым затвором *3*. Устройство и работа дискового затвора видны из фиг. 244б. В нерабочем положении гибкий рукав *2* подвешен за крючок *4* (фиг. 244а). На фиг. 245 представлен рукав телескопической конструкции, применяемый на американских железных дорогах. Рукав имеет боковое и вертикальное движение, в верхнем (нерабочем) положении рукав удерживается противовесом. Рукав оборудован закрытым секционным затвором. Открытие затвора производится кочегаром с паровоза. В закрытом состоянии затвор удерживается противовесом.



Фиг. 242

Характеристика отдельных конструкций пескоподающих рукавов и их затворов приведена в табл. 79.

Определение диаметра рукава. Из всех описанных выше конструкций пескоподающих рукавов видим, что для перемещения сверху вниз песка используется сила тяжести, т. е. песок самотеком перемещается из раздаточного бункера в песочницы паровозов.

Диаметр рукава определяется по формуле;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} \text{ метров},$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 79

Характеристика пескоподающих рукавов

№ п/п	Наименование устройства	Основные недостатки устройства, являющиеся неустранимыми	Основные достоинства устройства
1	Гибкий резиновый или брезентовый рукав с заслонкой-затвором	1. Необходимость расположения бункера над осью пути 2. Требуется точная установка паровоза при снабжении песком 3. Ненадежность работы заслонки затвора	1. Простая конструкция 2. Легкость и удобство ремонта и очистки
2	Рукав, имеющий только боковое перемещение с открытым затвором	1. Требуется точная установка паровоза при снабжении песком 2. Возможность попадания атмосферных осадков в песок через затвор 3. Постоянная высота конца трубы, что создает неудобство при снабжении паровозов разных серий 4. Управление рукавом (поворот и открытие затвора) с земли увеличивает простой паровозов под набором песка	1. Простая конструкция и низкая стоимость 2. Легкость и удобство ремонта затвора и прочистки труб 3. Надежность работы затвора
3	Рукав неподвижный с гибким шлангом, на конце которого дисковый затвор	1. Требуется точная установка паровоза при снабжении песком 2. Может слеживаться песок и закупоривать трубы	1. Простая конструкция и низкая стоимость 2. Легкость и удобство ремонта затвора и прочистки труб 3. Надежность работы затвора
4	Американский телескопический рукав с закрытым секторным затвором	1. Сложность конструкции и высокая стоимость по сравнению с вышеприведенным типом 2. Неудобство ремонта затвора (для его ремонта нужно разбирать весь рукав)	1. Не требуется точная установка паровоза при снабжении песком 2. Управление рукавом (наводка и открытие затвора) производится с паровоза одним человеком 3. Возможность снабжения песком паровозов с различной отметкой песочниц над уровнем рельса без дополнительных приспособлений
5	Телескопический рукав с двойным шарниром и закрытым секторным затвором	Сложность конструкции и высокая стоимость по сравнению с типами пп. 1, 2 и 3	1. Первые три пункта одинаковы с американским телескопическим рукавом 2. Удобство ремонта затвора

где F — площадь поперечного сечения рукава,

$$F = \frac{Q}{\gamma \cdot t \cdot v \cdot s} \text{ кв. метров,}$$

где Q — вес песка, необходимого для заполнения песочницы, в килограммах,
γ — насыпной вес песка (около 1 850 $кг/м^3$),

НБ УДУНТ (ДИТ)

t — время наполнения песочницы в секундах,

s — степень заполнения сечения трубы песком, которая может быть допущена без опасения забивки рукава (от 0,45 до 0,55),

v — скорость движения песка в конце рукавов в *м/сек*:

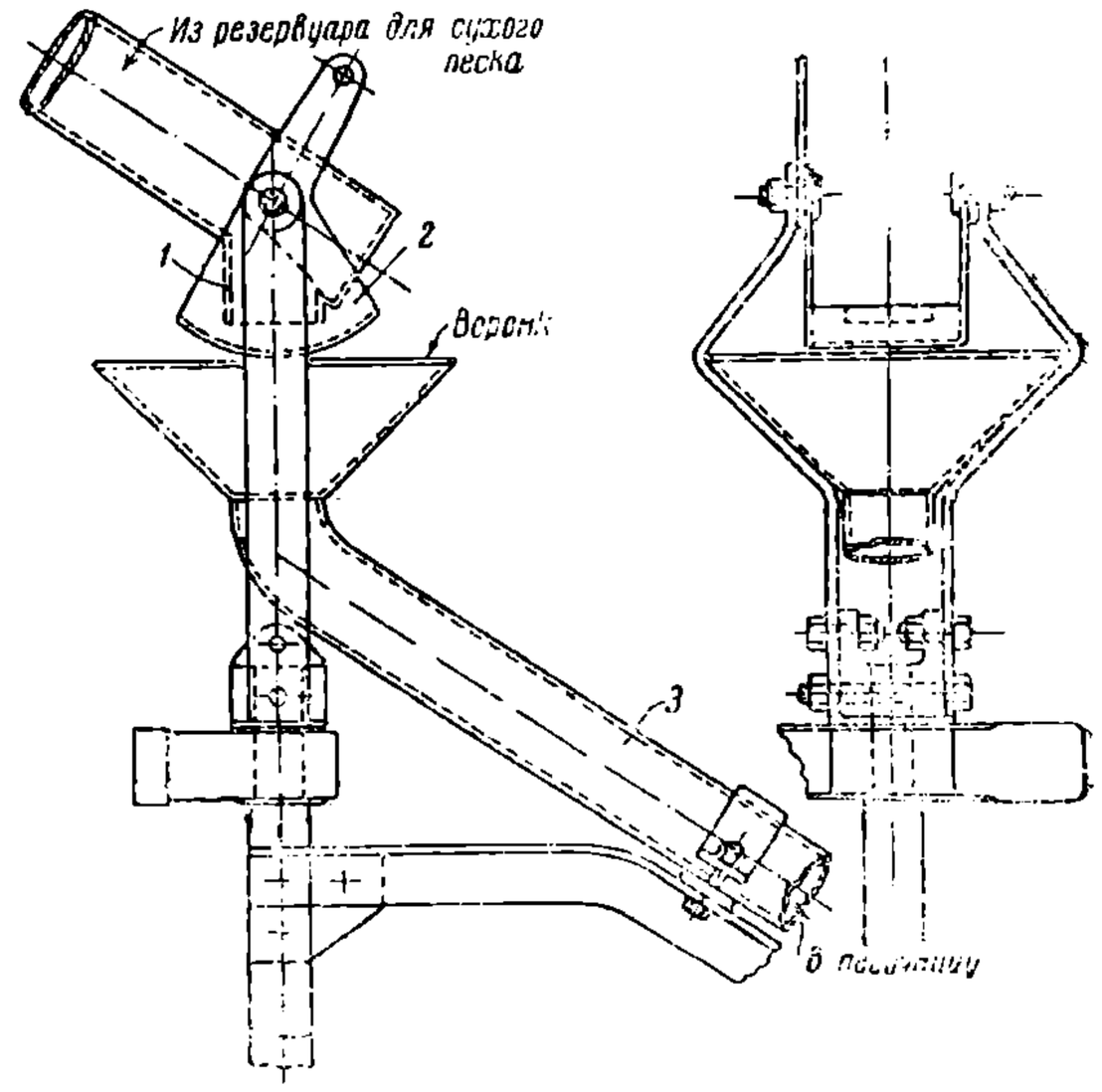
$$v = \sqrt{2 \quad l \cdot g\,(\sin\alpha - \operatorname{tg}\varphi\cos\alpha)}$$

где l — длина горизонтального перемещения песка,

g — ускорение свободно падающего тела (9,81 *м/сек*),

α — угол наклона рукава к горизонту,

φ — угол трения песка о стенки рукава.



Фиг. 243

Выбор типа устройств для подачи песка на паровозы должен производиться по технико-экономическим показателям, т. е.:

а) по простою паровозов под набором песка;

б) по стоимости подачи 1 m сухого песка на паровоз.

В табл. 80 приведено время простоя паровоза под набором 100 *кг* песка при различных устройствах по данным НИИЖТ.

Таблица 80

Наименование устройства	Установка паровоза в мин.	Набор песка в мин.	Итого в мин.	Примечание
1. Ручная (подноска на 70 *м*) .	—	37	37	—
2. Ручная (подноска на 19 *м*) .	—	6	6	—
3. Журавль . . .	1,5	2	3,5	—
4. Глагольный кран	—	4	4	—
5. Пескоподача с применением раздаточного бункера .	От 0,38 до 1,0	От 1,0 до 1,35	От 1,38 до 2,35	В зависимости от типа раздаточного рукава

Подсчет стоимости подачи 1 m сухого песка на паровоз для выяснения степени экономичности различных типов пескоподач производится по формуле:

$$S = \frac{\frac{A}{I} + Э \cdot 12 + R + C \cdot 12 + B \cdot 12}{12\,Q_{мес}}$$

где A — стоимость установки, которая может быть принята по табл. 80 (таблица составлена инж. Владимировым, НИИЖТ);

I — срок ее службы в годах,

$Э$ — стоимость энергии в месяц; определяется по мощности мотора и времени его фактической работы на 1 m транспортируемого материала, что при стоимости электроэнергии в 20 коп. за 1 *квт-ч* составит на 1 *т*:

$$Э_{пр} = \frac{N \cdot 20}{Q_{пес}^{час}},$$

где N — мощность мотора в киловаттах;

НБ УДУНТ (ДИТ)

$Q_{пес}^{час}$ — часовая производительность установки.

Тогда:

$$Э = Э_{пр} \cdot Q_{мес},$$

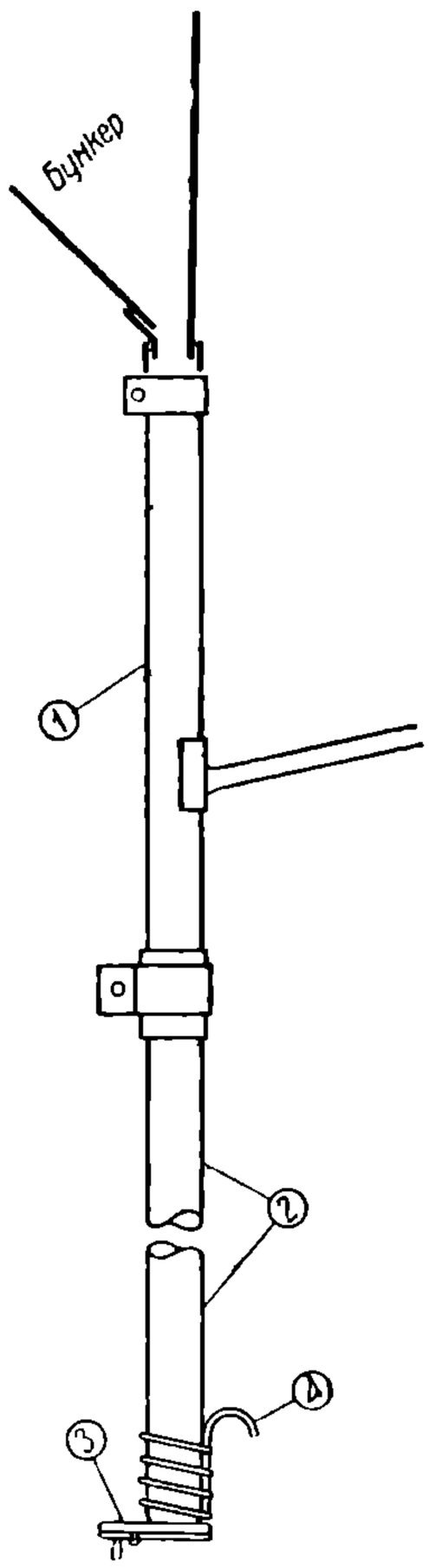
R — стоимость ремонта в год;

C — стоимость смазки в месяц;

B — стоимость рабочей силы в месяц с начислением 58%;

$Q_{мес}$ — количество транспортируемого материала в среднем в месяц.

На фиг. 246 приведены результаты произведенных подсчетов НИИЖТ стоимости подачи 1 m сухого песка.

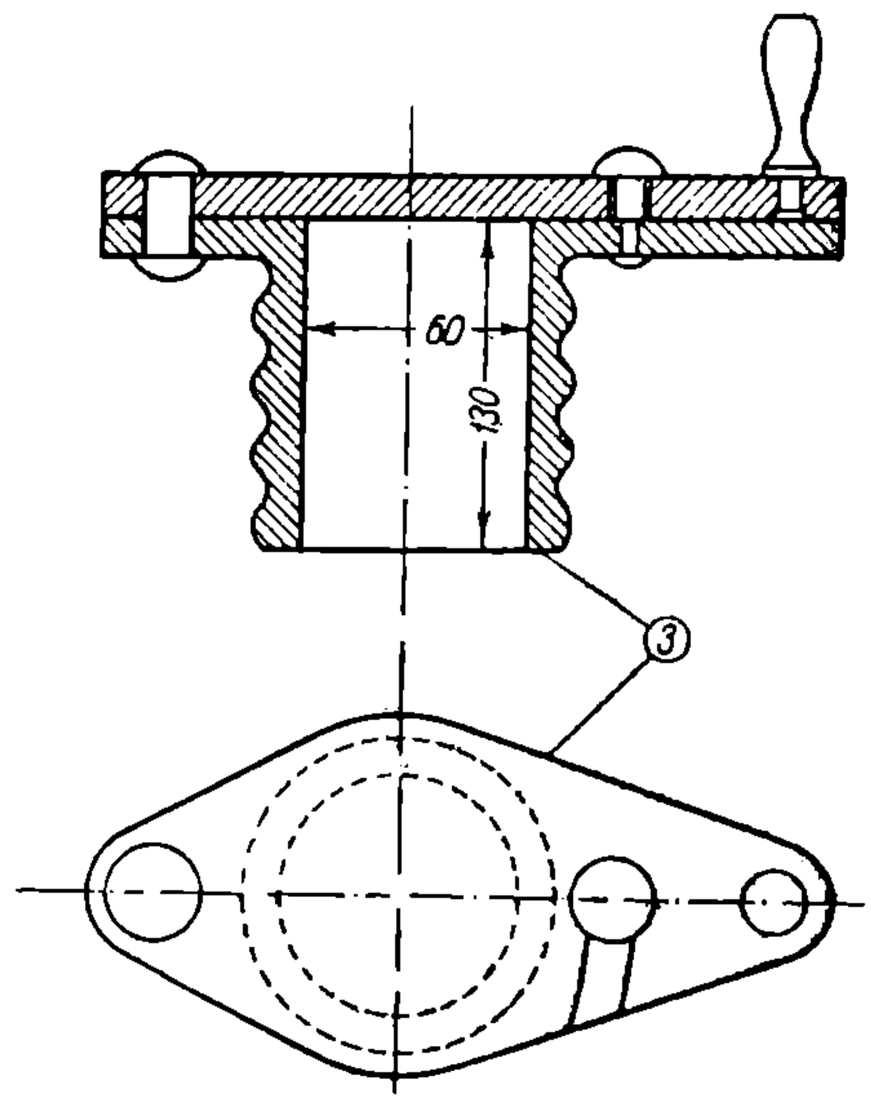


Фиг. 244а

§ 51. Устройства для чистки топок и уборки шлака и золы

Устройства для чистки топок и уборки шлака и золы должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечение безвредности и удобство работы для обслуживающих устройства рабочих.



Фиг. 244б

2. Доведение расходов по уборке шлака и золы до возможного минимума.

3. Обеспечение достаточной пропускной способности устройств по уборке шлака и золы и бесперебойной постановки паровозов под очистку.

Пропускная способность устройств для чистки топок и уборки шлака определяется по числу мест для чистки топок паровозов выражением:

$$n_ч = \frac{N_ч \cdot t_ч}{T_ч} \alpha \cdot \psi,$$

где $N_ч$ — число паровозов, поступающих на очистку в сутки в среднем за год;

$t_ч$ — продолжительность цикла очистки одного паровоза, слагающегося из времени на чистку топки и на подготовку канавы к постановке следующего паровоза, в минутах;

α — коэфициент сезонной неравномерности движения, который ориентировочно можно принимать 1,2;

ψ — коэфициент неравномерности подхода паровозов, который ориентировочно можно принимать от 1 до 2;

$T_ч$ — время работы пункта очистки в сутки в минутах.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Стоимость устройств по пескоподаче Таблица 81

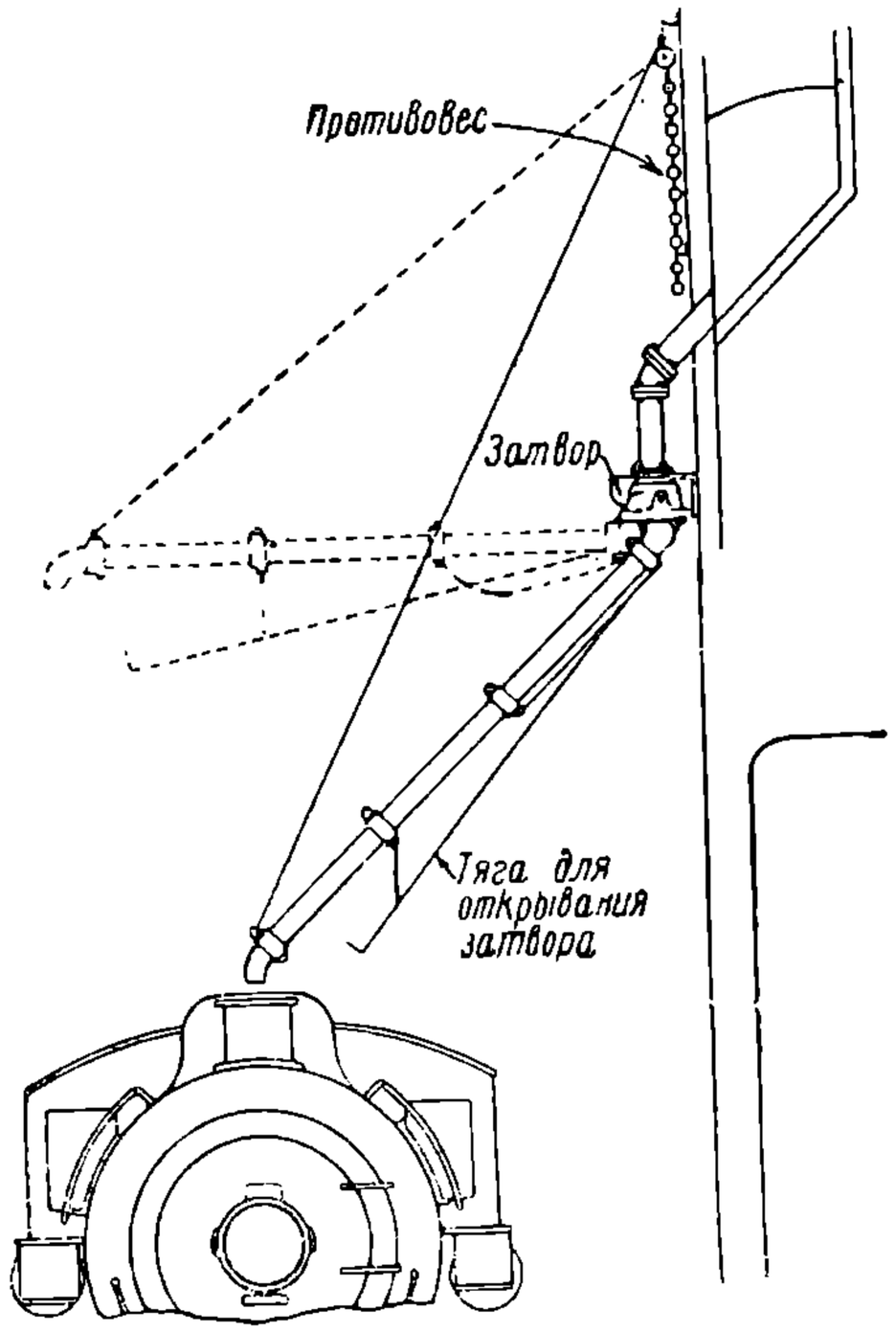
№ п/п	Наименование устройства подачи	Стоимость работ и деталей, производимых депо, в руб.	Стоимость оборудования, приобретаемого в готовом виде, в руб.	Итого в руб.
1	Ручная	40	—	40
2	Крановая (журавлем) .	500	—	500
3	Крановая (лебедкой) .	750	250 (лебедка)	1 000
4	Механическая ковшевая	12 500	4 500 (электромотор, лебедка и автоматы)	17 000
5	Механическая норийная .	4 500	3 000 (нория 2 500, электромотор 500)	7 500
6	Пневматическая напорная (Христовича) .	4 000	6 000 (компрессор 3 500, баки 1 700, электромотор 800)	10 000
7	Пневматическая компрессорная .	4 000	8 000 (баки 3 000, компрессор 3 500, электромотор 800, влагоотделитель 700)	12 000
8	Выжимная бескомпрессорная (воздух берется от паровоза) .	4 000	3 000 (баки)	7 000
9	Пневматическая вентиляционная	2 700	900 (электромотор и вентилятор)	3 500

Все существующие устройства для очистки топок от шлака и золы и для его уборки при угольном отоплении паровозов можно разделить на следующие типы:

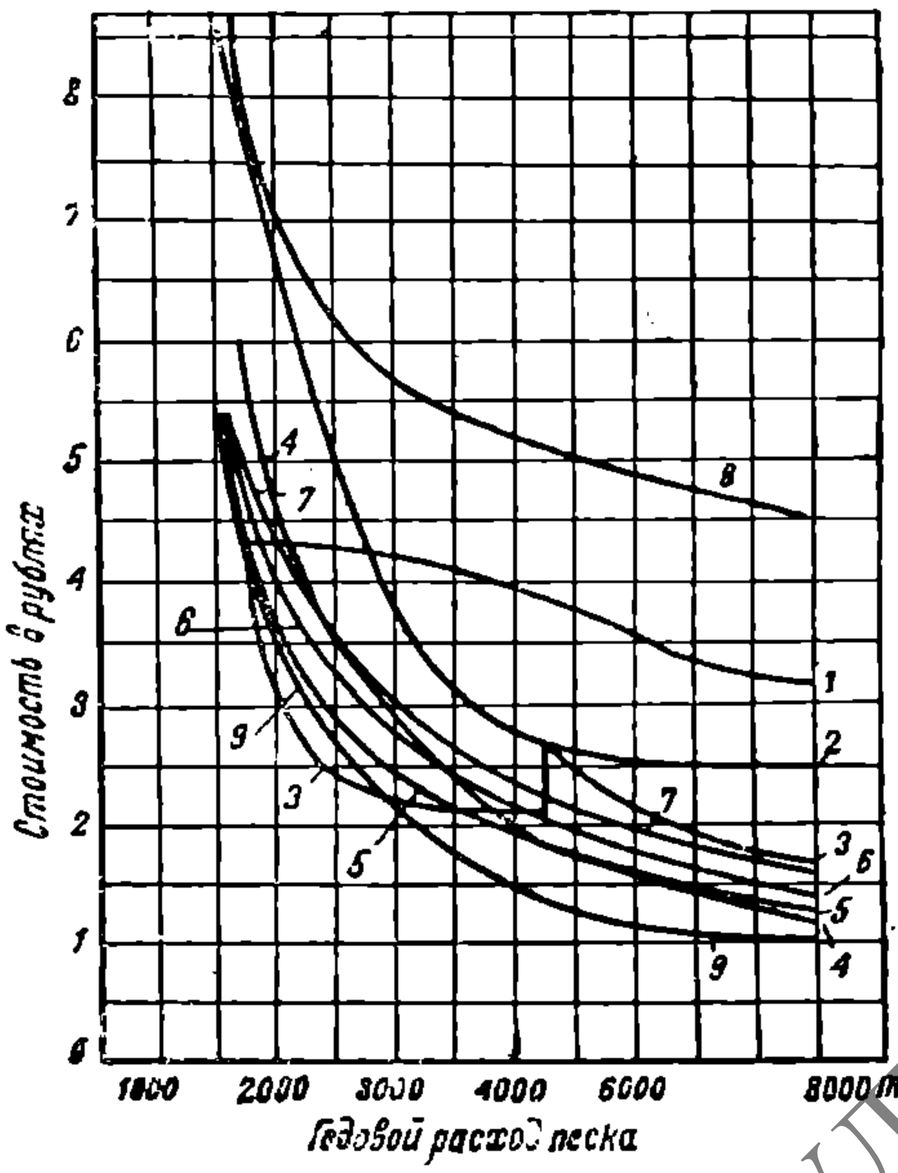
1. Устройства без применения механизации для уборки шлака и золы.

2. Устройства с механизированной уборкой шлака и золы.

В основе всех устройств для чистки топки лежит устройство так называемой



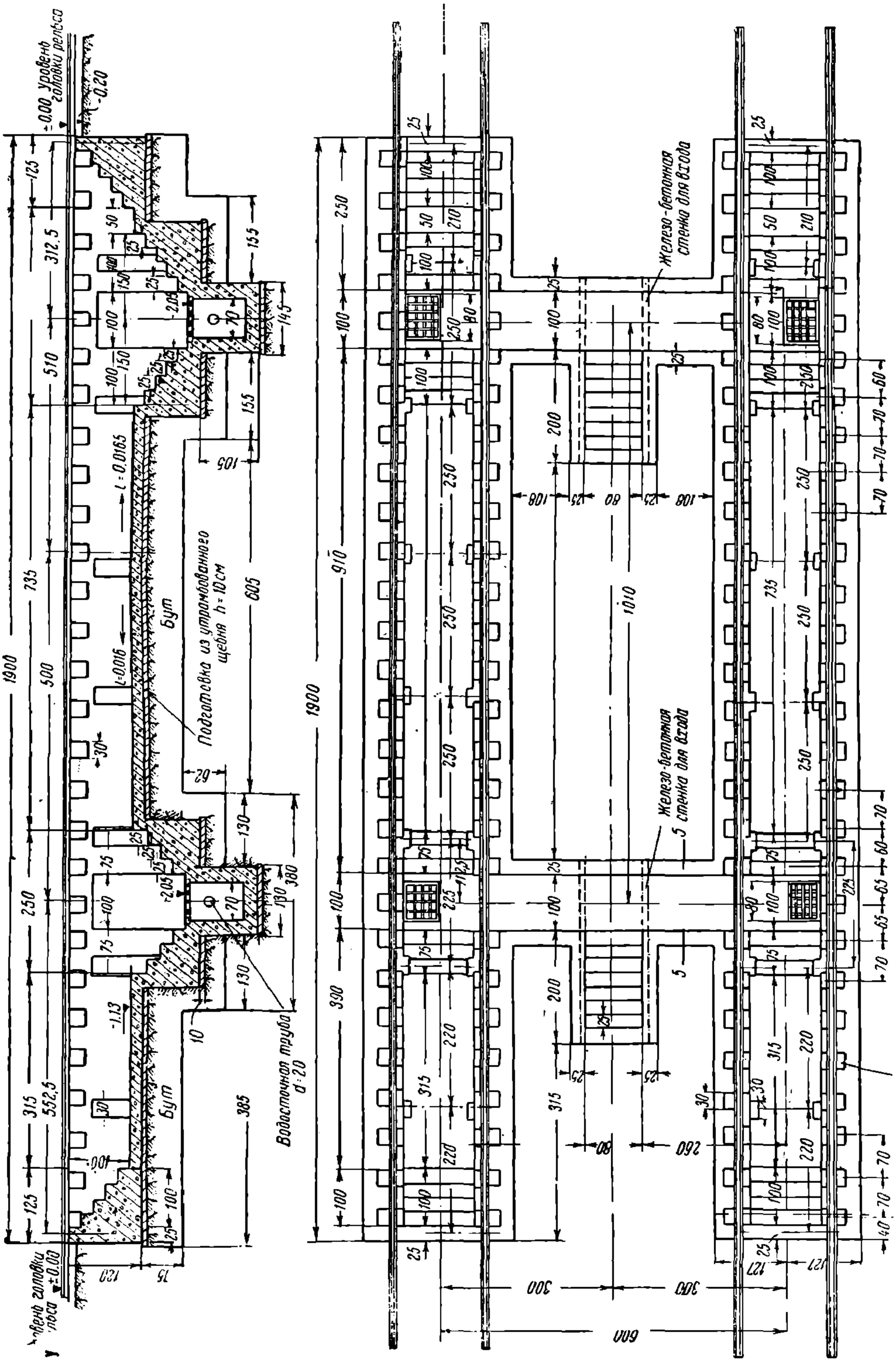
Фиг. 245



Фиг. 246

НБ УДУНТ (ДИТ)

кочегарной канавы, на тип и конструкцию которой влияют способ уборки шлака и золы и вид шлакоуборочного устройства.



К устройству первого типа относятся:

а) кочегарные канавы с ручной уборкой шлака и золы;

б) кочегарные канавы с использованием разности уровней экипировочного и шлакоуборочного путей для уборки шлака и золы.

НБУДУНТ (ДИТ)

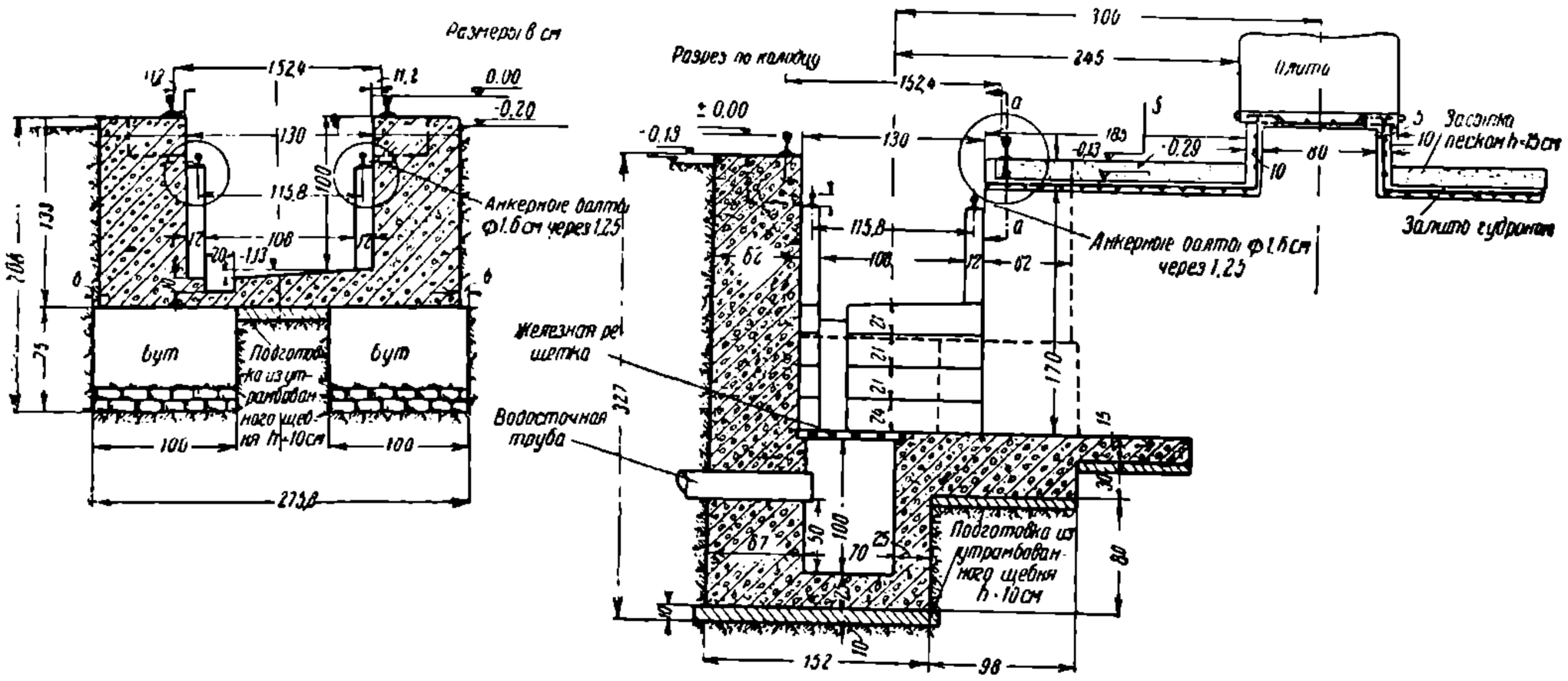
Кочегарные канавы с ручной уборкой шлака и золы представляют собой канавы, устроенные между рельсами на деповских путях, дно и стенки которых сделаны из камня, кирпича или бетона. Кочегарные канавы с ручной очисткой канавы от шлака устраиваются по длине на один паровоз; эта длина *Д* определяется по формуле:

$$Д = (Л + 3) \text{ метров},$$

где *Л* — наибольшая длина паровоза из вводимых в обращение в течение ближайших 5 лет на данном направлении. Канава должна иметь ширину 1,2 *м* и глубину 1 *м*, считая от подошвы рельса.

Стенки и дно канавы должны быть гладкими (фиг. 247 и 248).

Для стока воды дно канавы устраивается с уклоном в 0,005 к середине канавы, где помещается сточный колодец. Глубина колодца определяется глубиной прокладки сточных труб. Ширина колодца устраивается равной ширине канавы. Длина его должна допускать свободную очистку. Диаметр сточных труб должен быть не менее 150 *мм*. Отверстие сточного колодца закрывается частой



Фиг. 248

металлической решеткой, чтобы колодец и сточные трубы не засорялись. На концах канавы должны быть устроены ступеньки для схода. Обычно таких канав в депо имеется одна или две, расположенные параллельно.

Уборка шлака и золы производится рабочими в интервалы между постановками паровозов на очистку в шлакоуборочные вагоны, которые ставятся на специальные шлакоуборочные пути, расположенные вдоль канав. Расстояние между осью шлакоуборочного пути и осью кочегарной канавы при ручной уборке должно быть 6 *м*. При двух кочегарных канавах расстояние между их осями при наличии между ними шлакоуборочного пути 12 *м* и при отсутствии такового 6 *м*.

Для охлаждения горячего шлака, извлекаемого из топок, должна быть предусмотрена возможность заливки его водой. Кочегарные канавы с ручной очисткой могут применяться только в пунктах при небольшом числе паровозов, проходящих чистку в течение суток, т. е. не более 20—25 нормальных паровозов и 10—15 мощных паровозов. При большем числе паровозов, проходящих чистку топок, ручная уборка шлака и золы уже не обеспечивает своевременную уборку, и как результат получается загромождение канав и площади, прилегающей к ним, кучами горящего и потухшего шлака. Это создает неудобство и опасность работы и срывает график прохождения экипировки.

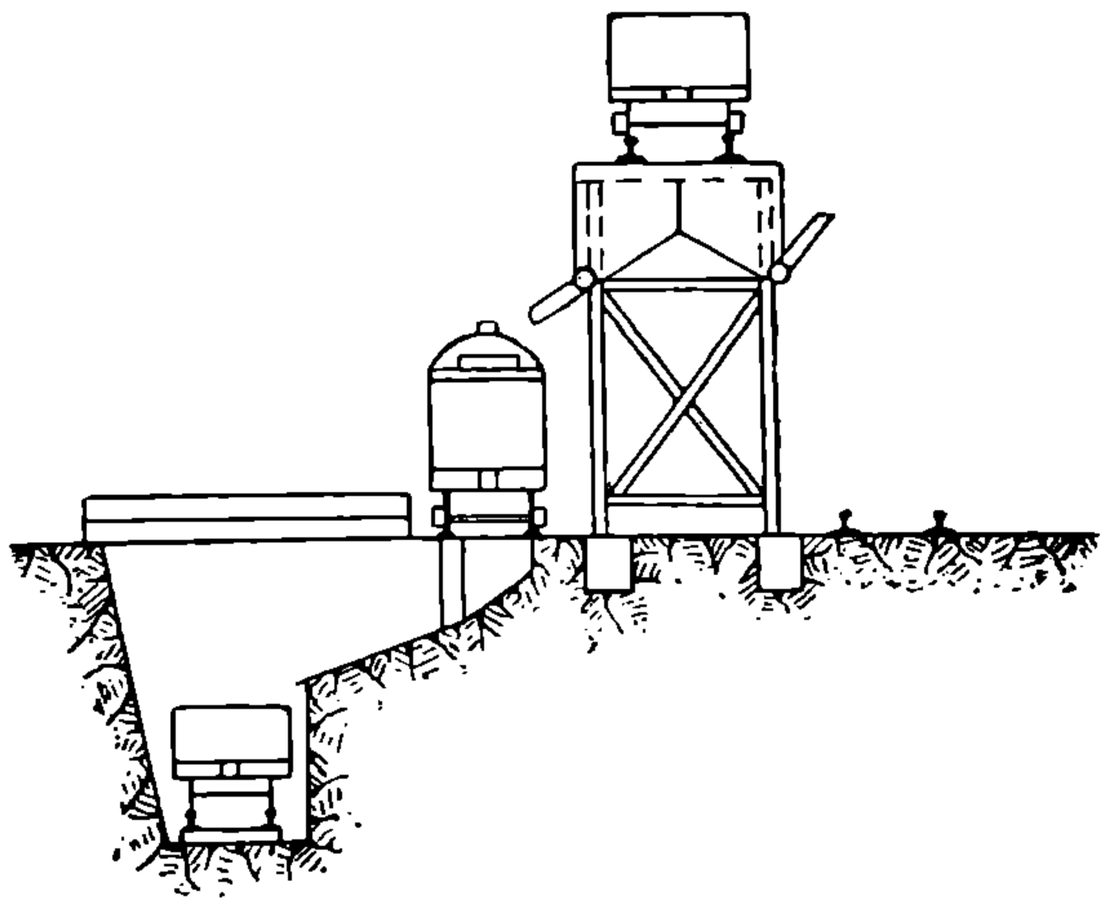
На Великой Северной ж. д. в Америке в ряде депо применяются шлакоуборочные устройства по принципу использования разности уровней экипировочного и шлакоуборочного путей (фиг. 249). Канавы устраиваются с крутопокатым дном, заканчивающимся отвесной стеной, у которой на шлакоуборочном пути

НБ УКХТ (ДПТ)

устанавливается полувагон для шлака. Такие кочегарные канавы имеют длину 21 *м*, с разностью высоты экипировочного и шлакоуборочного пути 2,38 *м* и с расстоянием между осями этих путей 3,96 *м*. Достоинствами таких устройств являются простота и дешевизна эксплуатации, бесперебойность в работе и дешевизна уборки шлака. К недостаткам следует отнести большой объем земляных работ, низкое расположение шлакоуборочного пути, что не позволяет иметь такие канавы при высоком уровне грунтовых вод, возможность попадания обслуживающего персонала в яму и невозможность производства очистки паровозов с зольниками, имеющими клапаны, расположенные внутри рамы.

Для пунктов с большим числом паровозов, проходящих чистку, необходимо устраивать механизированную уборку шлака и золы. Расчет суточной производительности механических шлакоуборочных устройств производится по количеству получаемого шлака и золы.

При проектировании механических шлакоуборочных устройств в существующих депо количество шлака и золы должно быть определено статистическим методом. Для ориентировочных подсчетов НИИЖТ рекомендует принимать:



Фиг. 249

а) количество шлака, получаемого с одного паровоза, проходящего чистку, 0,90 *т*;

б) количество шлака, получаемого со 100 паровозо-километров пробега депо, 0,25 *т*.

Для ориентировочных подсчетов можно определять количество шлака, получаемого при чистке паровозов, по количеству сожженного минерального топлива. Отход шлака обычно колеблется в пределах 15—30% от расхода топлива паровозами депо в зависимости от зольности топлива, реализуемых форсировок, типа колосниковой решетки и т. п. В зависимости от расположения пунктов чистки топки на тяговых участках и соотношения поездного пробега к общему пробегу паровозов депо количество шлака, получаемого в основном депо, можно принимать от 40 до 60% от общего среднесуточного отхода шлака со всех паровозов.

Кочегарные канавы с механизированной уборкой шлака и золы можно разделить по шлакоуборочным устройствам на следующие виды:

А) Кочегарные канавы с норийной шлакоуборкой,

Б) Кочегарные канавы с тельферной шлакоуборкой.

В) Кочегарные канавы со скиповой шлакоуборкой.

Г) Кочегарные канавы с крановой шлакоуборкой.

А) Кочегарные канавы с норийным шлакоубирателем инж. Судакова. Шлакоубиратель инж. Судакова (фиг. 250) представляет собой подвижную вращающуюся на своей оси норию, установленную на тележке нормальной колеи.

В нории на цепях Галя закреплены ковши, из которых шлак ссыпается в лоток и по нему может быть направлен в шлакоуборочный вагон или в отсутствии такового на междупутье. Нория приводится в движение электромотором мощностью 4,5 *квт*. Передача от мотора к нории осуществлена посредством червяка и цилиндрической шестерни. Для лучшей очистки канавы имеется устройство, перемещающее норию поперек канавы. Перемещение шлакоубирателя вдоль канавы производится вручную посредством рычага, передающего усилие на оси колес тележки.

Стоимость шлакоубирателя инж. Судакова 4 650 руб. За два года эксплуатации в депо Москва Горьковская дороги им. Дзержинского расходы на ремонт равнялись 500 руб.

НБ УИИНТ (ДИИТ)

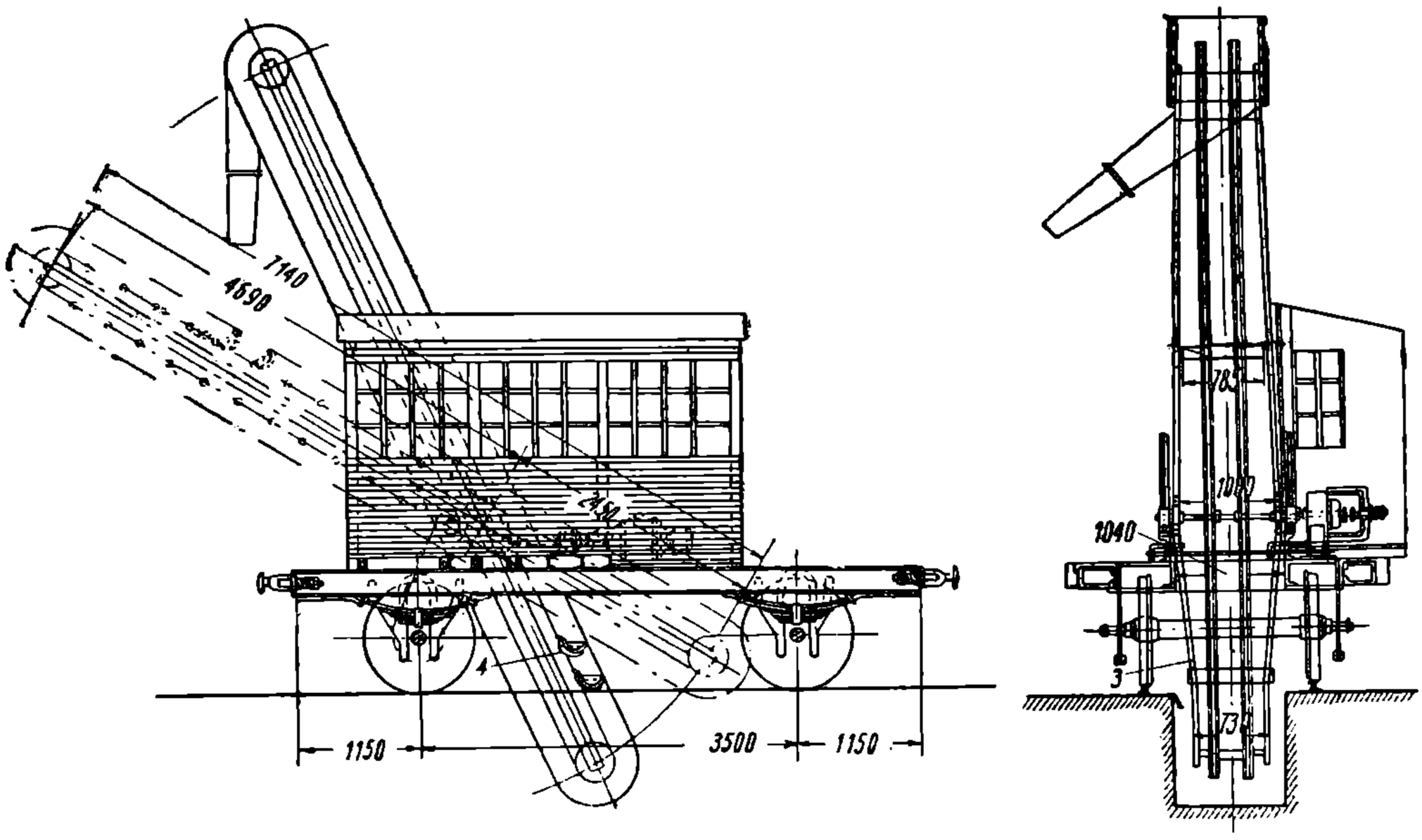
При очистке канавы шлакоубиратель устанавливается на канаву, нория поворачивается посредством электромотора в рабочее положение так, чтобы ее нижний конец находился в канаве на глубине 1 *м* от головки рельса, после этого устанавливается ссыпной лоток под углом, необходимым для попадания шлака в вагон, и включается мотор, приводящий норию в движение. Заливка шлака производится в канаве перед началом уборки.

При применении шлакоубирателя инж. Судакова необходимо иметь две кочегарные канавы на параллельных путях с шлакоуборочным путем между ними. Длина кочегарных канав *Д* должна быть рассчитана на одновременную очистку двух паровозов и определена по формуле:

$$Д = (2Л + 6)\ м,$$

где *Л* — длина локомотива в метрах.

Каждая канава должна иметь два сточных колодца, расположенных на расстоянии $\frac{Д}{4}$ метров от концов канавы. Остальные размеры канав на одновре-



Фиг. 250

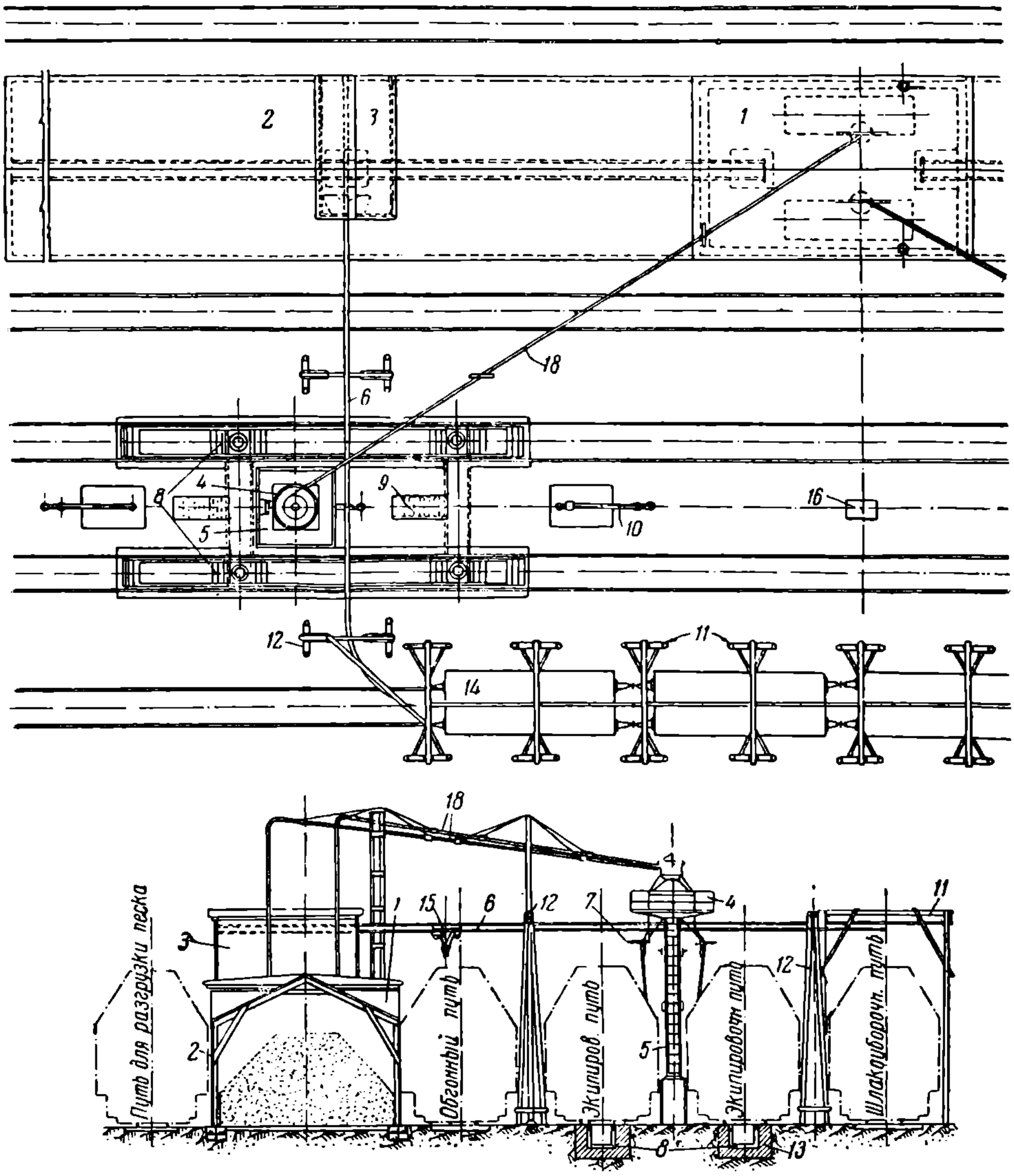
менную чистку двух паровозов такие же, как вышеописанных канав на одновременную чистку одного паровоза при ручной уборке шлака.

Б) Кочегарные канавы с тельферной шлакоуборкой имеются в эксплуатации и запроектированы к дальнейшей постройке на железных дорогах СССР. На фиг. 251 представлен общий вид такой установки с совмещением (объединением) набора воды и песка. Установка для очистки паровозов от шлака и изгари заключается в следующем: на двух параллельных путях с шириной междупутья 6 *м* сооружается по две кочегарных канавы. На фиг. 251 показаны план и продольный разрез этих канав. Стенки и дно канавы делаются бетонными, фундаменты кладутся из бутового камня. Для более правильной установки рельсов и возможности рехтовки их рельсы в пределах канавы крепятся на бетонных камнях сечением 40 ×30 ×25 *см* и после установки пути промежутки между камнями заливаются бетоном. Канава имеет следующие размеры: длина 18,5 *м*, ширина 1,3 *м* и глубина 1,0 *м*. Днищу канав придается уклон в поперечном направлении, отводящий попадающую воду в сборный жедоб, расположенный у стенки. Сборный желоб имеет уклон 0,005 в сторону водосточных колодцев. Из водосточных колодцев вода по водосточным трубам $d = 200$ *мм* поступает в общий колодец.

НБ УГЛТУ (ДТ)

сооружаемый в зоне установки. Если невозможно включиться в стационарную канализацию, специальной сетью вода выводится за пределы установки.

По своей длине канавы являются укороченными для нормальных и мощных паровозов, поэтому они кроме концевых сходов имеют по два боковых входа, дающих возможность двухсторонней очистки зольников, т. е. спереди и сзади.



Фиг. 251

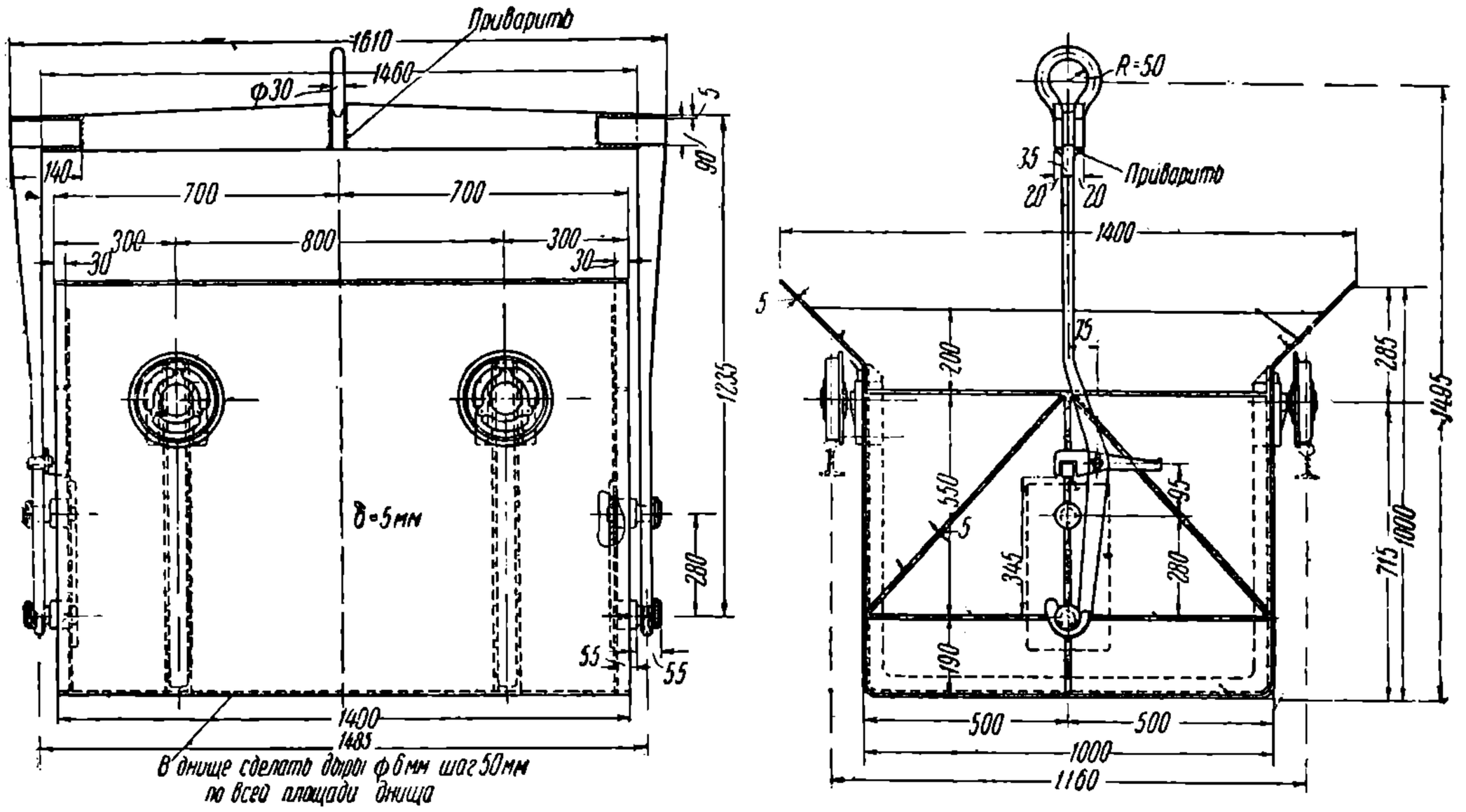
Боковые входы попарно смыкаются небольшим тоннельчиком с общим выходом по оси междупутья.

На боковых стенках канав укрепляются узкоколейные рельсы, по которым перемещаются бадьи для шлака и изгари. В каждой канаве имеется по четыре бадьи: две для шлака и две для изгари. Габаритные размеры бадьи (фиг. 252) следующие: длина 1 400 *мм*, ширина 1 000 *мм* и высота 1 000 *мм*. Полезная емкость бадьи 1,4 $м^3$. В верхней своей части в поперечном сечении бадья уширена до 1 400 *мм*, что уменьшает возможность попадания шлака и изгари в канаву. Для облегчения передвижения бадьи в канаве ролики бадьи установлены на шарикоподшипниках. Для очистки шлака через боковые люки (паровоз серии СУ и др.) используются специальные лотки, по которым шлак ссыпается прямо в бадью.

НБ УГЛУНТ (ДПТ)

Для охлаждения шлака у каждой пары кочегарных канав устанавливается по одному гидранту с гибким шлангом. Шлак заливается водой прямо в бадье перед уборкой. Уборка бадьи со шлаком и изгарью осуществляется при помощи тельфера, передвигающегося по двутавровой балке.

Тельфер устанавливается типа НТ2-10, изготовляющегося на заводе им. Ленина в Харькове, грузоподъемностью 2 000 *кг* и высотой подъема 10 *м*. Скорость подъема груза 7,5 *м/мин*, скорость передвижения 30,0 *м/мин*, мощность подъема мотора 3,5 *квт*, мощность передвижения мотора 1,3 *квт*. Стоимость тельфера 4 000 руб. Устройство тельфера следующее (фиг. 253): на тележке, состоящей из двух щек, укреплены бегуны, которые опираются на нижний пояс двутавровой балки. Бегуны приводятся в движение тяговым мотором *2* посредством зубчатых передач с обеих сторон балки. Механизм подъема груза состоит из барабана *10*, на который навивается канат с подвешенным на нем при помощи блока крюком. Барабан приводится во вращение грузовым мотором *1*. Питание электромоторов тельфера током осуществлено при помощи установленных на тельфере токоприемников *4* изолированными медными роликами, соприкасающимися



Фиг. 252

с троллейными (контактными) проводами, укрепленными на потолочных изоляторах, расположенных на приваренных к тавровой балке уголках. Ручное управление тельфером осуществляется при помощи двух контроллеров, расположенных в общем корпусе. Контроллеры имеют с двух сторон по канатному шкиву с двухплечими рычагами, к концам которых прикреплены цепи с рукоятками *6*. Ограничение подъема груза осуществляется автоматически рычагом конечного выключателя *5*. Для торможения при остановке на подъеме или спуске груза тельфер оборудован автоматическим электромагнитным тормозом. Кроме описанного ручного управления тельфера завод изготовляет тельферы с управлением из кабинки, которые следует устанавливать при большой загрузке устройств, где нужно иметь специального рабочего для управления тельфером.

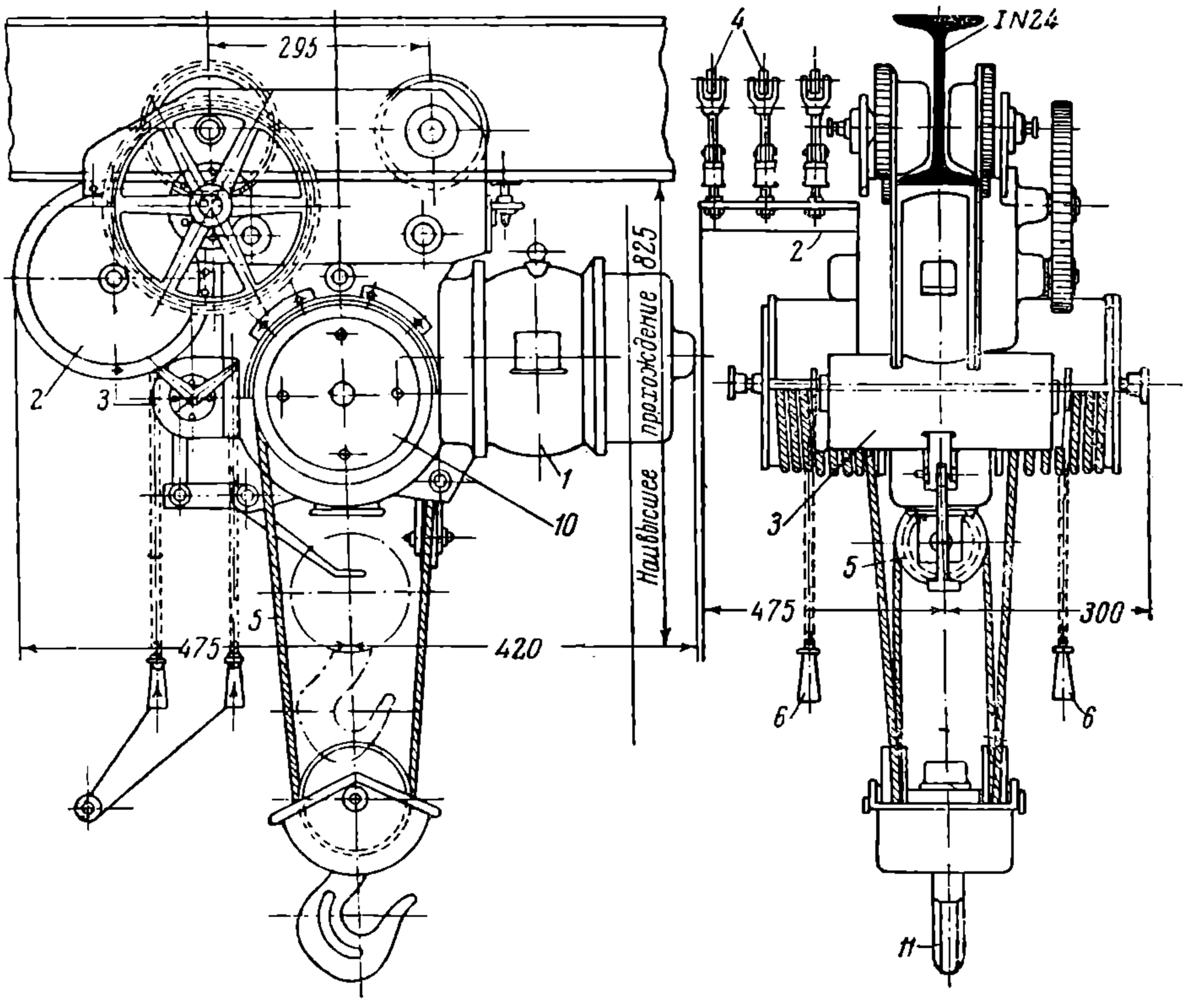
Имеется также дистанционное управление тельфера, разработанное проектными организациями НКПС. Управление осуществляется из одного пункта, расположенного по оси установки, несколько приподнятом над уровнем земли. Осуществление схемы дистанционного управления требует семи проводов и стольких же токоприемников, что удорожает и усложняет установку. Тельферный путь в описываемой установке пересекает каждую кочегарную канаву только в одном месте и проходит вдоль шлакоуборочного пути на длине 40 *м*. Уста-

НБУВ УНТ (ДІТ)

новка с таким расположением тельферного пути называется шлакоуборкой поперечного типа. Бывает другое расположение тельферного пути, при котором тельферный путь проходит вдоль кочегарных канав и пересекает шлакоуборочный путь в одном или двух местах; такая установка называется шлакоуборкой продольного типа.

Высота подвески тельферного пути определяется из расчета свободного прохода тельфера с бадьей над габаритом подвижного состава и должна быть равна 8,0 *м*.

На фиг. 254 изображен график работы тельфера по уборке шлака из одной бадьи. Как видно из графика, один цикл производится в 5,6 мин. (334 сек.). Правильная организация работы тельфера предусматривает наличие на тра-



Фиг. 253

верзе всегда одной свободной бадьи, поднятой в исходное положение. Это позволяет довести время непроизводительного простоя канавы при уборке только одной бадьи до 3,5 мин. (211 сек.) и при уборке двух бадей до 3,5+5,6=9,1 мин.

Полное время занятости канавы слагается из: а) времени на очистку топки и передвижку паровоза от одной операции (чистка топки) к другой (чистка дымовой коробки, которая по данным НКПС равна 21 мин.), б) времени пропуска паровоза на впереди лежащую канаву, которое в среднем можно принять 2 мин., в) времени на заливку шлака в бадье 1 мин. и г) времени на уборку шлака и изгари, равного при уборке шлака в количестве одной бадьи (нормальные паровозы) $1{,}1 \cdot 3{,}5 \approx 4$ мин.; при уборке шлака в количестве двух бадей (мощные паровозы) $1{,}1 \quad 9 \approx 10$ мин., где 1,1 — коэфициент, учитывающий затрату времени на уборку изгари с одногоп аровоза, принят из ориентировочного предположения, что изгари выходит в 8—10 раз меньше, чем шлака.

Общее время перечисленных операций составляет:

$t_н = 21+2+1+4=28$ мин. для нормальных паровозов;

$t_м = 21+2+1+10=34$ мин. для мощных паровозов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Максимальная пропускная способность такой установки получается:

$$N_{норм} = \frac{m \cdot 1440}{t_н \cdot \varphi \cdot \alpha} = \frac{4 \cdot 1440}{28} = 205 \text{ паровозов},$$

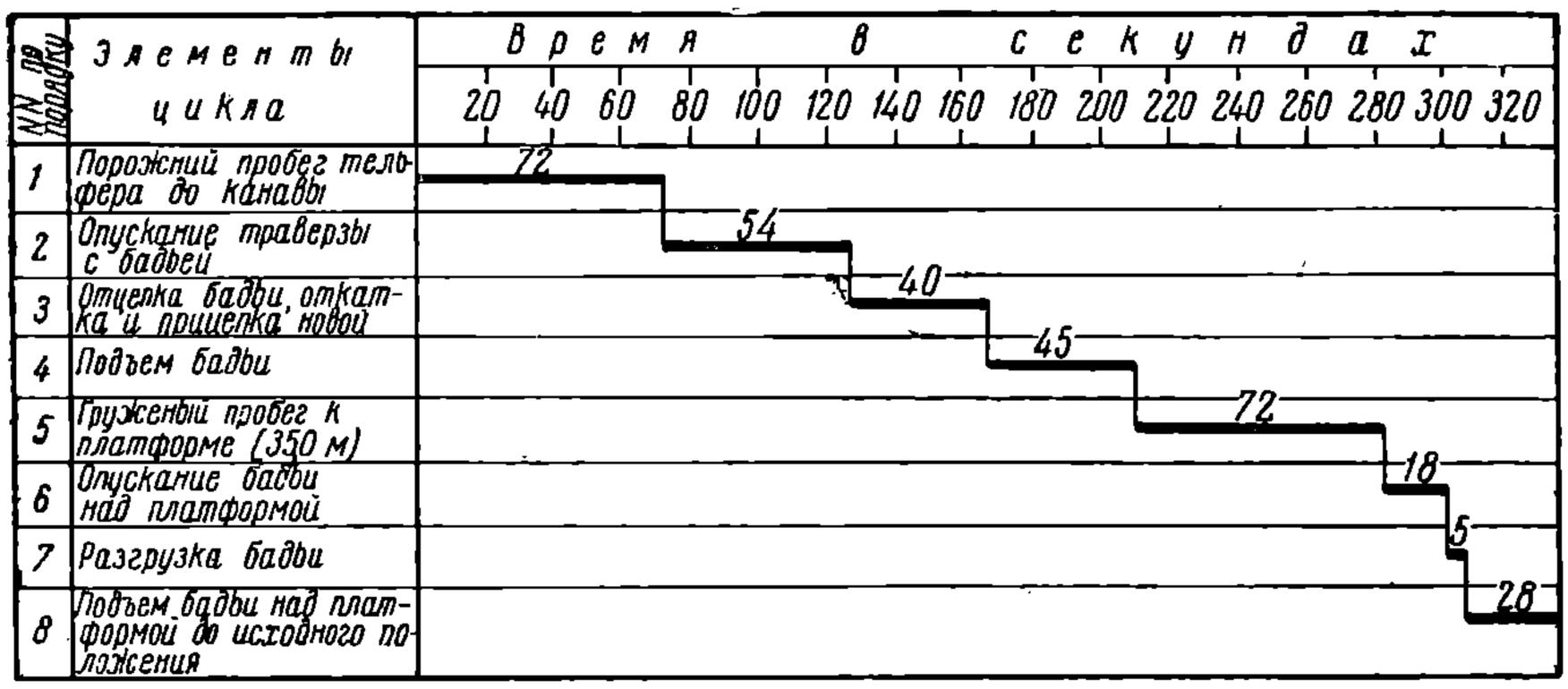
где $m = 4$ — число мест чистки;
1 440 — число минут в сутках;
$t_н = 28$ — время операций в минутах;
$\alpha = 1$ — коэфициент неравномерности движения;
$\varphi = 1$ — коэфициент неравномерности подхода паровозов.
Для мощных паровозов:

$$N_{мощ} = \frac{4 \cdot 1440}{34} = 169 \text{ паровозов}.$$

Время работы тельфера по уборке шлака и изгари в течение суток определится по формуле:

$$T_{раб.\ тельф} = \frac{m \cdot t_m}{60} \text{ час.},$$

где m — число бадей со шлаком и изгарью, подлежащих уборке в течение суток,
t_m — время одного цикла работы тельфера в минутах.



Фиг. 254

В) В Америке для уборки шлака и золы из паровозных топок широко распространены скиповые подъемники, которые представляют собой грузоподъемные приспособления для транспортирования кусковых и сыпучих материалов по вертикальному или наклонному направлениям в саморазгружающемся ковше, называемом скипом.

Для шлакоуборок применяются два типа скиповых подъемников:

1. Неуравновешенный скиповый подъемник, при котором подъемная машина поднимает как полный груз самого скипа, так и его содержимое.

2. Уравновешенный скиповый подъемник, при котором применяется противовес, уравновешивающий вес скипа и половину веса поднимаемого шлака и золы. Подъемная машина при подъеме и спуске преодолевает сопротивление половины веса груза плюс трение.

Основными частями каждого скипового подъемника являются: 1) опорная часть, представляющая собой стальную конструкцию с направляющими рельсами для движения скипа, 2) саморазгружающийся ковш, называемый скипом, 3) подъемный механизм и 4) механизм управления скипа.

Стальная конструкция состоит из трех главных частей: 1) нижней части, которая находится в специальном углублении канавы и служит для разгрузки скипа, 2) средней части, которая служит путем для скипа, и 3) верхней части,

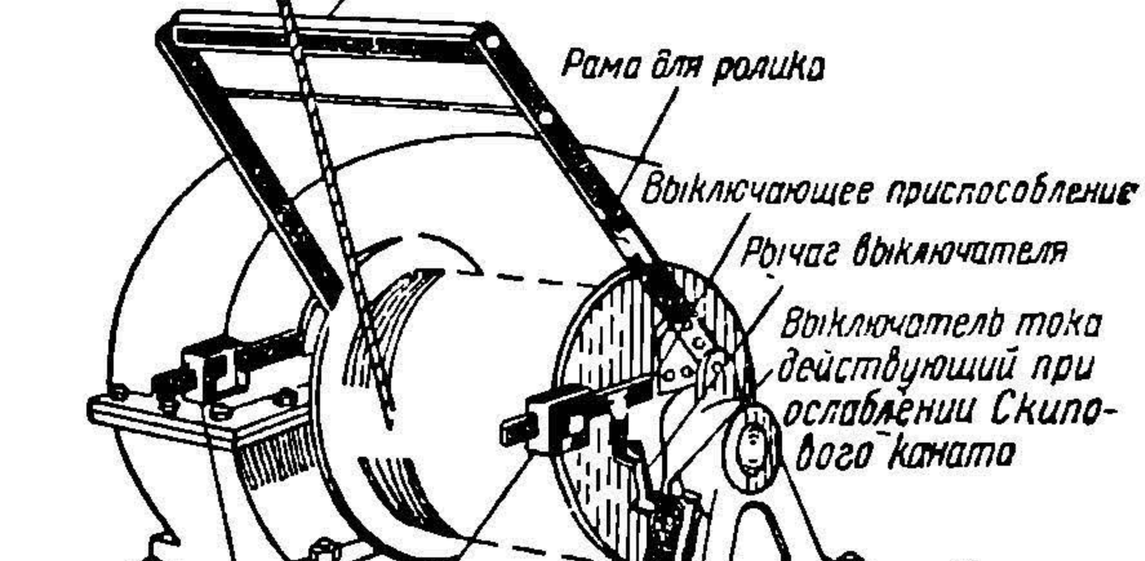
НБ УДУНТ (ДИТ)

служащей для разгрузки шлака в полувагоны. На стальной конструкции всегда располагается подъемный механизм. Месторасположение подъемного механизма различно.

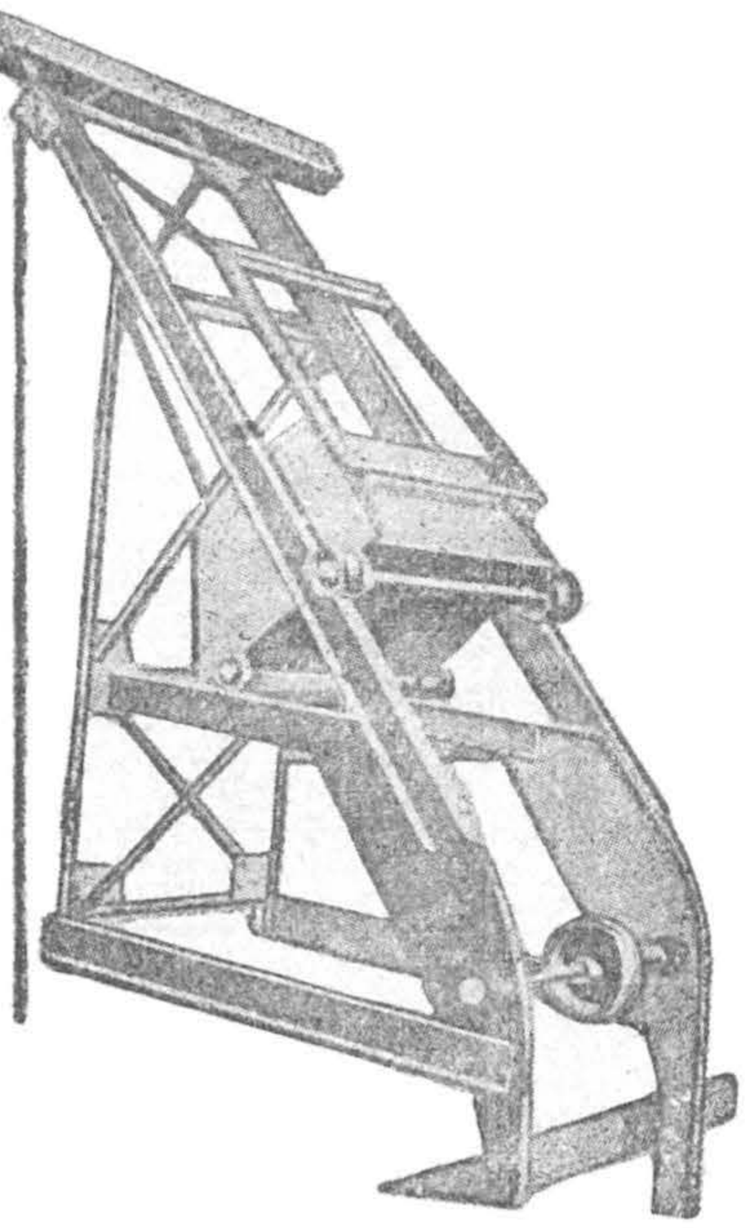
Устройство опорной части зависит от принятого расположения направляющих рельсов — вертикального или наклонного.

Опорная часть с направляющими рельсами является весьма металлоемкой частью скиповых подъемников, особенно уравновешенного типа, поэтому на проектирование ее надо обращать серьезное внимание. Опорная часть (стальная конструкция) получается наиболее легкой по весу при вертикальном расположении направляющих рельсов.

Скипы строятся двух видов: 1) опрокидывающийся скип — кемберлеевский тип (фиг. 255а) и 2) разгружающийся через дно или стенку — леплеевский тип.



Фиг. 255б



Фиг. 255а

Фиг. 255в

Опрокидывающийся скип — наиболее распространенный тип. Он выполняется в виде: 1) четырехугольного ящика, скошенного к передней стенке, 2) ящика с уширяющимися кверху двумя боковыми стенками — бокалообразный тип, 3) кузова вагонетки.

Леплеевский тип скипа с откидным дном, показанный на фиг. 256, встречается редко.

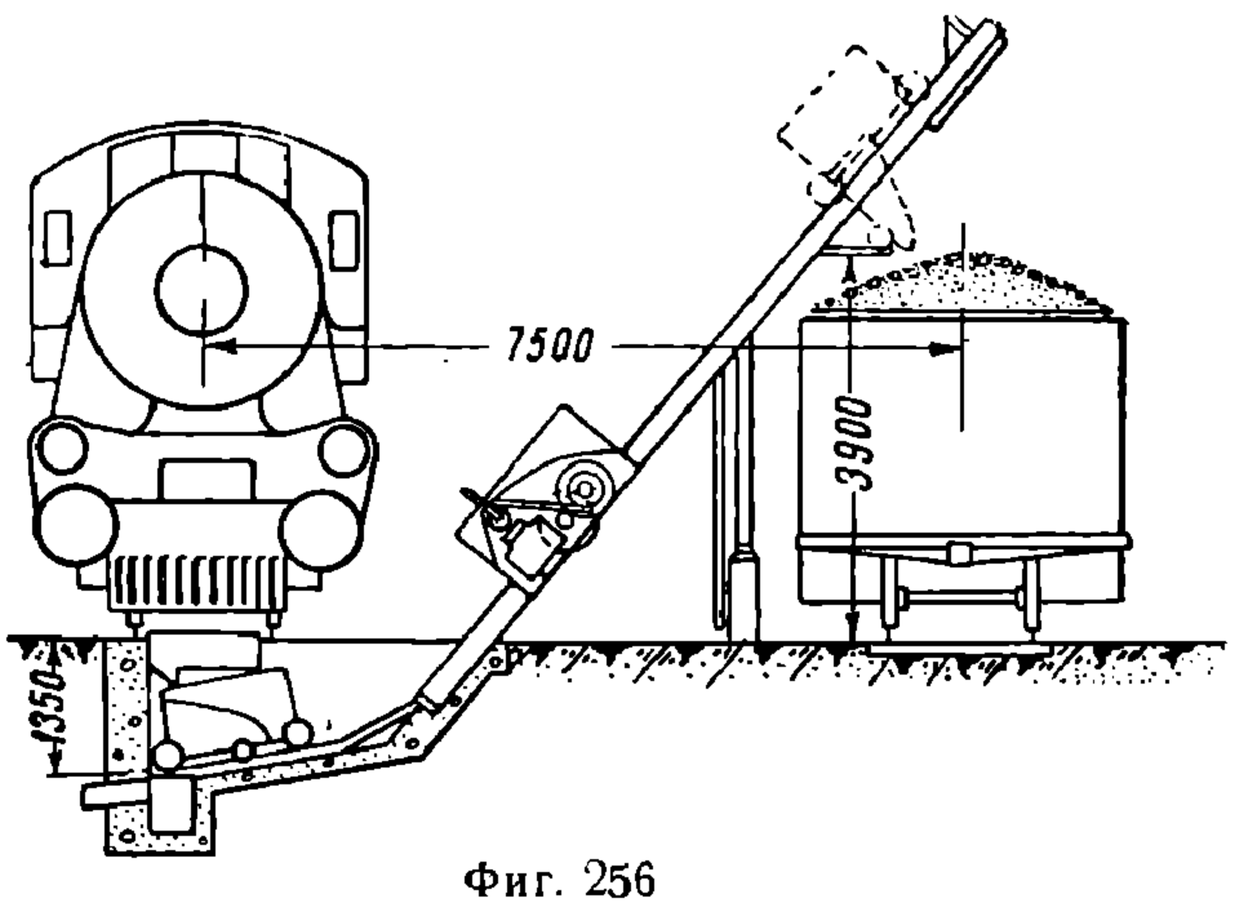
Для передвижения по рельсовому пути скип имеет ролики, расположение и число которых зависят от типа скипа и расположения рельсового пути (наклонное или вертикальное). Каждый скип имеет раму, к поперечине которой укрепляется канат. Рама выполняется из швеллерно-прокатной стали. Ребра рамы при опрокидывающемся скипе соединены внизу стальным валом, на котором вращается скип, а при леплеевском типе скипа рама прочно соединена с корпусом скипа.

НБ УГХТ (ДШТ)

Емкость скипа для шлакоуборок должна выбираться из расчета, чтобы весь шлак и золу с одного очищаемого паровоза можно было бы поднять за один раз, чему соответствует емкость скипа от 1 до 1,5 *м*³ полезного объема. Исходными габаритными размерами для скипа являются ширина *а* и глубина *б* (фиг. 255б). Высота передней *в* и задней *г* стенок и ширина колен *к* являются производными от ширины и глубины скипа. По данным американской практики с целью создания условий, гарантирующих быстрое высыпание материала широким потоком, соотношения между шириной скипа и остальными размерами берутся равными:

$$a \quad б = 1{,}1 \div 1{,}3;\ a \quad г = 0{,}6 \div 0{,}7 \text{ и } \alpha = 50° — 55°$$

Ширина колеи *к* выбирается по конструктивным соображениям в зависимости от ширины скипа *а*. Стенки и дно скипа по данным американской практики изготовляются из стальных листов толщиной от 6,4 до 7,9 *мм* с целью предохранения скипа от быстрого износа. Рама скипа должна быть достаточно тяжелой, чтобы ее вес способствовал достаточно легкому спуску скипа с разгрузочной кривой (с зоны разгрузки рельсового пути). При выборе ширины *а* необходимо учесть, чтобы ширина скипа была больше ширины загрузочного лотка на 300—400 *мм*.



Фиг. 256

Скорость движения шлакоуборочных скипов обычно бывает от 0,3 до 0,4 *м/сек* и реже от 0,6 до 0,75 *м/сек*, что при малых высотах подъема с общим протяжением рельсового пути в 10 — 15 *м* в скиповых подъемниках для уборки шлака
позволяет в худшем случае произвести все операции в 2,0—3,0 мин. Американской практикой установлено, что в зонах разгрузки и загрузки не следует повышать скорость движения скипа выше 0,6—0,8 *м/сек*.

При больших скоростях сильно увеличивается износ скипов, что вызывает частые ремонты и значительную потерю времени. Делать же приспособления для замедления скорости в этих зонах при незначительном протяжении общего пути нецелесообразно.

В качестве подъемных механизмов в скиповых подъемниках в Америке применяются специальные лебедки, к которым применяются весьма жесткие требования: лебедка должна быть надежной в работе, прочной и жесткой конструкции, иметь высокий к. п. д., быть легко доступной для осмотра, простой и дешевой в изготовлении и иметь небольшое количество деталей. Обычно для скиповых подъемников шлакоуборочного устройства применяются лебедки барабанного типа. Диаметр барабана и блоков следует брать возможно больше для увеличения срока службы канатов. Канаты желательно брать из оцинкованной проволоки как более стойкой против коррозии, потому что работа всех скиповых подъемников шлакоуборочных устройств происходит на открытом воздухе [1].

Обычно в качестве двигателя для подъемников применяются электромоторы. Мощность мотора для скипов неуравновешенного типа определяется по формуле:

$$N_{неур} = \frac{(P_{гр} + P_{ск})\,V}{102 \cdot \eta_{неур}} \text{ квт},$$

где $P_{гр}$ — вес груза в килограммах;
$P_{ск}$ — вес скипа в килограммах;

[1] Более подробные сведения о подъемных лебедках для скиповых подъемников см. в книге Моисеева и Прозорова «Скиповые подъемники фабрично-заводского типа».

НБУДУНТ (ДИТ)

V — постоянная скорость движения скипов в *м/сек*;
$\eta_{неур}$ — к. п. д. всей установки, равный:

$$\eta_{неур} = \eta_{леб} \cdot \eta_{бл} \cdot \eta_{ск},$$

где $\eta_{леб}$ — к. п. д. лебедки;
$\eta_{бл}$ — коэфициент, учитывающий потерю на трение в отводных и передаточных блоках;
$\eta_{ск}$ — коэфициент, учитывающий потерю на трение в роликах скипа.

Для скипов уравновешенного типа с противовесом:

$$N_{ур} = \frac{P_{гр} \cdot V}{2 \cdot 102 \cdot \eta_{ур}},$$

где $\eta_{ур}$ — к. п. д. всей установки.

В Америке встречается применение и других видов двигателей для скиповых подъемников шлакоуборок с использованием энергии сжатого воздуха или пара очищаемого паровоза.

Управление скиповыми подъемниками шлакоуборочных устройств осуществляется ручное или автоматическое. При ручном или неавтоматическом управлении прямой и обратный ход скипа производится реверсированием мотора каждый раз при помощи пускового аппарата (рубильника, контроллера, кнопочного аппарата и др.). Остановка скипа в крайних положениях всегда автоматическая. При полуавтоматическом управлении прямой ход скипа производится с помощью нажатия кнопки каждый раз после загрузки скипа. Обратный ход после его разгрузки и остановки происходит автоматически. Автоматическая остановка в крайних положениях скипа достигается применением предельных электрических или шпиндельных выключателей. При разгрузке скипа для того, чтобы из него успел высыпаться весь шлак, делают некоторый интервал (от 5 до 15 сек.) между выключением подъемного механизма с прямого хода и включением на обратный. Это осуществляется применением реле времени, представляющим собой небольшой электромагнит с замедляющим механизмом, который замыкает или размыкает контакт электромагнита через наперед установленное время. При выдержке в 10—15 сек. обычно применяется в качестве замедлителей воздушный или масленый катаракт-цилиндр с регулируемым клапаном и хорошо притертым поршеньком; при меньших выдержках — термическое реле. Чтобы предотвратить разматывание каната в тех случаях, когда скип заест в направляющих или скип опустится на дно приямка по какой-либо причине, лебедки оборудуются автоматическими выключателями, действующими при ослаблении каната и не позволяющими пустить лебедку снова, пока не будет устранена причина, вызвавшая остановку. На фиг. 255в изображен общий вид такого выключателя. Максимальная часовая производительность скипа может быть определена по формуле:

$$Q_{час} = \frac{3\,600 \cdot P_{гр} \cdot \beta}{\frac{2l}{V} + t_0 + t_{чист}}$$

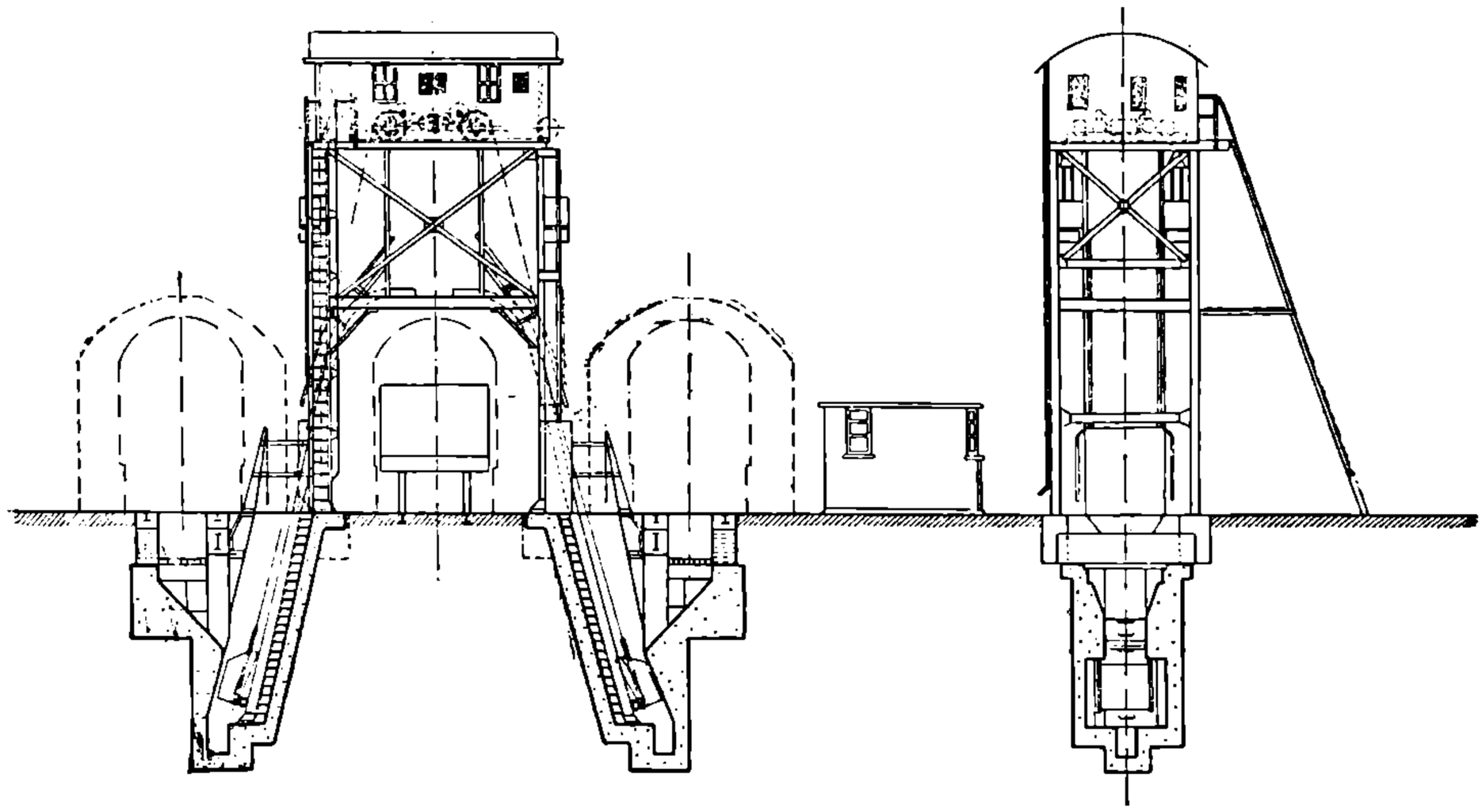
где $P_{гр}$ — грузоподъемность скипа в тоннах;
β — коэфициент заполнения скипа;
l — путь скипа в метрах;
V — установившаяся скорость движения скипа в *м/сек*;
t_0 — средняя потеря времени на запуск и остановку в секундах;
$t_{чист}$ — время чистки одного паровоза в секундах.

На фиг. 256 представлена скиповая шлакоуборка, применяемая на американских железных дорогах при скиповом подъемнике неуравновешенного типа. Для подъема груза может быть использована энергия сжатого воздуха или пара паровоза. Сжатый воздух или пар подается при этом при помощи шланга. Подъемный механизм может быть приспособлен и для работы от электромотора.

Загрузочная часть рельсового пути скипа, уложенная на бетонном дне приямка, имеет незначительный уклон, причем глубина приямка для скипа полу-

НБУВ УНТ (ДПТ)

чается в 1,75 *м* — незначительно больше обычной глубины кочегарной канавы. Опорная часть представляет стальную наклонную плоскость с уложенными на ней двумя нитками рельсов. Опорами наклонной плоскости служат бетонное дно приямка и колонна. У скипа леплеевского типа с откидным дном для передвижения имеются шесть роликов; оси крайних двух пар роликов прикреплены к передней и задней стенкам скипа; эти ролики установлены на направляющих рельсах. Оси средней пары прикреплены к передней части откидного дна скипа; они движутся по наклонной плоскости между направляющими рельсами. Осью вращения откидного дна служит задняя роликовая ось. Металлическая стальная полоса между рельсовым путем, по которой катятся ролики дна скипа (средняя пара), в зоне разгрузки имеет горизонтальное положение. Рельсовый путь, по которому катятся крайние пары роликов, имеет тот же наклон, что и в средней части. Благодаря такому устройству опорной части скипа дно скипа в зоне разгрузки поворачивается на 90° и, образуя наклон к горизонту в 45°, служит в качестве сбрасывающего фартука, вследствие чего шлак и зола свободно высыпаются из скипа. Скип укреплен к концу каната диаметром 13 *мм*, протянутого через блок, находящийся на верхней точке наклонной пло-



Фиг. 257

скости, к барабану подъемного механизма. Управление скипом ручное, но с автоматической остановкой в рабочих положениях. Достоинствами такой установки являются: простота и компактность, сравнительная дешевизна, возможность использования существующих кочегарных канав в СССР при ручной шлакоуборке. К недостаткам следует отнести: строго фиксированное место чистки паровоза на канаве, открытое расположение подъемного механизма и возможность коробления скипа при нагреве от горячего шлака, что создает ненадежность работы откидного дна.

На фиг. 257 показана скиповая шлакоуборка в депо Дерби (Англия). Шлакоуборка рассчитана на одновременную чистку двух паровозов. Кочегарные канавы расположены на двух параллельных путях, между которыми проходит шлакоуборочный путь. Расстояние между осями путей нормальное. У короткой бетонной кочегарной канавы с покатым дном под углом к горизонту в 45° установлен скиповый подъемник уравновешенного типа. Скип опрокидывающегося вида емкостью 0,9—1,0 *т* шлака и золы представляет собой ящик с несколько уширяющимися кверху боковыми стенками, передвигающийся на колесах-роликах по направляющим рельсам. Каждая пара роликов имеет самостоятельный путь.

Загрузочная часть рельсового пути расположена в наклонной бетонной шахте глубиной 4,6 *м*, в которую с обратной стороны рельсового пути выходит

НБ УДУНТ (ДИТ)

покатое дно кочегарной канавы на глубине 2,9 *м*. Когда скип устанавливается в нижнее рабочее положение, шлак, выгребаемый из паровозного зольник в кочегарную канаву, по круто покатому дну последней ссыпается в скип.

В зоне разгрузки рельсы для верхней пары колес скипа расположены горизонтально, а рельсы для нижней пары колес расположены под углом 45° к горизонту. Благодаря такому расположению направляющих рельсов в зоне разгрузки скип опрокидывается и разгружается. Рама для скипа сделана из швеллеров, соединенных внизу стальным валом, на котором вращается скип. К поперечине рамы прикреплен тяговый канат.

Охлаждается шлак водой из трубки, подведенной сверху шахты. Подъемные лебедки с электромоторами мощностью 3 *л. с.* расположены на закрытой площадке (в будке), перекинутой через шлакоуборочный путь. Опоры будки служат одновременно и опорами для средней и разгрузочных частей направляющего пути. Противовесы по весу сделаны равными весу пустого скипа плюс половина веса транспортируемого шлака и золы. Противовесы сплошного типа, снабженные направляющими лапами, движутся по вертикально расположенным направляющим из полосовой стали вдоль двух опорных колонн.

Фиг. 258

Управление скипом полуавтоматическое. Пуск двигателя производится с помощью нажатия пускового рычага, расположенного в находящейся рядом кабине управления.

На фиг. 258 показан общий вид установки в депо Дерби.

Достоинствами такой шлакоуборки являются: компактность установки, простота и надежность обслуживания, возможность использования имеющихся в СССР кочегарных канав при ручной очистке шлака, возможность использования при пневматической пескоподаче металлической конструкции, изготовленной для установки пескораздаточных бункеров, и незначительный расход энергии на уборку шлака.

К недостаткам следует отнести: наличие глубокой шахты для загрузочной части пути, возможность заливания ее водой и замерзания последней зимой, неудобство удаления шлака, свалившегося в шахту.

Пропускная способность скиповых шлакоуборок с одним скипом в сутки 35—45 паровозов, с двумя скипами — 70—90 паровозов. На большую пропускную способность в Америке имеются в эксплуатации шлакоуборочные устройства с обслуживанием одним скиповым подъемником двух-трех и даже четырех путей.

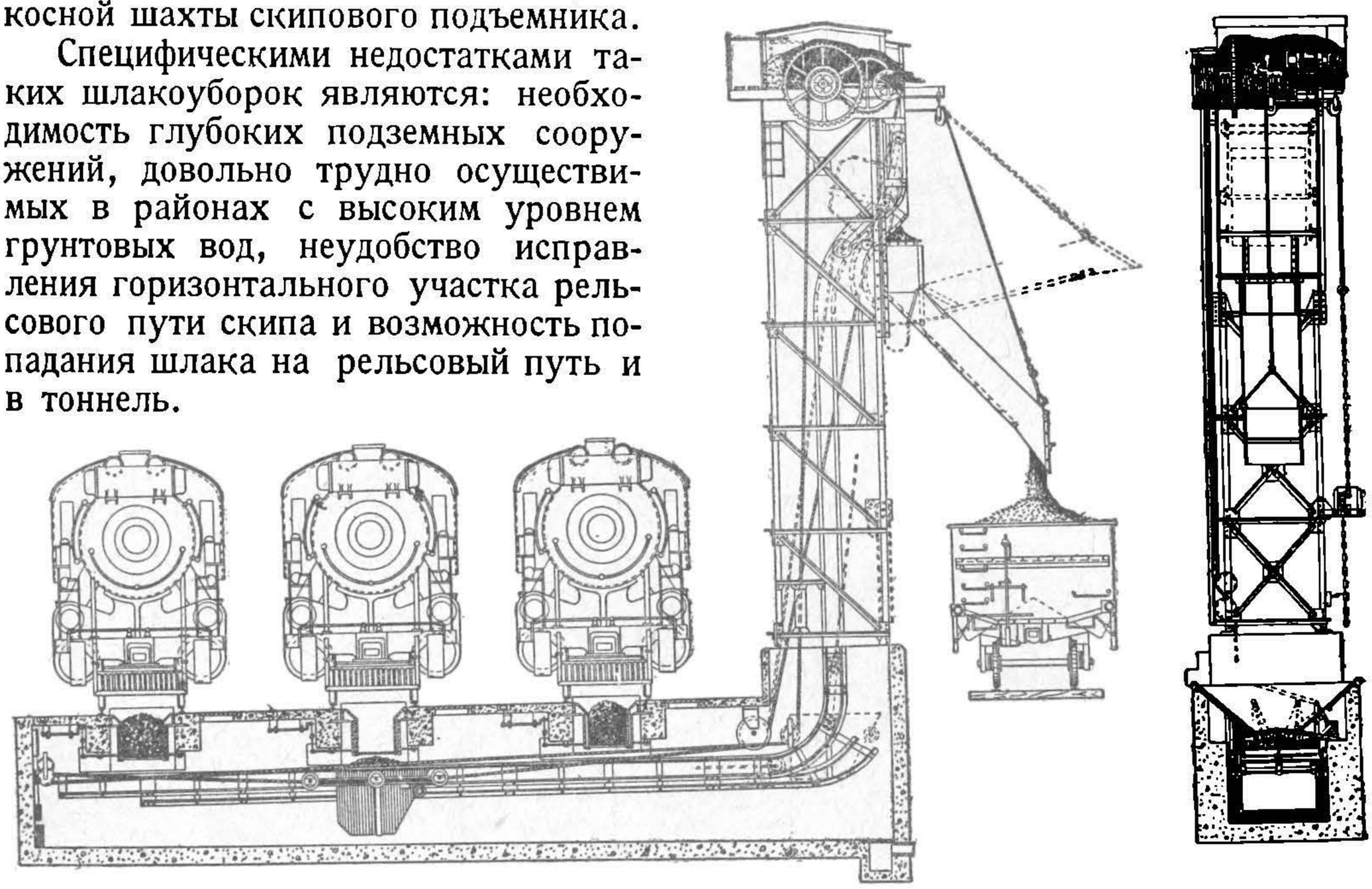
На фиг. 259 показан продольный разрез горизонтально вертикального скипового подъемника неуравновешенного типа с опрокидывающимся скипом емкостью 2,26 $м^3$ для обслуживания трех канав, с расстоянием между осями экипировочных путей 4,26 *м* и между крайним экипировочным и шлакоуборочным от 6,6 до 8 *м* (скиповый подъемник установлен фирмой «Роберт, Шерц и К°»). Шлак и зола из зольников паровозов выгребаются в чугунные бункеры, установленные в кочегарных канавах. Выпускные отверстия бункеров выходят в тоннель, проходящий в поперечном направлении под всеми тремя кочегарными канавами. В тоннеле уложен рельсовый путь, по которому движется скип.

Выгруженные в бункеры горячая зола и шлак заливаются водой, после чего разгружаются в скип. Открытие затвора бункера производится рычагом с площадки, причем затвор можно открыть только тогда, когда скип находится точно

НБ УГЛТУ (ДГТ)

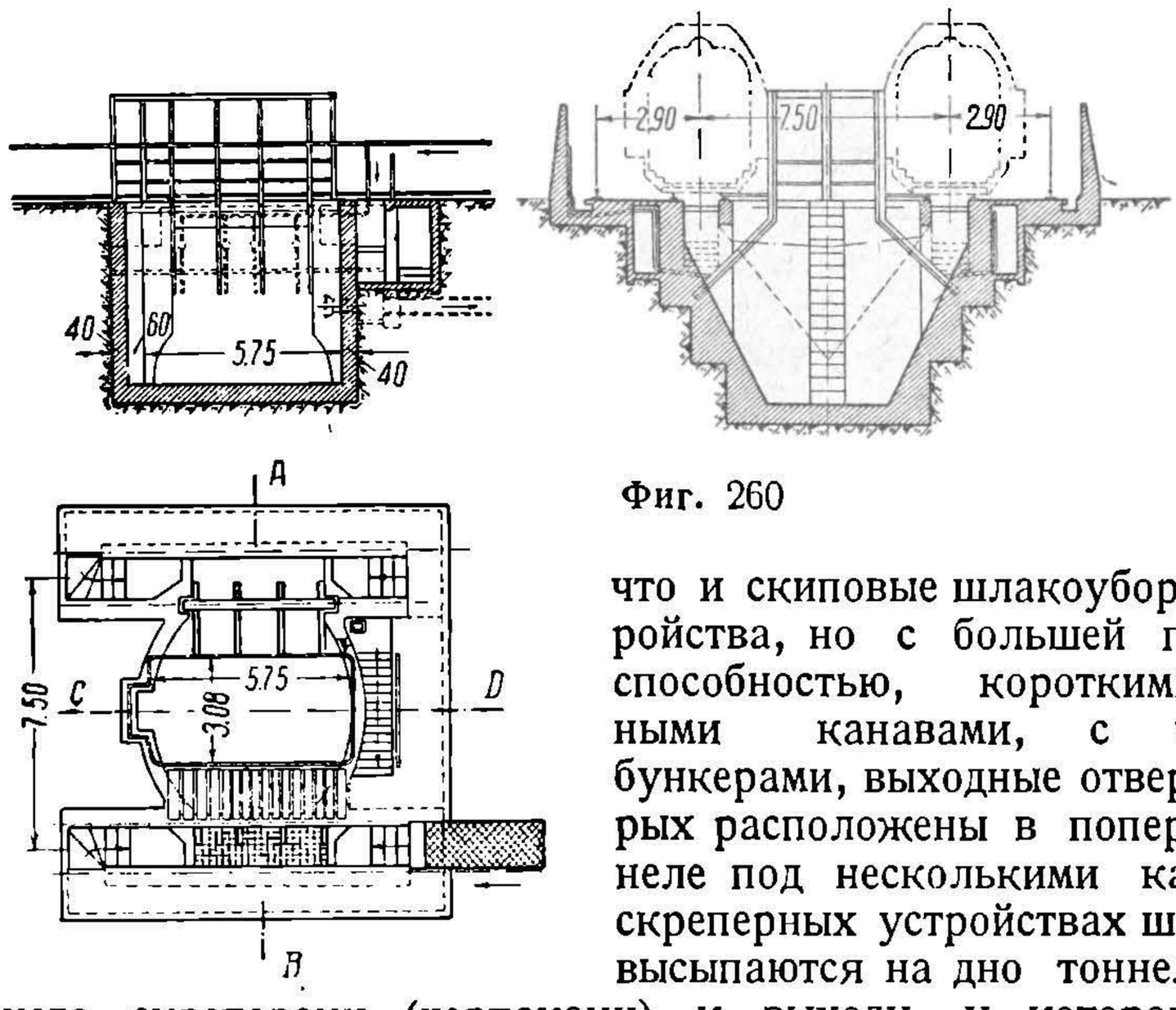
под бункером канавы. Наполненный шлаком и золой скип проходит горизонтальную и вертикальную часть пути и опрокидывается, разгружаясь в приемную воронку, откуда через поворотный спуск грузится в вагон. Подъемная машина специальной конструкции установлена наверху вертикальной раскосной шахты скипового подъемника.

Специфическими недостатками таких шлакоуборок являются: необходимость глубоких подземных сооружений, довольно трудно осуществимых в районах с высоким уровнем грунтовых вод, неудобство исправления горизонтального участка рельсового пути скипа и возможность попадания шлака на рельсовый путь и в тоннель.



Фиг. 259

Кроме скиповых шлакоуборок большой производительности в Америке применяются скреперные шлакоуборки, осуществленные по тому же принципу,



Фиг. 260

что и скиповые шлакоуборочные устройства, но с большей пропускной способностью, короткими кочегарными канавами, с чугунными бункерами, выходные отверстия которых расположены в поперечном тоннеле под несколькими канавами. В скреперных устройствах шлак и зола высыпаются на дно тоннеля и выгребаются из него скреперами (черпаками) к выходу, у которого устанавливается опрокидывающийся скип, который поднимается и высыпает шлак в специальные вагоны. Имеется разновидность таких шлакоуборок, где скреперы заменены транспортерами.

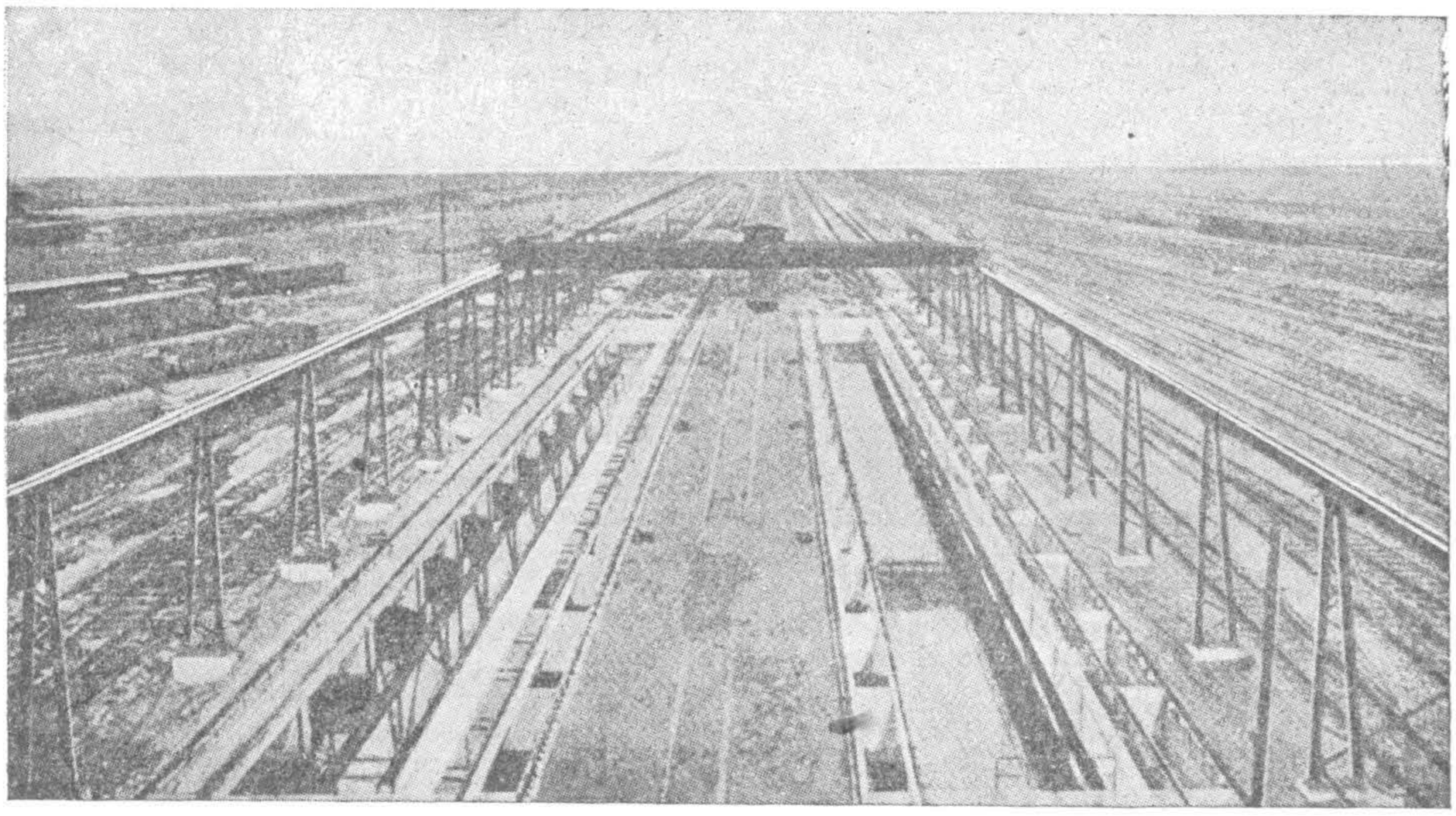
НБ УГХТ (ДШТ)

Крановые шлакоуборочные устройства широко распространены в Германии и США.

В Германии крановые шлакоуборки устраиваются с короткими кочегарными канавами и строго фиксированным местом очистки, в Америке—обычно с длинными кочегарными канавами и с не строго фиксированным местом очистки.

На фиг. 260 представлено шлакоуборочное устройство в депо Коттбус (Германия). На двух параллельных экипировочных путях с расстоянием между осями 7,5 *м* устроены кочегарные канавы длиной 9,8 *м*. Середина каждой канавы на длине приблизительно 4 *м* имеет только одну стенку на стороне наружных рельсов экипировочных путей и круто наклонное дно, которое является боковой стенкой шлаковой ямы, расположенной на междупутьи и наполненной водой. Внутренние рельсы экипировочных путей над серединой канавы уложены на съемной железобетонной балке.

Выгребание шлака и золы из поддувала производится рабочим с площадок, меющихся на каждом конце канавы. Вход в канавы расположен на междупутьи



Фиг. 261

экипировочных путей, откуда по тоннелям, расположенным вдоль кочегарных канав, можно пройти в любой конец кочегарной канавы. Площадки ограждены железобетонным барьером от середины канавы, а середина канавы закрыта решеткой из железных прутьев с квадратными отверстиями 300 × 300 *мм*.

Шлаковая яма по бокам имеет настил и середина ее ограждена барьером.

Для того чтобы выгруженный шлак из зольников паровозов не располагался под углом откоса, как указано на фиг. 260 пунктиром, в шлаковую яму по трубкам периодически подводится сжатый воздух (или вода под напором), благодаря чему происходит бурление воды и шлака, а после вдувания воздуха — равномернное осаждение шлака на дно ямы.

Таким образом шлаковая яма может быть наполнена до уровня, как указано линией — — — (пунктир).

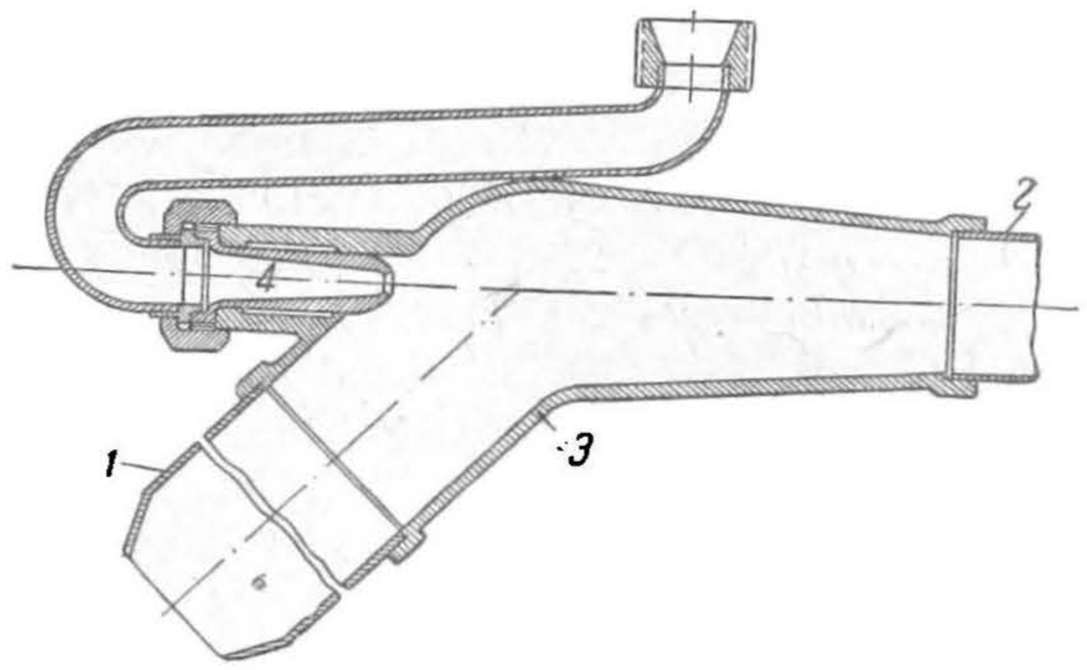
Уборка шлака производится грейферным краном через огражденное барьерами отверстие размером 3,08 × 5,75 *м*. Дно шлаковой ямы уложено старыми рельсами для того, чтобы оно не повреждалось грейферным ковшом.

На фиг. 261 показана крановая шлакоуборка в депо Коммунипоу Нью-Джерси Центральной ж. д. (Америка). В этом шлакоуборочном устройстве кочегарные канавы длиной до 150 *м* размещены на четырех путях. Каждая пара кочегарных канав имеет общую глубокую шлаковую яму, расположенную на междупутьи. Внутренние рельсы экипировочных путей каждой пары кочегарных канав укрепляются на балках и мощных колоннах. Шлак напором водяной

НБ УИИТ (ДИТ)

струи вымывается из поддувала паровоза. Вымытый шлак по круто откосному дну кочегарной канавы сдвигается своим весом и потоком воды к средней части шлаковой ямы, имеющей наибольшую глубину, откуда мостовым краном с грейфером грузится в шлакоуборочные вагоны.

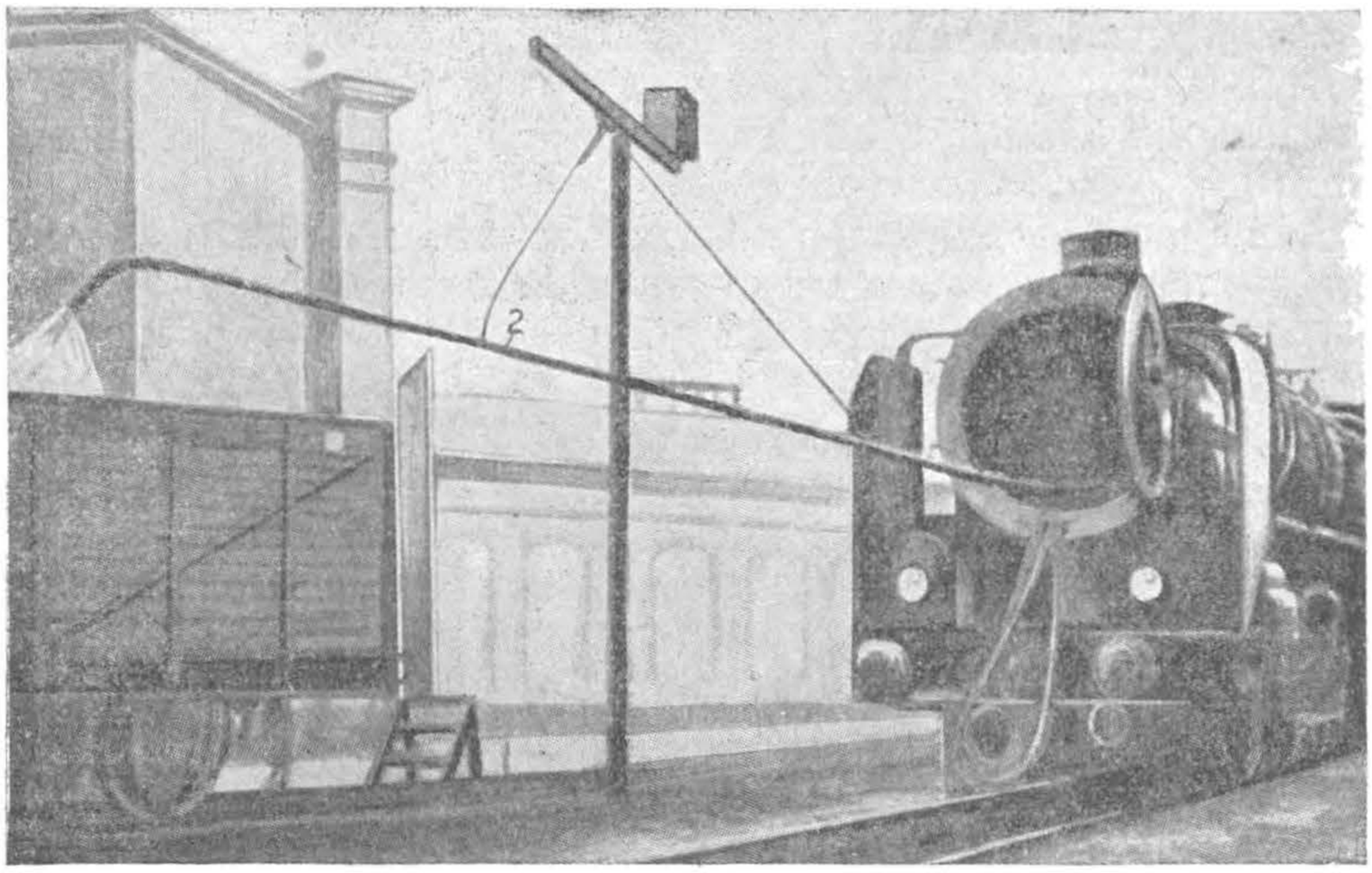
Чтобы предотвратить попадание в яму обслуживающего персонала, средняя часть шлаковой ямы ограждается барьером и края — решетками.



Фиг. 262

Достоинствами таких шлакоуборочных устройств являются: 1) простота конструкции устройства, 2) возможность бесперебойной работы устройства при временных авариях крана благодаря большому объему шлаковых ям и 3) большая пропускная способность крановых шлакоуборок с длинными кочегарными канавами (американский тип).

К существенным недостаткам крановых шлакоуборочных устройств следует отнести: 1) неполное обеспечение от возможности попадания в шлаковые ямы обслуживающего персонала, 2) большой объем земляных работ, 3) большая первоначальная стоимость (особенно описанной шлакоуборки с мостовым краном) и 4) возможность при низкой температуре замерзания воды в шлаковой яме, что дает возможность с успехом применять такой тип шлакоуборок только в местах с сравнительно теплым климатом.



Фиг. 263

Уборка изгари

Изгарь из дымовых коробок паровозов в наших депо до сих пор выгребается ручным способом и в большинстве депо сваливается около пути или в кочегарную канаву, а потом опять ручным способом загружается в вагоны. Только в депо, имеющих тельферную шлакоуборку, предусмотрена механизация уборки изгари, но очистка дымовой коробки попрежнему производится ручным способом.

В Германии для очистки дымовой коробки применяется всасывающий аппарат (фиг. 262), работающий по принципу эжектора. При применении этого аппарата полностью механизируются очистка дымовых коробок и уборка изгари. Всасывающий аппарат для очистки и уборки изгари состоит из короткой всасываю-

НБУВ ЦНТ (ДПТ)

щей трубки *1* и длинной напорной трубы *2*, соединенных между собой изогнутым коленом *3*. В соединительное колено *3* вставлено нагнетательное сопло *4*, ось которого должна точно совпадать с осью нагнетательной трубы.

Прибор располагается на вращающемся брусе, укрепленном на вертикальной стойке, или на простой портальной балке, расположенной выше паровоза, с движущимся роликом по брусу или балке, на котором укрепляется цепное подвешивание прибора.

Отсасывание изгари из дымовой коробки происходит следующим образом (фиг. 263): всасывающая труба *1* вставляется в изгарь; к нагнетательному соплу из паровозного котла по шлангу подводится пар давлением примерно 5 *ат*. Благодаря всасывающему действию парового сопла изгарь всасывается по трубе *1* и по напорной трубе *2* транспортируется в вагон или специально построенный бункер. Во время работы прибора изгарь должна подгребаться скребком к всасывающей трубе. Отсасывание всей изгари из дымовой коробки продолжается 3—5 мин. Прибор отсасывает как сухую, так и влажную изгарь.

Расход пара на работу прибора незначителен.

Такой способ удаления изгари из дымовой коробки сберегает здоровье обслуживающего персонала при очистке и кроме того, как и при тельферной уборке изгари, дает возможность собрать чистую изгарь, имеющую теплотворную способность от 2 000 до 4 000 *кал/кг*, и использовать ее как топливо в теплосиловых установках депо или на маневровых паровозах.

§ 52. Совмещенная экипировка

Стремление снизить простои паровозов под экипировочными операциями заставило перейти от последовательного и раздельного производства всех экипировочных операций, вызывающего излишнюю потерю времени на передвижение паровоза, к совмещению (объединению) отдельных экипировочных операций на двух-трех специализированных, рядом расположенных местах с параллельным выполнением независимых друг от друга экипировочных операций.

Принципы и порядок последовательности совмещения экипировочных операций определяют число и характер специализированных мест.

В настоящее время на железных дорогах СССР имеются построенные и намечаются к строительству совмещенные экипировочные установки, которые выполняют работы по набору паровозами воды, песка, чистке топок и дымовых коробок, уборке шлака и изгари и приготовлению песка для паровозов. Эти совмещенные экипировочные установки представляют собой тельферную шлакоуборку с двумя экипировочными путями, имеющими по две параллельно расположенных кочегарных канавы, с установленными на междупутьи экипировочных путей четырьмя гидроколонками и двумя раздаточными бункерами сухого песка, по две гидроколонки и одному раздаточному бункеру у каждой пары кочегарных канав. Пескоподача пневматическая и расположена в одном здании с пескосушильными печами, рядом с шлакоуборочной установкой у обгонного пути.

Вблизи от данной установки рекомендуется располагать склад смазочных и обтирочных материалов, что позволит производить получение смазочных и обтирочных материалов за время простоя паровоза под очисткой топки [1].

Все элементы экипировочных операций на совмещенной установке с длиной кочегарных канав 18,5 *м* производятся на двух фиксированных с точностью до 1 *м* местах постановки паровоза. При первой постановке паровоза при движении его тендером вперед производятся чистка топки (зольника) и набор воды и при второй — чистка передней топки и набор песка.

Работа установки возможна при любом поступлении паровозов (трубой или тендером вперед), при этом изменяется лишь порядок постановок на фиксированные места.

---

[1] Транстехпроектом НКПС по заданию Центрального управления паровозного хозяйства разработан проект совмещенной экипировки. Такая установка построена как опытная; в данное время ведется наблюдение над работой этой установки.

НБ УИИНТ (ДИТ)

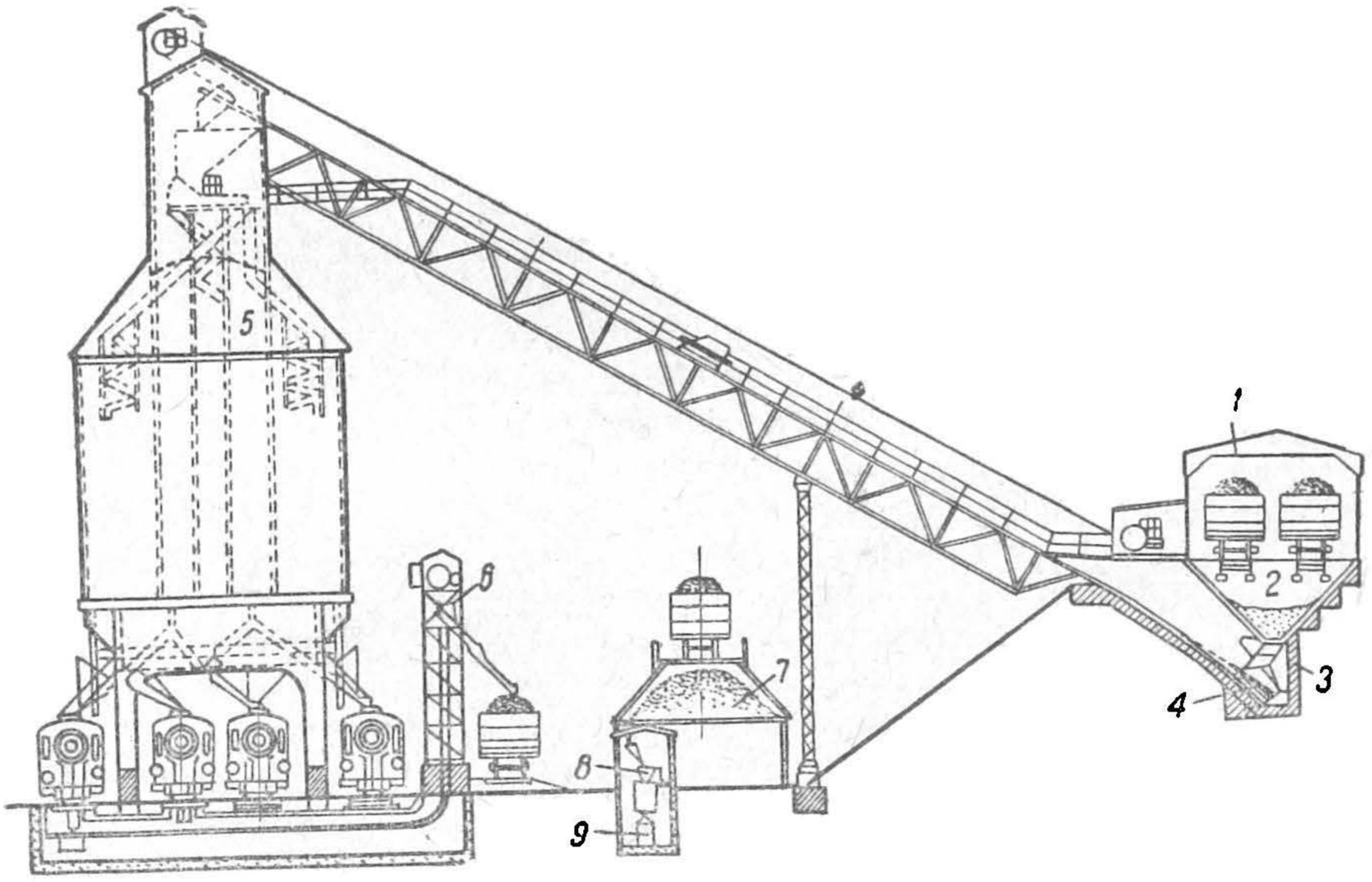
Как видно, совмещенная установка не предусматривает полного совмещения экипировочных операций, но здесь произведено совмещение независимых операций, как-то: набор воды, песка, смазочных и обтирочных материалов, с обязательно последовательными операциями — чистка топки и дымовой коробки. Время простоя паровоза под экипировочными операциями (набор воды, песка,

№№ по пор.	Наименование операции	Время в минутах	
		Последовательное производство экипировочных операций	Совмещенное производство экипировочных операций
1	Чистка зольника	18–20	18–20
2	Чистка передней топки	4–6	4–6
3	Набор воды	8–10	8–10
4	Набор смазки	5–8	5–8
5	Набор песка	3–5	3–5
	Итого	38–48 мин.	23–27 мин

Примечание: К итогу следует приплюсовать время на перестановку паровоза при последовательном прохождении экипировочных операций.

Фиг. 264

чистка топки и дымовой коробки и получение обтирочных и смазочных материалов) определяется временем производства последовательных операций (см. график простоя под экипировкой фиг. 264), т. е. чисткой топки и дымовой коробки, которые ни при каких условиях нельзя производить параллельно из



Фиг. 265

соображений сохранности паровозного котла. Увеличение потери времени из-за производства экипировочных операций на двух позициях незначительно, потому что путь перемещения с одной позиции на другую равен 10 *м* для паровозов ФД и ИС и 6—8 *м* для паровозов остальных серий. Потеря времени на перемещение паровоза приблизительно равна 0,5÷1 мин.

На фиг. 265 показана совмещенная экипировочная установка американских железных дорог, выполняющая работу по разгрузке из вагонов поступающего

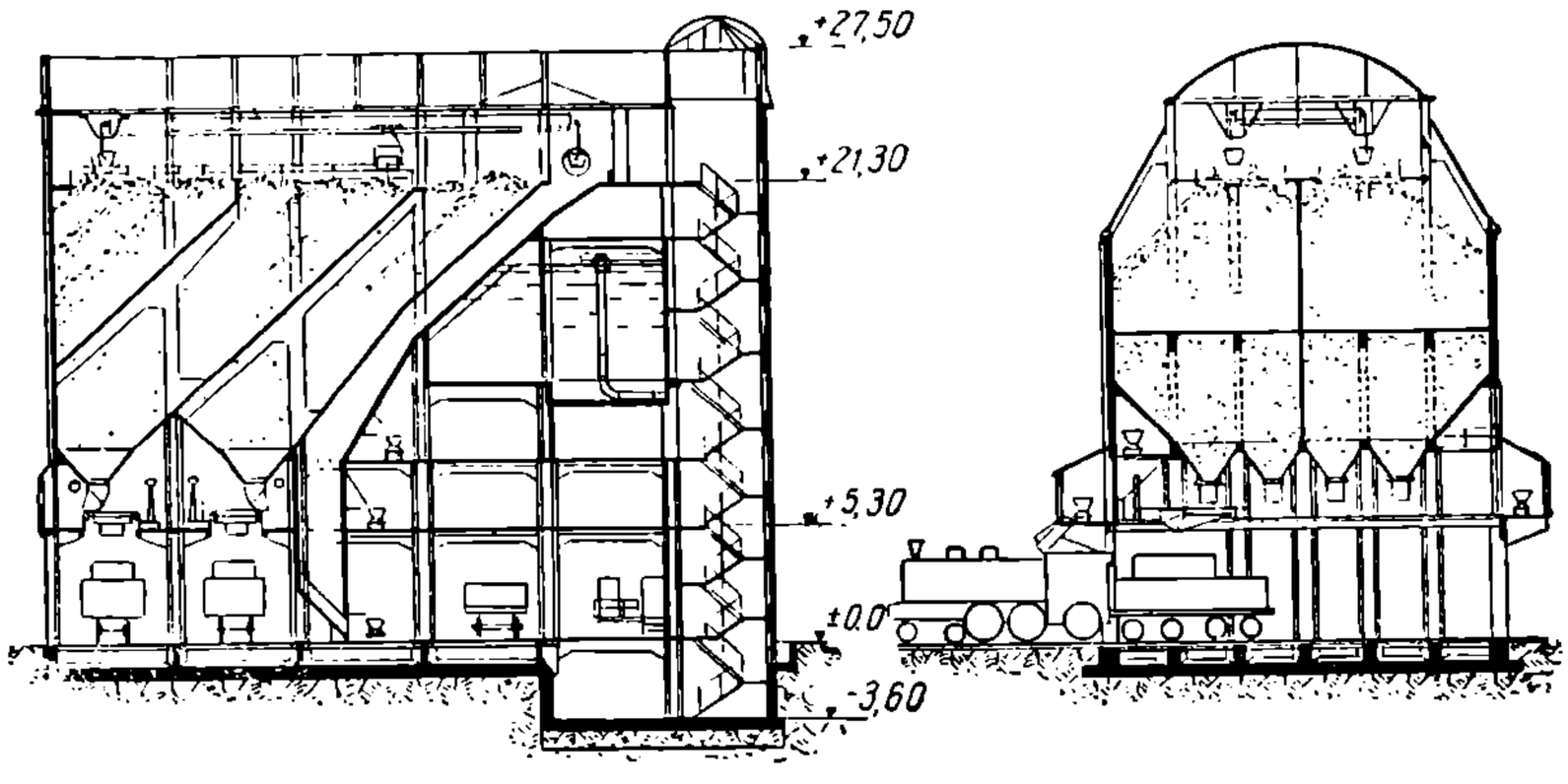
НБУДУНТ (ДІІТ)

угля и подаче его на паровозы, приготовлению и подаче песка, очистке и уборке шлака.

Эта совмещенная экипировочная установка представляет собой рядом расположенные угольную станцию с вместимостью бункеров 2 000 *т*, пневматическую пескоподачу с паровой сушилкой и складом сырого песка и шлакоуборку с горизонтально вертикальным скиповым подъемником, обслуживающим четыре параллельно расположенных канавы.

Вагоны, прибывающие с углем, поступают в крытое помещение *1*, где уголь высыпается в яму *2*, откуда скиповым подъемником с двумя ковшами *4* производительностью 125 *т/час* подается в верхнюю приемную часть угольной станции *5*, где сортируется и распределяется по отдельным бункерам.

Для разгрузки сырого песка устроена эстакада, под которой расположен для сырого песка сарай *7* и под сараем — паровая сушилка *8*, в которую сырой песок поступает через отверстие в полу сарая. Высушенный и просеянный песок поступает в резервуар *9*, откуда сжатым воздухом подается в раздаточный бун-



Фиг. 266

кер, расположенный на угольной станции. Работа шлакоуборки *6* описана выше.

Снабжение паровозов углем, песком и очистка топок могут производиться одновременно на четырех экипировочных путях.

На фиг. 266 показана совмещенная экипировочная установка в депо Кельн (Германия). Установка рассчитана на снабжение паровозов углем, песком и водой. Склад топлива находится на большом расстоянии от пункта снабжения, а поэтому подача угля на угольную станцию производится в вагонетках подвесной канатной дороги. Длина канатной дороги 735 *м*, и за этот путь вагонетка поднимается на высоту 29 *м*.

Вагоны, прибывающие на склад, разгружаются в приемный бункер. Приемный бункер при длине в 30 *м* и ширине 4 *м* имеет 5 отделений и располагает емкостью в 350 *т* угля. Железобетонная элеваторная башня для хранения угля имеет 4 наклонных карманных бункера общей емкостью в 3 400 *т*. Каждый бункер имеет по два раздаточных лотка. Для снабжения паровозов имеются два экипировочных пути; вдоль каждого из них расположено по 4 раздаточных лотка.

Для определения количества поданного угля на паровоз имеются на каждом экипировочном пути подвижные весы. В момент снабжения паровоза весы подаются к соответствующему раздаточному лотку, через который бункер весов наполняется углем в желаемом количестве. Разгрузка бункера весов на тендер паровоза производится опрокидыванием. Передвижение весов и опрокидывание бункера весов электрифицированы, но предусмотрена возможность производства этих операций вручную.

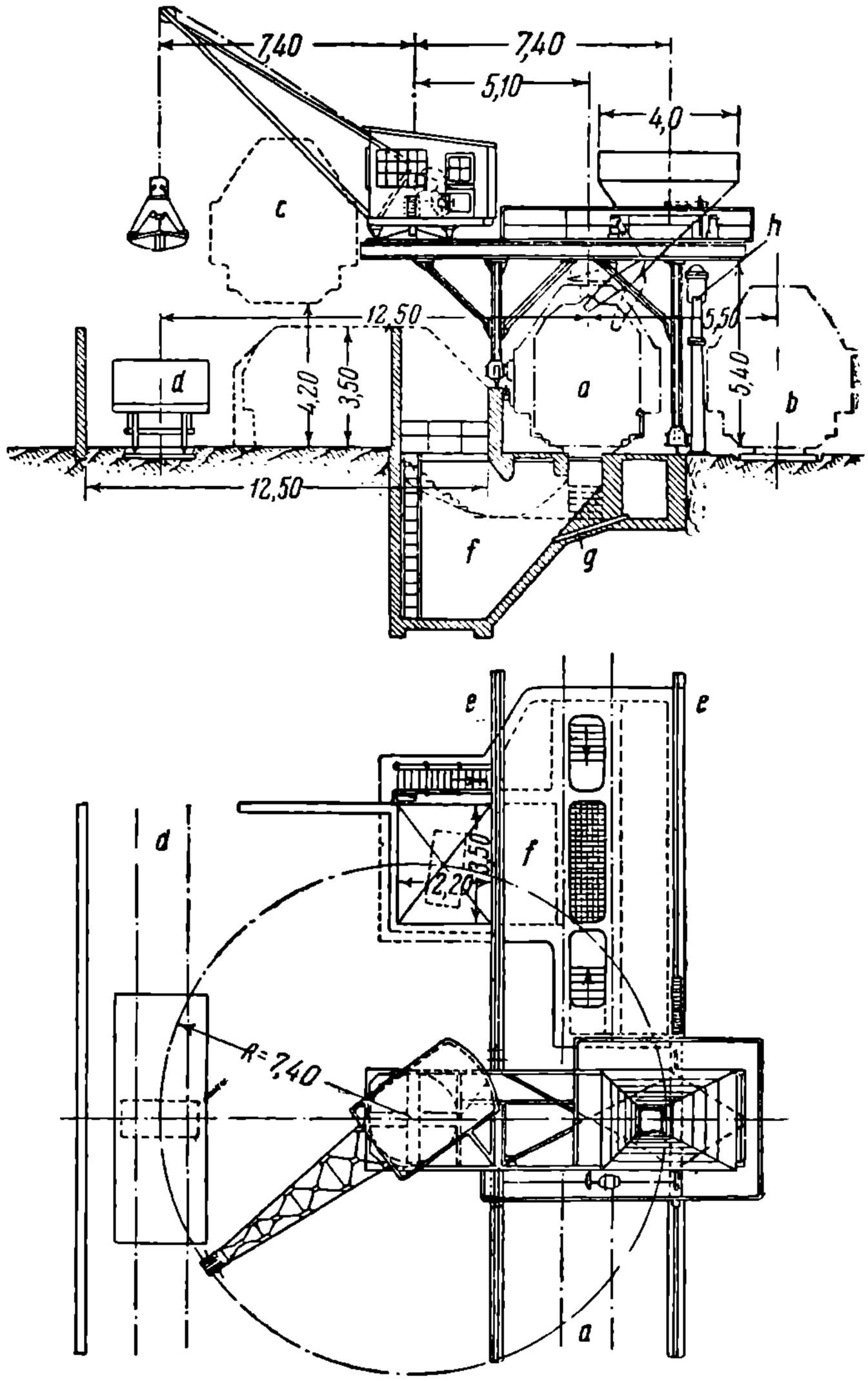
Кроме бункеров для угля установка имеет устройство сушки и раздачи песка, водяной резервуар емкостью 1 200 $м^3$ и бункер для брикета.

Подвесная дорога не производит подачу брикета в башню, так как он в этом случае подвергается сильному разрушению. Брикет нагружается вручную

НБ УДУНТ (ДГТ)

в вагонетки и вертикальным подъемником подается в специальные бункеры, откуда по наклонному лотку подается на паровозы.

На фиг. 267 показана совмещенная экипировочная установка малой производительности германских железных дорог. Установка рассчитана на одновременное производство набора угля, воды, песка и очистку топок.



Фиг. 267

Подача угля на паровозы производится грейферным портальным краном с бункером. Этим же грейфером производятся уборка шлака и погрузка его в вагоны. Шлакоуборочное устройство представляет собой короткую кочегарную канаву с глубокой шлаковой ямой-закромом, отличие которого от вышеописанного шлакоуборочного устройства в депо только в том, что имеется всего лишь одна кочегарная канава.

Пескоподача пневматическая, расположена рядом с кочегарной канавой.

§ 53. Устройства для очистки дымогарных и жаровых труб

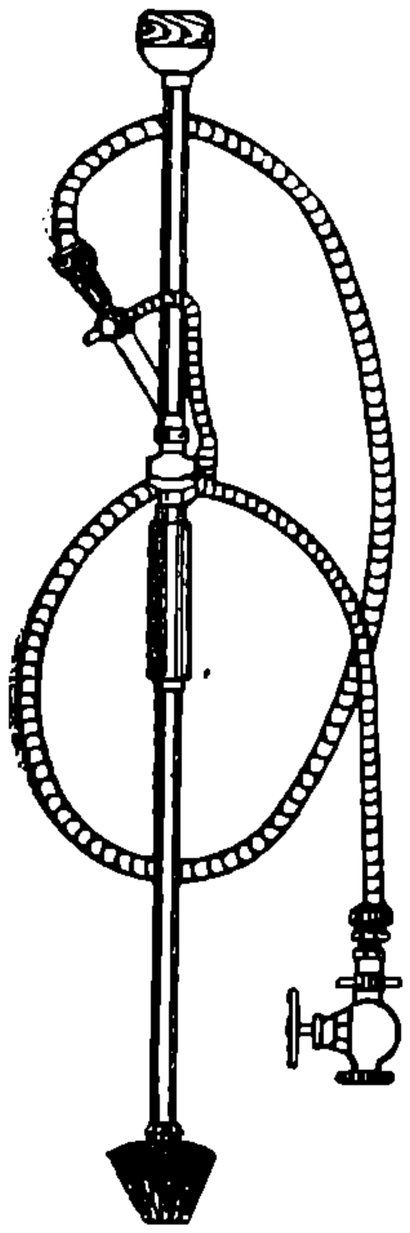
На паровозах новейших типов для очистки дымогарных и жаровых труб в топках устанавливаются специальные приборы (сажесдуватели), которые продувают трубы струей пара и тем самым очищают их. Сопло сажесдувателей может качаться около горизонтальной оси, что дает возможность продувать трубы всех рядов. Сажесдуватели устанавливаются на обеих боковых стенках топки. Каждый сажесдуватель продувает трубы с одной стороны решетки. На паровозах, не имеющих сажесдувателей, а также иногда и при наличии сажесдувателей приходится прочищать трубы иным способом.

Для этой цели пользуются прутком, штопором и специальными приборами, продувающими трубы паром или сжатым воздухом (фиг. 268). Эти приборы представляют собой длинную трубу диаметром $d = 25$ *мм*, которая заканчивается конической насадкой диаметра несколько большего, нежели диаметр прочищаемых труб.

Другой конец трубки отгибается и служит для присоединения прибора к шлангу, по которому проводится пар. К этому концу трубы прикрепляется рукоятка из материала, плохо проводящего тепло. Для возможности поддержи-

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

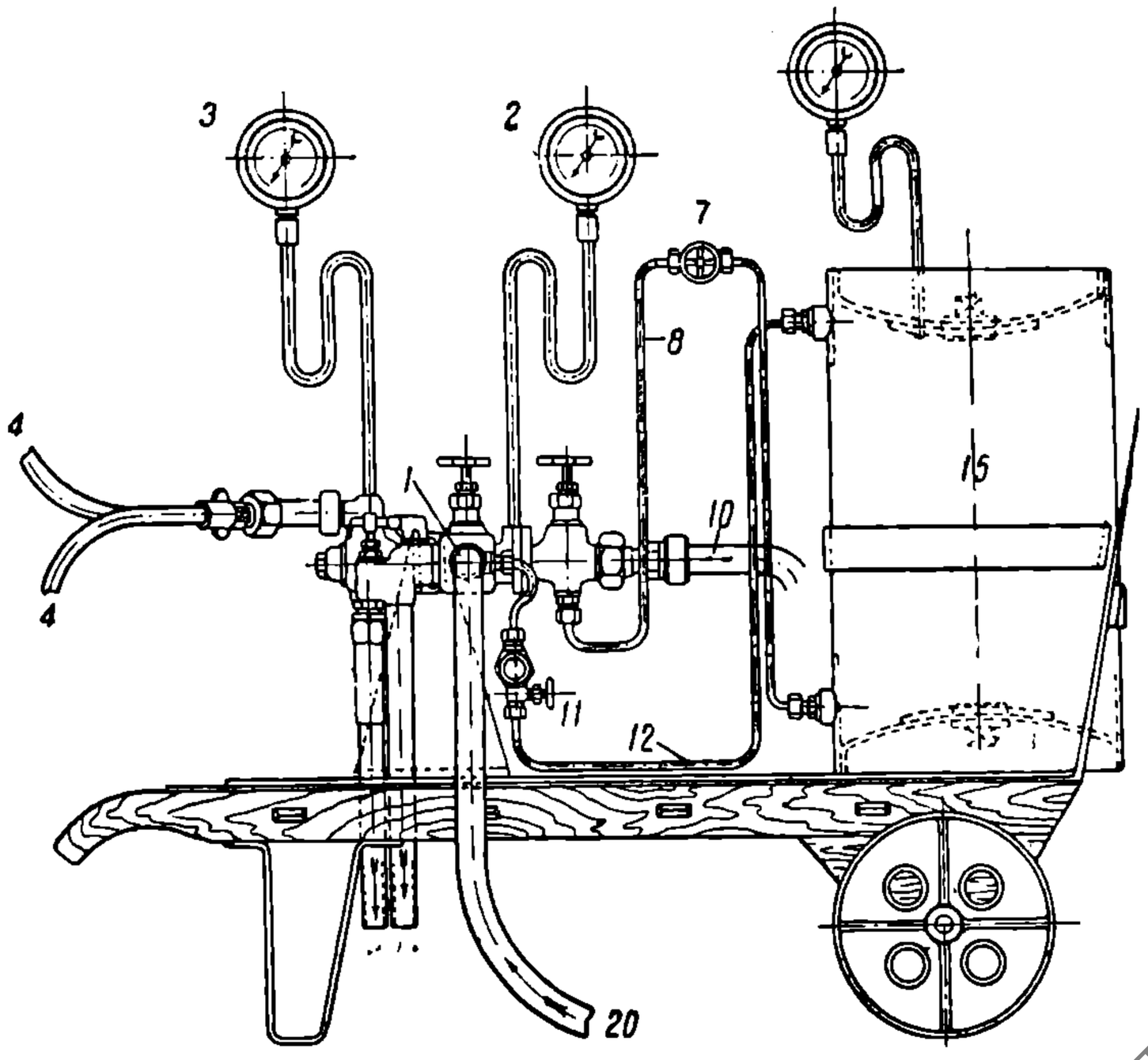
вать и направлять прибор рукой во время работы часть трубы обделывается или обвертывается каким-либо нетеплопроводным материалом.



Фиг. 268

§ 54. Устройство для обмывки паровозов

В условиях эксплуатации паровоза все его детали покрываются слоем пыли и грязи. Интенсивность загрязнения паровоза зависит главным образом от состояния верхнего строения пути и рода применяемой смазки (жидкая, твердая). При плохом уходе за паровозом слой грязи в таких местах, как межрамное крепление, доходит до 10—15 *мм*. Чистый паровоз есть одно из условий высокого уровня культурного обслуживания паровоза со стороны всех работников, что является основной предпосылкой безаварийной работы и высокой степени использования паровоза. В настоящее время в большинстве случаев практикуется ручной способ очистки паровозов от грязи с помощью скребков и смоченных в керосине концов. Этот способ требует большого штата чистильщиков, большого расхода материалов: керосина, нефти, концов и т. д., создает скверные условия труда для чистильщиков, одежда которых пропитывается керосином и нефтью вплоть до тела, требует длительного простоя паровоза и сопровождается высокой стоимостью. Указанные крупные недостатки ручной очистки паровозов явились причиной организации во многих депо механизированной очистки паровозов. В этом случае удаление грязи и пыли происходит под действием сильной струи горячей воды (часто смешанной с маслом и воздухом), направляемой последовательно на все части паровоза. Обмывка паровозов производится, как правило, в основном депо и требует специально отведенного места, которое должно сочетаться с общим потоком экипировочных операций. При теплом, мягком климате для обмывки паровозов устраиваются открытые площадки, которые большое распространение получили в Америке. При холодном климате должны устраиваться специальные обмывочные стойла. Наиболее распространенным типом обмывочных устройств на наших дорогах и в Европе являются передвижные аппараты.



Фиг. 269

Передвижные устройства для обмывки паровозов. На фиг. 269 показан усовершенствованный промывочный аппарат высокого давления, применяемый на английских железных дорогах.

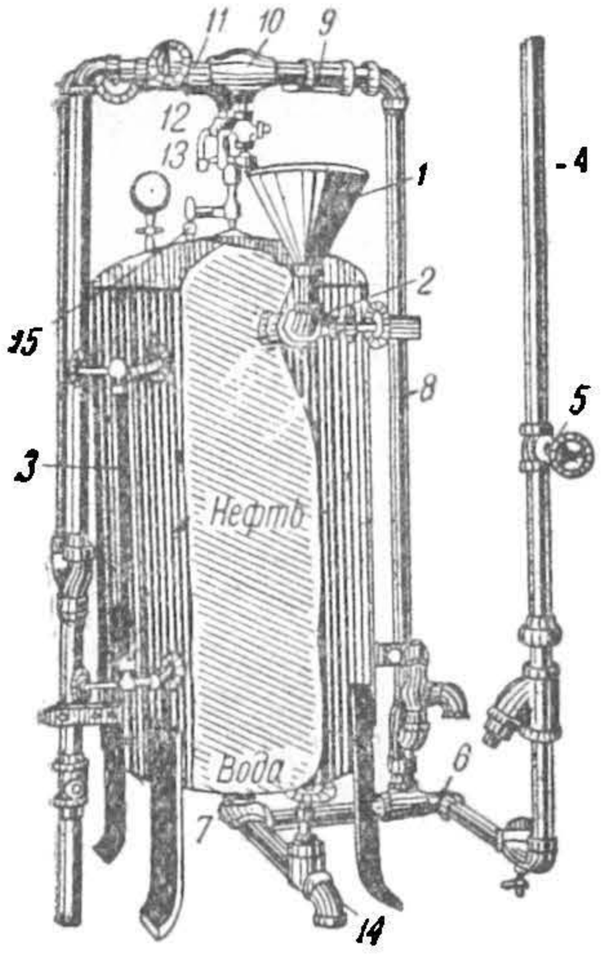
Все устройство смонтировано на тележке и следовательно может быть перевезено в любую часть депо. Основу аппарата представляет инжектор высокого

НБ УДУНТ (ДНТ)

давления. Питание инжектора паром давлением в 7 *ат* происходит от паросиловой установки депо или непосредственно от паровоза. Инжектор высокого давления *1* подает воду в 28 *ат*, при этом температура ее достигает 93°. Подвод пара и воды к аппарату осуществляется с помощью гибких рукавов *10* и *20*. Для контроля давления каждый трубопровод снабжен отдельными манометрами *2* и *3*. На конце инжектора имеется двойной патрубок *4*, что позволяет производить обмывку паровоза одновременно из двух рукавов; продолжительность обмывки при этом уменьшается вдвое.

Для предотвращения ржавления деталей паровоза после обмывки водой паровоз обдают эмульсией или смесью масла с водой. С этой целью аппарат снабжен резервуаром для масла *15*, соединенный трубкой *8* с паропроводом, и трубкой *12* с отверстием для впуска воды в инжектор. Резервуар снабжен манометром и контрольным стеклом. Подача масла в инжектор происходит под давлением пара, величина которого может регулироваться с помощью вентиля *7*. Подача масла регулируется вентилем *11*. Обмывка паровоза указанным аппаратом при одном рабочем происходит за 45 мин.

Стационарное устройство для обмывки паровозов. Подобным устройством оборудован ряд американских депо. Оборудование промывочного устройства состоит из смесительного аппарата (фиг. 270) и центробежного или поршневого насоса.



Фиг. 270

Для обмывки паровозов устраиваются площадки с 3—4 колодцами, в которых размещены патрубки для присоединения резиновых обмывочных рукавов.

Обмывочная вода имеет температуру 50—60° и давление 6,5 *ат*. Давление воздуха должно быть не ниже 6,5 *ат* и производительность компрессора примерно

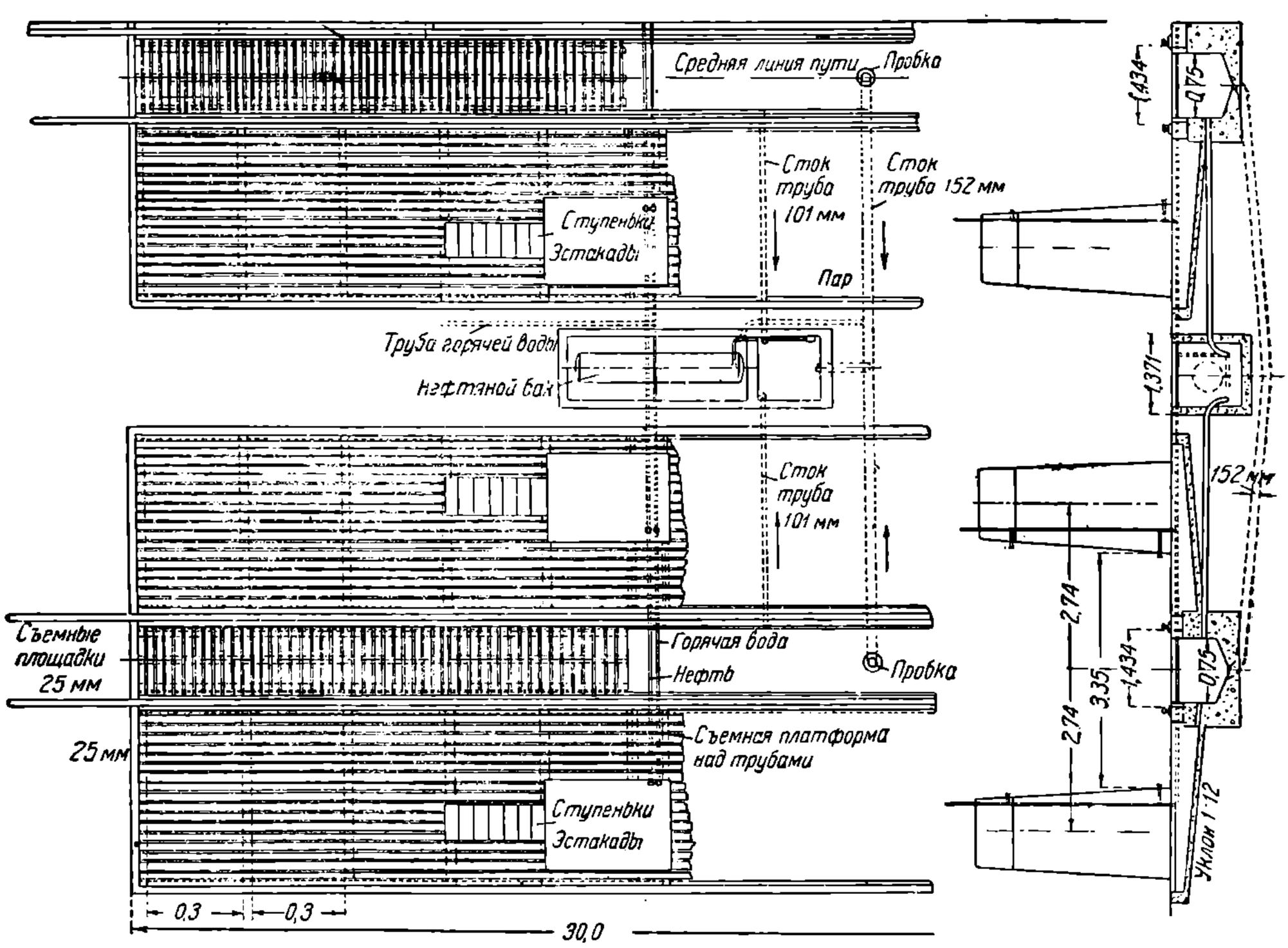
Фиг. 271

1,35 *м*³. Смесительный резервуар представляет круглый вертикальный железный бак диаметром 460 *мм* и высотой 760 *мм*. Емкость резервуара 132 *л*. Наполнение резервуара происходит через воронку *1* с запорным вентилем *2*. Уровень нефти в резервуаре контролируется нефтемерным стеклом *3*. Горячая вода поступает по трубопроводу *4*. Количество подаваемой воды регулируется вентилем *5*. Тройник *6* разделяет поступление горячей воды в нижнюю и верхнюю части резервуара. В нижнюю часть резервуара вода попадает через четырехконечный ниппель *7*. В верхнюю часть резервуара вода поступает по трубе *8*, проходит через обратный клапан *9* и попадает в смесительную камеру *10*. В эту же смесительную камеру подается и нефть из резервуара, поступление которой регулируется краниками *12* и *13*. Нефть подается в смесительную камеру благодаря давлению воды. Давление в резервуаре устанавливается в 6,5 *ат*. После прохода смесительной камеры вода с примесью нефти попадает в общий трубопровод и направляется к обмывочной площадке. Трубка с клапаном *14* служит для спуска воды и нефти из резервуара. Кран *15* предназначен для выпуска из резервуара воздуха при наполнении последнего нефтью. Наконечники промывательных рукавов имеют специальное устройство (фиг. 271). Рукав с смесью воды и нефти присоединяется к трубке *2* через регулирующий клапан *1*. Воз-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

душный рукав присоединяется к трубке *3* через регулирующий клапан *4*. Для удержания рукавов при работе служит ручка *5*. На противоположном конце имеется алюминиевое сопло *6*, где происходит перемешивание потока воды и нефти со струей сжатого воздуха. Для прочистки сопла имеется пробка *8*. Трубки *2* и *3* соединены между собой хомутом *9*. Передвижная теплонепроницаемая ручка *10* позволяет свободно управлять прибором. Расход нефти на обмывку одного паровоза 3,8—5,6 *л*, продолжительность обмывки мощного паровоза 10—15 мин. (при двух обмывальщиках); стоимость в 3 раза менее ручной обтирки.

На фиг. 272 показаны план и поперечный разрез обмывочных площадок в депо Кемберленд. Расстояние между путями для обмывки паровозов



Фиг. 272

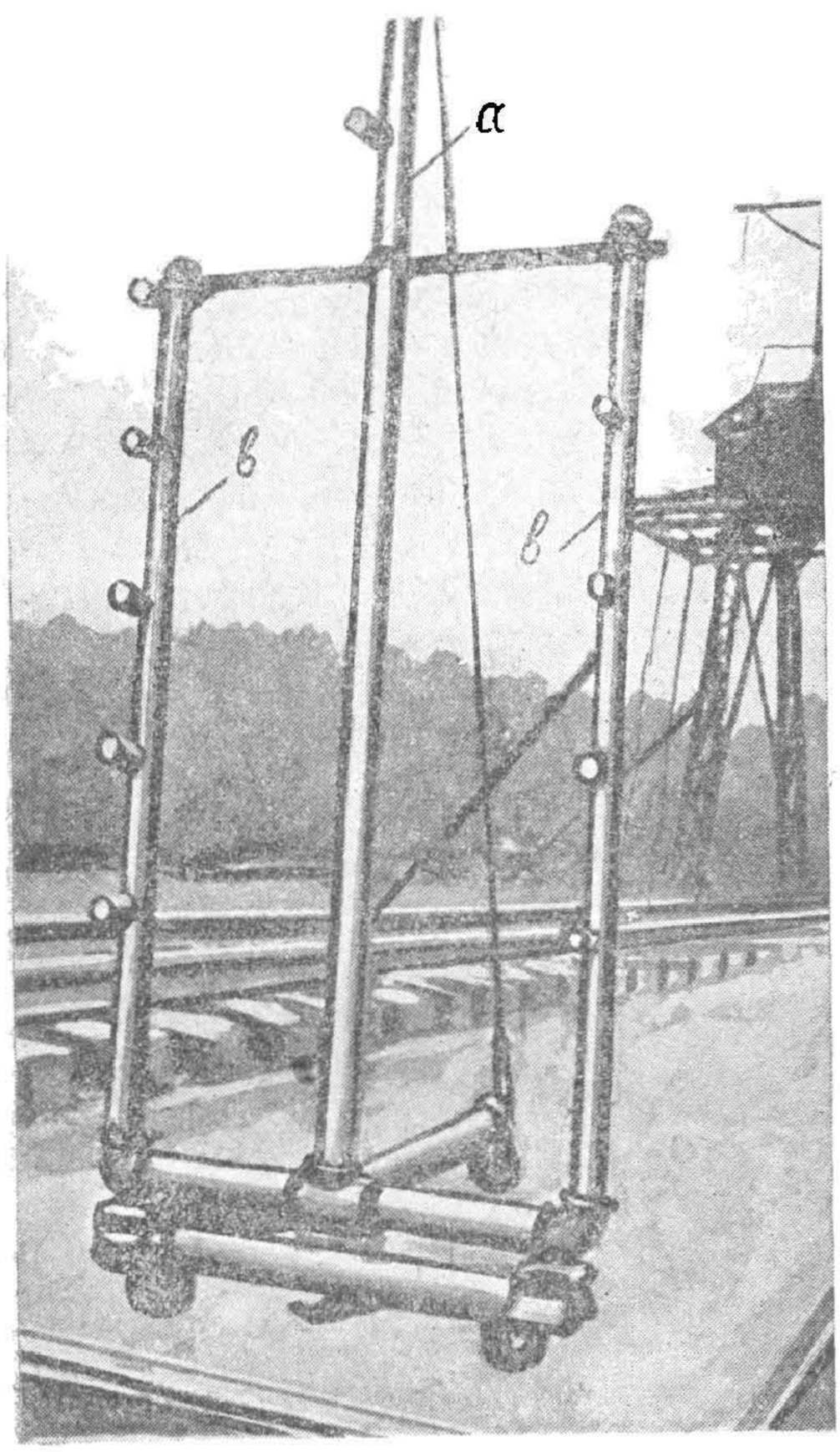
10—11 *м*. В средний части междупутья расположена бетонная яма, разделенная на две части: бо́льшая часть предназначена для резервуара с нефтью, а меньшая представляет отстойник для отработанной при обмывке нефти. Пути с обеих сторон имеют бетонные наклонные площадки с уклоном $^1/_{12}$, по которым вода стекает в кочегарные канавы, из которых нефть по чугунным трубам, уложенным на высоте 300—350 *мм* от дна канавы, стекает в отстойник. Наклонные площадки покрыты сверху деревянными настилами. Кочегарная канава между рельсами перекрывается предохранительными съемными решетками. Резервуар для нефти имеет емкость 642 *л*. Смешение воды с нефтью происходит по принципу американского смесителя (фиг. 270). С каждой стороны пути установлены по две обмывочных эстакады высотой около 3 *м*. Один обмывальщик производит полную обмывку паровоза за 30 мин.

Автоматическая обмывка. Автоматическая обмывка в депо Скрентон (фиг. 273) полностью устраняет применение рабочей силы. Колонки *а* из труб как бы представляют габаритное очертание паровоза. Экипажная часть и движущийся механизм обмывают две трубы *в*. Подвод воды происходит по напорной трубе *б*.

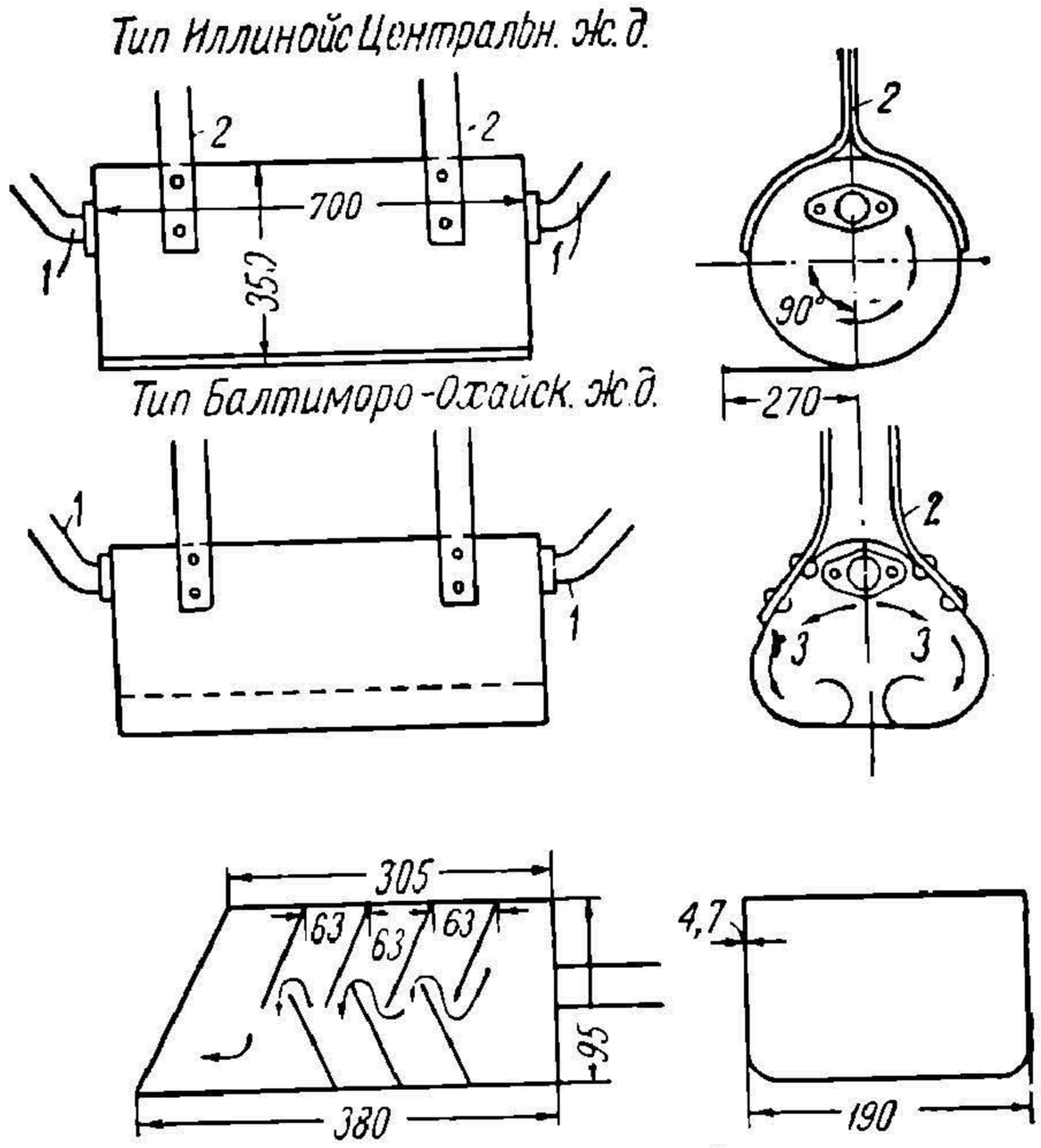
НБУВ ЦНТ (ДПТ)

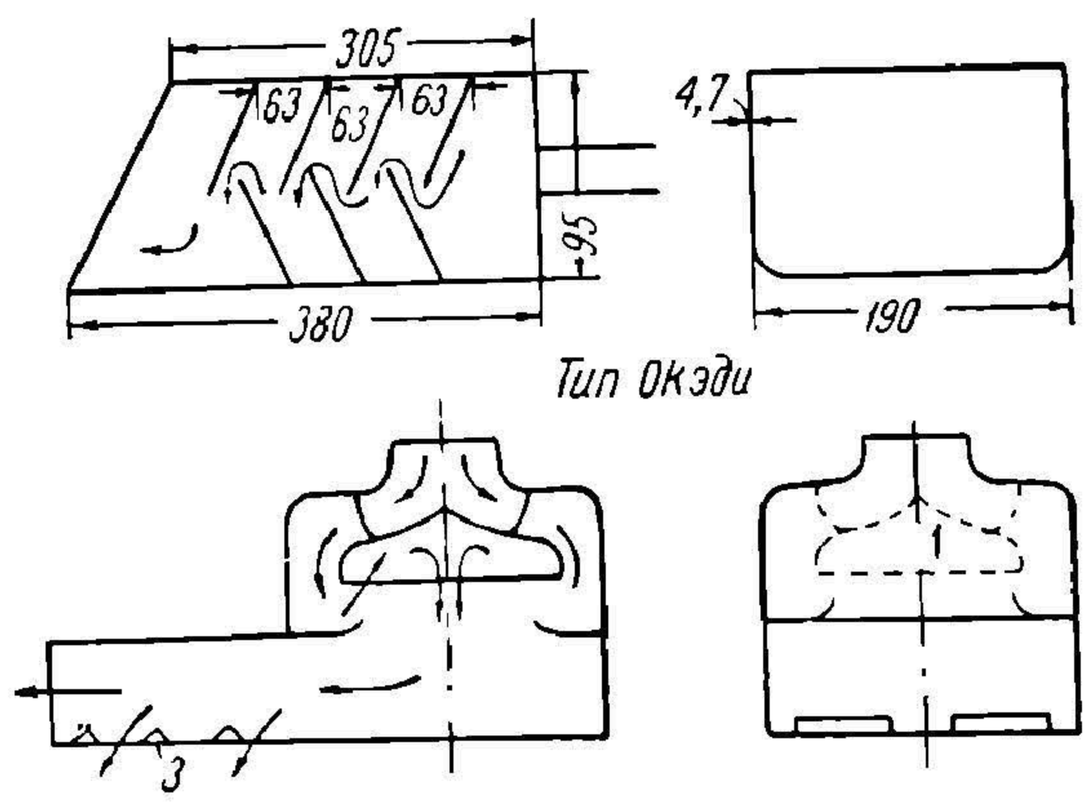
Температура обмывочной воды 40—45°, давление 6 *ат*. Состав обмывочной жидкости содержит 5% нефти. При входе паровоза на промывочную площадку расположенные с обеих сторон колонки автоматически поворачиваются на 90° и становятся перпендикулярно продольной оси паровоза, одновременно открывая доступ воды из магистрали. Машинист закрывает боковые окна будки и несколько раз проезжает около обмывочных колонок. Продолжительность обмывки около 2 мин.

В настоящее время Научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта проводятся испытания нескольких вариантов обмывочных устройств, разработанных ЛИИЖТ. Имеются следующие четыре варианта:



Фиг. 273





Фиг. 274

1. Тележечная передвижная установка. На передвижной тележке смонтированы бак для нефти или масла, бак для раствора щелочи, инжектор, автоматический клапан для подачи щелочи и нефти во всасывающую трубу инжектора, катушка для промывочного рукава. Промывочная вода в смеси с нефтью и раствором щелочи нагнетается к брандспойту инжектором. К тому же брандспойту подводится сжатый воздух, распыливающий обмывочную смесь, что способствует быстрой и хорошей обмывке. Пар к инжектору, вода и воздух подводятся по трубам к месту обмывки.

2. Стационарная установка с инжекторами. Инжектор применяется для нагнетания и подогрева обмывочной воды. Подача нефти и щелочи к обмывочной воде производится автоматически только во время работы инжектора способом, указанным в первом варианте. Инжектор питается паром от паровоза. Сжатый воздух берется от компрессора.

НБ УГЛТУ (ДИТ)

3. Стационарная установка с применением центробежного насоса и с использованием тепла воды, теряющегося при продувке котла.

В этом случае котловая вода паровоза проходит специальный глушитель (фиг. 274) и попадает в трубчатый теплообменник. Вариант предусматривает возможность оттаивания обледеневшего паровоза посредством обдувания его теплым воздухом, который подается под паровоз по каналу, расположенному между рельсами. Все остальные моменты установки аналогичны предыдущим вариантам.

4. Автоматическая установка. Поворотный душ приходит в рабочее положение автоматически при подходе к нему паровоза. Нагнетание воды происходит насосом Вортингтона. Подогрев воды производится паром от специального котла.

Во всех указанных вариантах продолжительность промывки 20 мин., исключая автоматическую, для которой это время предусмотрено в 12 мин. Температура обмывочной воды 70—80°. Расход воды колеблется от 2,7 до 3,5 $м^3$ на паровоз. Напор воды равен 6,5 *ат*, а при автоматической установке 12 *ат*. Обмывочные площадки должны быть бетонированы и иметь скаты в колодцы, из которых отработанная вода уходит в канализацию. Во избежание засорения канализационных труб колодцы должны снабжаться жироуловителями и отстойниками, обеспечивающими очистку колодцев от грязи. Предварительные экономические подсчеты указанных вариантов обмывочных устройств приведены в табл. 82.

Таблица 82

Стоимость обмывки паровозов

Вариант	Пропускная способность в сутки паровозов	Стоимость обмывки паровоза (включая стоимость задержки паровоза) в руб. и коп.
I	36	9—27
II	36	9—22
III	36	12—14
IV	120	4—87

§ 55. Устройства для продувки паровозных котлов

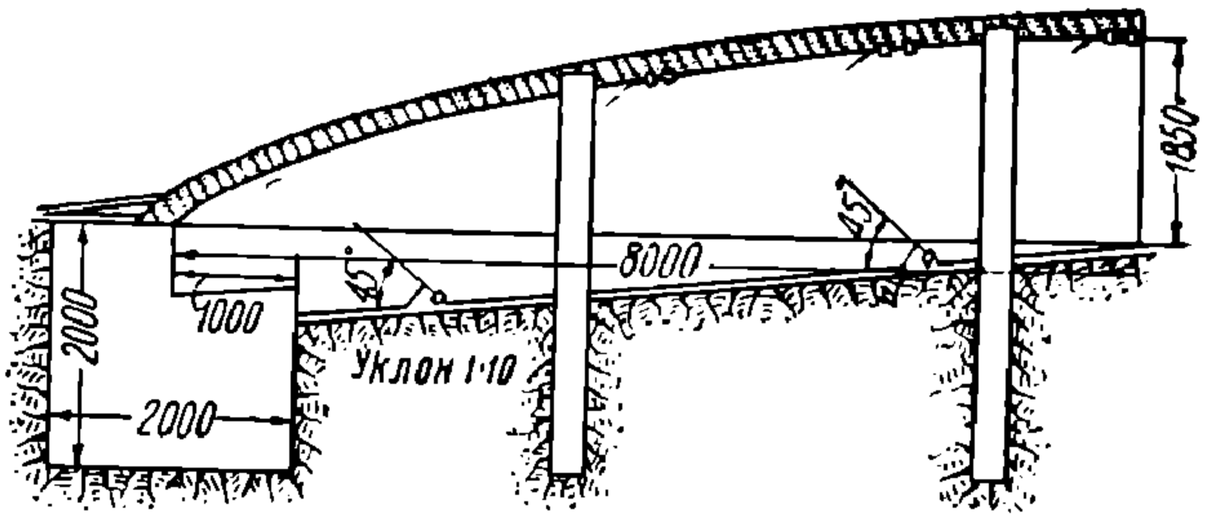
Применение различного рода антинакипинов не освобождает котел от грязи, а лишь переводит выделяющиеся накипеобразователи в состояние илообразного осадка, накопление которого препятствует нормальной работе котла. Для удаления накопившегося осадка и смены котловой воды без остановки работы котла применяется продувка его. Продувка котла производится в основных и оборотных депо, а за последнее время широкое распространение получила продувка котла в пути (во время следования паровоза с поездом). На ряде американских железных дорог продувка паровозных котлов в пути предусмотрена инструкцией, которая требует от машиниста производить продувку в течение 1 мин. для пассажирских паровозов через 40 *км* пробега, для товарных паровозов через 30 мин. работы. В настоящее время все наши паровозы снабжены кранами различных систем для продувки котлов, однако выдувание котловой воды происходит непосредственно в атмосферу. Для обеспечения безопасности работ указанное положение требует специального оборудования места продувки.

Во многих наших депо места, отведенные для продувки паровозов, оборудованы только забором и поглощающим колодцем. При таком примитивном оборудовании во время продувки паровозных котлов пути и вблизи лежащие сооружения загрязняются. Летом пар распространяется вокруг более чем на 100 *м* и мешает общей работе депо, зимой от пара происходит обледенение путей, стрелок, электрических, телеграфных и телефонных проводов, что приводит к короткому замыканию или их обрыву. В некоторых депо оборудование мест продувки котлов состоит из закрытого сверху колодца, в который входит труба. К трубе присоединяется гибкий шланг, через который и происходит продувка. Этот способ более совершенный, но часто срываются и лопаются дорого стоящие гибкие рукава и кроме того в этом случае невозможно передвижение паровоза в процессе продувки, что снижает качество последней. Более целесообразной является установка, показанная на фиг. 275, которая заключается в следующем:

НБ УИИТ (ДИТ)

отводится площадка вдоль пути длиной 10 *м* и шириной 8 *м*. От краев площадки к середине делается уклон и вся площадка заливается бетоном. В конце площадки делается колодец размером $3 \times 2 \times 2$ *м*, закрытый решеткой. От колодца делается отвод к канализационной сети. Где нет канализации, колодец можно сделать поглощающим. Над площадкой вдоль пути делается бетонный навес высотой 1,85 *м*, который в глубину сводится на-нет. Такой навес улавливает пар и воду, направляя их в колодец. Во избежание обратного потока пара внутри навеса на потолке делаются металлические козырьки, создающие завихривание и задержку пара. Для очистки колодца от грязи сзади навеса делается люк размером 1×1 *м*. Стоимость такой установки 4 000—4 500 руб.

Во всех этих случаях совместить процесс продувки с другими элементами экипировки очень трудно, и следовательно общее время на экипировку паровоза увеличивается. С этой точки зрения интересны специальные приспособления (глушители), позволяющие безопасно производить продувку котла в любом месте депо или линии. Большое распространение подобные приборы получили в Америке (фиг. 274), где продувка благодаря этому обычно производится одновременно с набором воды, угля и т. д.



Фиг. 275

Устройство для продувки на паровозах Иллинойс Центральной ж. д. изготовляется из 6-*мм* листовой стали размером $700 \times 1\,320$ *мм*. С одного конца листа на длине около 270 *мм* пробивается возможно большее количество дыр диаметром 6 *мм*. Из этого листа загибается цилиндр диаметром 350 *мм*, так что конец листа с отверстиями образует часть цилиндра. Шов цилиндра с внутренней стороны проваривается электросваркой. Боковые части, имеющие фланцы для труб (1,1), подводимых от спускного крана, приварены электросваркой. Глушитель подвешивается к задней части рамы паровоза на подвесках (2,2) с направлением отверстий для выхода пара по продольной оси паровоза. В период продувки паровоза вода и пар завихряются внутри цилиндра и теряют свою скорость; при выходе из отверстий цилиндра общее сечение их больше сечения спускной трубы, отчего давление и скорость воды и пара понижаются вторично. Тип Балтиморо-Охайской ж. д. отличается от указанного выше только витками *3*, назначение которых — увеличивать процесс завихривания. Некоторые дороги применяют коробчатые глушители, действие которых, так же как и глушителя типа Окэди, вполне понятно из фиг. 274. В настоящее время имеется ряд проектов по совмещению продувки паровозов с обмывкой. Цель подобного совмещения заключается в желании использовать высокую температуру воды, выходящей в процессе продувки из котла, для обмывки паровоза (см. «Обмывка паровозов»).

ГЛАВА 8

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВОРАЧИВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ

§ 56. Виды поворотных устройств

Из числа обращающихся на железных дорогах локомотивов паровозы и некоторые типы тепловозов для более правильной работы при движении с высокими скоростями должны быть повернуты относительно направления движения так, как предусмотрено их конструкцией.

НБ УГЛТУ (ДИТ)

Паровозы поворачиваются вперед трубой, а некоторые типы тепловозов — вперед радиатором.

Электровозы имеют конструкцию, позволяющую их не поворачивать.

В ПТЭ об этом имеются прямые указания. В § 373 сказано: «Действующие локомотивы ставятся в голове поезда передним ходом».

Для поворачивания локомотивов в пунктах перемены направления их движения устраиваются специальные поворотные средства. Такими средствами могут быть:

1. Поворотные круги.
2. Треугольники.
3. Петли.
4. Пятиугольники.

Выбор того или иного типа зависит от ряда условий, главнейшими из которых являются: род депо, наличие свободного места для размещения поворотного устройства и рельеф местности.

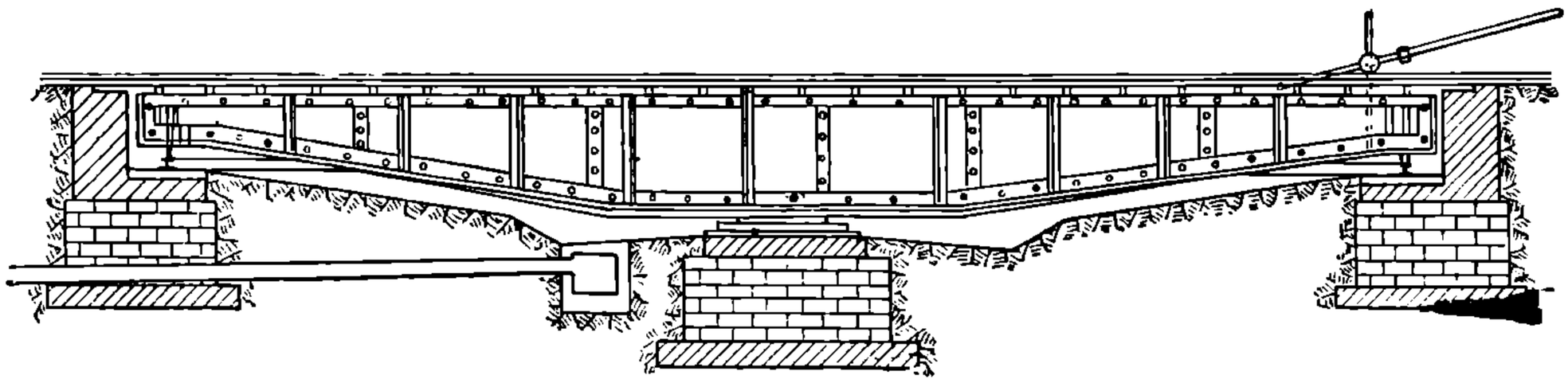
Конструктивные и другие особенности каждого из применяемых типов поворотных средств настолько различны, что обычно та или иная комбинация перечисленных выше факторов дает возможность выбрать необходимый тип устройств, не прибегая к экономическим сравнениям.

§ 57. Поворотные круги

Фермы и опоры поворотных кругов. Поворотный круг представляет собой ферму, могущую вращаться вокруг вертикальной оси на 360°. На эту ферму устанавливается локомотив и поворачивается вместе с ней на угол любой величины.

Основной частью поворотного круга является вращающаяся металлическая ферма, помещаемая в котловане.

При поворачивании фермы круга с установленным на ней паровозом приходится преодолевать значительное сопротивление в опорах. Сила трения в опорах создает момент, который тем больше, чем дальше от центра расположены



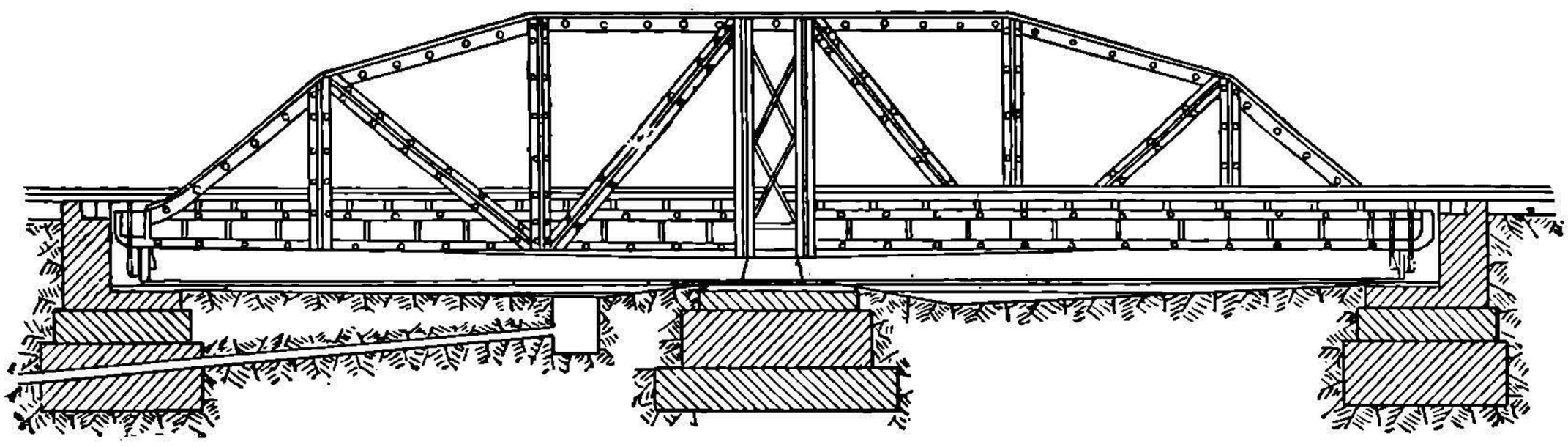
Фиг. 276

опоры. С целью уменьшения этого момента до последнего времени строились поворотные круги, опирающиеся во время работы лишь на среднюю опору, помещавшуюся в центре поворотного круга. Опоры по концам фермы поворотного круга служили лишь для восприятия веса паровоза и передачи его на опорный рельс и фундамент только при входе локомотива на круг и выходе с круга. Такие фермы называются уравновешенными или неразрезными. В последнее время в связи со значительным увеличением длины паровозов стали применять фермы, состоящие из двух частей, шарнирно соединенных между собой. Такие фермы поворотного круга называются неуравновешенными или разрезными. Эти фермы имеют три опоры.

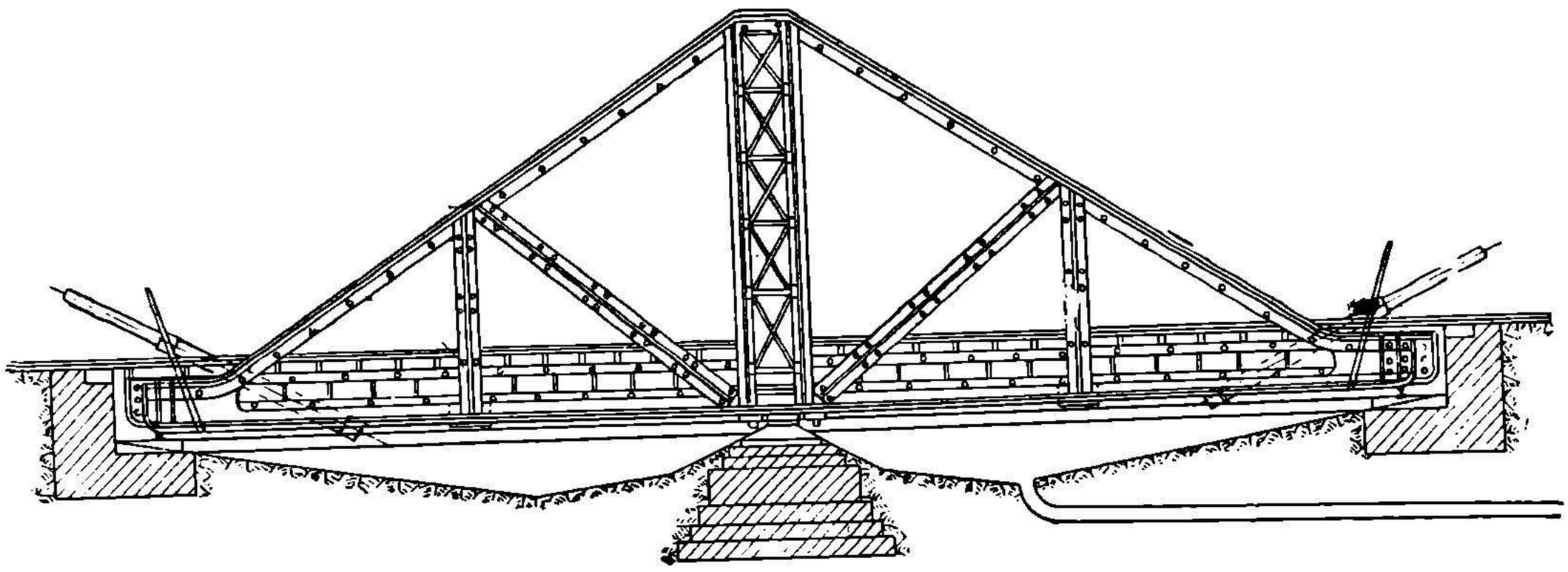
а) Уравновешенные (неразрезные) фермы. По конструкции фермы поворотные круги разделяются на круги с ездой поверху (фиг. 276) и на круги с ездой понизу (фиг. 277 и 278). Круги с ездой поверху имеют большую высоту фермы и следовательно требуют глубокого котлована. При круге диаметром 19,5 *м* глубина котлована достигает более 2,5 *м*. Это положение при

НБ УИИТ (ДИТ)

высоком уровне грунтовых вод создает большие затруднения с устройством фундамента под среднюю опору круга.



Фиг. 277



Фиг. 278

Конструкция центральной опоры круга должна создавать возможно меньшие сопротивления. С этой целью применяют опоры с шариковыми или роликовыми подшипниками или гидравлические.

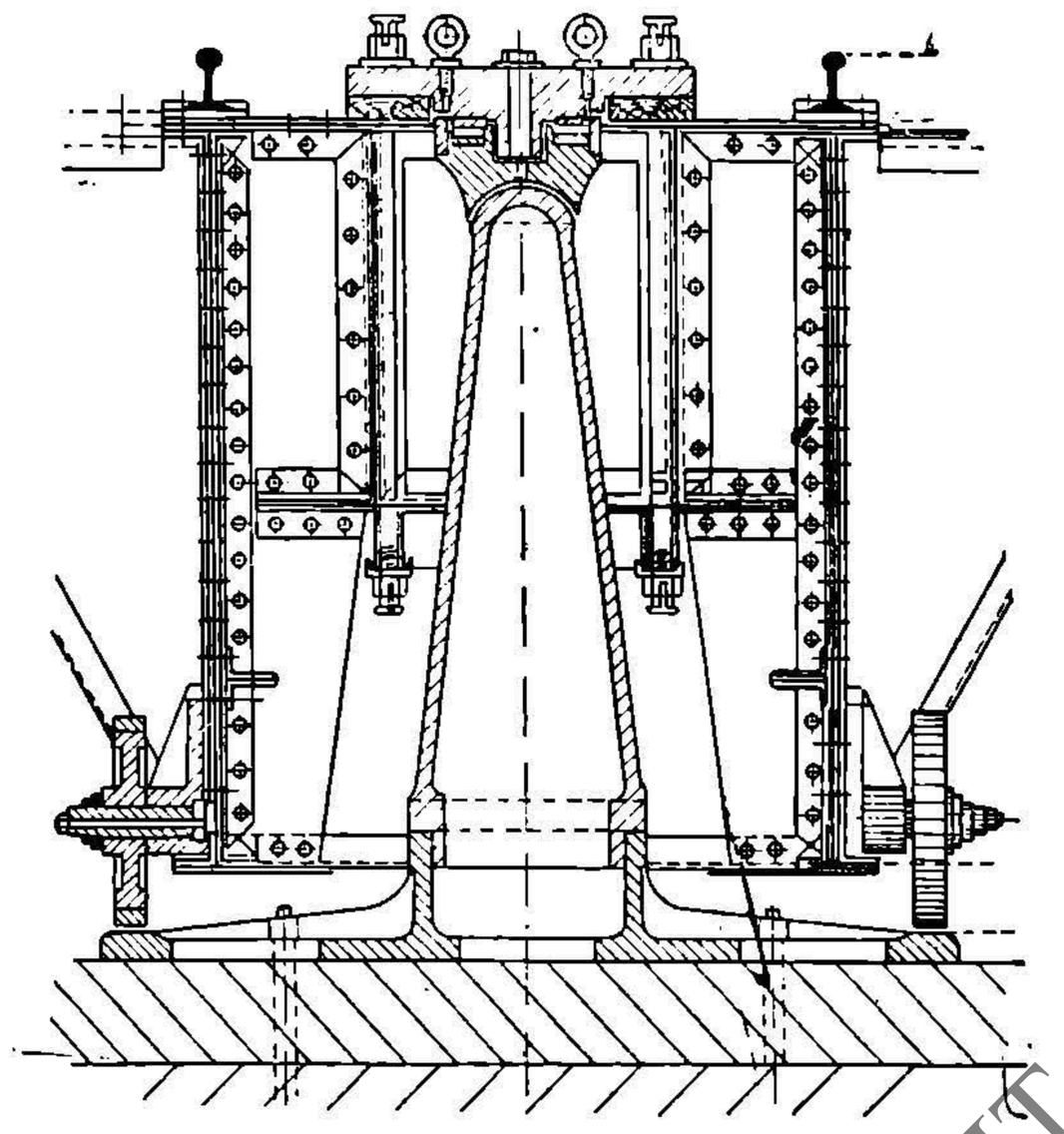
Применяются следующие виды шариковых и роликовых опор:

1) Селлерса;

2) Скварченко;

3) ролико-шариковая система Становского и Рубанова.

О п о р а с и с т е м ы С е л л е р с а (фиг. 279). Пята круга опирается на полый стояк со сферической головкой при помощи стальной коробки с коническими роликами, перекатывающимися по стальным коническим тарелкам. Сферическая поверхность стояка и пяты дает возможность ферме круга балансировать при установке на ней паровоза. Ролики предназначены для облегчения поворота круга.

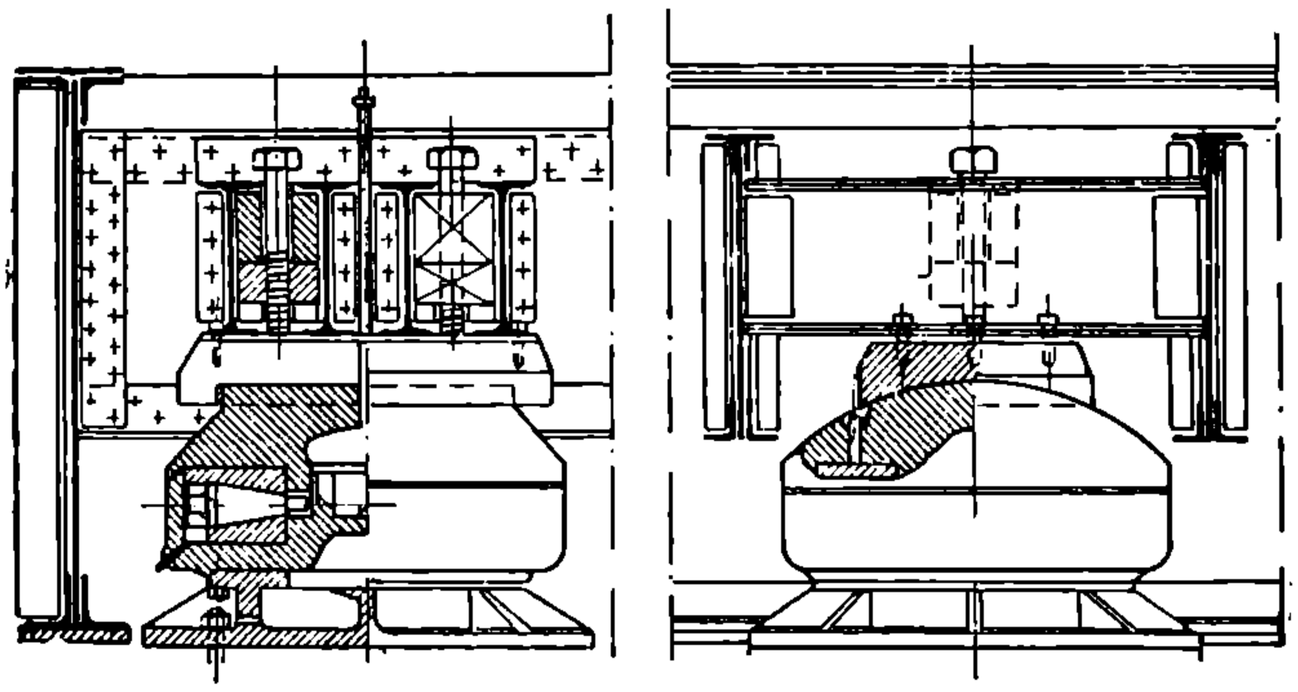


Фиг. 279

О п о р а с и с т е м ы С к в а р ч е н к о отличается от системы Селлерса тем, что ролики заменены шариками, уложенными по трем концентрическим кругам, причем во избежание трения первого рода между двумя шариками большого диаметра укладывается шарик меньшего диаметра.

НБ УкрУНТ (ДШТ)

Р о л и к о-ш а р и к о в а я с и с т е м а С т а н о в с к о г о и Р у б а н о в а (фиг. 280). Ферма поворотного круга опирается на плиту, которая имеет снизу вогнутую цилиндрическую поверхность. Этой поверхностью плита соприкасается с выпуклой поверхностью немного меньшего радиуса другой плиты, покоящейся нижней своей конической поверхностью на венце стальных роликов. Ролики воспринимают на себя вес всей фермы круга и передают его через посредство стального кольца на нижнюю часть плиты.



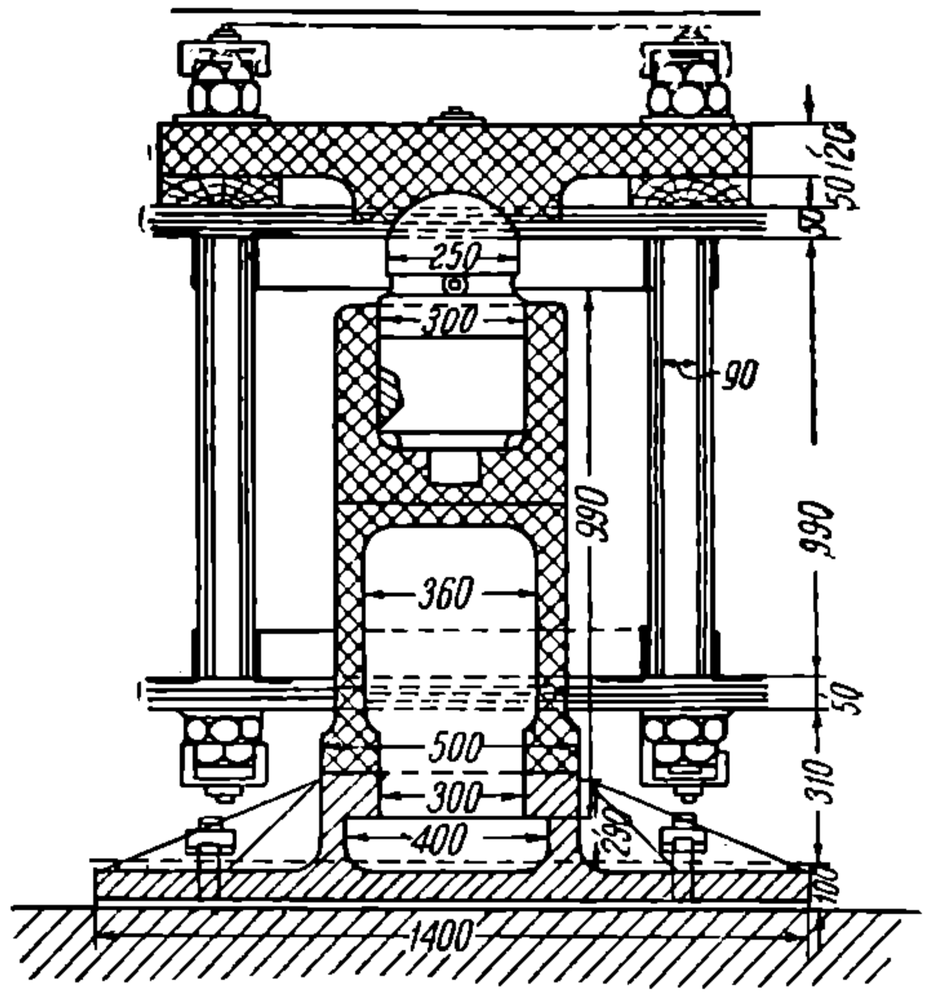
Фиг. 280

Во избежание заклинивания роликов под действием радиальных усилий основания роликов снабжаются кольцевыми шариковыми элементами, уменьшающими трение. Роликовый венец и шариковые элементы погружены в масло.

Г и д р а в л и ч е с к и е о п о р ы (фиг. 281). Гидравлическая опора представляет собой полый цилиндр с выпуклым дном. В полый цилиндр плотно вставляется сплошной цилиндр, на верхней части которого помещается опорная плита, на которую опирается ферма поворотного круга. Верхняя часть сплошного цилиндра делается сферической. Нижняя часть плиты, опирающаяся на цилиндр, имеет сферическое углубление радиуса несколько большего, чем радиус сферической концевой поверхности цилиндра. Такая форма верхней части цилиндра и нижней стороны плиты дает возможность ферме круга несколько наклоняться при въезде на нее парозова.

Для уплотнения кольцевой щели между стенками полого и сплошного цилиндра применяются кожаные манжеты.

В нижней части полого цилиндра имеется отверстие, в которое плотно вставляется трубка, соединенная другим концом с гидравлическим прессом. При помощи пресса в нижнюю часть полого цилиндра нагнетается под давлением жидкость, не замерзающая при низких температурах (глицерин). Эта жидкость при нагнетании под давлением слегка приподнимает сплошной цилиндр вместе с фермой поворотного круга, благодаря чему при поворачивании круга отсутствует трение первого рода между нижним концом сплошного цилиндра и дном полого цилиндра, что значительно облегчает поворачивание круга.

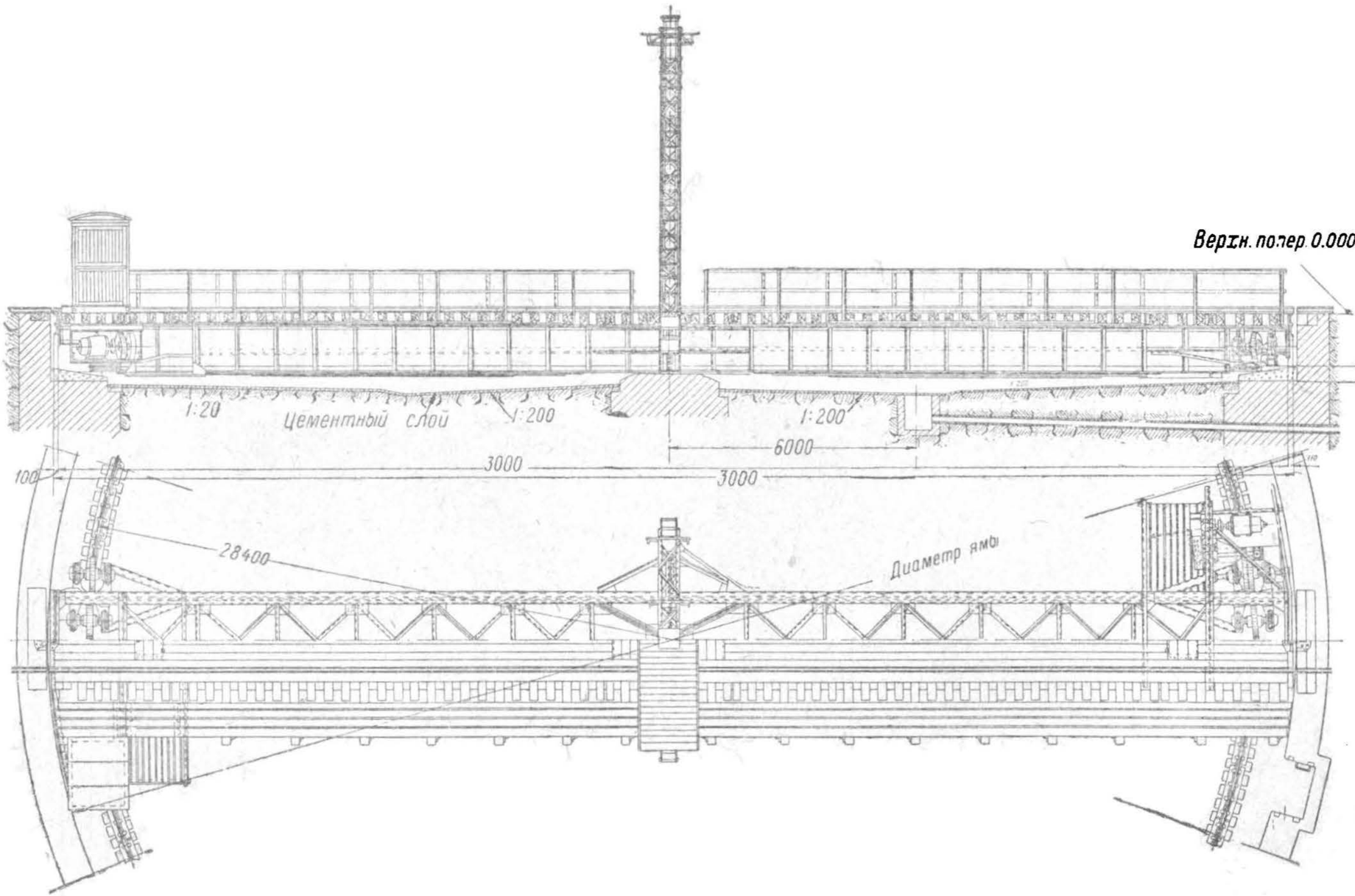


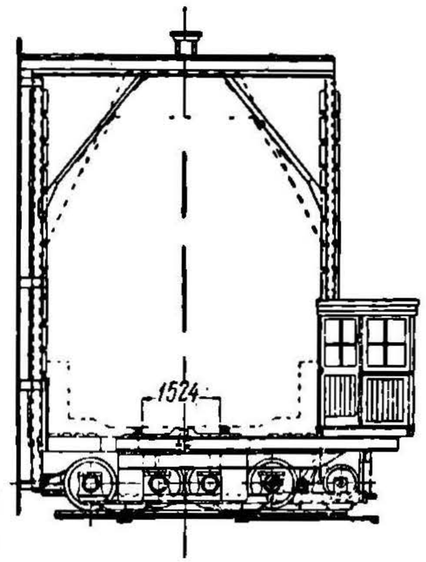
Фиг. 281

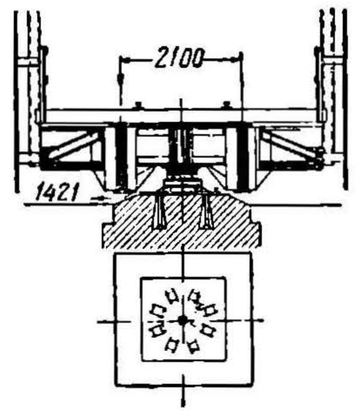
Для поворота паровоза на кругу уравновешенной системы необходимо установить его так, чтобы центр тяжести паровоза совпадал с вертикальной осью пяты круга. Вследствие этого при уравновешенных кругах диаметр круга значительно превосходит базу паровоза, требуется больше времени для установки паровоза на круг, но выигрывается в усилии, необходимом для поворота круга. В настоящее время у нас имеются круги диаметром 19,5; 21,95; 22,86; 25 и 30 *м*.

б) Н е у р а в н о в е ш е н н ы е (р а з р е з н ы е) ф е р м ы. Увеличение веса локомотивов и удлинение колесной базы их в условиях жестких (нешарнирных) ферм поворотных кругов привели к применению больших размеров ферм и глубоких котлованов, что сильно увеличивало капиталовложения при строительстве новых кругов. Одновременно с этим усложнялась конструкция

НБУВ УКНТ (ДНТ)



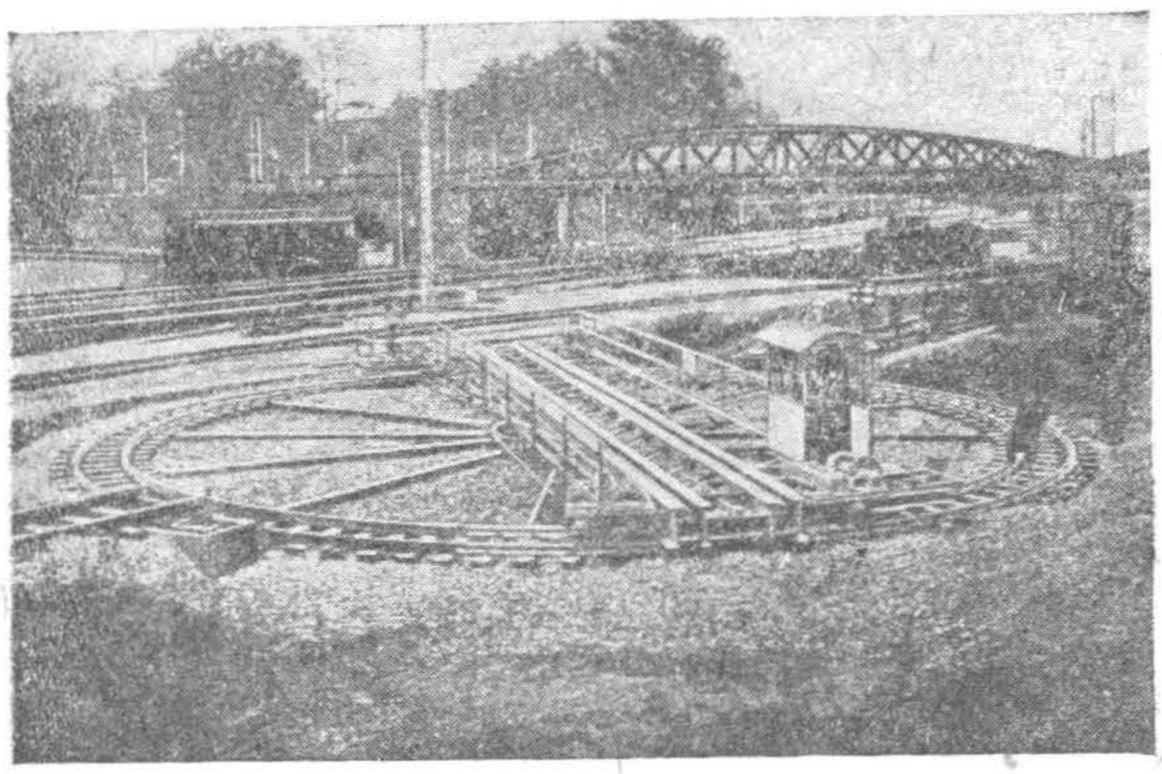




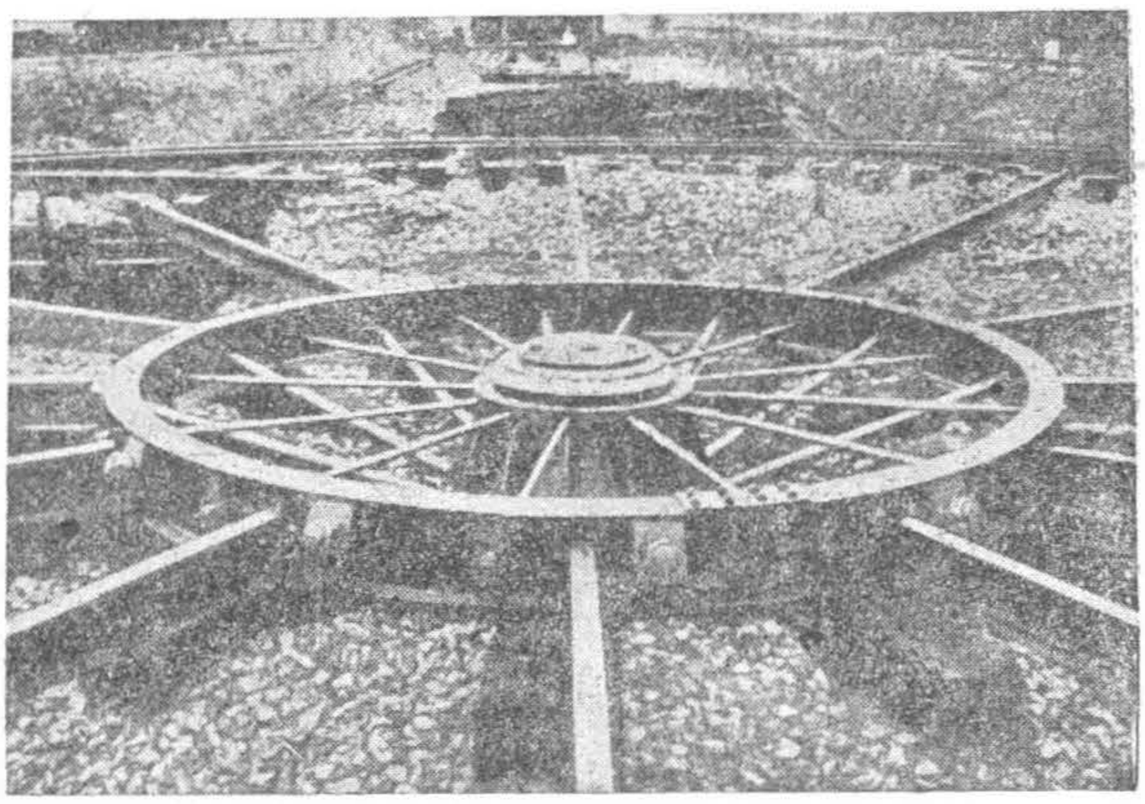
Фиг. 282

НБ УДУНТ (ДШТ)

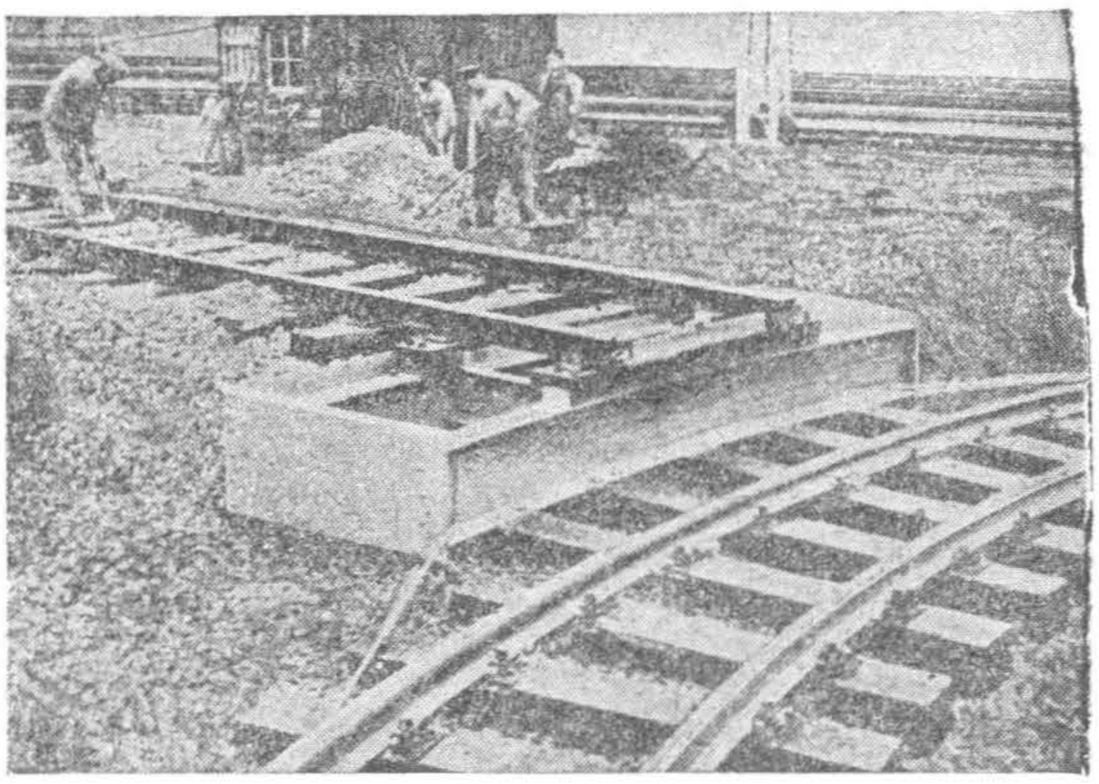
центральной опоры и трудно было избежать разрушительно действующих толчков при въезде паровоза на круг, даже при самой тщательной регулировке высоты концов фермы по отношению въездных путей. Благодаря этому за последнее время получили большое распространение шарнирные поворотные круги. В этом случае вместо жесткой фермы, установленной на одной опоре, применяются две более низкие фермы, соединенные шарниром или упругой пластиной. Такие шарнирные фермы (разрезные) имеют не одну опору, а три.



Фиг. 283а



Фиг. 283б



Фиг. 283в

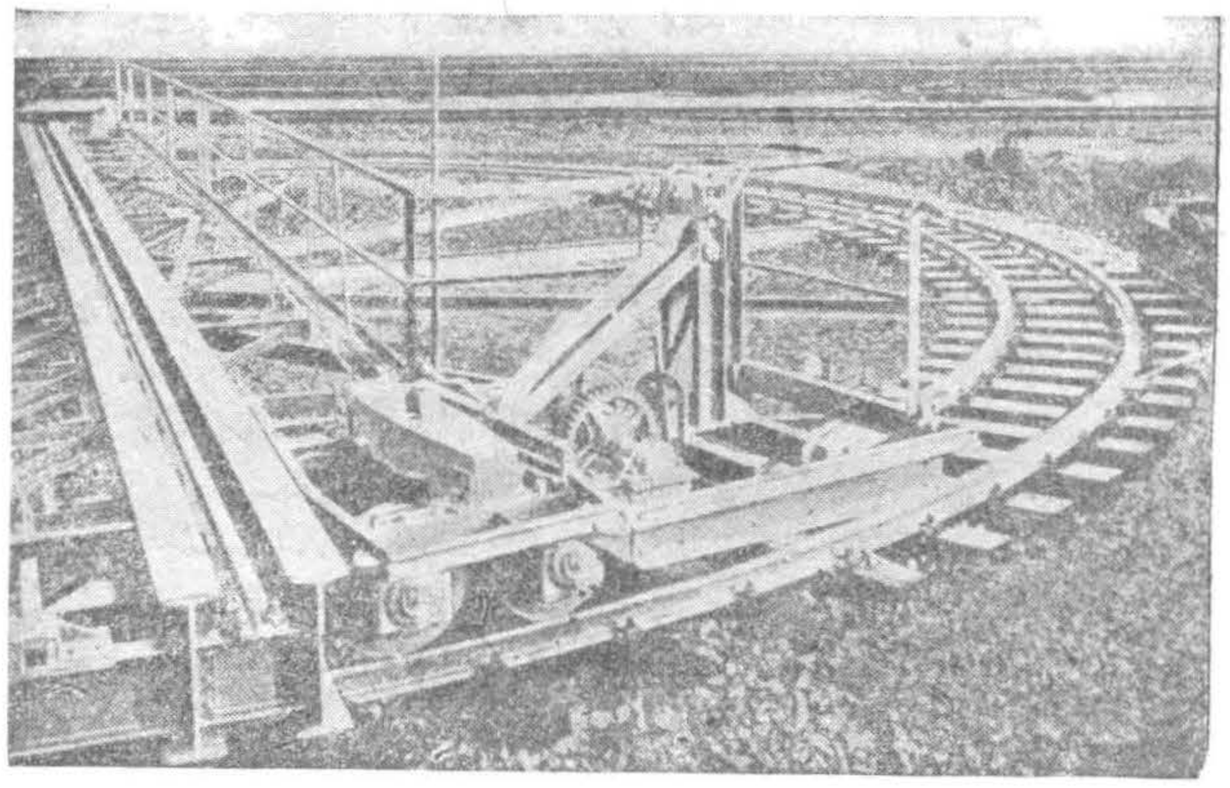
На неуравновешенных кругах не требуется устанавливать паровоз в равновесное положение, а поэтому при всех равных прочих условиях они занимают меньше места. При неуравновешенных кругах пята помимо восприятия давления от паровоза служит также для направления вращения. Концевыми опорами круга в этом случае являются тележки, расположенные по концам круга и катящиеся по двум концентрическим рельсам, или шесть пар катков, катящиеся по трем концентрическим рельсам.

На фиг. 282 показаны общий вид и конструкция центральной опоры шарнирного поворотного круга $D=30$ *м* наших железных дорог.

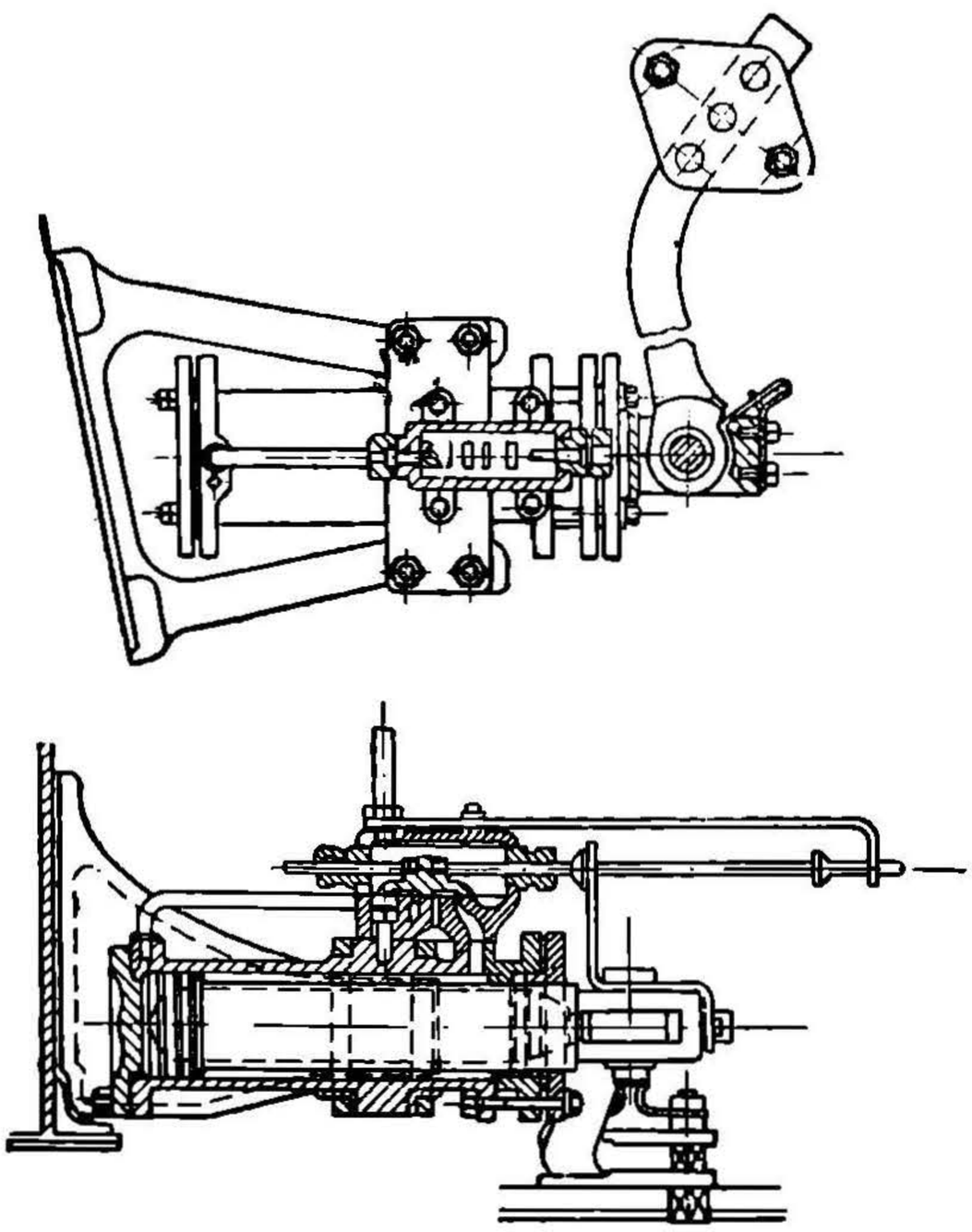
Заграничные железные дороги при строительстве новых поворотных кругов для мощных локомотивов за последнее время стали применять бесфундаментные круги. Одна из подобных установок показана на фиг. 283а, 283б, 283в и 283г. Круговые рельсы поворотного круга (фиг. 283а) покоятся на радиально расположенных дубовых шпалах длиной в 1,2 *м*, уложенных на утрамбованном щебенчатом слое. Конструкция верхнего строения кольцевых рельсов та же, что и у верхнего строения обыкновенного железнодорожного полотна. Для соблюдения кольцеобразной формы кругового рельса шпалы посредством радиально уложенных стержней соединяются с кольцевой балкой пяты, одновременно с этим это скрепление усиливает конструкцию опор под ферму (фиг. 283б). В местах въезда и выезда шпалы кольцевых рельсов сделаны длиннее и принимают на себя концевые опорные рельсы въездных и выездных путей (фиг. 283в). Основные продольные балки фермы сделаны совершенно одинаковыми и состоят из проката нормального профиля (двутавровые балки) (фиг. 283г). Между двутавровыми балками

НБ УИИТ (ДИТ)

установлены поперечные балки, на которые укреплены рельсы. Соединение рельсов с поперечными балками осуществляется обычным креплением, применяемым в верхнем строении пути. Для придания жесткости фермам наряду с диагональным креплением через середину фермы проходит прочная поперечная балка, которая одновременно передает вертикальные усилия на центральную опору фермы, сделанную в виде подпятника. Горизонтальные усилия, возникающие при торможении локомотива по направлению его хода, воспринимаются специальным центровым подшипником. Центральная опора фермы (пята) подвешена на железной конструкции, сделанной в виде колеса. Вертикальные усилия, действующие на пяту, передаются на 12 шпал, радиально уложенных на щебенчатом балласте. Форма подвесной железной конструкции центральной плиты обеспечивает свободный доступ к шпалам, что совершенно необходимо для периодического осмотра и ремонта нижнего основания. Ферма круга передвигается по кольцевым рельсам с помощью восьми роликов, снабженных приспособлением, посредством которого оси роликов устанавливаются точно радиально. По концам ферм имеются диагонально расположенные две тележки. Одна тележка имеет электрический привод для обеих роликовых осей, другая имеет ручную лебедку. Мотор тележки электрифицированный, мощностью 19 *л. с.*; поворот фермы на 180° производится за 1 мин. Для остановки круга применяется ножной тормоз. По немецким данным бесфундаментные круги более экономичны и ботают вполне удовлетворительно.



Фиг. 283г



Фиг. 284

Круговоротчики. Уравновешенные круги ввиду легкости их вращения могут поворачиваться вручную, но для ускорения поворота, что особенно важно для больших депо, они, как и неуравновешенные круги, механизируются. Круговоротчики бывают пневматические или электрические. На фиг. 284 показан пневматический круговоротчик системы Калашникова. На ферме поворотного круга с помощью кронштейна укрепляется цилиндр, в котором возвратно-поступательно перемещается стальной полый поршень, шарнирно связанный со специальным рычагом. Рычаг свободно лежит своими конусами на головке рельса и обжимает его своими кулачками. В момент выхода поршня из цилиндра ферма круга как бы отталкивается, а при обратном ходе поршня кулачки освобождают рельс и свободно скользят по головке рельса.

Электрический круговоротчик (фиг. 282) представляет собой одноколесный электровоз, соединенный шарниром с фермой круга. Ведущий каток кругово-

НБУДУНТ (ДИТ)

ротчика катится по круговому рельсу. Управление круговоротчиком производится из кабины, где расположены пусковой реостат, рубильники и управление песочницей. Подвод тока происходит через токоотбирательную головку, расположенную на мачте в центре вращения круга.

Мощность мотора круговоротчика 6—8 *л. с.* В американских условиях мощность мотора доходит до 30 *л. с.*

Ведущий каток круговоротчика должен иметь достаточное сцепление с рельсом, для чего он должен быть соответственно нагружен.

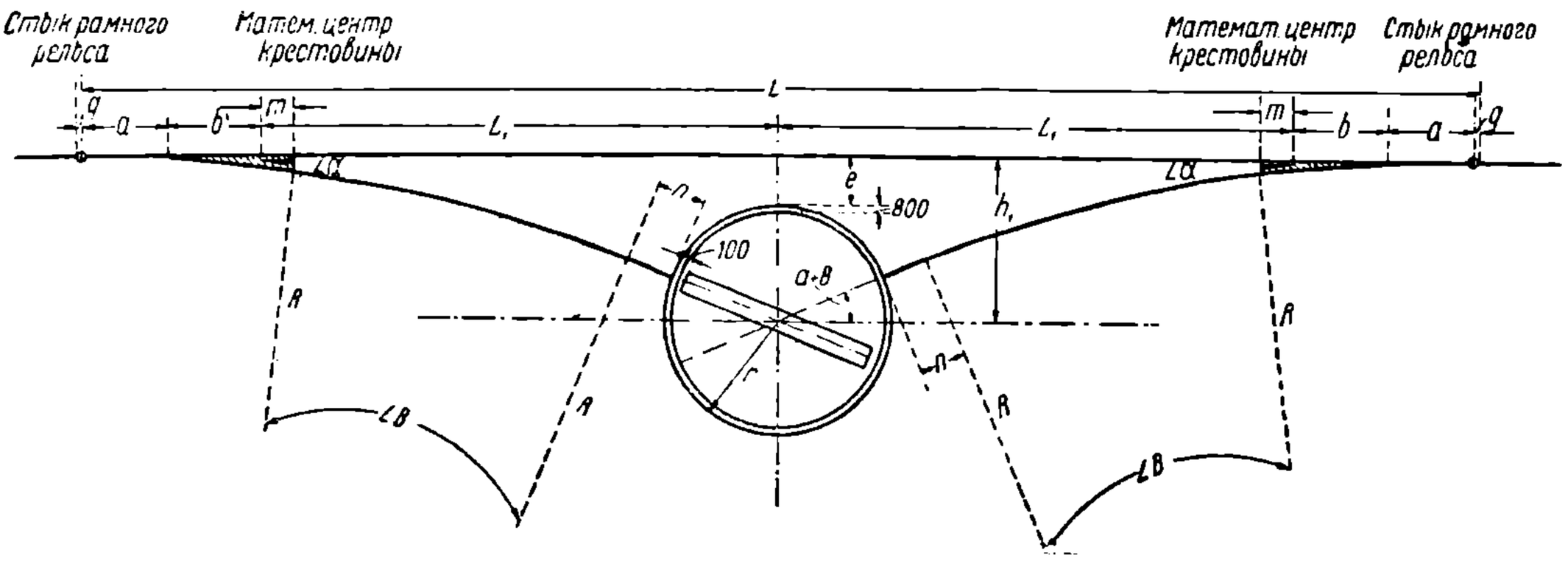
Размещение поворотных кругов. Существует два способа размещения поворотных кругов: первый способ — размещение круга в геометрическом центре окружностей, образующих стены веерного депо с кругом, второй способ — размещение круга рядом с ходовым путем.

При размещении по первому способу поворотный круг осуществляет две задачи: поворачивает паровозы для придания им направления трубой вперед на путь, ведущий в соответствующее стойло депо, и поворачивает паровозы для изменения направления движения при выходе из депо.

При размещении по второму способу осуществляется только поворачивание для изменения направления движения.

Поворотные круги по сравнению с другими поворотными средствами наиболее компактны и требуют минимум времени для поворота локомотива, в то же время применение их при веерных депо позволяет получить наиболее экономный и удобный тип депо.

Круги легко размещаются даже и в стесненных условиях и позволяют придать весьма сжатые и экономные очертания тяговой территории.



Фиг. 285

В силу перечисленных выше преимуществ поворотные круги в прежнее время были основным поворотным средством, а веерные депо с кругом—основным типом депо.

С развитием военной авиации, особенно после мировой войны, возможность применения кругов (особенно веерных депо с кругом) ограничена, ибо поворотный круг легко уязвим с воздуха и при разрушении трудно восстанавливается. Совершенно ясно, что при разрушенном поворотном круге невозможно вывести из веерного депо ни одного паровоза, а это влечет за собой расстройство транспорта в самый ответственный момент.

В силу изложенного применение поворотных кругов при веерных депо допускается теперь только в глубоком тылу с разрешения НКПС в каждом отдельном случае.

Применение поворотных кругов в качестве только поворотного средства (второй способ) не вызывает столь большой опасности, так как порча круга не мешает пользоваться паровозами, а только исключает их поворот. Нормально на деповских станциях должно быть предусмотрено два поворотных средства: одним из них

НБ УКАУНТ (ДИТ)

Таблица 83

Схема поворотного круга и путей при нем (фиг. 385). Размеры в метрах

Длина круга	R	Тип рельса	Марка крестовины		n	$h=r+e-\frac{s}{2}$	a	b	q	$h_1=r+e$	m	L_1	e	β	α+β	Длина кривой	tg	L
30,000	175	III А	1/9	6°20′25″	6,50	20,738	11,365	13,758	0,839	21,500	1,550	68,503	5,53	15°36′31″	21°56′56″	47,674	23,986	182,03
30,000	200	III А	1/9	6°20′25″	6,50	20,738	11,365	13,758	0,839	21,500	1,550	73,069	5,53	14°57′29″	21°17′54″	52,214	26,256	191,16
25,000	175	III А	1/9	6°20′25″	6,50	18,238	11,365	13,758	0,839	19,000	1,550	65,281	5,53	14°55′59′	21°16′24″	46,120	22,936	175,59
25,000	200	III А	1/9	6°20′25″	6,50	18,238	11,365	13,758	0,839	19,000	1,550	68,287	5,53	13°52′39″	20°13′04″	48,441	24,340	181,60
21,946	175	III А	1/9	6°20′25″	6,50	16,711	11,365	13.758	0,839	17,473	1,550	60,836	5,53	14°53′53″	20°33′43″	43,438	21,829	166,70
21,946	200	III А	1/9	6°20′25″	6,50	16,711	11,365	13,758	0,839	17,473	1,550	63,929	5,53	13°15′08″	19°35′33″	46,258	23,234	172,88

НБ УДУНТ (ДИИТ)

Тип рельса	Марка крестовины	$\angle a$	S	R	q	a	p	k	$\angle \beta$	$\angle \gamma$	$T_1=\operatorname{tg}\frac{R}{2}$	$T_2=\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2}$	L	L_1	L_2	L_3
IIIA	1/9	6°20′25″	5,4	160	0,839	11,365	15,308	0,828	54°46′	49°56′10″	82,877	74,501	277,429	197,512	212,461	188,161
IIIA	1/9	6°20′25″	5,4	175	0,839	11,365	15,308	0,828	54°37′40″	50°00′20″	90,378	81,614	290,929	210,963	225,160	200,860
IIIA	1/9	6°20′25″	5,4	200	0,839	11,365	15,308	0,828	54°32′52″	50° 2′44″	103,112	93,358	313,672	233,677	246,613	222,313

Таблица 85

К схеме треугольника для поворотов паровозов (фиг. 287)

Тип рельса	Марка крестовины	Расстояние в *м*							
		Радиус	От стыка рамного рельса до остряка	От остряка до центра перевода	От центра перевода до корня крестовины	От корня крестовины до стыка наружного рельса	От стрелки № 1 до стрелки № 3, от стыка до стыка нар. рам. рельса	От стрелки № 2 до прямого пути	От стрелки № 2 до упора
		R	q	a	p	k	b	h	i_0
IIIA	1/9	160	0,839	11,365	15,308	0,828	342,438	180,270	40,0
IIIA	1/9	175	0,839	11,365	15,308	0,828	369,080	194,349	40,0
IIIA	1/9	200	0,839	11,365	15,308	0,828	413,482	217,813	40,0
IVA	1/9	160	0,950	11,959	15,157	1,219	344,350	181,240	40,0
IVA	1/9	175	0,950	11,959	15,157	1,219	368,194	195,320	40,0
IVA	1/9	200	0,950	11,959	15,157	1,219	412,196	218,785	40,0

Формулы для расчета

$$\cos\frac{\beta}{2}=\frac{A\cdot C\pm B\sqrt{C^2-A^2+B^2}}{C^2+B^2}$$

где $A=R\cos\alpha+(a+q+p+z+\frac{t_4}{2})\sin\alpha$; $B=A+\frac{R}{\cos\gamma}\cos(a-\gamma)$; $C=p+K+\frac{R}{\cos\gamma}\sin(\alpha-\gamma)$

Для типа рельса IIIA $\left(a+q+p+z+\frac{t_1}{2}\right)=11{,}365+0{,}839+15{,}308+3{,}642+\frac{13{,}8}{2}=38{,}054$

НБ УДУНТ (ДИТ)

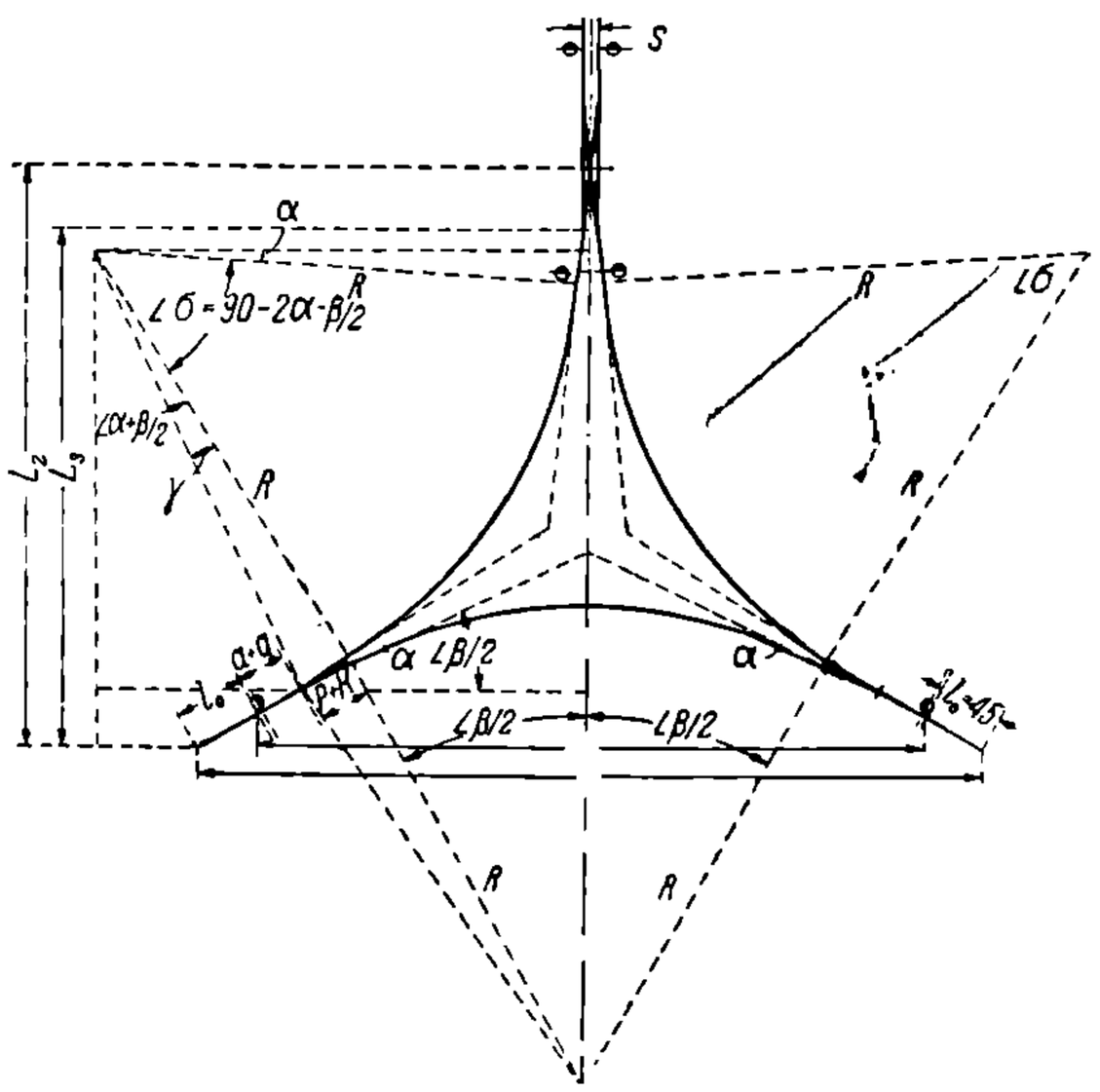
должен быть треугольник, вторым может быть поворотный круг. Применять круги для обоих поворотных устройств допустимо лишь в исключительных случаях при отсутствии места для треугольника и с разрешения НКПС.

Размещение круга рядом с ходовым путем производится, как указано на фиг. 285. В табл. 83 даны размеры к фиг. 285 при разных диаметрах кругов и разных радиусах подходных путей. Радиусы здесь допускаются такие же, как и для треугольников. Перед входом на поворотный круг должен быть прямой участок длиной 6,5 *м*.

При расположении веерного круга в центре веерного депо подходные пути к кругу могут проектироваться так же, как и в предыдущем случае или иначе. Таких путей должно быть всегда не менее двух. Устройство путей, ведущих от круга в стойла, описано далее.

§ 58. Поворотные треугольники

Поворотные треугольники представляют собой рельсовые пути, уложенные в плане в виде фигуры, весьма сходной с геометрическим треугольником, с теми особенностями, что у поворотных треугольников не менее двух сторон криволинейны и в вершинах пути продолжаются за пределами собственно треугольника в виде тупиков либо сквозных путей (фиг 286 и табл. 84). Из фигуры совершенно ясны устройство треугольника и порядок поворота на нем.



Фиг. 286

Из числа поворотных средств треугольник должен быть признан наиболее простым, так как кроме двух или трех стрелок на нем нет никаких передвижных деталей. Простота конструкции, легкость ремонта и надежность работы позволяют считать этот тип поворотных устройств основным.

В случаях, когда требуется считаться с условиями противовоздушной обороны, треугольник безусловно предпочитается поворотным кругам.

Существует несколько видов треугольников, имеющих существенные отличия между собой.

Наиболее коротким по общему протяжению сторон и наиболее компактным по занимаемой площади является треугольник равносторонний (фиг. 286). К неудобствам этого вида треугольника относится необходимость располагать его всегда в конце тяговой территории, что значительно ее удлиняет. Ввиду отдаленности расположения таких треугольников, а также ввиду криволинейности всех трех сторон их обычно трудно использовать для размещения на них каких-либо устройств, поэтому сфера применения этого вида ограничена.

Наиболее распространен вид треугольника, показанный на фиг. 287. Данные к нему представлены в табл. 85.

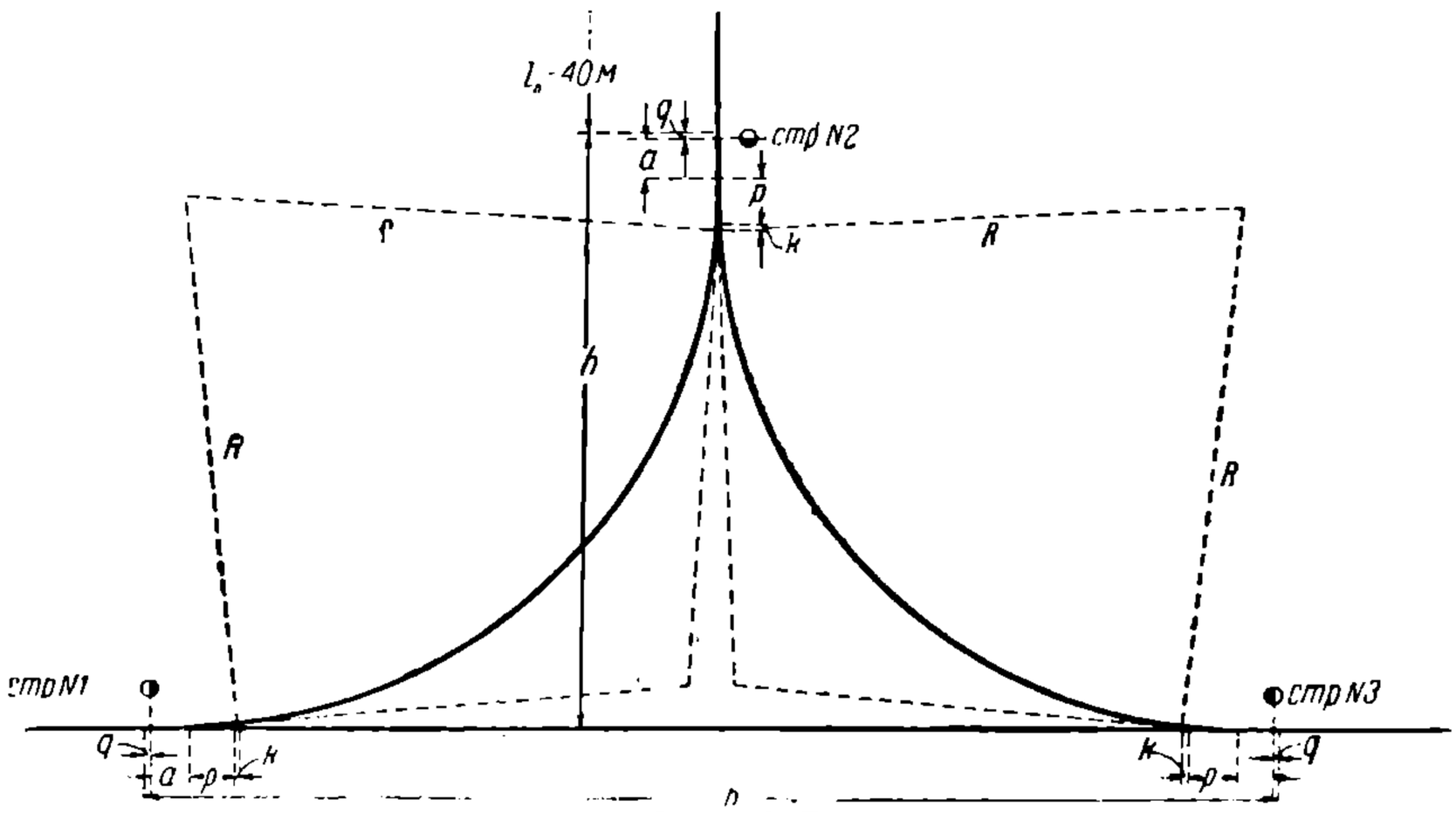
По общему протяжению сторон он длиннее и по занимаемой площади больше, чем равносторонний, но в то же время имеет следующие существенные преимущества:

а) По своей конфигурации может вплотную прилегать прямой стороной к главному пути или к другим путям станции, а поэтому может располагаться параллельно другим тяговым устройствам.

б) На прямой стороне могут быть размещены некоторые экипировочные устройства (чаще всего канавы для чистки топок и гидроколонки) или пути (фиг. 288).

НБ УКУНТ (ДШТ)

в) Внутри такого треугольника можно поместить некоторые устройства, чаще всего 2—3 стойла оборотного депо или материальный склад.

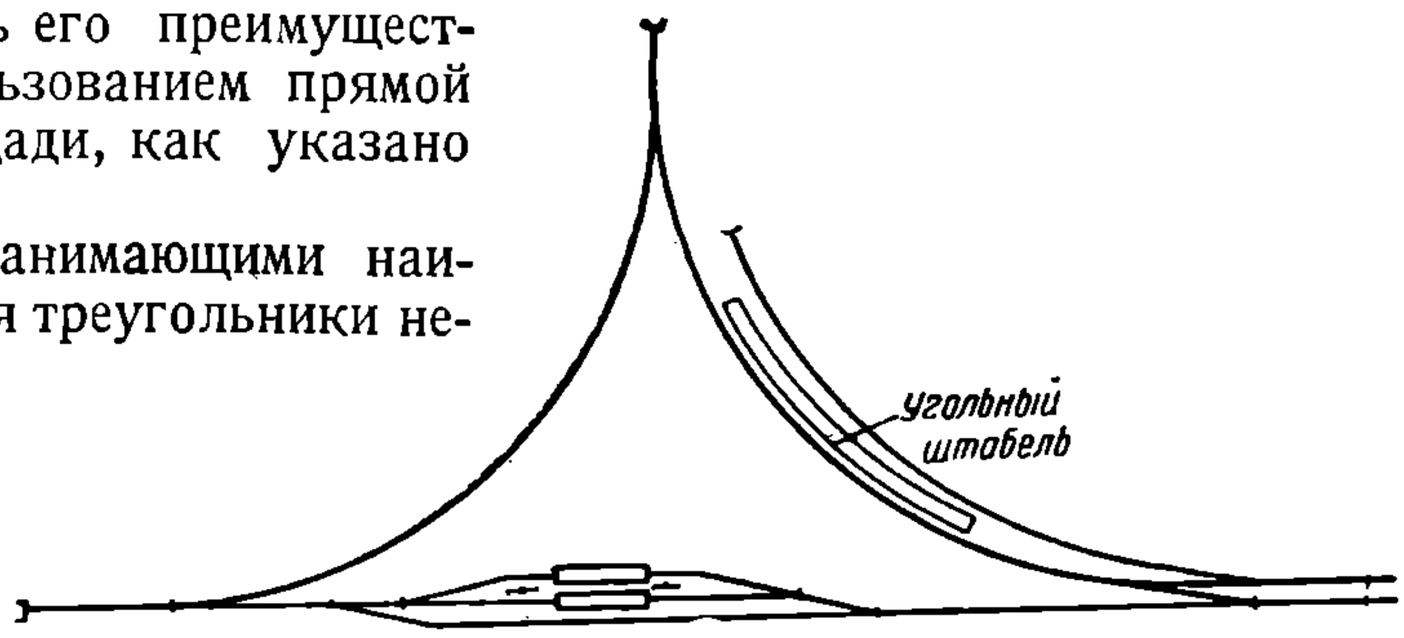


Фиг. 287

Перечисленные удобства этого типа дают возможность рекомендовать его преимущественное применение с использованием прямой стороны и внутренней площади, как указано выше.

Наиболее длинными и занимающими наибольшую площадь являются треугольники несимметричные самых разнообразных очертаний (фиг. 289).

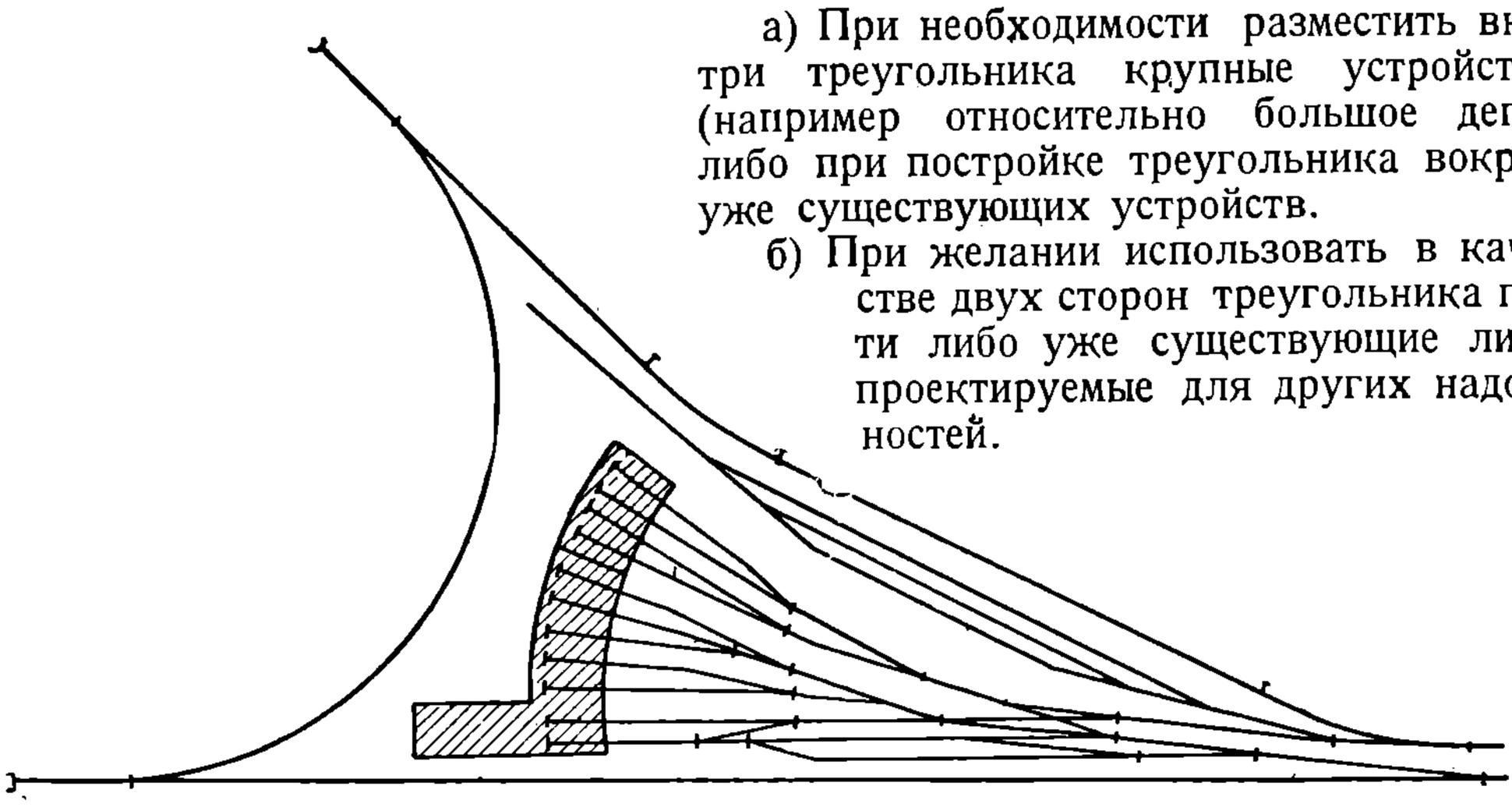
Целесообразность применения треугольников неправильной формы появляется в трех случаях:



Фиг. 288

а) При необходимости разместить внутри треугольника крупные устройства (например относительно большое депо) либо при постройке треугольника вокруг уже существующих устройств.

б) При желании использовать в качестве двух сторон треугольника пути либо уже существующие либо проектируемые для других надобностей.



Фиг. 289

в) В случаях, когда условия топографии (застройка, река и т. д.) и рельефа местности препятствуют укладке короткого симметричного треугольника.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Так как упоминаемые обстоятельства встречаются весьма часто, то и применение несимметричных треугольников весьма распространено и часто дает хорошие результаты.

При выборе того или иного решения следует всегда учитывать, что в отношении пробега оборачивающихся локомотивов решающим является не только пробег по самому треугольнику, а весь пробег по тяговой территории.

Треугольники проектируются с крутыми радиусами со стрелками, имеющими крутые крестовины, и с уклонами, позволяющими наилучшим образом подогнать профиль треугольника к условиям рельефа местности для уменьшения земляных работ.

Правилами проектирования железных дорог с паровой тягой для проектирования треугольников разрешается применять:

Нормальный минимальный радиус	$R = 180$ *м*
Наибольший уклон в пределах сторон треугольника	$i_{max} = 15‰$
Наибольший уклон в пределах тупиков . . .	$i = 5‰$
Марки крестовин при обыкновенных переводах	$^1/_9$
Марки крестовин при симметричных переводах до	$^1/_6$

Длина тупиков делается равной длине двух паровозов (соответственно работающему на дороге типу), что необходимо для возможности поворачивать холодные паровозы или отдельные вагоны.

Для выпуска воды с территории, ограничиваемой сторонами треугольника, в одной из его сторон устраивается лоток, труба или иное сооружение.

При проектировании треугольников можно пользоваться данными, приведенными на фиг. 286 и 287 и в табл. 84 и 85.

§ 59. Поворотные петли

Петли для поворачивания локомотивов представляют собой рельсовый путь, уложенный в плане по кривой. В зависимости от того, должен ли быть вход на петлю и выход с петли в одном месте или в разных местах, а также от других условий планировки, петли получают самое разнообразное очертание в плане. Единственный фактор, общий для всех видов петель, — это алгебраическая сумма всех углов поворота петли, которая должна быть равна 180°. Естественно, что, пройдя по такой кривой, локомотив поворачивается на 180°. Симметричная правильная петля, предназначаемая только для поворота, весьма громоздка и поэтому обычно не применяется. Петли несимметричные часто оказываются наиболее рациональным поворотным средством, особенно в тех случаях, когда петля в то же время является ходовым путем для паровозов и особенно, когда этот ходовой путь оказывается необходимым пересечь путепроводом с другими путями.

В тех случаях, когда петля служит ходовым путем, каждый локомотив при попадании в депо по петле или при выходе из него по ней обязательно попутно поворачивается. На фиг. 290 показано применение петли в том случае, когда при росте размеров движения при постройке второго пути оказывается необходимым избежать пересечения главных путей паровозами, идущими из-под поезда в депо и обратно. Весьма часто депо расположено так, что обогнуть вокруг него главный путь нельзя, и тогда устройство петли с путепроводом позволяет избежать таких пересечений

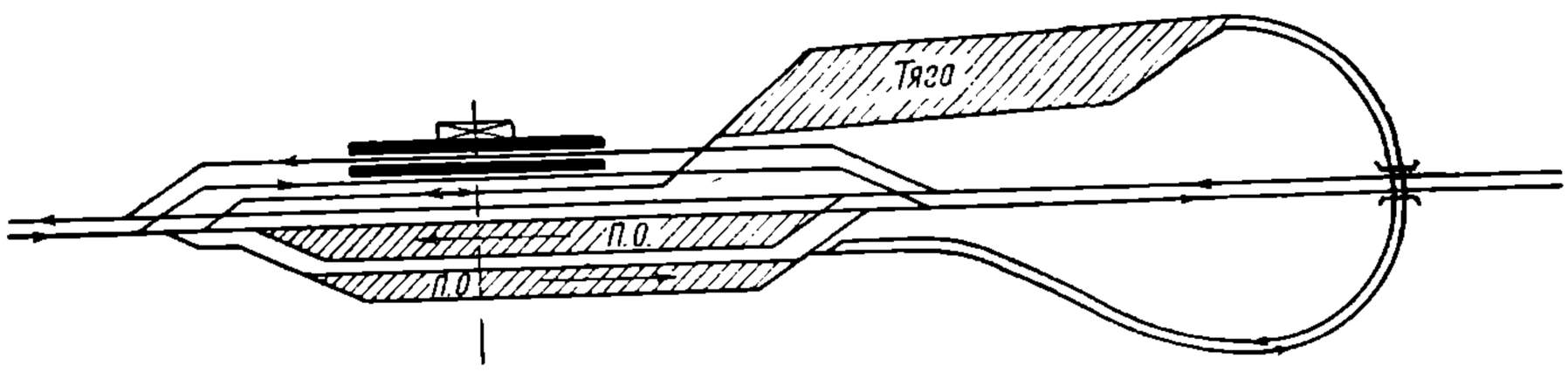
На фиг. 290 показано расположение депо рядом с пассажирским зданием, т. е. именно такой случай, когда возможность обогнуть главный путь вокруг депо исключена.

Нередки и другие случаи, когда своевременно не предусмотрено место для развития станции, и территория вокруг нее оказывается до такой степени застроенной, что приходится выносить парки одного из направлений за поселок (фиг. 291). Иногда при этом расстояние между парками оказывается столь велико, что удается уложить ходовые пути в виде петли и тем самым избежать надобности в устройстве специальных поворотных средств. Когда петля служит в то же время ходовым

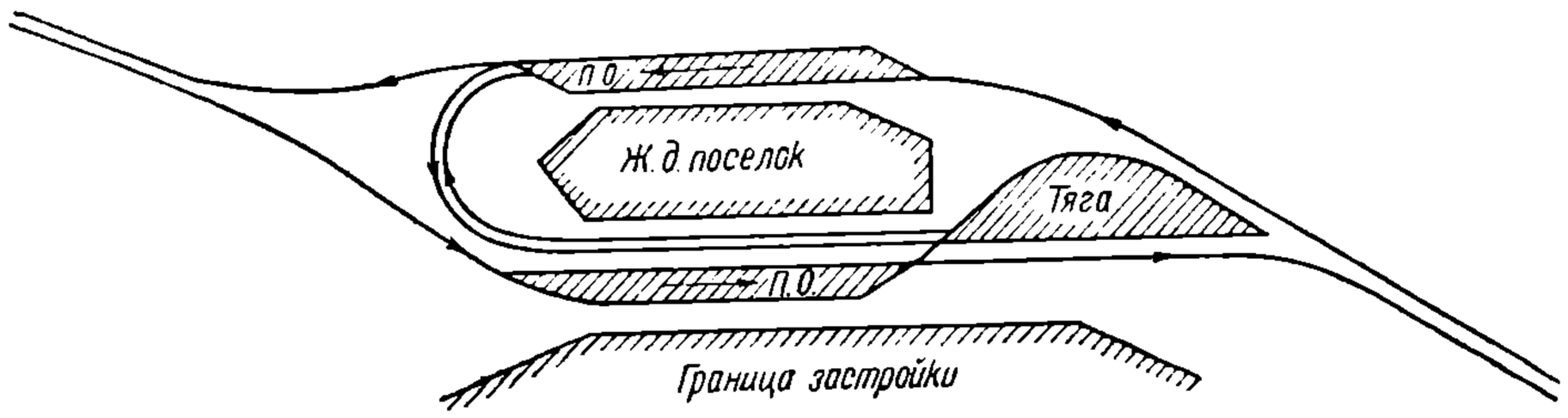
НБ УКГНТ (ДГТ)

путем, следует устраивать ее двухпутной или во всяком случае предвидеть укладку второго пути в будущем.

Могут быть и другие комбинации, когда применение петли весьма рационально. Следует оговорить, что применение петель для поворачивания поездов здесь не



Фиг. 290



Фиг. 291

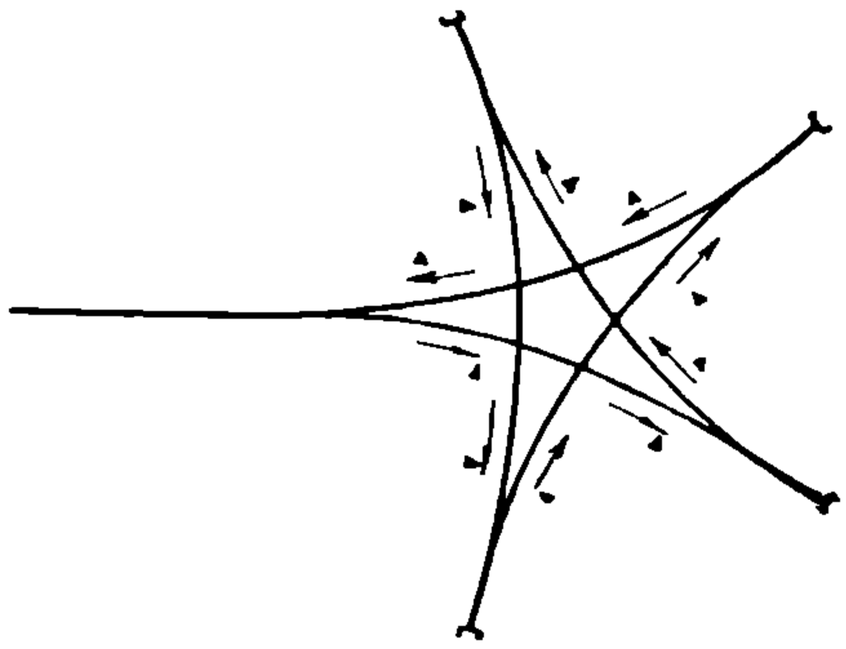
рассматривается, ибо подобные петли обычно не используются для поворачивания локомотивов и не имеют отношения к тяговым устройствам.

При проектировании локомотивных петель применяются такие же уклоны и радиусы кривых, как и для треугольников. Между обратными кривыми на петлях прямых вставок можно не делать.

§ 60. Поворотные пятиугольники

Этот вид поворотных устройств не имеет почти никакого распространения, так как не обладает сколько-нибудь существенными преимуществами перед описанными выше.

Существуют два типа пятиугольников—«звезда» (фиг. 292) и типа «М» (фиг. 293).



Фиг. 292

Пятиугольник типа М дает небольшую экономию в занимаемой площади по сравнению с треугольником и имеет большую общую длину пути.

Пятиугольник типа М против треугольника имеет две лишних стрелки, два лишних тупика с упорами и 12 нестандартных крестовин. Пятиугольник «звезда» имеет 20 нестандартных крестовин. Паровоз, проходя по пятиугольнику, 4 раза меняет направление движения.

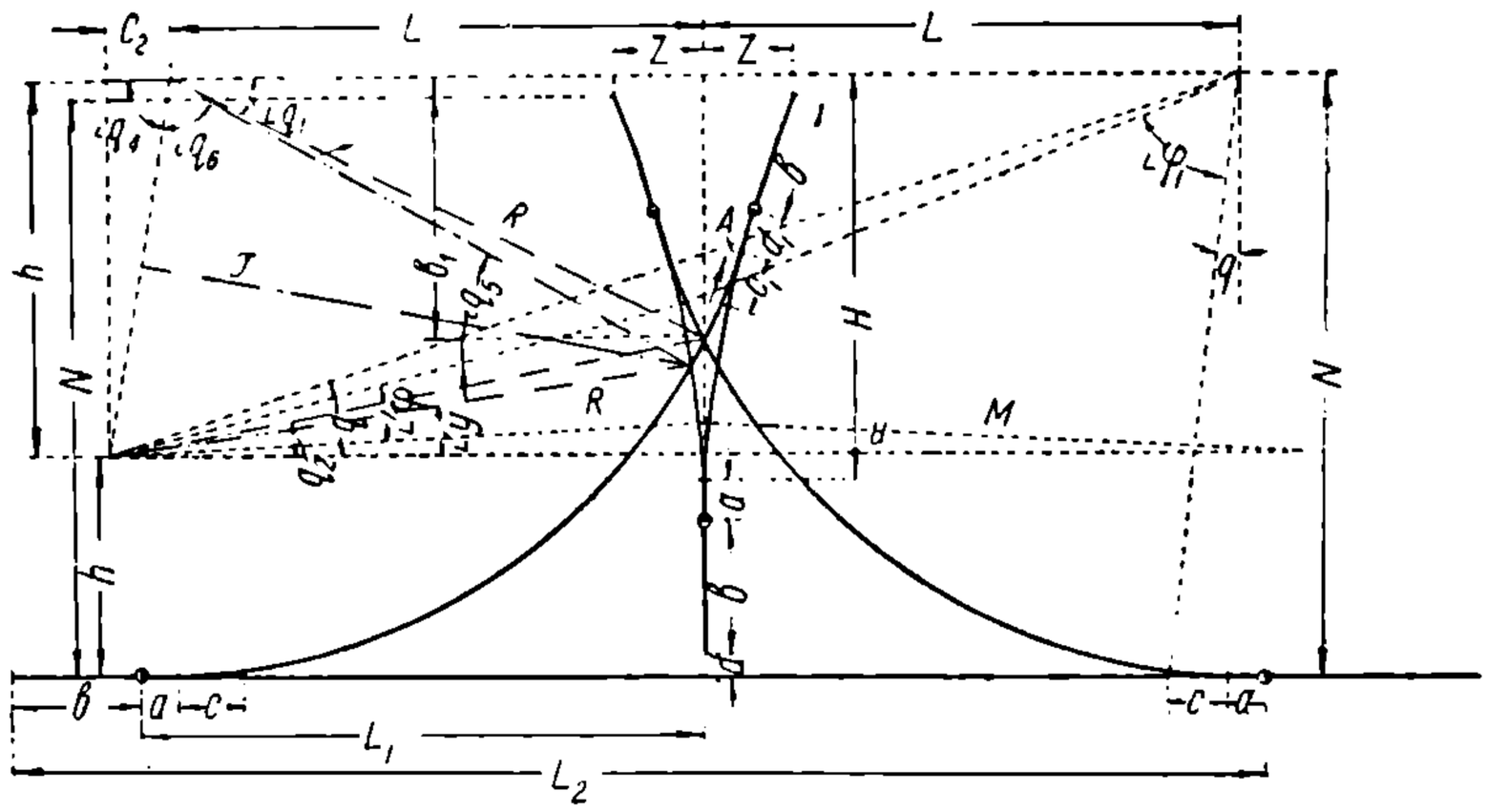
Перечисленные неудобства в нормальных условиях никак не окупают небольшой экономии площади, а поэтому применение пятиугольников может иметь место в исключительных случаях, когда этим достигается сохранение от сносов ценных зданий или крупная экономия на строительных работах.

В особо затруднительных случаях лучше применить треугольник с радиусом менее 160 *м*, чем пятиугольник.

Применение радиусов менее 160 *м* требует специальных устройств для прохода паровозов по таким кривым, так как обращающиеся на сети паровозы, в том числе

НБ УДУНТ (ДИТ)

и серий ФД и ИС, рассчитаны на вписывание в кривые $R = 150$ *м*. Минимум $R = 160$ *м* назначен потому, что обычно в пути появляются некоторые местные искажения кривизны, на что и дан запас в величине радиуса в 10 *м* с тем, чтобы



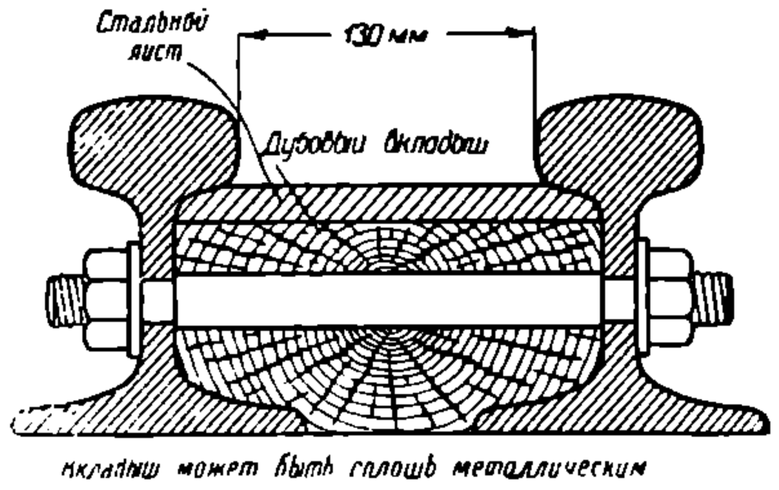
Фиг. 293

иметь уверенность в надежности работы поворотного устройства. Следует отметить, что уже при $R = 160$ *м* необходимо весьма строго следить за исправностью и прочностью пути.

При радиусах от 140 до 160 *м* достаточно укладывать контррельсы и ставить упоры к наружным рельсам для избежания их вывертывания.

Существуют специальные устройства, позволяющие пропускать паровозы и по более крутым кривым.

Наиболее простым и распространенным является устройство, предложенное Богоявленским. Сущность его заключается в следующем: каждая нитка рельсового пути состоит из двух рельсов, стянутых болтами, со вкладышами между ними, рассчитанными таким образом, чтобы колеса, удаляющиеся от рельсов, катились бы ребордами по вкладышам (фиг. 294).



Фиг. 294

Такое устройство позволяет пропускать паровозы по кривым $R = 90$ *м*.

Опыты укладки на тяговых путях кривых радиусом 70 *м* со вкладышами Богоявленского оказались неудачными: паровоз серии Э хотя и проходил по такой кривой, но соединение паровоза с тендером расстраивалось, а иногда и рвалось.

Опыты укладки треугольников с вкладышами, изготовленными из соснового леса, и с упорами из старых подкладок, хотя и показали возможность ими пользоваться, однако с большими расходами по содержанию пути в исправности и с частой заменой частей.

§ 61. Размещение поворотных средств на тяговой территории

В зависимости от того, на какого рода станции устраиваются поворотные средства, изменяются условия размещения их, а отсюда и обстоятельства, влияющие на выбор подходящего типа.

В этом отношении различаются три случая:

А) Поворотные средства на станции с основным депо.

Б) Поворотные средства на станции с оборотным депо.

В) Поворотные средства на станции оборота паровозов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Кроме того выбор типа и размещение поворотных устройств весьма сильно зависят от того, является ли станция переустраиваемой или проектируемой заново.

Совершенно естественно, что в первом случае условия расположения существующих устройств решающим образом влияют на выбор места для размещения поворотных средств, в то время как во втором случае весь комплекс устройств, в том числе и поворотные средства, возможно разместить взаимно наиболее выгодно.

Условия размещения поворотных средств описаны ниже применительно к новым станциям с указанием льгот, которые могут быть допущены при переустройстве.

В зависимости от типа локомотивного здания может иметь место необходимость ставить паровозы в депо повернутыми в определенном направлении. При зданиях прямоугольных со сквозными путями безразлично, как повернут паровоз, стоящий в депо. При зданиях веерных либо прямоугольных с односторонним заездом необходимо, чтобы паровоз стоял трубой к торцевой стене, где размещены окна и верстаки. Отсюда возникает надобность при этих типах депо размещать поворотные средства таким образом, чтобы паровоз, проходя экипировку в определенном порядке, поворачивался бы перед заходом в стойло.

В основных депо это требование обусловливается технологическим процессом ремонта паровозов. В оборотных депо можно допустить постановку паровозов в любом направлении, но тогда надо устраивать второй ряд дымовытяжных труб.

На станциях с оборотным депо должны поворачиваться все паровозы, и поэтому здесь особенно важно размещать поворотные устройства так, чтобы операция поворачивания занимала бы минимум времени и не требовала бы сложных заездов и больших пробегов.

При типах депо, допускающих постановку паровоза в любом положении, безразлично, будет ли поворотное устройство расположено до входа в депо или после выхода из него. При типах депо, требующих определенного направления паровоза, идущего в стойло, необходимо поворачивать часть паровозов перед заходом в депо и часть после выхода; это требование должно быть учтено при выборе места для поворотного устройства.

При малых размерах движения, когда сооружается только одно поворотное устройство, следует размещать его возможно ближе к стойлам. При больших размерах движения проектируются два поворотных устройства (это следует иметь в виду, оставляя место для развития). В этих случаях одним из них может быть круг, а вторым нормально должен быть треугольник, причем круг следует размещать ближе к депо, так как здесь место более стеснено.

При развитии существующих станций в тесных условиях может быть допущено в виде исключения устройство двух кругов.

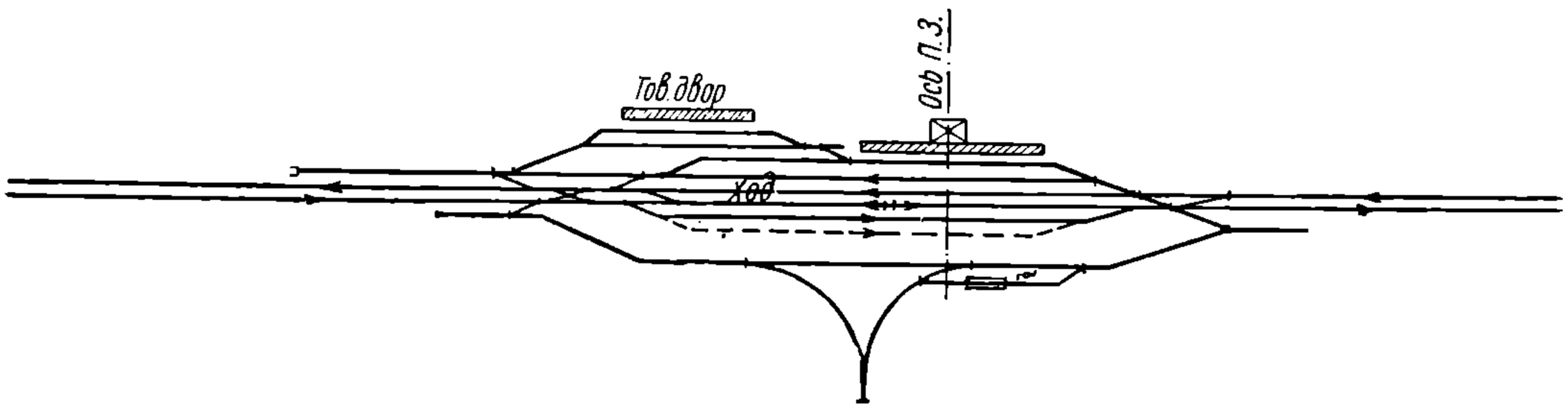
Ввиду того что число стойл оборотных депо при современных нормах расчета и правилах назначения длины тяговых плеч обычно весьма невелико (редко более шести), возможно рекомендовать для оборотных депо расположение веерных зданий, а также прямоугольных с односторонним заездом внутри треугольника с использованием сторон его для размещения канав, гидроколонок и углеснабжения.

На станциях оборота паровозов стойл нормально не бывает. Поворот паровоза—основная операция, и поэтому условия для размещения поворотного устройства становятся фактором, существенно влияющим на выбор схемы станций. Нормально на этих станциях применяется треугольник; применять здесь круг возможно только в виде редкого исключения, когда это дает существенную экономию. Существуют два основных типовых решения для размещения поворотных устройств на таких станциях; они показаны на фиг. 295 и 296.

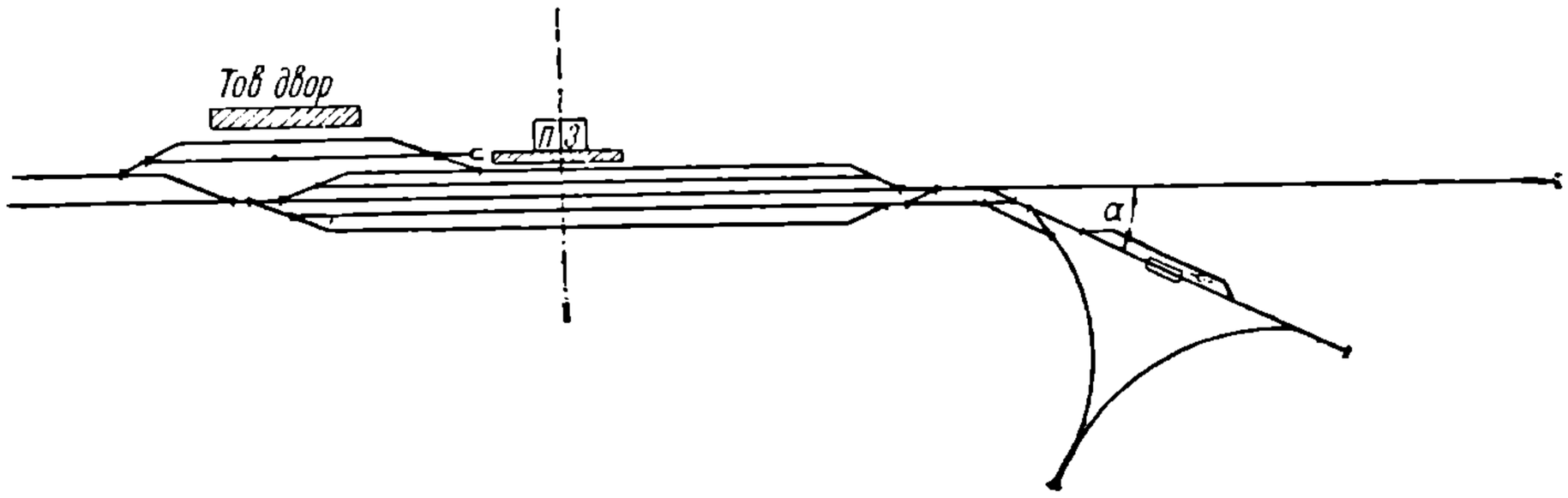
Размещение треугольника параллельно станции (фиг. 295) с использованием его в качестве ходового пути наиболее рационально в смысле сокращения лишних пробегов и обратных заездов. Это решение можно применять всегда, если позволяют топография и рельеф и не предвидится значительного расширения станции.

НБ УИИНТ (ДИТ)

Размещение треугольника за горловиной (фиг. 296) предпочтительно при наличии вероятности значительного развития станции или при благоприятствующих такому решению условиях местности.



Фиг. 295



Фиг. 296

На станциях с основным депо далеко не все паровозы поворачиваются. Во многих депо график оборота строится так, что основная масса паровозов переходит с одного тягового плеча на другое и поворота не требует, при этом получается экономия во времени экипировки. В стойло основного депо должны заходить главным образом паровозы, требующие ремонта, большинство же паровозов прямо с экипировки проходит под поезда. В силу этих обстоятельств поворотные устройства при основных депо не так сильно работают, как при оборотных депо, и здесь оказывается возможным допустить менее жесткие требования к их размещению в смысле пробегов паровозов и обратных заездов при повороте. Это весьма существенное обстоятельство, ибо в основных депо значительно больше всякого рода устройств и планирование тяговой территории здесь сложнее. Следует отдавать предпочтение решениям, дающим возможность разместить поворотное устройство при выходе из стойл, так как в основном депо часто не удается заранее предвидеть, в каком направлении пойдет паровоз после ремонта.

Так же, как и для оборотных депо, при больших размерах движения (порядка 48 паровозов и выше) устраиваются два поворотных средства: одно до входа в депо и другое после выхода, причем в первую очередь строится треугольник.

ГЛАВА 9

ТЯГОВАЯ ТЕРРИТОРИЯ И ТЯГОВЫЕ ПУТИ

§ 62. Размещение тяговой территории на станции

Устройства локомотивного хозяйства в нормальных условиях располагаются на объединенной «тяговой территории», занимающей определенное место на станции. Сравнительно редко в случаях, когда из-за тесноты нельзя разместить все устройства в одном месте, приходится располагать их в двух местах, но это вообще нежелательно, ибо затрудняет надзор, снабжение материалами и т. п.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

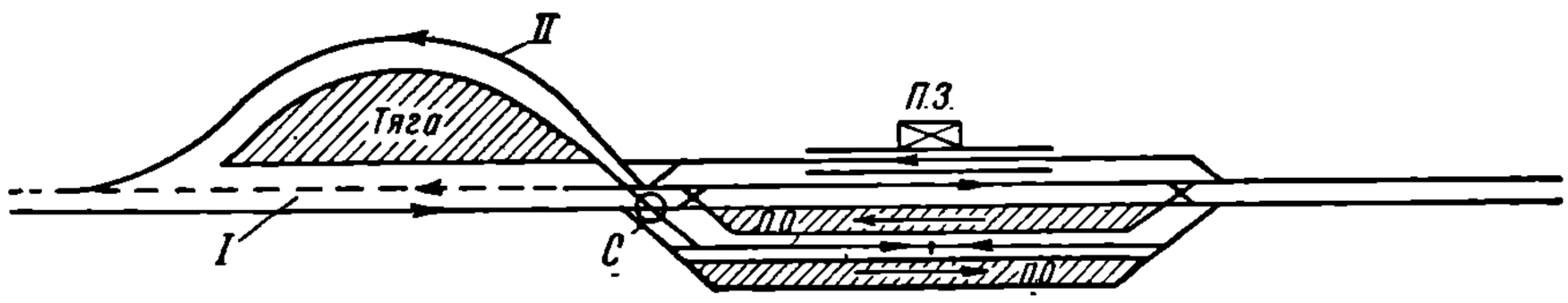
Создание двух тяговых территорий на станции помимо тесноты места может вызываться условиями попадания локомотивов в депо.

На крупных узловых станциях, построенных по принципу разделения парков по линиям (особенно, если своевременно не предусмотрено их развитие), иногда складывается такая схема, что локомотивы при проходе от поездов одного из направлений в депо должны пересекать ряд весьма загруженных горловин и главных путей, в таких случаях может оказаться целесообразным устроить два депо, расположенных с разных сторон станции.

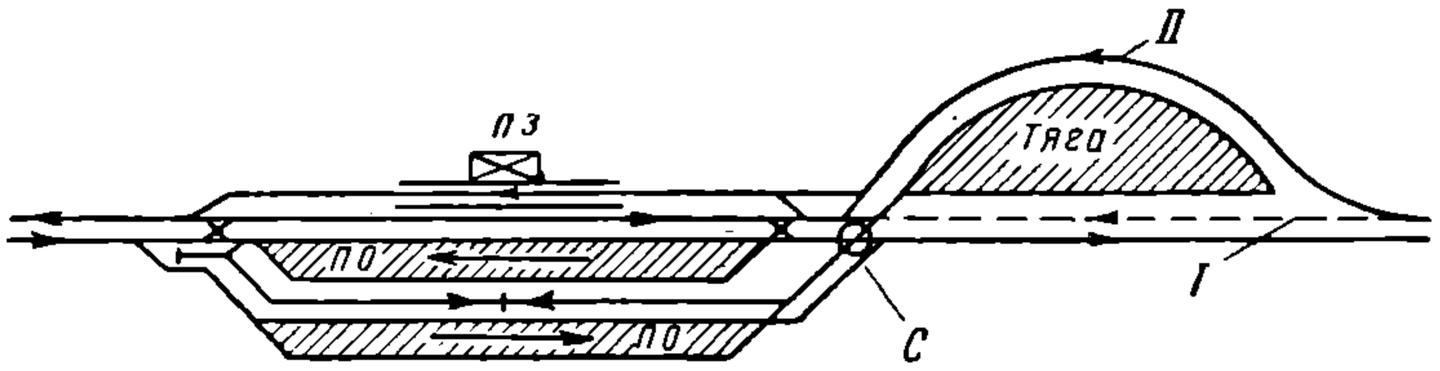
Выбор места для тяговой территории обусловливается схемой станции, топографией и рельефом местности.

При отсутствии препятствий, т. е. при вполне свободной и ровной станционной площадке, двумя основными факторами, определяющими место для тяговой территории, являются: 1) необходимость обеспечить наиболее удобную связь между депо и станционными парками и 2) необходимость обеспечить свободное развитие всех элементов станции. Эти общие требования для всех видов станций приводят к совершенно определенным схемам, дающим наилучшие условия эксплуатации.

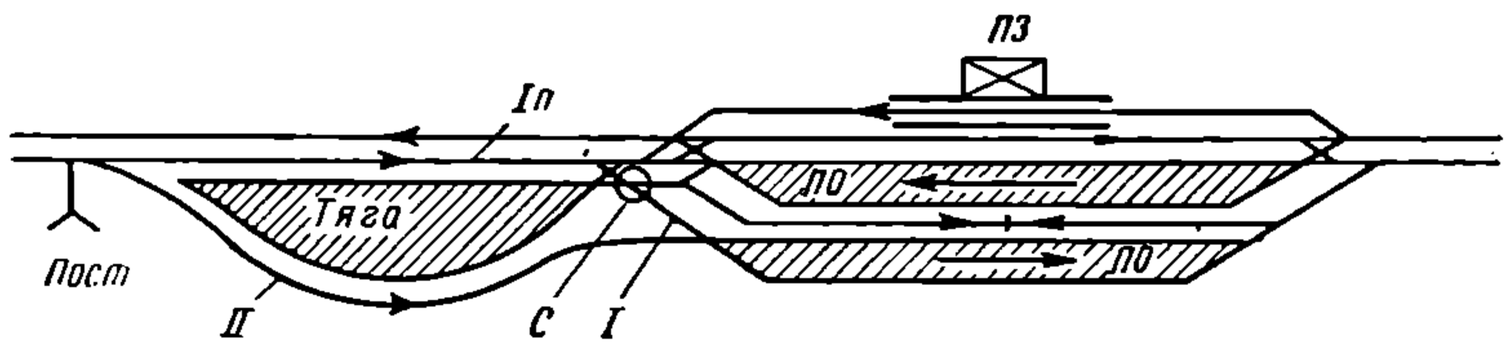
Для всех проходных станций, имеющих депо либо иные устройства, куда должны заходить локомотивы от всех поездов, принципы выбора места для тяговой



Фиг. 297



Фиг. 298



Фиг. 299

территории являются одинаковыми. На фиг. 297—302 приведено шесть случаев размещения тяговой территории.

Все схемы показаны для станций, получивших полное развитие после постройки второго пути, так как назначение места для депо всегда производится с учетом роста работы и в предвидении превращения линии в двухпутную.

Наиболее рациональным является расположение тяговой территории по фиг. 300, т. е. со стороны, противоположной пассажирскому зданию сбоку станции, у головы приемо-отправочного парка, лежащего на этой стороне.

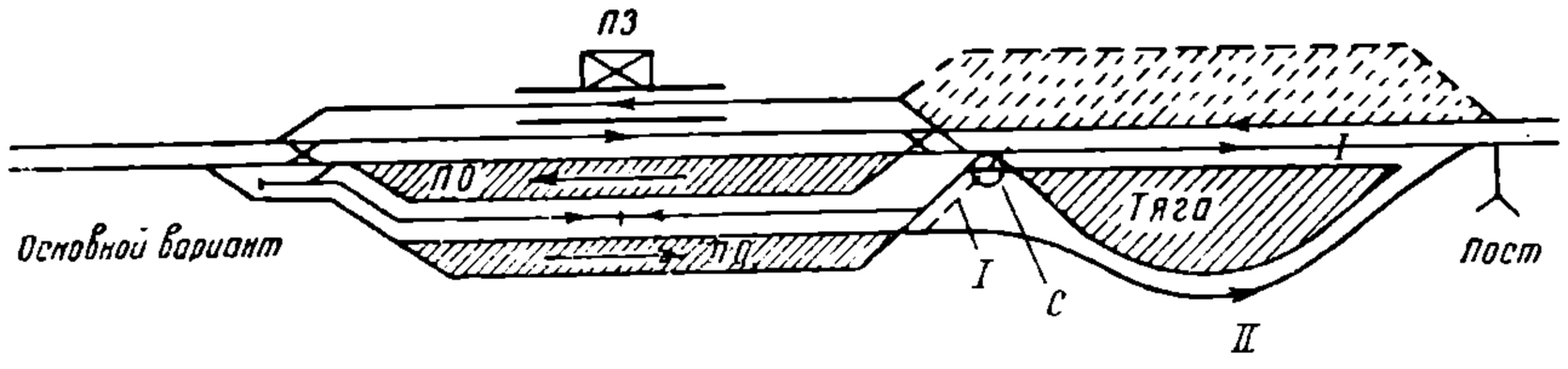
При размещении тяговой территории со стороны пассажирского здания (фиг. 297 и 298) всегда будут иметь место два неустранимых неудобства: 1) товарные локомотивы, идущие в депо, неизбежно будут пересекать маршруты пассажирских

НБ УИИТ (ДИТ)

поездов в точках, отмеченных буквой *С*, и 2) тяговая территория будет расположена рядом с поселком, который, как правило, строится со стороны пассажирского здания.

Для старых русских станций весьма характерно расположение тяговой территории со стороны пассажирского здания и при этом так близко к нему, что возможность устроить второй главный путь, объемлющим депо, совершенно исключается (фиг. 302).

Такой способ расположения депо теперь недопустим, ибо при современных размерах движения и темпах его роста наличие неустранимых пересечений мар-



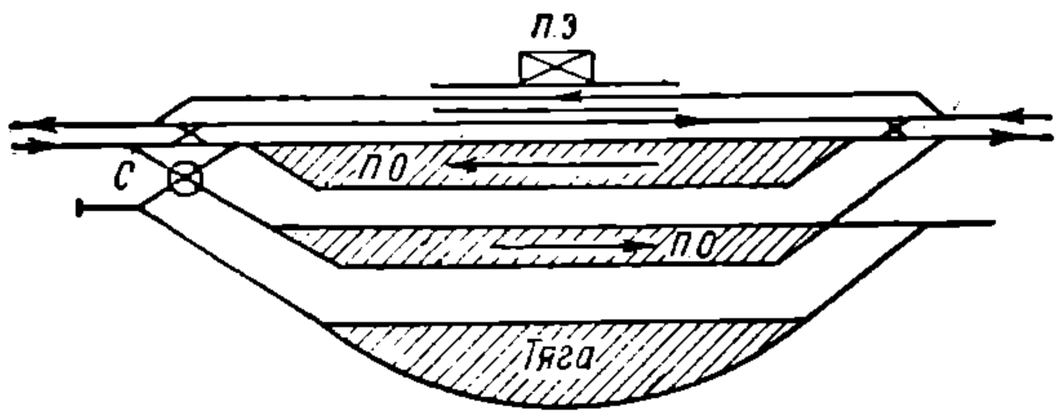
Фиг. 300

шрутов организованных поездов локомотивами, идущими в депо, создает большие затруднения.

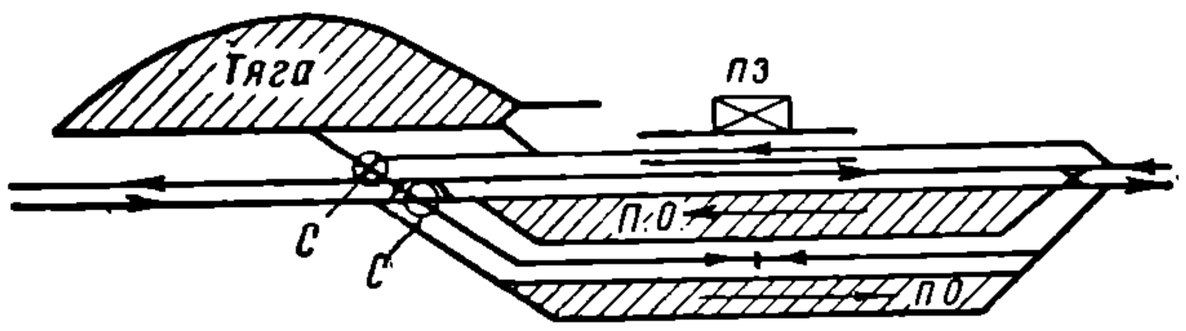
В современных проектах всегда необходимо предвидеть возможность устройства второго главного пути, объемлющего депо, для того, чтобы маршруты организованных поездов не пересекались локомотивами.

Для возможности беспрепятственного развития горловин по мере роста работы станции тяговая территория отдаляется от парков на необходимое расстояние. Величина этого расстояния определяется эскизным проектом развития станции.

При размещении депо со стороны, противоположной пассажирскому зданию (фиг. 299 и 300), имеется возможность путем устройства поста и специального пассажирского пути (на схеме обозначен цифрой *1п*) полностью избежать пересечений локомотивами маршрутов пассажирских поездов. В то же время депо при этих схемах располагается со стороны, противоположной поселку, что рационально в санитарном отношении и вообще весьма удобно для планировки поселков. Указанные преимущества во многих случаях признаются столь существенными, что ради них идут на содержание дополнительного поста для обслуживания стрелки, ведущей на пассажирский путь (фиг. 299 и 300). При небольцом количестве пассажирских поездов оказывается возможным обойтись без поста и без специального пассажирского пути путем пропуска пассажирских поездов обоих направлений по одному и тому же главному пути (на фигуре верхний) на протяжении целого блок-перегона от участковой станции до ближайшего блок-поста.



Фиг. 301



Фиг. 302

Из двух вариантов последнего решения (фиг. 299 и 300) второй вариант имеет то преимущество, что в нем обеспечивается для одного направления непосредственное попадание локомотивов из парка в депо без пересечения маршрутов организованных поездов и без прохода по длинной территории станции.

Локомотивы второго направления проходят в депо через всю станцию и кроме этого в первое время, пока не будет устроен главный путь, объемлющий депо, неизбежно будут пересекать маршруты в точке *С*. Дежурный по станции при такой

НБУВ ЧИТ (ДЕТ)

схеме может сосредоточить свое внимание при пропуске локомотивов по станции, главным образом, на одном только направлении.

Первый вариант (фиг. 299) не дает такого преимущества. Здесь паровозы из парка, расположенного головой к депо, до тех пор, пока не будет устроен главный путь вокруг депо, должны пересекать пути приема поездов противоположного направления, а паровозы из второго парка попадают в депо, пройдя всю станцию.

Кроме этого сравнительно небольшого преимущества варианта по фиг. 300 есть еще и другое более важное обстоятельство, говорящее в пользу такого размещения депо. На фиг. 300 справа от пассажирского здания пунктиром показано возможное расположение приемо-отправочного парка.

По оборонным требованиям, а также при большом количестве пассажирских поездов или по другим соображениям иногда приходится размещать таким образом парки одного направления. Тогда депо получается у головы обоих парков, что бесспорно дает наилучшее решение.

По причинам, указанным выше, вариант размещения депо напротив пассажирского здания, сбоку станции, у головы противоположного пассажирскому зданию приемо-отправочного парка является основным. Отступления от этого принципа могут быть допущены в тех случаях, когда это вызывается неблагоприятными условиями топографии и рельефа местности и дает экономию, выявленную технико-экономическими расчетами.

Существует еще одно возможное решение, показанное на фиг. 301, заключающееся в размещении тяговой территории напротив пассажирского здания параллельно паркам на некотором расстоянии от них, определяемом размерами ожидаемого развития парков.

Этот вариант имеет два неустранимых недостатка: 1) неизбежно пересечение локомотивами одного направления маршрутов организованных поездов, ибо при таком размещении депо возможность устроить объемлющий главный путь вокруг него исключена, 2) тяговая территория зажимает развитие станции.

Указанные недостатки настолько существенны, что, как правило, для деповских станций такое решение не применяется. Оно может быть приемлемо только в исключительных случаях для станций оборота паровозов, ибо на этих станциях значительного развития обычно не бывает, устройства тяги менее дороги, чем в основном и оборотном депо, и в крайнем случае могут быть перенесены на новое место. В то же время простота операций (отсутствие сортировочной работы, короткое протяжение горловин) в значительной мере уменьшает неудобства от пересечения локомотивами поездных маршрутов, почему неустранимость такого пересечения здесь становится не столь существенной.

На проходных станциях, проектируемых вновь, кроме рассмотренных случаев не может возникнуть другого решения, ибо выше показаны все теоретически возможные места для расположения тяговой территории.

На станциях переустраиваемых депо обычно уже существует и нормально должно быть сохранено на старом месте. Если же окажется надобность перенести тяговую территорию на новое место, то изложенные выше принципы сохраняют свою силу и здесь.

Небольшие сортировочные станции обычно строятся по схемам участковых, и приведенные выше соображения полностью сохраняют свою силу и для них.

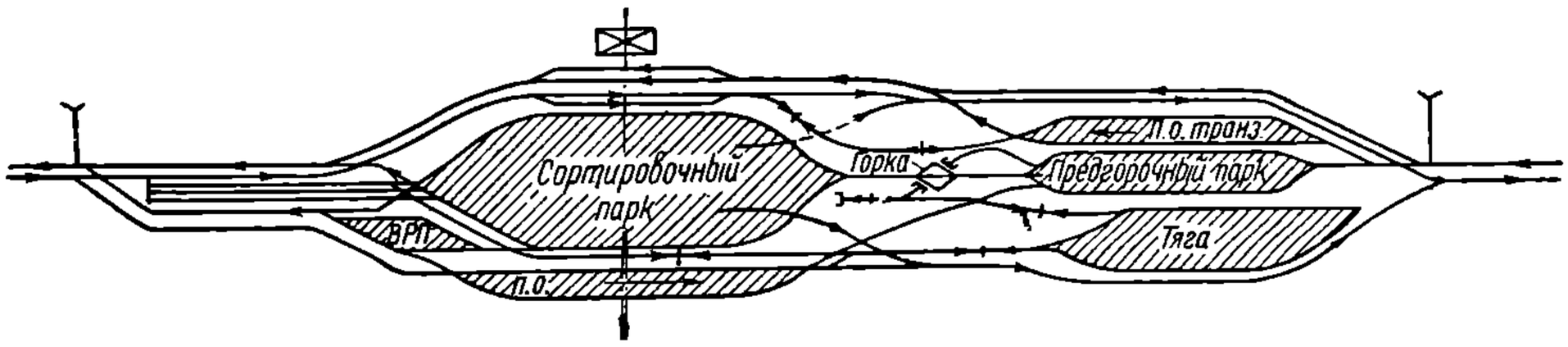
На крупных сортировочных станциях схема значительно осложняется. Хотя общие принципы выбора места для тяговой территории остаются теми же, но специфические особенности схемы придают иное освещение вопросу о размещении депо.

Основным типом крупной современной сортировочной станции является станция односторонняя, т. е. имеющая одну сортировочную систему для переработки потоков обоих направлений при помощи горки. Если в разобранных ранее случаях расположение депо ориентировалось относительно пассажирского здания и главных путей, то для сортировочных станций опорной базой должна быть принята система сортировочных устройств, так как она является здесь основной. Пассажирские устройства могут быть расположены самым различным обра-

НБ УИИТ (ДИТ)

зом по отношению к сортировочной системе и могут и вообще отсутствовать, ибо часто пассажирские поезда пропускаются в обход сортировочных станций.

На фиг. 303 показана одна из возможных схем односторонней горочной сортировочной станции, достигшей своего полного развития. Депо здесь расположено рядом с предгорочным парком—слева от него по ходу движения. При таком рас-



Фиг. 303

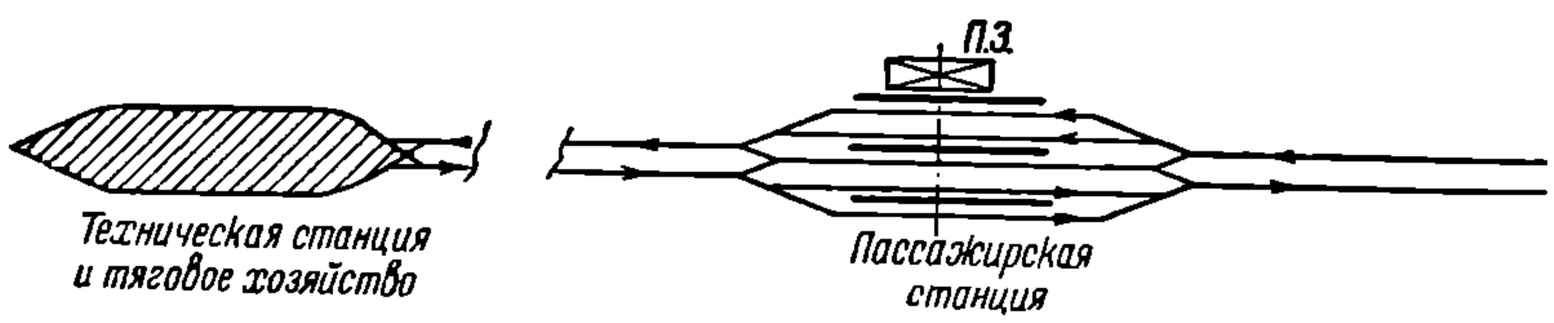
положении оно наиболее близко к горловинам приемных парков обоих направлений. Приемо-отправочный парк, лежащий от депо за предгорочным парком, может быть соединен с депо ходовыми путями, проложенными под горкой при помощи путепровода. При таком решении депо располагается наиболее близко к обоим паркам, и станция получает наиболее компактные очертания. Внимательное рассмотрение схемы позволяет видеть, что всякое перемещение депо в другое положение либо отдаляет его от голов парков либо искажает очертание станции.

Таким образом возможно считать, что основным местом тяговой территории на крупной сортировочной станции является расположение ее рядом с предгорочным парком — слева от него по ходу движения. При некоторых схемах удобно размещать депо и в другом конце станции у группировочных вытяжек. При развитии второй сортировочной системы, т. е. когда станция обращается в двустороннюю, депо оказывается в середине станции — между двумя сортировочными системами. Следует оговорить, что ввиду исключительно больших размеров движения на современных двусторонних станциях нередко устраивают два депо.

Весь ремонт локомотивов сосредоточивается в одном из них, в другом же производятся только экипировка и межпоездные стоянки, почему размер обеих тяговых территорий весьма различен.

На конечных пассажирских станциях появляются специальные требования к выбору места для депо. Новые конечные пассажирские станции, как правило, проектируются со сквозными путями.

На фиг. 304 показана принципиальная схема такой станции. Здесь налицо две группы устройств: 1) собственно пассажирская станция (вокзал, перронные



Фиг. 304

пути), где производятся прием и отправление пассажирских поездов, и 2) техническая станция, где производятся отстой и экипировка составов и располагается депо.

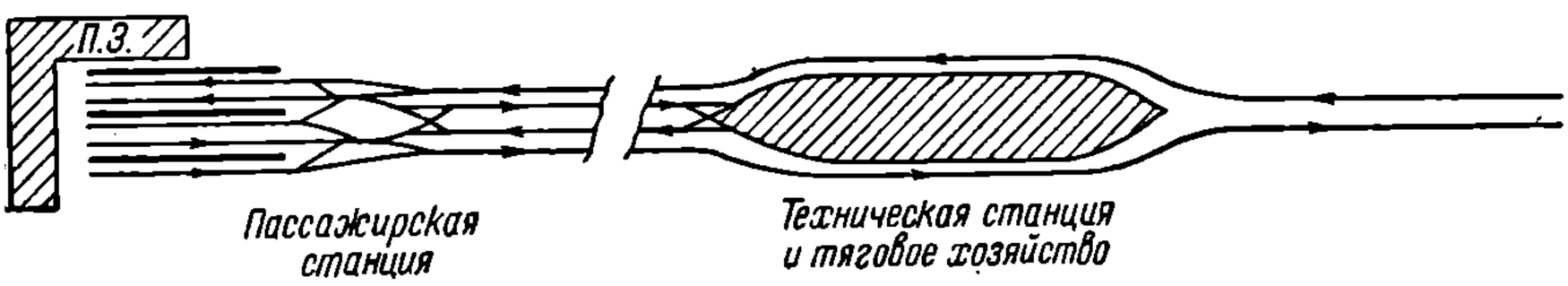
Техническая станция может находиться на значительном расстоянии от пассажирской станции (в отдельных исключительных случаях до 10 *км*). Наиболее удобное расположение депо в пределах технической станции зависит от ее схемы. Так как технические станции выносятся за пределы города на незастроенные территории, то там затруднений в выборе места обычно нет.

Практикой дорог СССР стандартный тип технической пассажирской станции еще не выработан, установившихся схем еще нет, и здесь задача по выбору места для депо должна решаться индивидуально.

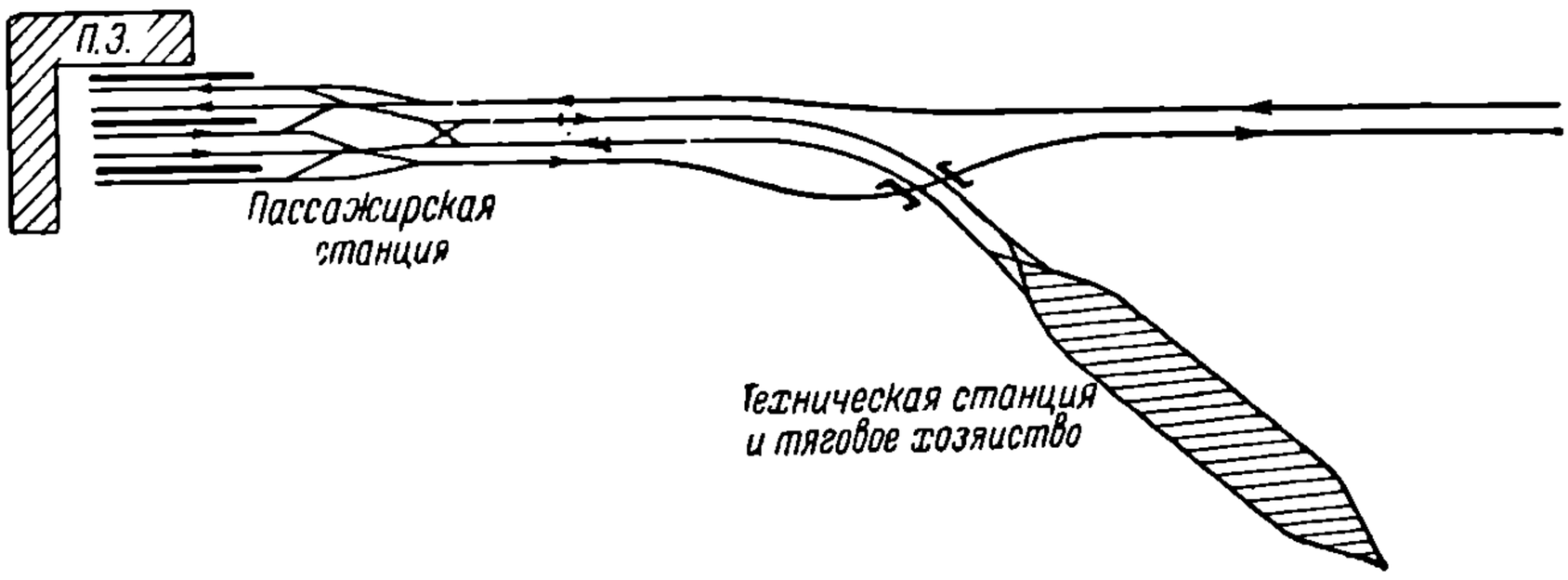
НБ УГУНТ (ДШТ)

В отдельных случаях, когда нельзя устроить конечную станцию сквозного типа и пассажирская станция делается тупиковой, техническая станция по необходимости располагается в обратном направлении, т. е. в сторону линии.

Во избежание пересечений главных путей локомотивами техническую станцию и депо, находящееся при ней, необходимо в таких случаях размещать либо между главными путями (фиг. 305) либо выносить в сторону при помощи путепроводной развязки (фиг. 306).



Фиг. 305



Фиг. 306

Депо для электропоездов при моторвагонном пригородном движении располагается, как правило, не на конечной станции, а на одной из зонных, преимущественно на первой, так как более отдаленное расположение вызывает дополнительный перепробег секций в депо и обратно.

Ввиду того что густота движения на пригородных электрифицированных линиях весьма значительна, электродепо, как правило, располагается между главными путями, а при затруднительности этого выносится за пути при помощи путепроводной развязки.

Во всех случаях, когда условия рельефа и топографии не создают существенных осложнений, следует придерживаться при выборе места для тяговой территории изложенных выше положений и только в крайних случаях искать другие решения, возможно более близкие к типовым схемам, стремясь тем или иным способом компенсировать возникающие при этом эксплуатационные неудобства.

При выборе места расположения депо, особенно на железных дорогах в угрожаемой зоне, кроме учета указанных выше факторов необходимо считаться также с соответствующими требованиями оборонного порядка.

В связи с этим при окончательном выборе места расположения депо должны быть учтены:

а) перспективный грузооборот железнодорожного узла (станции) на наиболее отдаленный год, для которого могут быть получены более или менее вероятные цифры;

б) задания мобилизационных органов и органов ВОСО (военных сообщений);

в) назначение и характер железной дороги;

г) конфигурация и емкость депо.

Для вновь строящихся депо желательно выбирать места, удаленные от других вероятных объектов бомбометания (куда входят также крупные сооружения) не менее чем на эллипс рассеивания авиабомб. Депо должны устраиваться на возвышенных местах, так как низменности способствуют длительному

НБУВ/ЧЗ УНТ (ДНТ)

застою отравляющих веществ, затрудняют дегазационные работы и противоречат санитарно-гигиеническим требованиям.

Необходимо учитывать, что при размещении депо ближе к станции увеличивается вероятность его разрушения при воздушном налете, поэтому с целью увеличения обороноспособности железнодорожного участка и облегчения дегазации территории не рекомендуется размещать депо вблизи станционных сооружений и устройств. Степень отдаленности депо от них следует определять не только экономическим расчетом, но и с учетом оборонных мероприятий, согласовывая места расположения депо с мобилизационными органами НКПС, органами ВОСО и НКО СССР.

Участок земли, отводимой для деповских устройств, должен иметь достаточную площадь и соответствующую конфигурацию для свободного размещения на нем всех сооружений, связанных с рациональной постановкой железнодорожного хозяйства в пределах участка, для которого оборудуется депо, а также для размещения сооружений, в которых может возникнуть потребность для военного времени. Последнее согласовывается с соответствующими органами, и в случае необходимости предусматриваются соответствующие места, застройка которых производится по определенным указаниям.

При выборе места расположения депо на самом железнодорожном узле необходимо учитывать:

а) значение узла для всей железнодорожной сети, определенного района, населения и его промышленности;

б) значение узла и прилегающих к нему станций для воинских перевозок;

в) размеры, характер и грузовые потоки мирного и военного времени на узле и преимущественное направление;

г) климатические условия узла, преимущественное направление ветров и возможность соответствующей маскировки;

д) наличие и возможность организации на узле снабженческих складов и поездов;

е) будет ли данный узел внутренним или объединенным;

ж) виды тяги (паровая, электрическая, смешанная), наличие на узле или вблизи его ремонтных пунктов, обеспеченность водой, электроэнергией, топливом, восстановительными материалами, средствами и пр.;

з) необходимость осуществить особую специализацию путей узла согласно имеющимся на этот счет положениям.

§ 63. Связь тяговой территории со станцией

Пути тяговой территории должны иметь удобную связь с основными станционными парками. Существенно важным является обеспечить надежность и постоянство действия этой связи и исключить всякие случайности, могущие помешать выходу локомотивов на станцию. Эта надежность достигается устройством двух самостоятельных параллельных выходов через соответствующие соединительные пути и стрелки. Даже при небольших депо всегда необходимо иметь два выхода. В нормальных условиях один из соединительных путей используется для входа локомотивов со станции на тяговую территорию, другой — для выхода с нее; только при порче стрелки или в иных подобных случаях движение локомотивов осуществляется по одному исправному пути в обоих направлениях.

Основная масса локомотивов поступает в депо из приемо-отправочных парков. Как показано выше на схемах, в нормальных случаях голова парка одного направления находится близко к тяговой территории, и локомотивы попадают на нее по коротким соединительным путям. Голова парка второго направления обычно удалена от тяговой территории на расстояние 1 *км* и более и локомотивы от поездов, прибывающих в этот парк, проходят в депо через всю станцию.

При весьма незначительных размерах движения (порядка 6—8 пар поездов) проход локомотивов может осуществляться по парковым путям и даже по главному пути.

НБ УИЖТ (ДИТ)

При больших размерах движения необходимо выделять специальные ходовые пути, соединяющие оба конца станции с деповской территорией наиболее удобным образом.

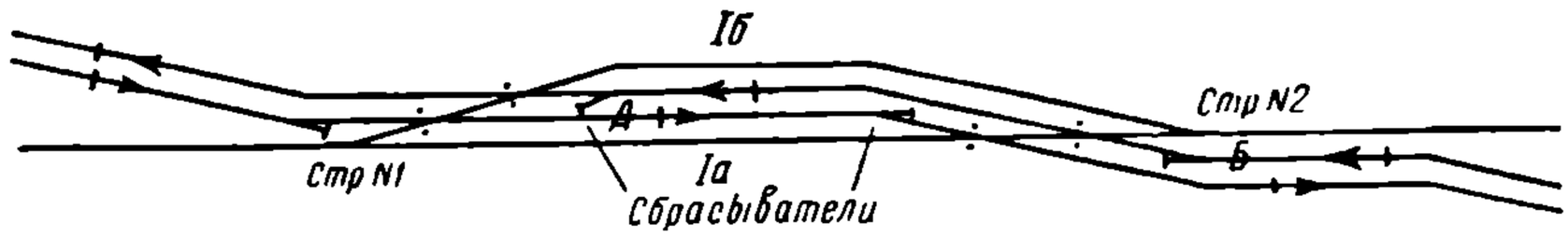
При средних размерах движения (до 36—40 пар) возможно ограничиться выделением одного ходового пути, который используется как для прохода локомотивов от поездов в депо, так и для подачи их к поездам; при этом частично используются свободные пути приемо-отправочных парков попутного направления. С дальнейшим ростом движения необходимо выделять два ходовых пути, специализируя их по направлениям. На фиг. 297—303 ходовые пути отмечены стрелкой с поперечной черточкой.

В сложных случаях, когда тяговая территория располагается таким образом, что пути, соединяющие ее со станцией, приходится устраивать в виде петель (фиг. 299 и 291) либо путепроводных развязок (фиг. 306), необходимость делать их двупутными появляется значительно раньше, так как использовать для пропуска локомотивов парковые пути здесь не удается и большая длина ходовых путей требует значительного времени на проход по ним локомотивов.

Все путепроводы на ходовых путях или по крайней мере их опоры должны строиться сразу двупутными, а полотно необходимо проектировать с учетом пристройки второго пути.

Если схема станции такова, что депо отделено от приемо-отправочных парков интенсивно работающими вытяжными путями, то лучше обогнуть ходовые пути вокруг вытяжек, чем пересекать их, ибо пересечение таких вытяжек весьма затруднено.

При пересечении ходовыми путями интенсивно работающих главных путей устраиваются так называемые шлюзы, показанные на фиг. 307а. Сущность этого устройства заключается в том, что в месте пересечения главный путь раздваи-



Фиг. 307а

вается (на фиг. 307а пути № 1а и 1б) и между раздвоенным главным путем образуется место, где могут стоять локомотивы, пересекающие главный путь.

Работает шлюз так: пока поезда пропускаются по пути № 1а на путь *А* внутрь шлюза и на путь *Б* перед шлюзом становятся локомотивы, ожидающие пересечения. Немедленно после прохода поезда стрелки № 1 и 2 перебрасываются в положение на путь № 1б, и тем самым приготовляется маршрут для следующего поезда. Локомотивы, стоявшие на пути *А*, оказываются освобожденными и уходят, а локомотивы, стоявшие на пути *Б*, входят в шлюз, затем стрелки снова устанавливаются на путь № 1а и т. д.

При таком устройстве время пересечения значительно сокращается.

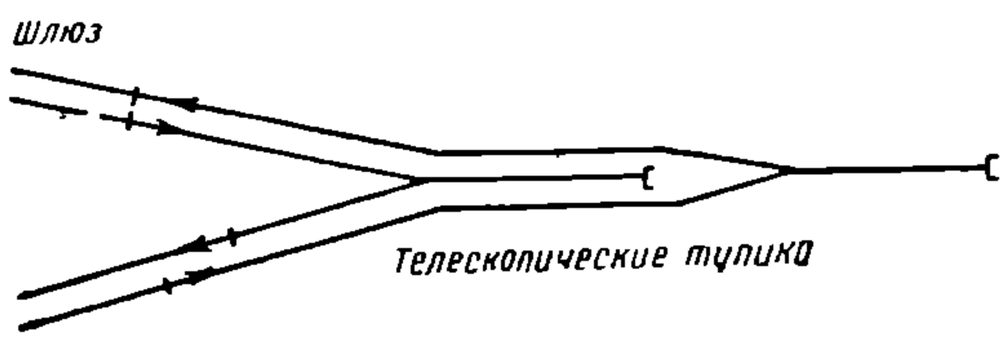
Пропускная способность шлюза весьма велика и составляет $n - \frac{1\,440}{t_м}$, где $t_м$ —время занятия маршрута организованным поездом в минутах, состоящее из времени приготовления маршрута и времени прохода его поездом. Как видно из формулы, время на проход шлюза локомотивами здесь не учитывается, что и является отличительной особенностью шлюзного пересечения.

При необходимости осуществить перемену направления движения, например, когда ходовые пути огибают вытяжки, или в иных аналогичных случаях при большом числе пропускаемых локомотивов, могут устраиваться телескопические тупики (фиг. 307б). Особенных преимуществ в отношении пропускной способности перед одним общим тупиком для обоих ходовых путей такая конструкция не имеет и поэтому удобна главным образом в тех случаях, когда тупики находятся в отдаленном конце станции и на них ставятся автоматические отжимные стрелки.

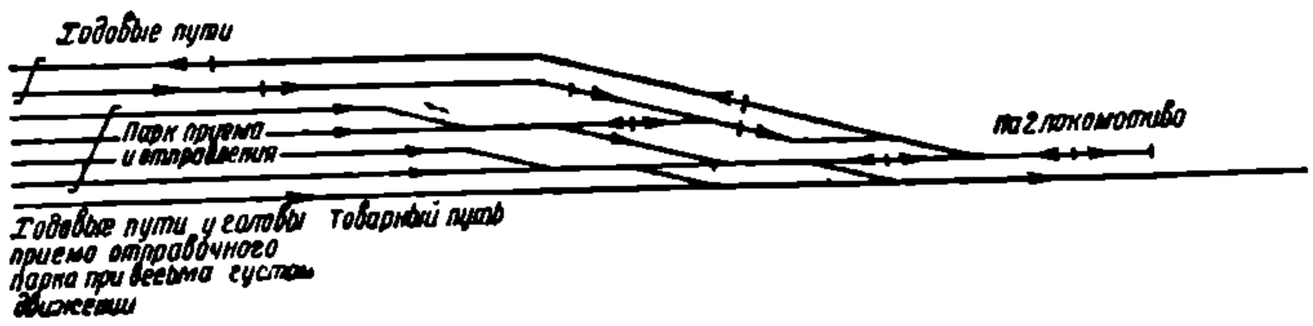
НБ УГЛТУ (ДШТ)

Наиболее ответственным и загруженным местом ходовых путей является их начало у головы приемо-отправочного парка, так как здесь происходят три операции на каждом из парковых путей: уборка локомотивов от прибывших поездов, подача новых локомотивов и отправление поездов.

Чтобы добиться возможности совершать одновременно несколько операций на разных путях, головы приемо-отправочных парков получают сложное развитие с параллельными съездами (фиг. 307в). Весьма удобно иметь в таких горловинах тупик, где может стоять локомотив, приготовленный для подачи под поезд.

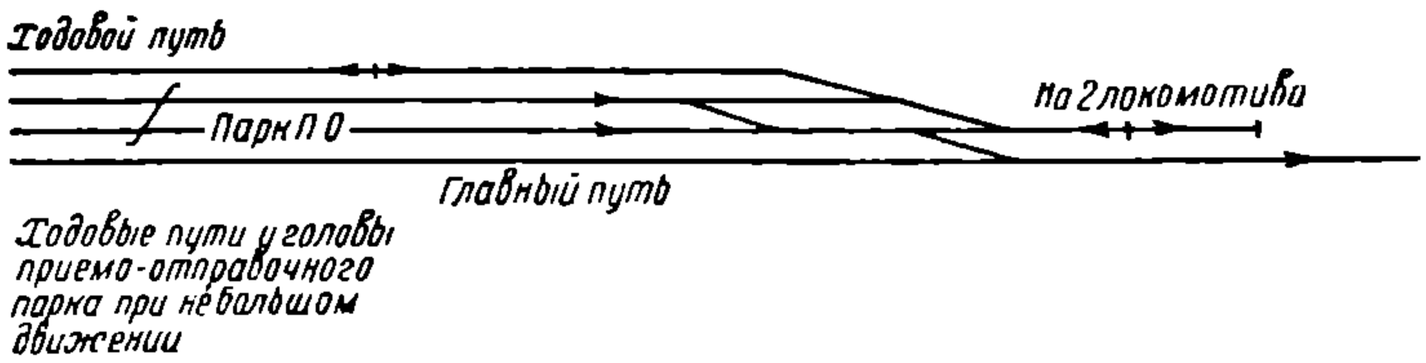


Фиг. 307б



Фиг. 307в

При меньших размерах движения устраиваются горловины простого вида (фиг. 307г).



Фиг. 307г

В отношении плана и профиля для ходовых путей применяются следующие технические условия: минимальный радиус кривой $R=180$ *м*; наибольший уклон i_{max}: для паровозов 20‰ и для электровозов 30‰; наименьшая длина элементов проектирования $l=50$ *м*; наибольшая алгебраическая разница двух уклонов при длине элемента 50 *м* равняется 15‰ (по условиям вписывания вертикальной сопрягающей кривой $R=3000$ *м*). Прямых вставок, переходных кривых и возвышений наружного рельса не делается; допускается применять отжимные стрелки и стрелки с крестовиной марок $^1/_9$, $^1/_8$ и $^1/_6$.

Комплекс устройств, располагаемых на тяговой территории

В зависимости от рода депо, т. е. является ли оно основным, оборотным, оборотным с приписными локомотивами или пунктом оборота локомотивов, а также в зависимости от рода тяги (паровозная, тепловозная или электровозная), размеров движения, условий получения угля (направления подвоза) и частично от условий топографии и рельефа места тяговой территории — на ней размещается различный комплекс устройств локомотивного хозяйства.

Табл. 86 показывает, в каких случаях и что должно быть размещено на тяговой территории. В таблицу включены только те устройства, которые наносятся на общий план территории и наличие которых так или иначе сказывается на планировке ее.

НБ УДУНТ (ДИТ)

№ п/п	Наименование устройств	Основное депо	Оборотное депо с приписными локомотивами	Оборотное депо	Пункт оборота
1	Локомотивные здания (стойла для локомотивов)	Необходимы для всех родов тяги, во всех случаях	Необходимы для всех родов тяги, во всех случаях	В условиях теплого климата могут заменяться стояночными местами	Не устраиваются
2	Мастерские при депо	Необходимы для всех родов тяги, во всех случаях		Не устраиваются	Не устраиваются
3	Угольные склады и устройства для подачи угля на паровозы	Устраиваются только при паровой тяге. При тесноте места склады могут быть вне тяговой территории			Нормально не устраиваются, но могут быть, если плечи удлинены или если это выгодно по условиям приближения склада к месту отгрузки угля и только при паровой тяге
4	Устройства нефтеснабжения	Устраиваются при паровой тяге с нефтяным отоплением и при тепловозной тяге. При тесноте места склады могут быть отдалены от тяговой территории, на которой устраивается лишь раздаточный пункт	Нормально не устраиваются, но могут быть, если плечи удлинены или если это выгодно по условиям приближения склада к месту отгрузки нефти		Не устраиваются
5	Канавы для очистки топок с устройствами для уборки шлака	Устраиваются во всех случаях только при паровой тяге. При угольном и дровяном отоплении при значительных размерах движения оборудуются механической шлакоуборкой			
6	Устройства пескоснабжения	Необходимы для всех родов тяги, во всех случаях			Устраиваются только при тяжелом профиле и длинных плечах, когда нехватает песка на полный оборот

НБ УИИТ (ДШТ)

Продолжение табл. 86

№ п/п	Наименование устройств	Основное депо	Оборотное депо с приписными локомотивами	Оборотное депо	Пункт оборота
7	Гидроколонки	Устраиваются во всех случаях только при паровой тяге. При тепловозной тяге устраиваются более простые приспособления для подачи воды для холодильников			
8	Склады и раздаточные для смазочно-обтирочных материалов	Устраиваются для всех родов тяги, во всех случаях		Не устраиваются	
9	Площадки для обмывки локомотива и продувки котла	Предусматриваются обязательно (при электротяге и тепловозах только для обмывки) по мере роста движения		При длинных плечах устраиваются площадки для продувки котла при паровой тяге	Специальных площадок не предусматривается
10	Смотровые стойла	Предусматриваются для всех родов тяги. Сооружаются при достижении значительных размеров движения		Не устраиваются	
11	Поворотные устройства	Необходимы во всех случаях при паровой тяге и в отдельных случаях при тепловозной; при электротяге не нужны			
12	Материальные склады	Устраиваются для всех родов тяги		Не устраиваются	
13	Пути для межпоездной стоянки локомотивов	Устраиваются во всех случаях, для всех родов тяги			
14	Пути для стоянки запасных локомотивов	Устраиваются для всех родов тяги	Устраиваются в отдельных случаях. Нормально запасные локомотивы могут находиться в соседнем основном депо	Нормально не устраиваются, но в отдельных случаях могут быть по специальным заданиям	Не устраиваются
15	Пути для стоянки восстановительного и пожарного поездов	Устраиваются для всех родов тяги		Устраиваются на станциях с крупными оборотными депо по особым указаниям	Не устраиваются
16	Ходовые и объездные пути	В зависимости от размещения устройств ходовые пути по тяговой территории могут быть либо отдельными, либо на них располагаются различные устройства; в таких случаях вокруг этих устройств сооружаются объездные пути. Свободное следование локомотивов по тяговой территории в обоих направлениях обеспечивается во всех случаях			

НБ УИИТ (ДИТ)

§ 64. Взаимное расположение отдельных устройств на тяговой территории

Перечисленные выше устройства располагаются на тяговой территории в определенном порядке. Устройства для экипировки локомотивов располагаются в порядке установленного технологического процесса, прочие устройства располагаются с таким расчетом, чтобы было обеспечено наиболее прямое следование локомотивов, по возможности без возвращений или обратных заездов, при прохождении их по тяговой территории для выполнения необходимых операций.

Устройства, не имеющие прямого отношения к проходу локомотивов, т. е. пути для восстановительных и пожарных поездов, материальные склады и пути для стоянки запасных локомотивов, располагаются соответственно со специальными требованиями, указанными ниже.

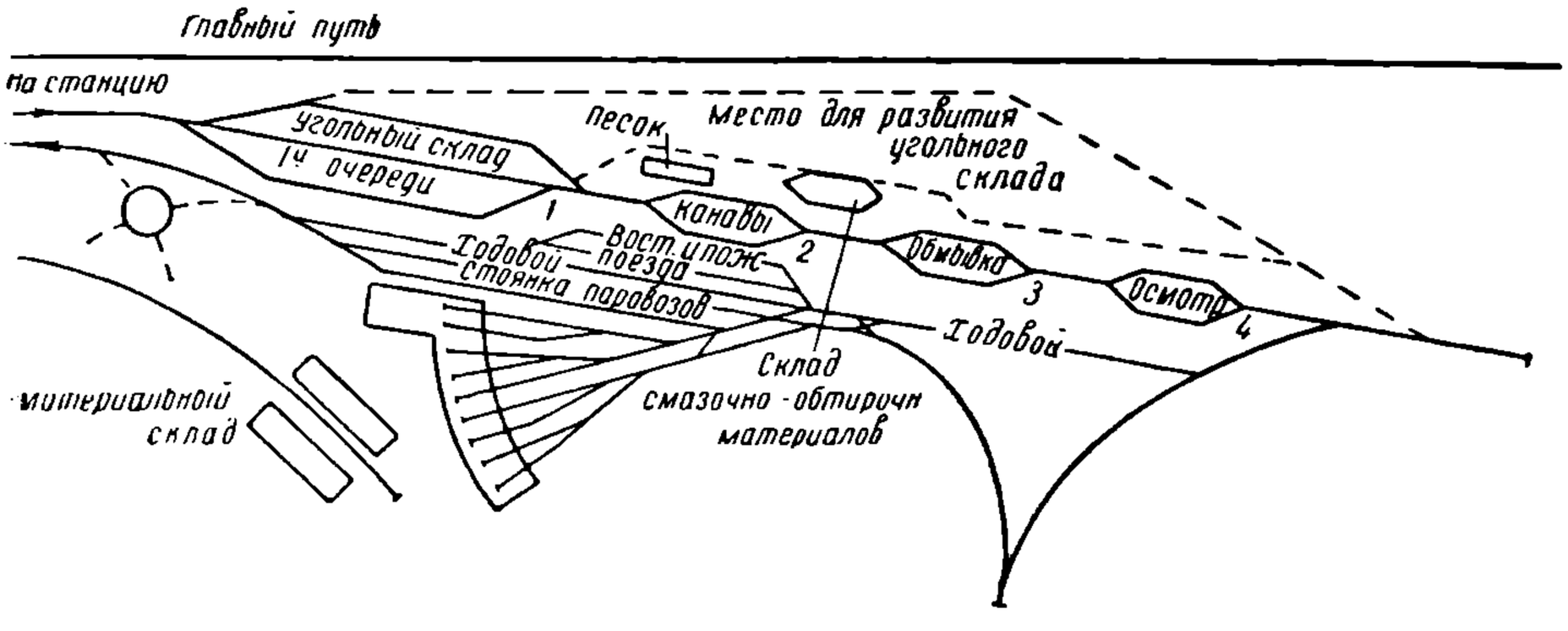
Нормальный порядок прохождения экипировки паровозами на дорогах СССР установлен следующий:

1. Набор топлива.
2. Очистка топки, набор воды и песка, снабжение смазочными, обтирочными и осветительными материалами (все эти операции совмещаются).
3. Наружная обмывка и продувка котла (эти операции совмещаются по месту, а по времени могут совмещаться при наличии специального оборудования площадки).
4. Осмотр паровоза.

По окончании экипировки при надобности производятся поворот паровоза и постановка в стойло или на стояночные пути.

В некоторых случаях при выходе паровоза к поезду из стойл может потребоваться вторичный поворот его. При тепловозной тяге часть операций отпадает и остаются только набор топлива, песка, смазочных и обтирочных материалов, обмывка и осмотр. Первые три операции желательно совмещать по месту и по времени.

При электровозной тяге остаются набор песка, смазка, обмывка и осмотр. Здесь рационально совмещать набор песка, смазочных и обмывочных материалов с осмотром электровозов.



Фиг. 308

В тех случаях, когда одна или несколько операций по характеру депо не производятся, очередность остающихся операций сохраняется.

Эта очередность и диктует порядок расположения соответствующих устройств.

В тех случаях, когда тяговая территория свободна, возможно располагать в одну линию все четыре основных пункта экипировки, т. е.:

1) угольный склад;
2) канавы и при них гидроколонки и пескоснабжение;
3) обмывочно-продувочную площадку;
4) смотровые стойла, затем уже треугольник и далее стойла депо (фиг. 308).

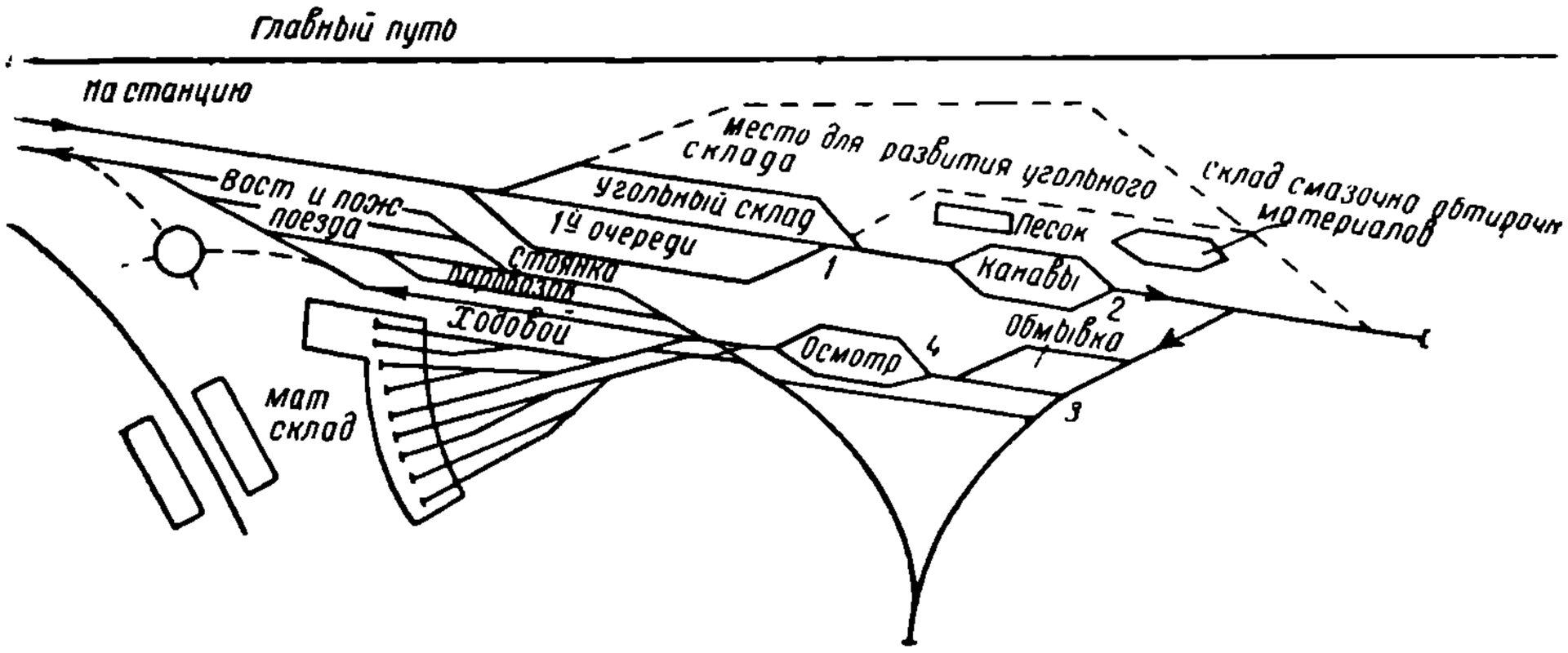
Если тяговая территория коротка, то часть устройств может располагаться на обратном ходу (фиг. 309).

НБ УИИНТ (ДИТ)

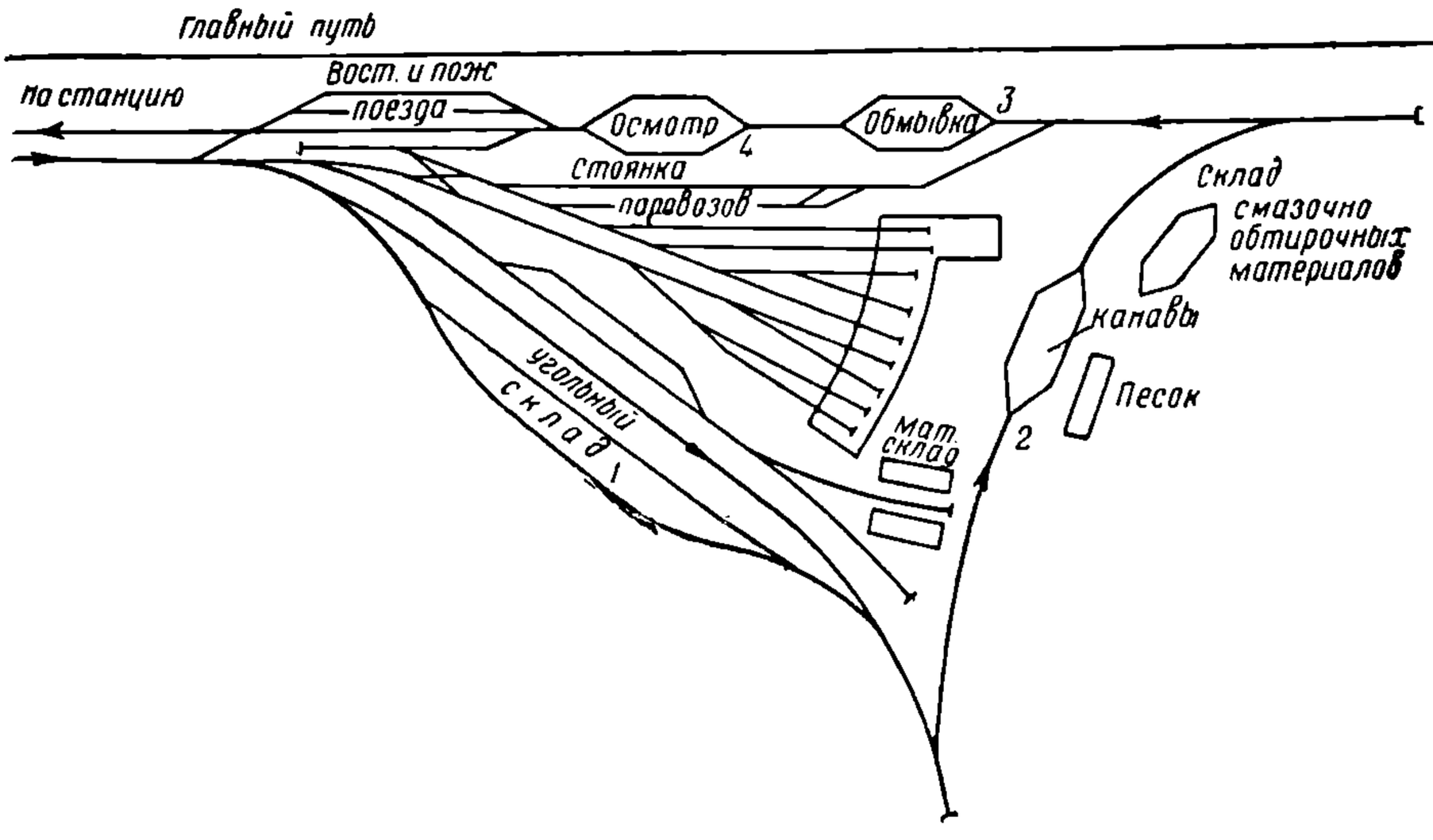
При расположении пунктов экипировки в одну линию получается слишком растянутая линия экипировки, что затрудняет наблюдение дежурного по депо за локомотивами.

В тех случаях, когда смотровые стойла отдельно не устраиваются и осмотр паровозов производится в депо, тогда специального места для смотровых стойл в линии экипировки можно не предусматривать.

В простейших случаях для расположения экипировочных устройств оказывается весьма удобным использовать стороны треугольника (фиг. 310). Это возможно, когда не ожидается значительного развития депо.



Фиг. 309



Фиг. 310

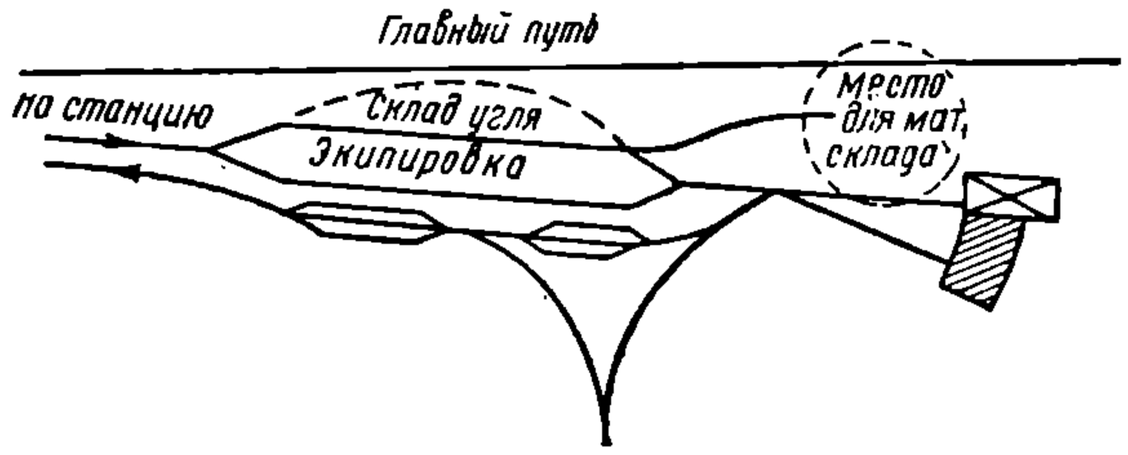
Ввиду того что угольные склады занимают обычно много места, их удается разместить в одном ряду с другими экипировочными устройствами только при очень небольших размерах движения.

С ростом размеров склада на линии экипировки остается только углеподающая установка, а самый склад вытягивается и размещается параллельно общей линии экипировочных устройств (фиг. 308 и 309). Такое развитие угольных складов следует предвидеть всегда, если нет прямых указаний о предстоящей электрификации линии. Обычно, чтобы оставить место для развития угольного склада, основную линию экипировки отодвигают на соответствующее расстояние от главных путей или другой линии, ограждающей тяговую территорию. Условия размещения поворотных средств указаны ранее на фиг. 290, 291, 295, 296, 308—310, где показаны различные примеры размещения треугольников и кругов.

НБ УИИТ (ДИТ)

Расположение на тяговой территории здания депо зависит от типа депо, наличия достаточного места для него, а в суровых климатических условиях и от направления господствующих в зимний период ветров.

На фиг. 311а, 311б и 311в показаны три варианта (схемы) расположения здания веерного депо без круга. При расположении депо в конце тяговой территории, показанном на фиг. 311а, получаются наименьшие пробеги для локомотивов и наименьшее количество обратных заездов, однако такое расположение имеет то неудобство, что территория станции чрезмерно вытягивается, в связи с чем появляются дополнительные расходы по устройству водоотвода, по ограждению и освещению территории и затрудняется связь депо со станцией. Расположение депо по фиг. 311б в конце треугольника (поперек линии экипировки) обладает такими же особенностями, что и первый вариант.

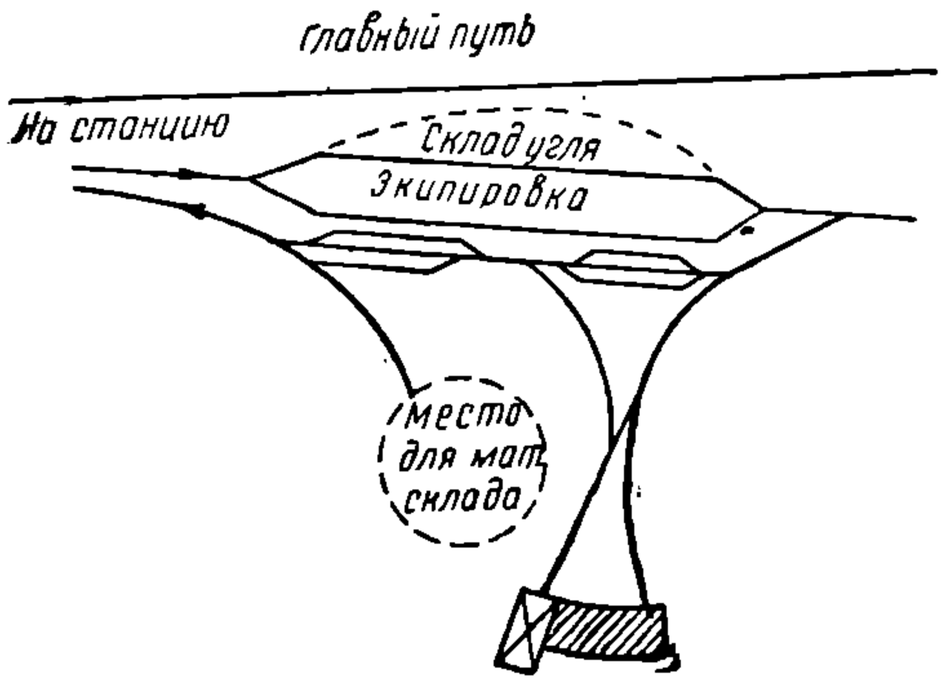


Фиг. 311а

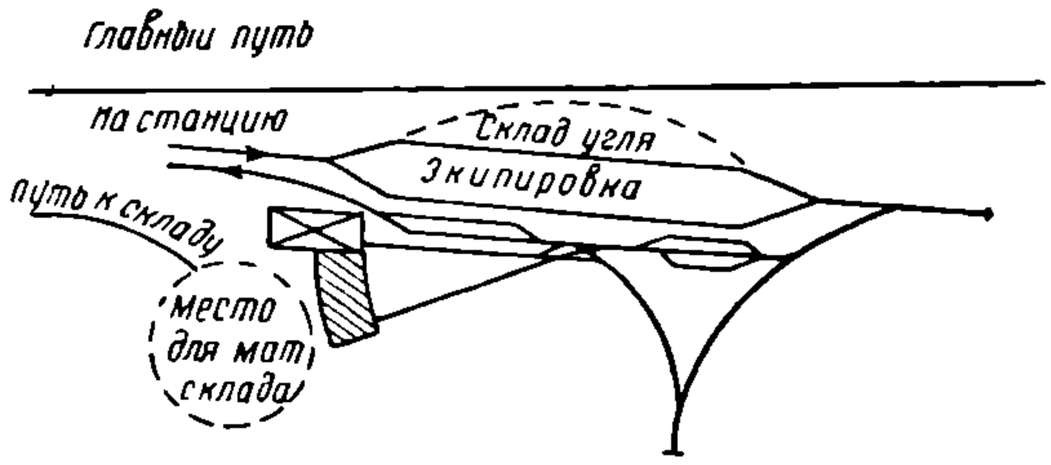
Наиболее удобно располагать веерное дело без круга, как показано по фиг. 311в, т. е. повернутым к станции. Хотя в этом случае пробег локомотивов несколько больше, чем в первых двух случаях, однако здесь нет указанных выше недостатков, почему этот вариант следует считать основным.

В местностях с суровым климатом и значительной силы ветрами весьма важно поставить здание депо так, чтобы ветер не задувал в ворота, ибо это чрезвычайно затрудняет поддержание в депо нормальной температуры. Когда такие условия налицо, может оказаться более правильным выбрать один из первых двух вариантов расположения здания депо. При этом следует заметить, что одновременно с улучшением теплового режима в здании депо, при правильном выборе для него места, угольная пыль со склада и зола с канав не будут ветром приноситься к зданию, что весьма существенно иметь в виду во всех случаях.

Как было показано на фиг. 310 и сказано в разделе о поворотных средствах, небольшое веерное депо без круга весьма удобно размещать в середине треугольника.



Фиг. 311б



Фиг. 311в

Изложенные правила целиком относятся также и к прямоугольным депо с односторонним заездом.

Прямоугольные депо с двусторонним заездом обычно располагаются параллельно линии экипировочных устройств — вдоль нее, так как этот тип здания требует для своего размещения сравнительно узкую и длинную полосу (фиг. 312). Всякое смещение ступенчатого депо относительно линии экипировки обязательно удлинит тяговую территорию и увеличит пробеги локомотивов, поэтому смещения здесь следует всегда избегать.

Веерные депо с кругом, а также тележечные депо в настоящее время заново строятся у нас только в исключительных случаях — при условии тесноты места на тяговой территории и значительных размеров движения, поэтому выбирать

НБ УИИТ (ДИТ)

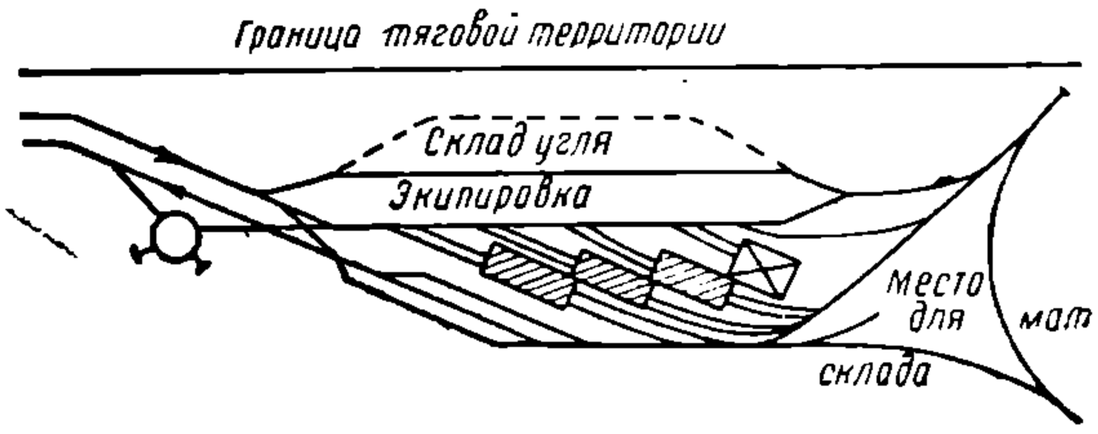
для них место на новой территории приходится редко. На фиг. 313 и 314 показаны наиболее компактные схемы с этими типами зданий.

Указанные выше правила для размещения зданий депо иногда не удается соблюсти по местным условиям, ибо помимо эксплуатационных удобств должна приниматься во внимание и строительная стоимость зданий. Площадка для здания депо должна обладать следующими качествами:

1. Иметь надежные грунты, не требующие сложных и дорогих оснований.

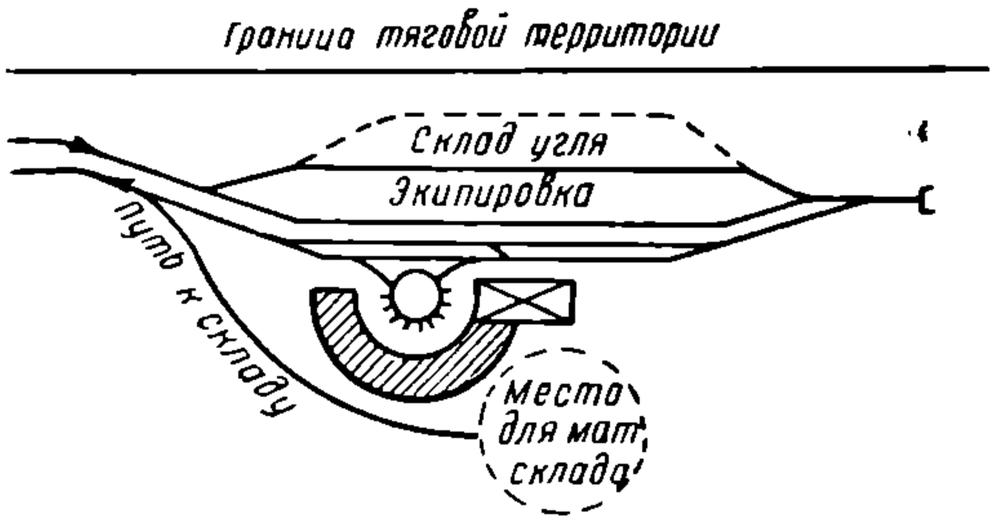
2. Не иметь насыпей выше 1—2 *м*, чтобы не требовалось дорогих фундаментов.

3. Быть сухой, не иметь высокого уровня грунтовых вод и допускать простое устройство водоотвода из канав депо.

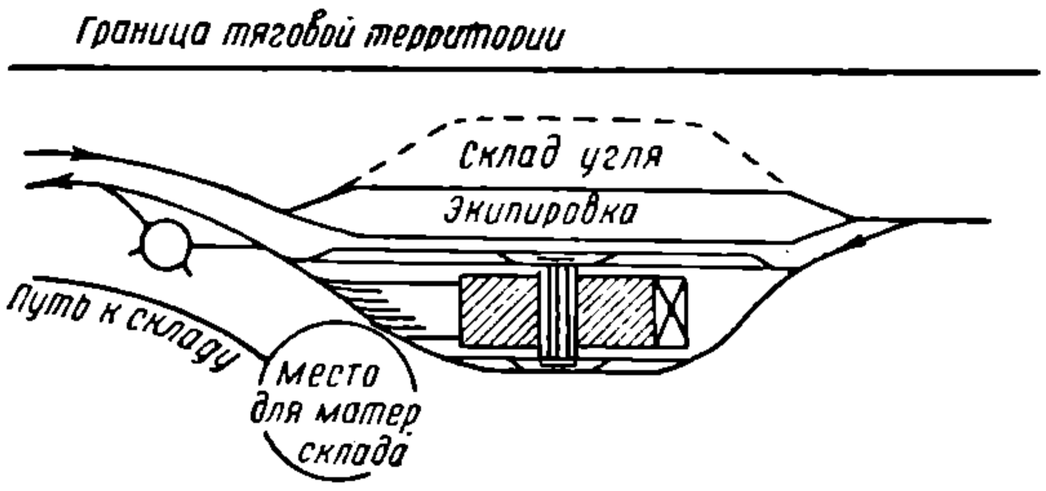


Фиг. 312

Перечисленные требования имеют первостепенное значение, и ради их соблюдения иногда отступают от показанных выше схем, однако во всех случаях здания депо должны быть размещены так, чтобы при входе в них локомотивов после экипировки и при выходе из них к поездам не требовалось бы производить сложных заездов.



Фиг. 313



Фиг. 314

При планировке перечисленных выше основных устройств всегда должен соблюдаться основной принцип: должны быть обеспечены наилучшие условия для поточного следования локомотивов по тяговой территории и устранены встречные передвижения их.

§ 65. Прочие устройства

Прочие устройства, к которым относятся отстойные и стояночные пути, склады смазки и материальный склад, располагаются относительно основных устройств с соблюдением следующих требований:

а) Пути для межпоездного отстоя локомотивов располагаются у выхода с тяговой территории вблизи здания депо.

б) Пути для стоянки запасных локомотивов могут располагаться на свободных участках, однако не слишком далеко от депо для облегчения их охраны.

в) Пути для стоянки восстановительного и пожарного поездов располагаются ближе к выходу на главные пути.

г) Склад смазочных, обтирочных и осветительных материалов располагается возможно ближе к канавам (с соблюдением установленных пожарных разрывов, указанных выше), так как снабжение паровозов этими материалами производится во время чистки топки. У этого склада устраивается путь для подачи и слива цистерн.

д) Материальный склад располагается возможно ближе к зданию депо со стороны мастерских для облегчения транспорта материалов из склада в мастерские и связывается со станцией путем для подачи материалов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

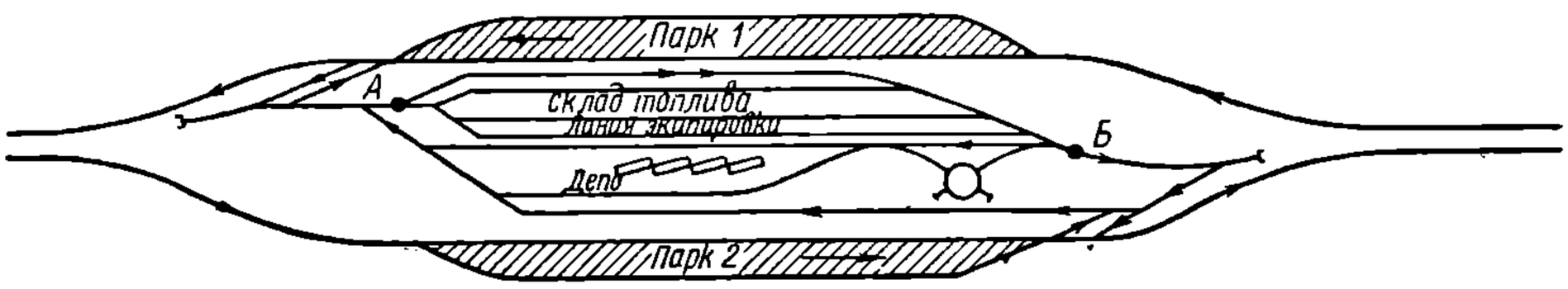
На фиг. 308—310 показаны наиболее удобные места для размещения этих устройств.

Во многих трудах, посвященных описанию принципов размещения различных устройств на территории тягового хозяйства, приводятся подразделения хозяйств на «проходные» и «тупиковые». Под «проходными» понимались территории тягового хозяйства, имеющие с обеих сторон входы и выходы для локомотивов, поступающих из станционных парков в депо и выходящих из депо к поездам.

Совершенно очевидно, что при расположении депо с края станции (основное расположение) проходная планировка места иметь не может.

Нетрудно показать, что «проходной» тип планировки при расположении депо между парками отличается от «тупикового» только наличием дополнительных ходовых путей при сохранении всех основных принципов без изменения.

На фиг. 315 показана схема «проходного депо», расположенного между двумя парками. В оборотном депо паровозы, приходящие в депо из парка *1*, должны подаваться в парк *2* и обратно. В основном депо часть паровозов подается в тот же парк, из которого они прибыли в депо. По условиям соблюдения установленного порядка экипировки все паровозы во всех случаях должны попасть в точку *А*, где находится начало линии экипировочных устройств. Стало быть паровозы



Фиг. 31 5

из парка *2* должны пройти тяговую территорию три раза: 1) из парка в точку *А*, 2) из точки *А* по линии экипировки в точку *Б* и 3) из точки *Б* в парк *1*, по пути зайдя в стойла или на стояночные пути. Паровозы из парка *1* также проходят тяговую территорию три раза. Если же паровоз возвращается в тот же парк, откуда он прибыл, то для парка *1* он проходит тяговую территорию три раза, а для парка *2* — четыре раза, а в среднем те же три раза. Отсюда ясно, что деление депо на тупиковые и проходные весьма условно и не имеет принципиального значения.

Описанный выше порядок расположения устройств на тяговой территории выработался на дорогах СССР на основе опыта спаренной езды и на основе изучения и приспособления к нашим условиям опыта зарубежных стран.

В разных странах порядок размещения этих устройств различен.

В США при обезличенной езде первым в порядке экипировочных устройств ставится смотровое стойло, где локомотив сдается уборочной бригаде.

Во Франции иногда устраиваются смотровые стойла и шлаковые канавы как при входе в депо, так и при выходе из него.

Таким образом в отдельных странах, а часто и на отдельных дорогах задача наилучшей планировки тяговой территории решается в зависимости от принятого порядка эксплуатации, и единого стандарта для всех случаев и способов эксплуатации нет.

Большое значение правильному расположению всех устройств и соблюдению принципа поточности следования паровозов стали придавать лишь с ростом размеров движения и особенно после мировой войны, когда выявились многие дефекты старых станций.

В настоящее время ни одна тяговая территория не может планироваться без учета изложенных выше принципов, а также без учета специальных оборонных требований.

НБ УДУНТ (ДИТ)

§ 66. Пути у отдельных устройств на тяговой территории

К этой группе относятся пути, считая от первой разделительной стрелки до самого входа в ворота депо. Для разных типов локомотивных зданий конфигурация этих путей в плане совершенно различна. Ниже разбираются в этом отношении четыре рода зданий: 1) веерные без круга и прямоугольные с односторонним заездом; 2) веерные с кругом; 3) ступеньчатые; 4) тележечные.

Входные пути веерного депо без круга

Развитие техники проектирования коротких веерных горловин для путей подгорочных парков привело к созданию нового типа симметричного стрелочного перевода с маркой крестовины $^1/_6$ и с криволинейными остряками, имеющего длину от начала рамного рельса до конца крестовины всего лишь около 18 *м* (для типа IIIA 17 365 *мм*).

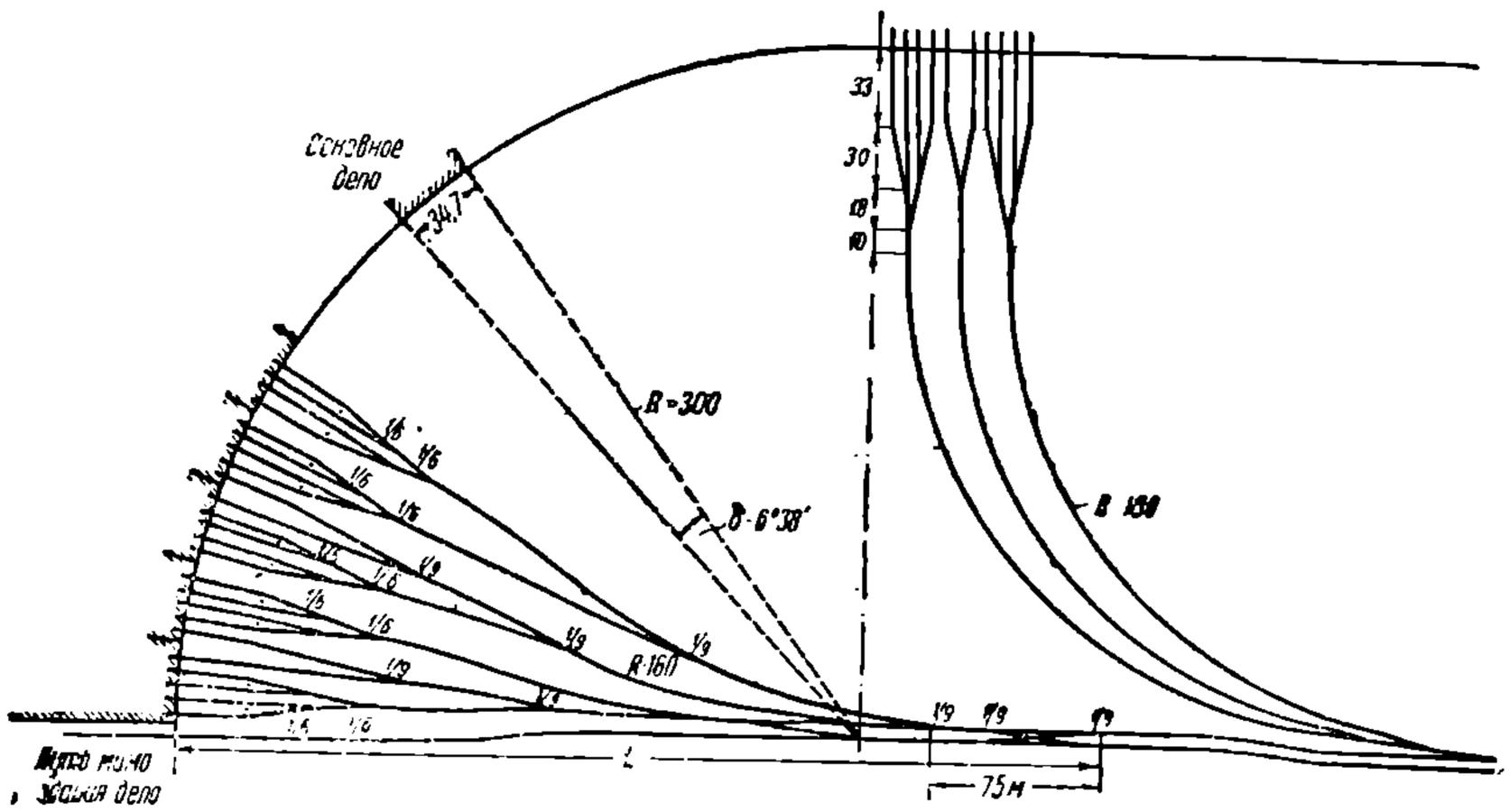
Применение указанного стрелочного перевода и устройство веерных горловин в виде отдельных расходящихся пучков путей позволяют получать сравнительно короткие горловины при весьма большом числе путей; при этом общая длина их растет непропорционально числу путей.

Расчеты показывают, что при применении радиуса соединительных кривых 180 *м* требуется для развертывания горловин в одну сторону от прямой оси следующая длина в метрах при числе путей (табл. 87а):

Таблица 87а

Число путей	Примерная длина горловины в *м*
10	225
15	300
20	325
30	400

При малом числе путей в веерном депо без круга величина радиуса внутренней стены депо совершенно не влияет на длину веера входных путей, а увеличение радиуса позволяет получать более правильные очертания секций депо и избежать лишней потери площади здания из-за его кривизны. Перечисленные обстоятельства дают возможность рекомендовать в качестве стандарта величину радиуса внутренней стены веерного депо без круга 300 *м*, при этом горловина может быть и длиннее этого радиуса. В то же время оказывается возможным рекомендовать строить такие депо не с криволинейными стенами, а со стенами, имеющими очертание многоугольника, вписанного в круговую кривую $R=300$ *м*, так как при таком радиусе соблюдение кривизны стен не имеет никакого смысла и только создает лишние осложнения в постройке и эксплуатации.



Фиг. 316

На фиг. 316 показаны примерный план входной горловины и размеры секций, имеющих по пять путей каждая.

На этой же фигуре показано, что при надобности веерное депо без круга имеющее внутренний радиус $R=300$ *м*, можно развивать до каких-угодно раз

НБ МИИТ (ДПТ)

меров, так как оказывается возможным с основного подходного пути вывернуться кривыми радиусом 180 *м* и, употребив стрелки марки $^1/_6$, развернуть пучки по четыре пути в каждом под прямым углом к основному пути (см. правую часть фиг. 316), что позволяет поставить сколько-угодно стойл в одну линию. Этот крайний случай демонстрируется для иллюстрации полной возможности развития депо рекомендованного выше типа. На практике при современных методах эксплуатации потребность в таком громадном развитии депо весьма мало вероятна.

Как можно видеть из фиг. 316, длина входной горловины и радиус внутренней стены депо взаимно мало связаны. Введение стандартного радиуса для стены депо вовсе не определяет его расстояние от начала входной горловины. Это расстояние определяется ожидаемым ростом числа стойл для данного депо в перспективе. Так как точка, от которой может быть начата развертка веера, обычно определяется размещением на тяговой территории других устройств, то для возможности беспрепятственного развития веерное депо без круга должно быть отодвинуто от этой точки на определенную величину, гарантирующую возможность необходимого развития. Эта величина отодвижки может быть получена путем составления проекта горловины, а для предварительных соображений взята по табл. 87б.

Таблица 87б

Число стойл	$L_{норм}$	L_{min}
5	230	170
10	300	250
15	375	330
20	400	370
30	478	450
40	550	525

В табл. 87б величине L (удаления депо от начала горловины) дано два значения: нормальное и минимальное. Нормальное удаление предусматривает укладку горловины простыми стрелками с марками крестовин $^1/_6$ и $^1/_9$ и при радиусах кривых $R = 180$ *м*, а минимальное удаление (для трудных условий) предусматривает укладку горловин с применением английских стрелок и радиусов кривых до 160 *м*.

Для удобства ввода и вывода паровозов все пути горловины выводятся на два пути, между которыми укладывается крест, позволяющий попасть с каждого из этих путей на любой из двух подходных.

Перед воротами стойл депо до предельных столбиков должен размещаться локомотив, не мешая открытию ворот, для чего здесь должно быть расстояние $Л + 3$ *м*, где $Л$ — длина локомотива.

Входные пути веерного депо с кругом

Входные пути веерных депо с кругом начинаются на окружности поворотного круга и имеют строго прямое направление от самого круга до конца канав, находящихся в здании депо. При проектировании плана таких депо должны быть соблюдены следующие три основные условия: 1) между кругом и воротами на каждом втором пути должен устанавливаться локомотив; 2) углы крестовин на пересечении отдельных рельсов должны быть равны существующим стандартам; 3) расстояние от математического центра крестовин до начала круга должно быть таким, чтобы здесь разместилась стандартная крестовина.

Первое из этих условий удовлетворяется, если радиус внутренней стены:

$$R = \frac{1{,}90}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + Л + 3,$$

где 1,90—половина минимального расстояния между осями тех путей, на которых должны стоять локомотивы (через один путь),

α — угол между осями двух смежных путей,

$Л$ — длина локомотива в метрах,

3 — расстояние, необходимое для открытия ворот, в метрах.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Второе условие удовлетворяется, когда в формулу:

$$R = \frac{a}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

подставляют величины, соответствующие стандартам.

Здесь a — расстояние между осями смежных путей в воротах,

α — угол между осями этих путей.

Существующие стандарты крестовины $^1/_{11}$, $^1/_9$ и $^1/_8$ имеют следующие углы:

Марки крестовины	Углы α	$\alpha/2$	$\sin \alpha/2$
$^1/_{11}$	5°11′40″	2°35′50″	0,0451
$^1/_9$	6°20′25″	3°10′12″	0,0553
$^1/_8$	7°07′30″	3°33′45″	0,0624

Третье условие выдерживается, если $r_к \geqslant 18{,}1$ *м*, что для крестовин $^1/_{11}$ и диаметра круга $D=30$ *м* всегда имеет место. Здесь $r_к$ — расстояние от центра поворотного круга до окружности, на которой размещаются математические центры крестовин.

При длине локомотива в 30 *м*, что соответствует с округлением паровозу серии ФД, и при указанных выше крестовинах можно иметь только два радиуса для веерного депо с кругом:

1. Для крестовин марки $^1/_{11}$ $R=69{,}7$ *м*; при этом в здании, занимающем половину окружности, разместится шесть секций по пять стойл; стандартом принят $R=70$ *м*.

2. Без крестовин $R=55{,}2$ *м*, в том же здании размещаются пять секций по пять стойл; стандартом принят $R=55$ *м*.

Больше уменьшить радиус уже нельзя, так как тогда между депо и кругом не останется места для локомотива.

Таблица 88

Основные размеры веерного депо с кругом для паровозов $Л=30$ *м*

№ типа	Род депо	Число стойл при $\Sigma a=180$	Размеры в *м*						Марка крестовины	Размеры в *м*	
			D	R	a''	a'				$r_к$	$r_п$
1	С крестовинами .	30	30,0	69,7	6,3	9,5	5°11′40″	—	$^1/_{11}$	16,9	21,1
							—	7°50″	нет	нет	
2	Без крестовин . .	25	30,0	55,2	6,3	9,5	6°34′	—	нет	нет	17,8
							—	9°50′6″	нет	нет	

На фиг. 317 дан план путей для депо первого типа (69,7 *м*). В табл. 88 даны основные размеры этого депо для паровозов $Л=30$ *м*.

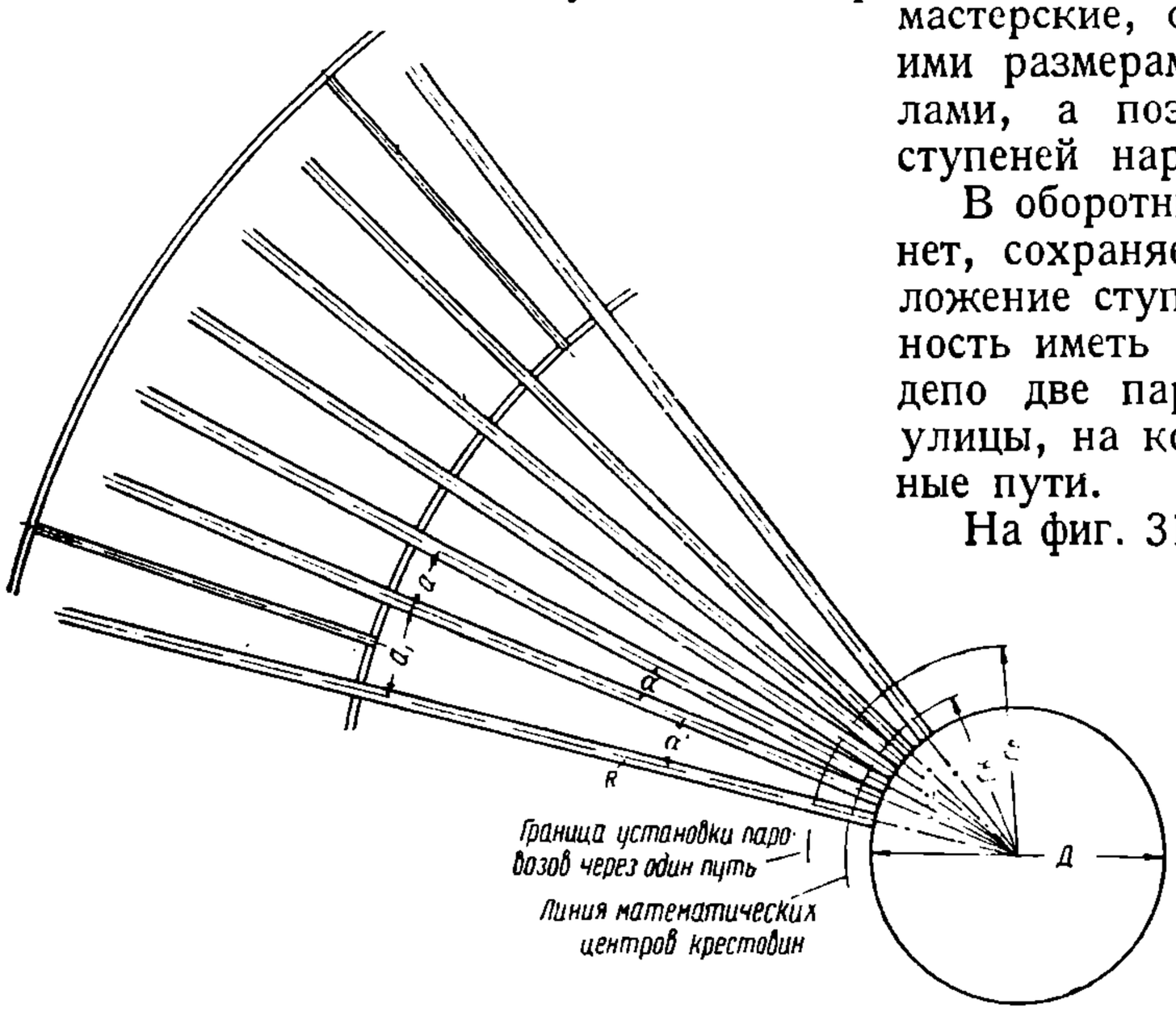
Подходные пути к поворотному кругу проектируются, как об этом сказано в разделе о поворотных средствах.

НБ УГЛТУ (ДШТ)

Входные пути ступенчатого депо

В настоящее время ступенчатые депо строятся главным образом в виде секций на шесть стойл каждая по два стойла вдоль секции в три ряда. Основной особенностью таких депо является наличие ворот с обеих сторон и сквозных путей, проходящих через все здания, почему как вход в депо, так и выход из него возможны с обеих сторон.

Конфигурация подходных путей к ступенчатому депо различна и в основном зависит от наличия или отсутствия мастерских. Секция, в которой размещаются мастерские, обычно отличается своими размерами от секций со стойлами, а поэтому правильный ряд ступеней нарушается.



Фиг. 317

В оборотных депо, где мастерских нет, сохраняется правильное расположение ступеней, что дает возможность иметь с обеих сторон такого депо две параллельные стрелочные улицы, на которые выводятся входные пути.

На фиг. 318 показан пример плана подходных путей к такому депо. Буквенными обозначениями показаны следующие размеры:

l — полная длина одной секции по наружной продольной стене;

b — полная ширина одной секции;

c — расстояние между смежными путями внутри секции;

A — расстояние между двумя параллельными стрелочными улицами;

a — расстояние от центра перевода до конца крестовины;

T — длина тангенса кривой, т. е. расстояние от ее начала до вершины угла поворота (находится по таблицам для разбивки кривых);

12 — минимальное расстояние в метрах от конца кривой до ворот;

k — величина, на которую заходят две секции, одна за другую;

R — радиусы соединительных кривых;

α — угол крестовины стрелочного перевода (можно применить $^1/_9$ и $^1/_8$);

γ — угол наклона секций к стрелочной улице.

Максимальное расстояние между двумя стрелочными улицами должно быть таким, чтобы можно было уложить необходимые стрелки, выдержав минимальные радиусы соединительных кривых и минимальное расстояние от кривых до ворот. Радиусы здесь не следует задавать менее 180 *м*.

Угол γ и величину A можно определить по следующим формулам:

$$A = 2(a + T)\sin\alpha + [2(T + 12) + l]\sin\gamma + 2c\cos\gamma;$$

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{b}{(l-k)};$$

$$\sin\gamma = \frac{b}{\sqrt{(l-k)^2 + b^2}};$$

$$\cos\gamma = \frac{(l-k)}{\sqrt{(l-k)^2 + b^2}}.$$

Зная размеры секций и пользуясь этими формулами, нетрудно применительно к фиг. 318 запроектировать входные пути для любого случая.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Указанные формулы справедливы только в том случае, когда все секции имеют строго одинаковый размер. Если хотя одна из них имеет другие размеры, тогда может потребоваться раздвинуть стрелочные улицы на величину большую, чем та, которая получается по приведенной формуле.

Как сказано выше, в основных депо обычно так и бывает, почему там часто применяют кривые стрелочные улицы.

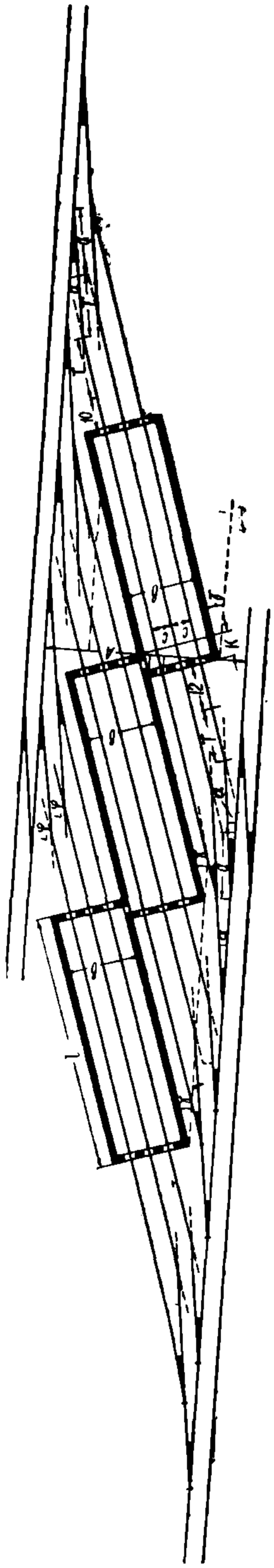
Входные пути прямоугольных депо с тележкой

Такие депо строятся с расположением в ряд не более 12—15 стойл и имеют от трех до пяти рядов стойл. Только пути первого ряда стойл выходят через ворота наружу, все же остальные стойла сообщаются с путями при помощи тележек.

К первому ряду стойл должен быть устроен веер подходных путей так же, как и в веерном депо без круга. Приемы проектирования здесь одни и те же, тем более, что до 15 путей кривизна веерного депо не оказывает существенного влияния на длину веера, а поэтому длину путей тележечного депо можно для предварительных соображений брать по табл. 87.

Существенным отличием входных путей тележечного депо являются пути, ведущие к тележкам. На фиг. 319 показано такое депо на 48 стойл с двумя тележками; из этой фигуры легко усмотреть приемы проектирования входных путей. Марки крестовин и радиусы кривых те же, что и для веерных депо без круга.

Следует иметь в виду, что тележечное депо развивается обычно в сторону горловины, как показано на фигуре пунктиром, почему, определяя его положение относительно возможного места начала горловины веера, следует предвидеть будущее развитие.



Фиг. 318

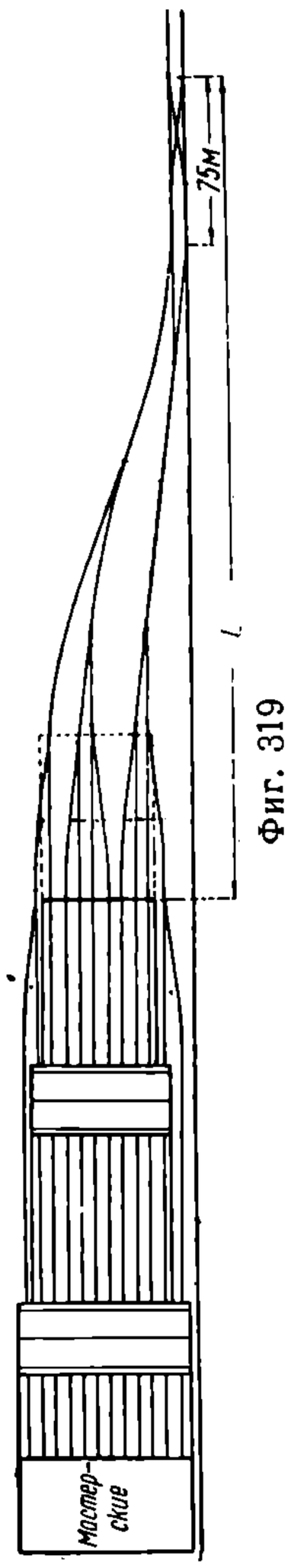
Пути экипировочных устройств

В этой группе объединены пути, обслуживающие угольные бункерные эстакады, кочегарные канавы, обмывочные площадки и смотровые стойла. Все эти устройства, как сказано выше, располагаются одно за другим в определенном порядке. Паровозы, закончив операции на одном устройстве, должны перейти на следующие, не меняя направления. Только в трудных условиях местности разрешается располагать

НБУВ ЧИТ (ДІТ)

часть устройств на обратном ходу, а следовательно допускать одно изменение направления движения паровозов.

В первой стадии развития, когда размеры движения невелики, экипировочные установки могут иметь по одному рабочему пути, однако с ростом движения появляется необходимость во втором рабочем пути. Следует делать двойные рабочие пути на экипировочных устройствах, когда размер движения превышает 12 пар поездов. При таком расположении под эстакадой для набора угля будут два пути, шлаковые канавы будут расположены на двух параллельных путях и т. д. Весьма часты будут такие случаи, что паровоз, стоящий на правой канаве, еще не готов, в то время как следующий за ним сзади второй паровоз уже набрал топливо и тоже должен встать на канаву. Для этого нужно между всеми пунктами экипировки иметь перекрестные съезды, чтобы всегда можно было попасть с правого пути на левый, и наоборот. Нередко по тем или иным причинам паровозу не требуется заходить на какой-либо из пунктов экипировки и в тоже время на обоих рабочих путях могут находиться экипирующиеся паровозы. Для возможности их обгона полезно иметь вокруг каждого экипировочного пункта обгонный путь. На фиг. 320а и 320б показано нормальное расположение путей на линии экипировочных устройств для двух случаев: а) для свободной территории и б) для стесненной территории.



Из фиг. 320а видно, что удовлетворение перечисленным выше требованиям делает линию экипировки весьма длинной, что часто невыполнимо. Несколько сократить эту длину можно путем применения английских стрелок. Дальнейшее сокращение длины покупается ценой отказа от некоторых съездов и обгонных путей. На фиг. 320б показаны экипировочные пути с минимальным числом съездов. Итти на дальнейшее сокращение не следует, ибо это может привести к задержкам паровозов и недоиспользованию рабочих мест экипировки, так как в некоторые моменты на них нельзя будет попасть.

Помимо рабочих и обгонных путей у шлаковых канав устраиваются два тупика, один из которых служит для стоянки вагонов, на которые грузят шлак, а другой— для разгрузки песка, а иногда и смазочных материалов (фиг. 320). Размеры на фиг. 320 показаны для стрелок с крестовинами $^1/_9$; размеры эстакады могут быть и иными в зависимости от ее типа.

При расположении части устройств на обратном ходу указанные выше правила проектирования путей сохраняют свою силу в полной мере. Специальные пути на угольных складах подробно описаны в § 42.

Пути для стоянки восстановительных и пожарных поездов

Пути для этих поездов должны быть сквозными, чтобы было возможно подать к ним локомотив с любого конца. Путь для восстановительного поезда должен иметь полезную длину 150, 200 или 250 *м* в зависимости от категории поезда для данной станции; путь для пожарного поезда должен иметь длину 70 *м*. Располагать эти пути следует возможно ближе к выходу с тяговой территории.

Пути ходовые на тяговой территории

Общий план расположения всех устройств на тяговой территории составляется таким образом, чтобы бесполезные пробеги локомотивов были сведены к минимуму. В силу этого собственно ходовых путей, не несущих никакой другой полезной работы кроме пропуска локомотивов, на тяговой территории должно быть минимальное количество.

НБ УИЖТ (ДИТ)

Надобность в такого рода путях может встретиться на следующих трех участках: а) от первой стрелки, ведущей со станции на тяговую территорию, до начала экипировочной линии, б) от конца экипировочной линии до входных путей в депо и в) от выходной горловины депо до стрелки, примыкающей к станции.

Пути эти проектируются таким образом, чтобы на них не было встречных движений. На этих путях не следует применять кривых с радиусом менее 200 *м* и в крайнем случае 180 *м*.

Прочие пути тяговой территории

К этой категории относятся:

1. Пути для стоянки локомотивов.
2. Пути материальных складов.
3. Пути для колесных скатов.
4. Пути для кранов.
5. Пути для подачи материалов от склада к мастерским.

Особых требований к проектированию этих путей не предъявляется. Место их расположения определяется указаниями, помещенными в § 60, и их назначением. Длина этих путей определяется расчетом числа стояночных мест или фронтом пакгаузов материального склада и часто по конструктивным соображениям делается длиннее расчетного минимума, что целиком зависит от общей планировки территории. Примеры расположения таких путей можно видеть на фиг. 308—310.

Помимо выполнения этих требований при выборе схемы расположения путей необходимо учитывать оборонные требования таким образом, чтобы в случае выхода ряда путей из строя была бы обеспечена возможность движения по другим (резервным) путям.

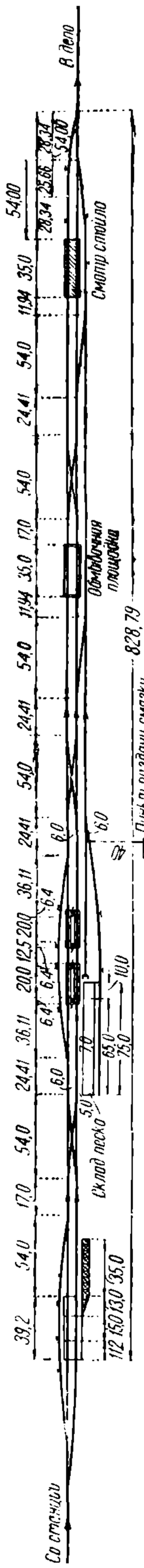
Осуществление указанных условий требует определенной специализации тракционных путей согласно соответствующим указаниям причастных к этому делу органов.

Общие условия проектирования тяговых путей

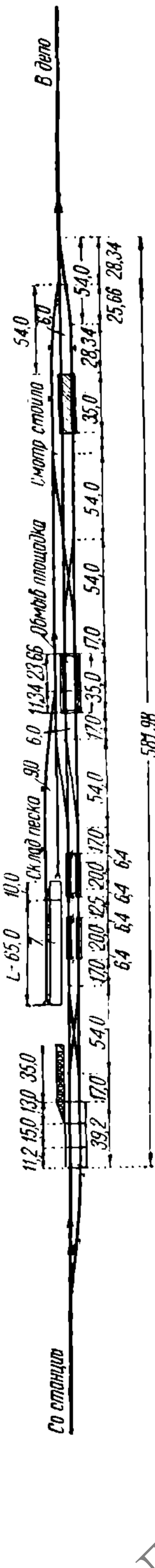
Там, где это особо не оговорено ранее, необходимо применять на всякого рода тяговых путях:

1) марки крестовин $^1/_9$, $^1/_8$ и $^1/_6$;

2) радиусы кривых 200 *м* и в крайнем случае 160 *м*;



Фиг. 320а



Фиг. 320б

НБ УДУНТ (ДШТ)

3) междупутья: а) между ходовым путем и соседним с ним не менее 5,3 *м*, б) между двумя рабочими экипировочными путями 6,0 *м*, в) между двумя путями, если в междупутьи есть гидроколонка, 6,0 *м* для старого типа колонки и 5,5 *м* для нового, г) во всех прочих случаях не менее 4,9 *м*.

Рельсы и шпалы на тяговых путях применяются в соответствии с типом локомотивов согласно следующей табл. 89.

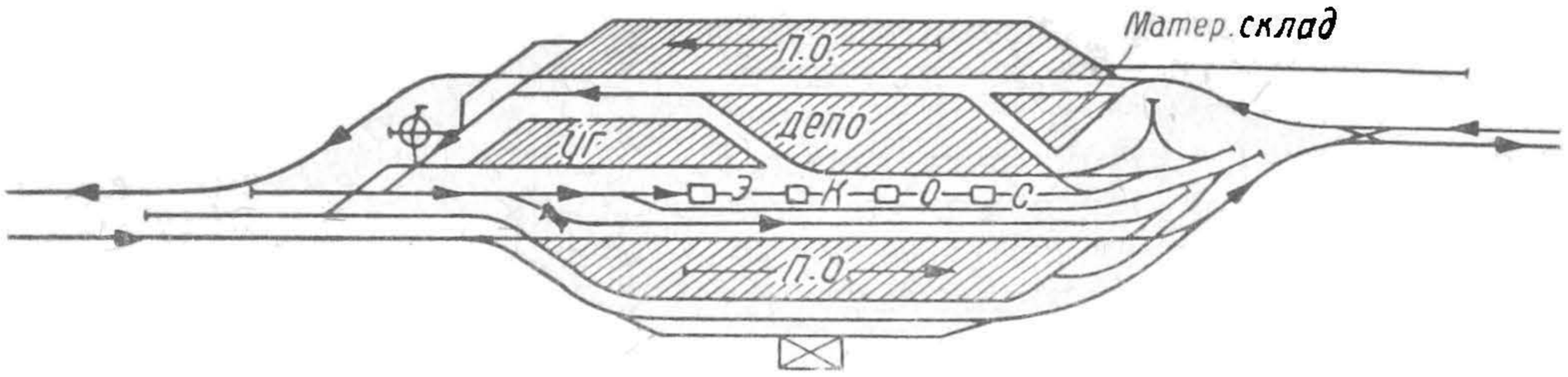
Таблица 89

Нагрузка на локомотив в *т*	Тип рельсов (не слабее)	Тип и число шпал в *км*
22 и выше	IIа с износом не более 9 *мм* или IIIа с износом не свыше 3 *мм*	Тип III—IV 1 440 шт.
Не свыше 22	IIа с износом не свыше 9 *мм* или IIIа с износом не более 6 *мм*	Тип IV 1 200 шт.
Не свыше 19	IIIа с износом не более 6 *мм*	Тип IV 1 200 шт.
	или старогодние других типов	Тип IV 1 200 шт.

В качестве балласта могут употребляться песок, гравий, доменные шлаки и щебень.

§ 67. Примеры решений планировки тяговой территории и планы тяговых путей

Изложенные выше правила и приемы проектирования тяговой территории являются общими и в отдельных случаях при составлении конкретных проектов могут претерпеть частичные изменения в силу крайней дороговизны такого решения, которое полностью удовлетворяло бы всем без исключения требованиям.



Фиг. 321

Особенно часты всякого рода затруднения при переустройстве станций, ибо переустраиваются главным образом плохо построенные станции с нерациональным размещением отдельных элементов тягового хозяйства.

Наиболее часты следующие отступления:

1. Вся тяговая территория располагается на неудобном для ее развития месте и иногда так, что зажимает развитие станции. Этот случай весьма распространен, здесь приходится оставлять ранее построенное депо на существующем месте во избежание больших расходов по его переносу на новое место и находить другой выход из затруднительного положения.

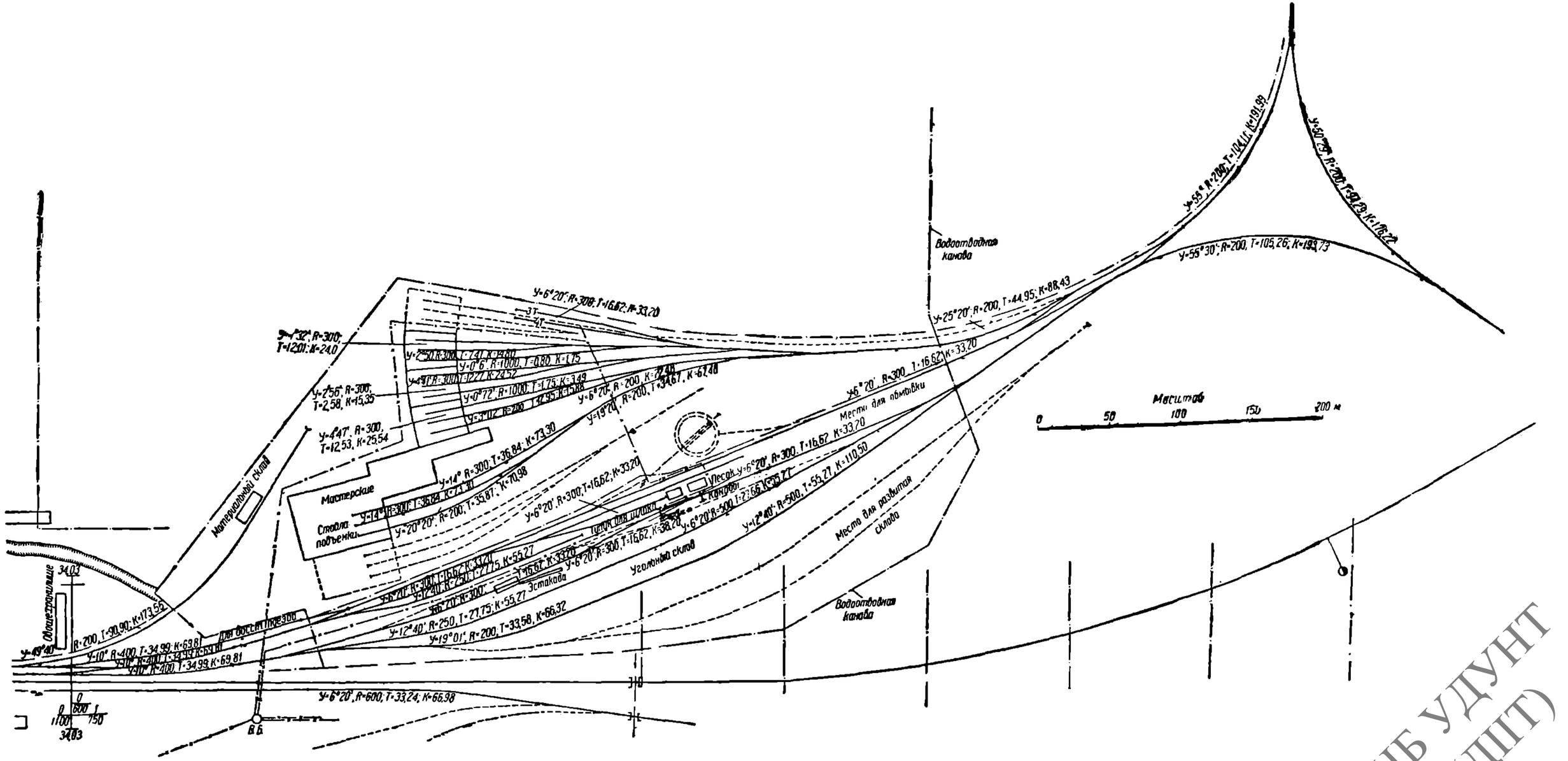
2. Меняется порядок расположения пункта набора топлива и пункта чистки топок. Это может происходить либо потому, что построено одно из этих устройств, а для другого места не оставлено, либо из-за стремления приблизить к депо канавы для очистки топки. Последнее требование обычно выдвигается администрацией депо, так как на канавах происходят одновременно четыре операции (чистка топки, набор воды, набор песка, снабжение смазочными, обтирочными и осветительными материалами) и возникает надобность в постоянном наблюдении за этим пунктом. Перестановка канав и пункта набора топлива в необходимых случаях допускается.

3. Устройства для поворачивания локомотивов, особенно треугольники, располагаются не там, где это наиболее удобно согласно изложенным выше принципам, а там, где для этого есть место. С этим приходится часто мириться; в случаях крайней необходимости надо ставить поворотные круги, выбирая для них наиболее удобное место.

4. Те или иные устройства, например материальный склад, смотровые стойла, иногда приходится ввиду отсутствия места вовсе не располагать на тяговой территории.

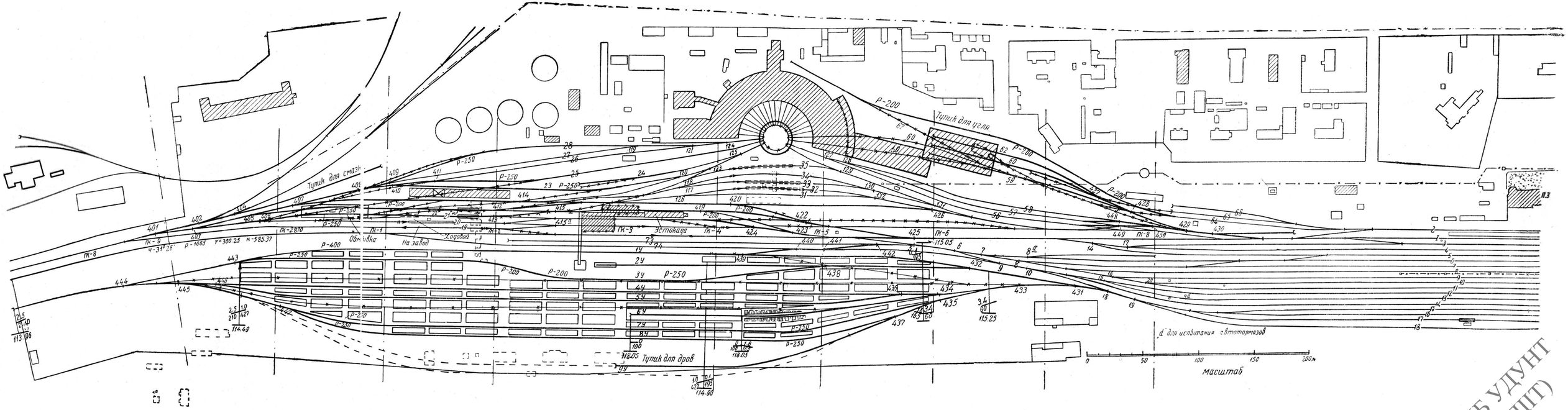
Совершенно ясно, что чем больше таких отступлений от нормального положения, тем более ухудшаются условия эксплуатации и увеличиваются эксплуатационные расходы.

НБ МИИТ (ДИТ)



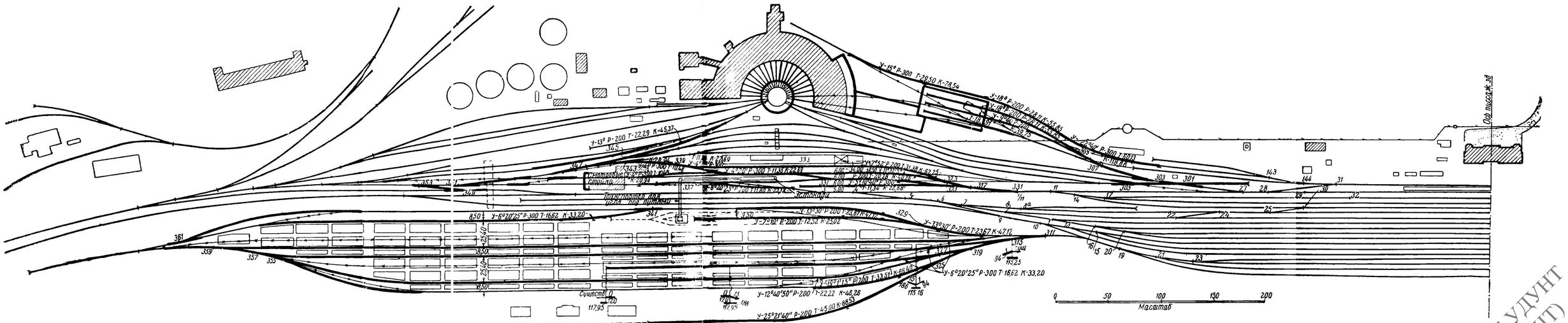
Фиг. 323

НБ УДУНТ (ДИТ)



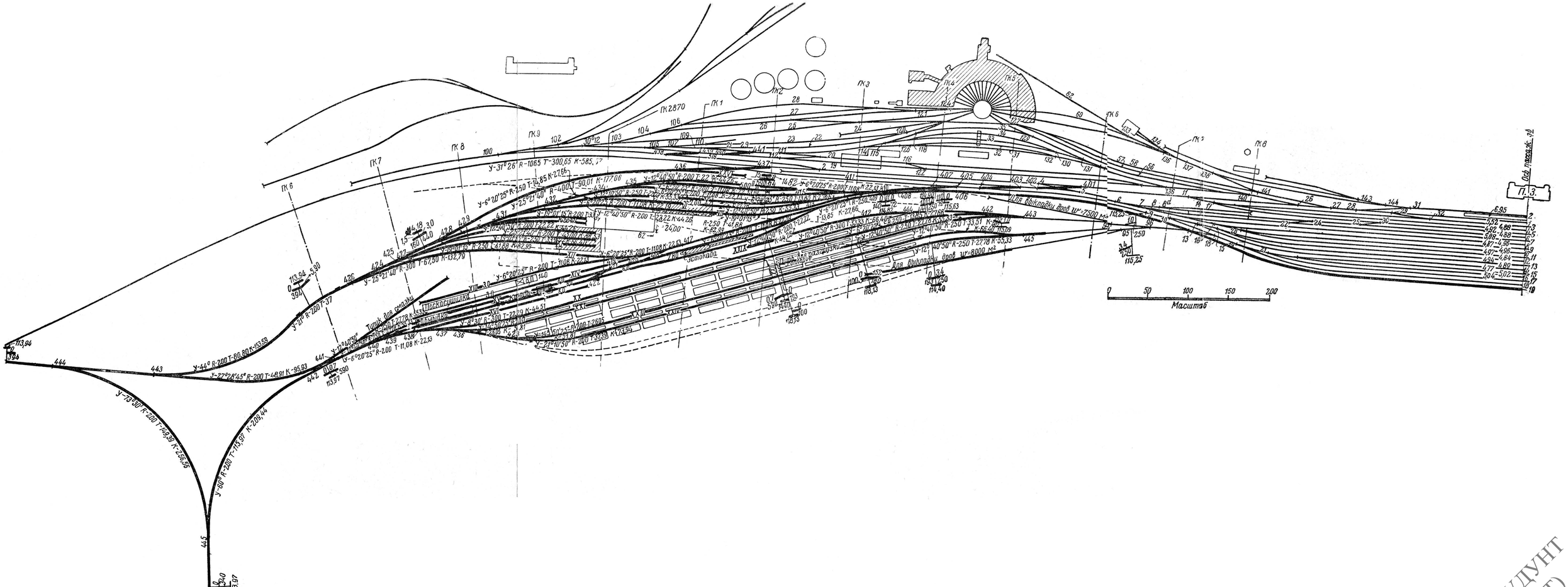
Фиг. 324

НБ УДУНТ (ДПТ)



Фиг. 325

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 326

НБ УДУНТ (ДИТ)

Нельзя дать общего рецепта, как выйти из положения. Надо в сложных случаях составлять несколько различных вариантов и сравнивать их выгодность в отношении строительных и эксплуатационных затрат.

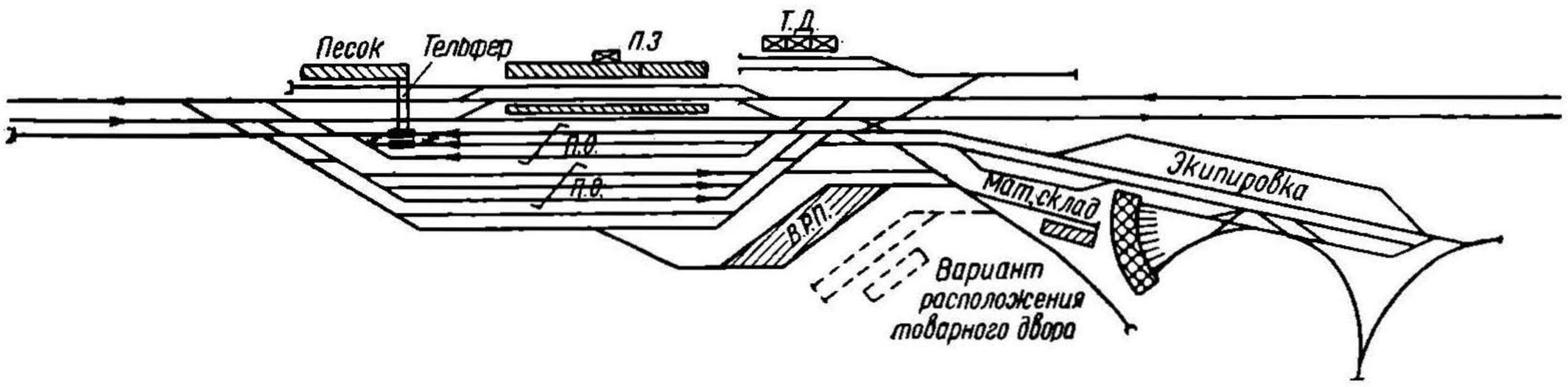
Приводимые ниже примеры решений различных задач по планировке тяговой территории и тяговых путей, хотя и не охватывают всех возможных случаев, но достаточно наглядно иллюстрируют ряд характерных положений и дают возможность уяснить себе их сложность и пути решения.

На фиг. 321 показана схема участковой станции, на которой депо было выстроено напротив пассажирского здания, почему по мере роста станции парки оказались зажатыми между пассажирским зданием и депо и к моменту постройки второго пути развивать станцию оказалось невозможно. Задача здесь решена устройством новых парков за депо с превращением его в островное. Такой случай встречается часто. Здесь возможны затруднения с развитием угольного склада, так как места для него мало. В таких случаях по возможности надо переносить основной набор топлива в оборотное депо.

Тип депо здесь надо применять наиболее экономный в отношении занимаемого им места.

На фиг. 322 показана схема станции с расположением канав для очистки топок на приемо-отправочных путях. Здесь же происходят снабжение паровозов водой и песком и смена бригад при проходе основного депо без отцепки от поезда.

Здесь необходимо подчеркнуть, что такое решение позволяет обойтись без устройства объемлющего главного пути вокруг депо, что часто позволяет выйти из весьма затруднительных положений, особенно если депо расположено рядом с пассажирским зданием, как это часто встречается на старых станциях.



Фиг. 322

В этих случаях для уборки шлака и подачи песка можно пользоваться тельферной установкой, перекидывая балку для тельфера над несколькими путями.

Снабжение углем здесь производить не следует, а надо его выносить на станцию оборота.

На фиг. 323 показано основное депо средних размеров с веерным зданием без круга. Здесь почти полностью выдержаны основные принципы, изложенные выше, и проект следует считать удачным. К числу его мелких недостатков относятся отсутствие пути для пожарного поезда и отсутствие места для смотровых стойл. Путь для пожарного поезда легко может быть уложен, а смотровые стойла можно устроить только в общем паровозном здании, как часто и делается.

Легко видеть, что удачное расположение паровозного здания позволяет увеличивать число стойл в нем и удлинять вместе с этим входную горловину. Угольный склад также легко развивать.

Этот проект весьма близок к типовому решению и может быть рекомендован как образец современного решения.

В качестве примера составления нескольких вариантов решения одной и той же задачи совершенно различными способами приводится проект, показанный на фиг. 324—326.

В рассматриваемом случае потребовалось расширить тяговое хозяйство следующим образом:

1. Увеличить число стойл.
2. Удлинить часть коротких стойл существующего веерного паровозного здания.
3. Увеличить площадь мастерских.
4. Сменить существующий круг на круг большего диаметра.
5. Построить угольный склад.
6. Построить угольную эстакаду.
7. Построить канавы и объединенную экипировку при них, т. е. создать заново значительную часть хозяйства.

На фиг. 324 показан первый вариант решения задачи. Здесь преследуется цель использовать максимум существующих устройств и в частности существующие недавно построенные смотровые стойла.

Как видно из фигуры, задачу удалось решить в желаемом смысле, и, что особенно удобно, канавы оказались рядом с паровозным зданием. Угольный склад разместился за главными путями и подача угля к эстакаде запроектирована ленточным транспортером под путями.

НБ УГЛТУ (ДШТ)

Все же это решение содержит ряд больших неудобств, из коих главнейшими являются следующие:

1. Депо остается расположенным рядом с пассажирским зданием, и возможность сделать объемлющий главный путь исключена.

2. Смена круга потребует временного закрытия депо, а после этого между кругом и воротами нельзя будет ставить паровозы. Старое здание требует почти полного переустройства.

3. Очередность экипировочных операций нарушена, канавы расположены ранее эстакады, а обмывочно-продувочной площадки нет совсем. Ее можно здесь разместить только после осмотра, что нерационально.

4. Между отдельными пунктами экипировки нет необходимых съездов и объездов.

Эти недостатки потребовали разработки другого варианта, показанного на фиг. 325.

Второй вариант отличается от первого тем, что здесь снесены смотровые стойла, что позволило расположить экипировочные устройства в правильном порядке.

Однако и здесь оказалось мало места для всех необходимых съездов и полностью сохранились все недостатки самого паровозного здания и неудобное месторасположение тяговой территории, почему был разработан третий вариант с отказом от использования существующих устройств и с выносом всего хозяйства на новое место.

Это последнее решение показано на фиг. 326. Здесь депо расположено на свободной территории и применена система расположения всех устройств, весьма близкая к типовому решению.

Третий вариант является безусловно наилучшим по эксплуатационным условиям, но зато он наиболее дорог в постройке.

Произведенное сравнение вариантов и соображения, связанные с условиями финансирования строительства, показали необходимость принять первый вариант, однако следует отметить, что если бы пришлось иметь дело с более крупными размерами движения, то выгодность третьего варианта могла бы стать бесспорной.

ГЛАВА 10

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

§ 68. Виды элементов зданий

Здания локомотивного хозяйства (депо, мастерские и пр.) имеют некоторые специфические особенности, требующие выбора соответствующих строительных элементов, кроме того строительные элементы зданий должны отвечать требованиям, обеспечивающим условия обороноспособности.

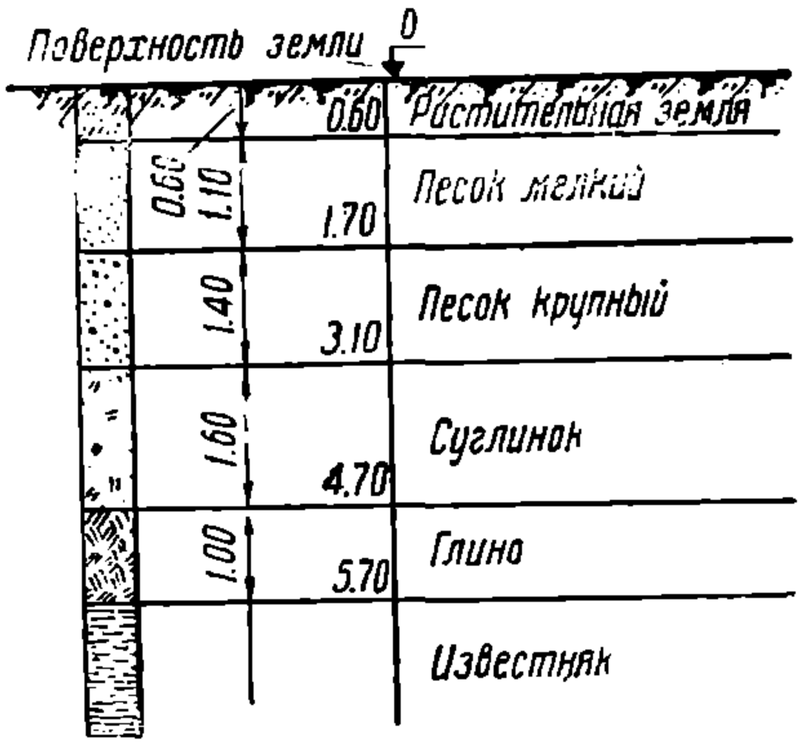
Ниже даются основные общие понятия о главнейших элементах зданий, к каковым относятся фундаменты, железобетонные конструкции, полы, покрытия, световые фонари, ворота, двери, оконные переплеты, искусственное освещение, отопление и вентиляция.

§ 69. Фундаменты

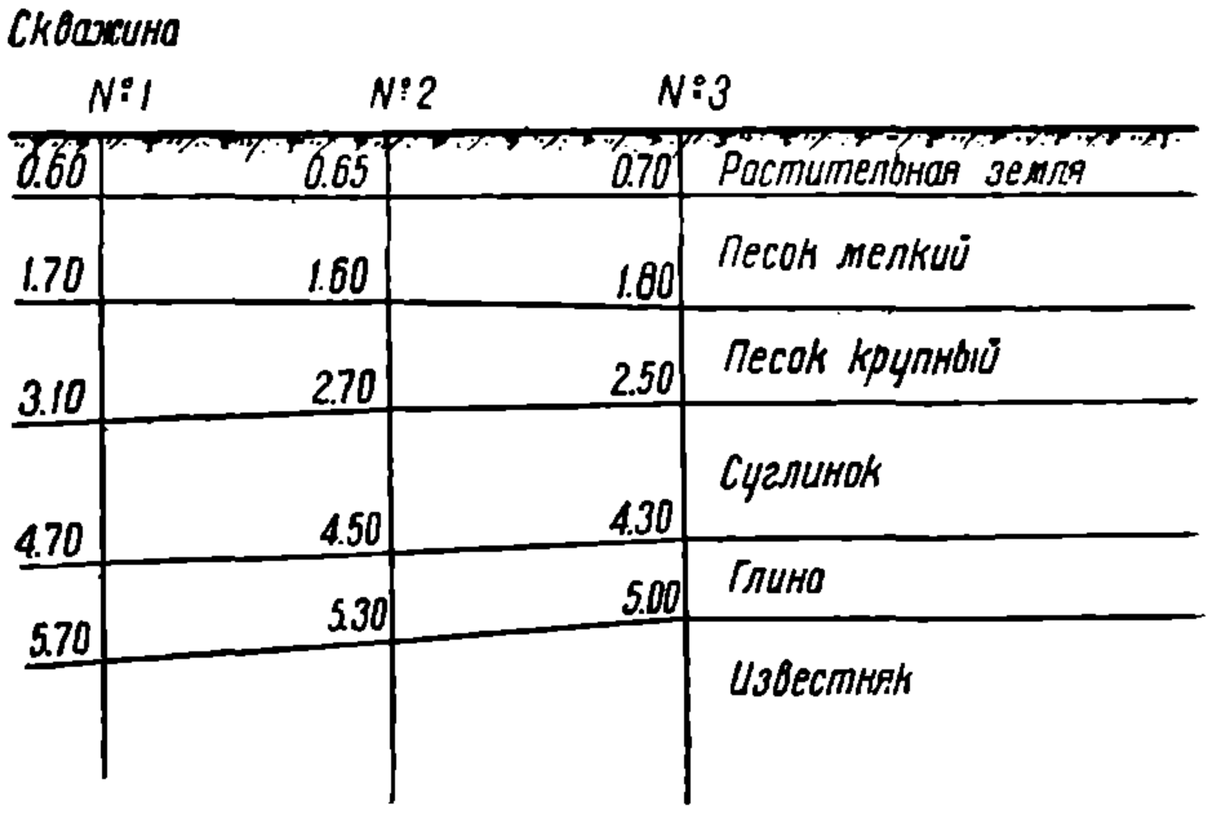
Собственный вес и нагрузки надземной части сооружения передаются на грунт при помощи элемента здания, расположенного ниже уровня земли, называемого фундаментом. В большинстве случаев продолжительность срока службы сооружения зависит от прочности и устойчивости фундамента, поэтому при проектировании и постройке здания необходимо обращать особое внимание на фундамент. Конструкция и материал для фундамента выбираются на базе геологических данных обследования строительного участка. Для этой цели на участке закладываются вблизи проектируемого контура здания буровые скважины или шурфы. Расположение буровых скважин и шурфов на местах, отведенных под фундаменты, не разрешается. Бурение скважины производится специальным буровым инструментом. Глубина скважины устанавливается в зависимости от местных условий с таким расчетом, чтобы было возможно по скважине судить о достаточной прочности грунта, на котором предполагается заложение фундамента. Глубина шурфа обычно делается 4—6 *м*. Результаты бурения заносятся в буровой журнал и на основании записи каждая скважина изображается в масштабе графически с указанием мощности пластов и общей глубины (фиг. 327). Таким образом определяется напластование в отдельных точках участка. Геологический разрез строительной площади выявляется путем соединения однородных грунтов отдельных скважин, расположенных по определенным осям в после-

НБ УКУНТ (ДИТ)

довательном порядке (фиг. 328). Определение механических и физических свойств грунтов производится в лаборатории по пробам, взятым в ненарушенной структуре из буровых скважин или шурфов.



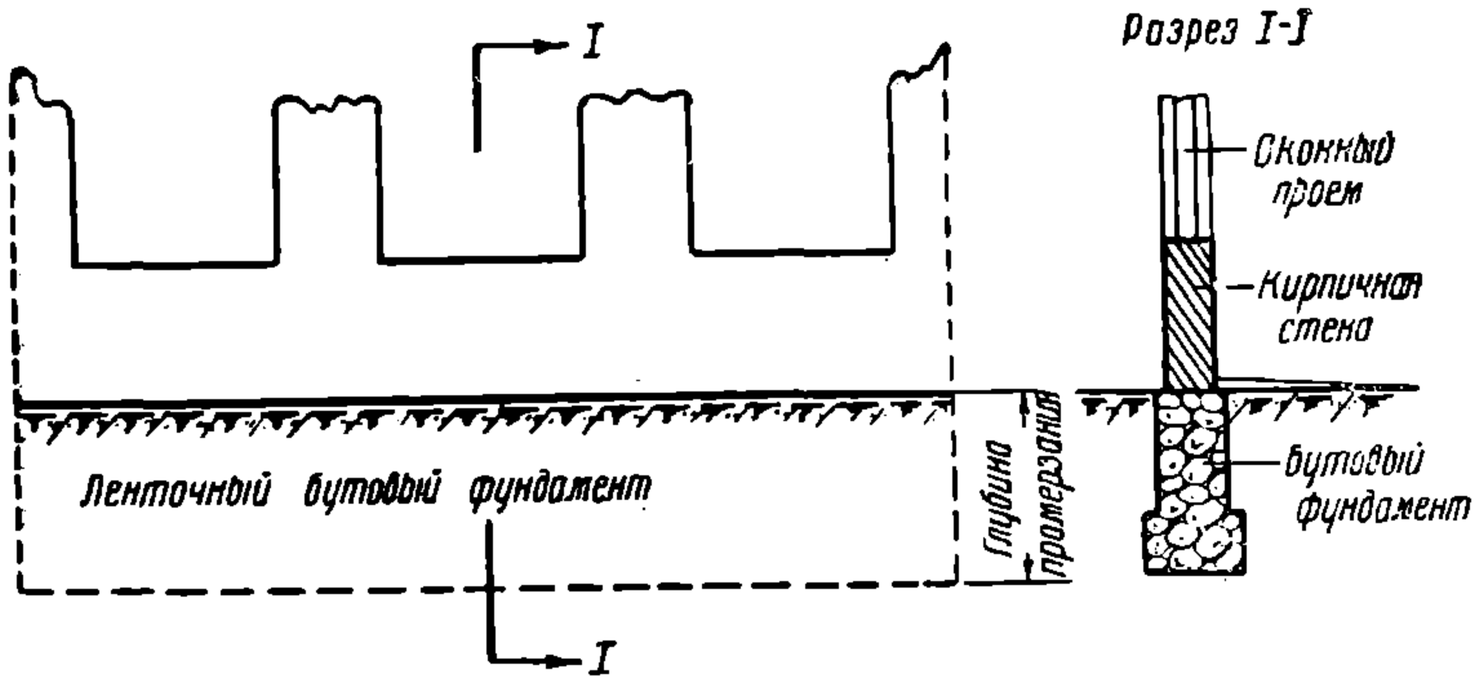
Фиг. 327



Фиг. 328

Виды и конструкция фундаментов

Самым распространенным видом фундамента в деповских зданиях является л е н т о ч н ы й в виде вытянутой узкой полосы, по размерам соответствующей кирпичной стены (фиг.329). При хорошем сухом грунте вместо сплошной ленты экономичнее устраивать фундамент под стены в виде отдельных столбов, расположенных под несущими нагрузку простенками (фиг. 330). Такой вид фундамента назы-

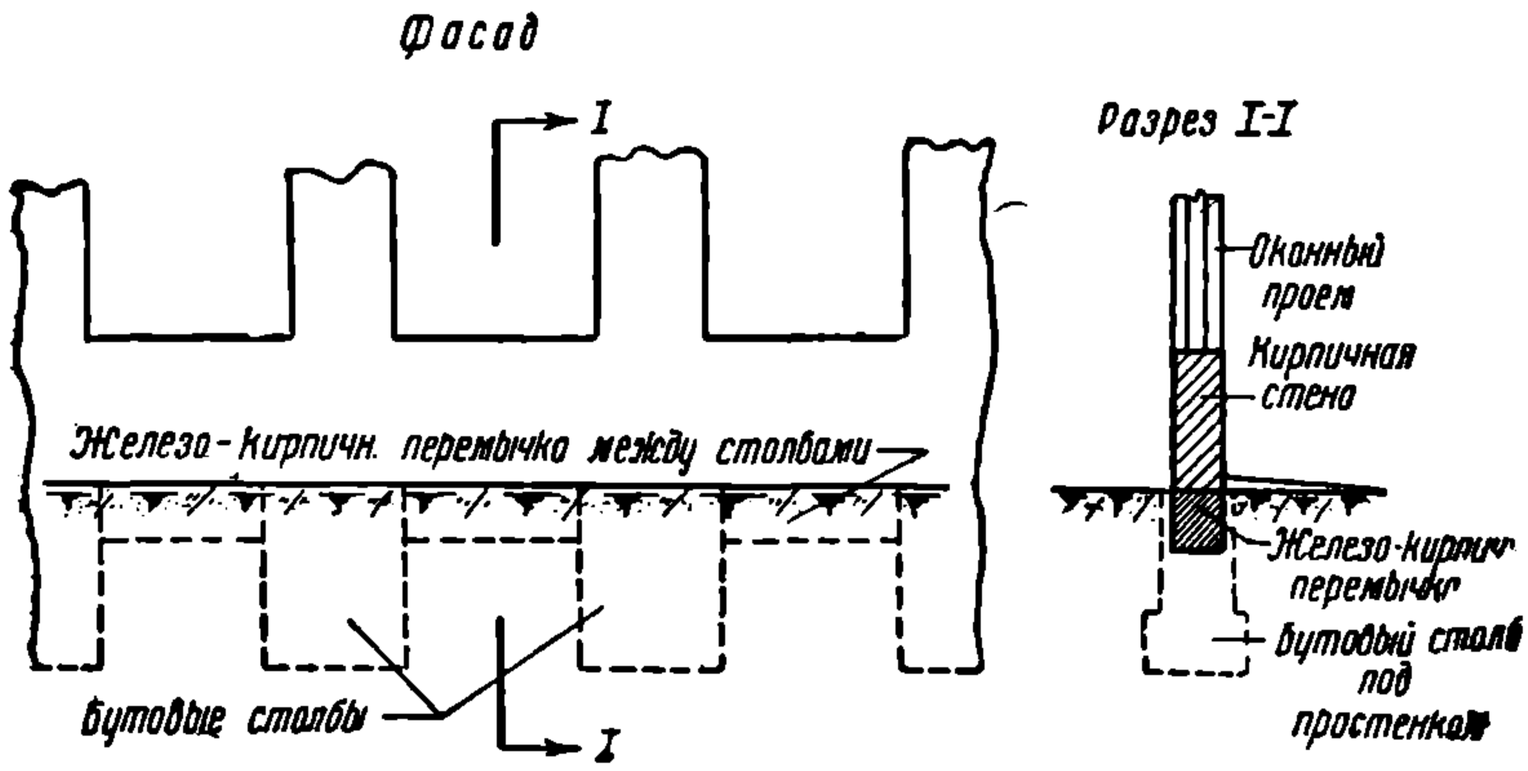


Фиг. 329

вается р а з р ы в н ы м. Под железобетонные колонны подъемочных стойл устраиваются одиночные фундаменты в виде массива из бутовой кладки или бетона (фиг. 331, *а* и *б*). Материалом для фундамента служит главным образом бутовый камень. Бут представляет собой рваный камень неправильной формы, преимущественно известковых пород, разрабатываемых в карьерах. Лучшим бутовым камнем считается плитняк, имеющий две постели. Временное сопротивление камня на сжатие должно быть не менее 150 *кг/см*². Раствор для кладки фундамента состоит из вяжущих веществ и заполнителя. К вяжущим веществам относятся цемент и известь, а в качестве заполнителя применяется обыкновенный песок. Состав раствора в сухих грунтах принимается 1 : 1 9 (цемент : известь: песок), а в мокрых 1 : 4 или 1 : 5 (цемент : песок). При бутовой кладке употребляется цемент двух видов: портландский (ОСТ 5036) и шлако-портландский (ОСТ 2641). Портландский цемент изготовляется на специальных заводах путем равномерного сильного обжига до спекания смесей известняка и глины или естественных материалов

НБУВ/УНТ (ДПТ)

(мергелей), затем обожженная смесь подвергается тончайшему перемолу. Шлако-портландский цемент получается путем тщательного механического смешения заводским путем портланд-цемента с тонко измельченным основным гранулированным доменным шлаком. Известь-кипелка представляет собой камни белого или серого цвета, получаемые путем обжига известняка в специальных печах. При действии на кипелку ограниченного количества воды получается известь в виде тонкого порошка, называемая п у ш о н к о й. Приготовление

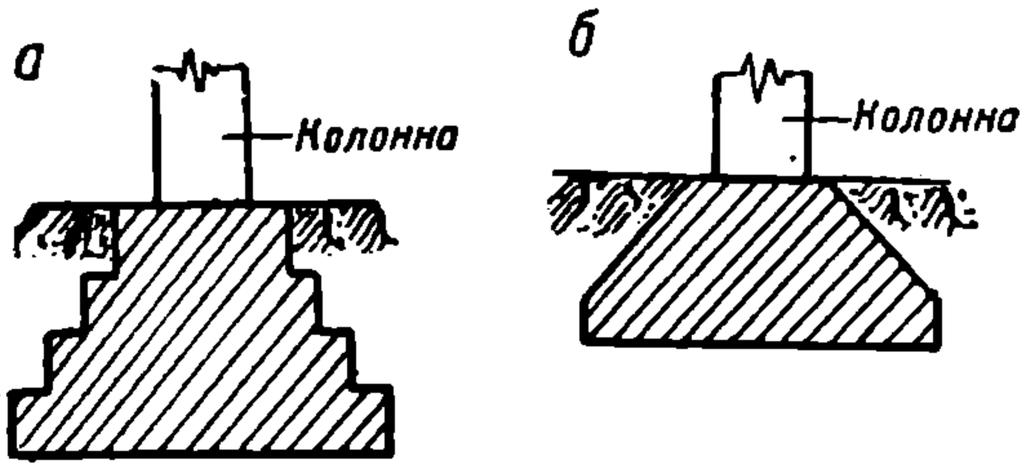


Фиг. 330

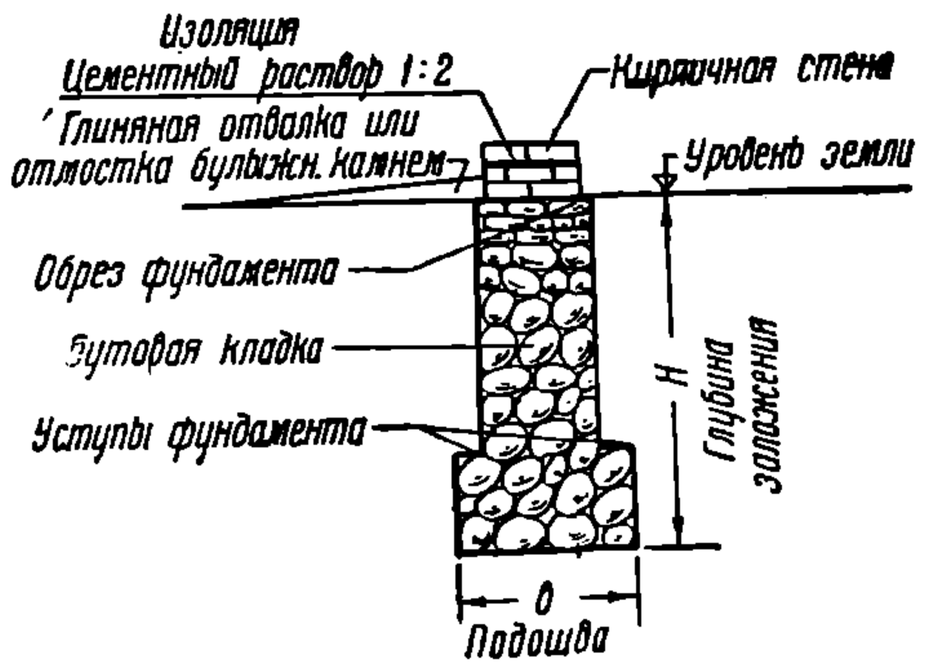
раствора на строительной площадке производится механическим способом при помощи растворомешалки.

На фиг. 332 показан разрез ленточного фундамента. Глубина заложения, или высота фундамента, H определяется:

1) глубиной промерзания,
2) положением грунтовых вод,
3) прочностью грунта,



Фиг. 331



Фиг. 332

4) необходимой устойчивостью против выпирания грунта из-под подошвы фундамента.

Подошва фундамента обычно закладывается на материке (несущем пласте) и ниже глубины промерзания на 15—40 *см*. Ширина подошвы фундамента b принимается по расчету на базе указанных выше лабораторных данных испытания грунта.

Для обеспечения условий обороноспособности фундаментам наружных колонн следует придавать пирамидальную форму, так как она способствует отклонению падающей авиабомбы от ее траектории и от колонны в сторону (фиг. 331, *б*). Для внутренних колонн и колонн, расположенных внутри производственных помещений, форму башмаков можно сохранить ступенчатой.

Для получения частичной защиты фундаментов ответственных цехов от фугасного действия авиабомб целесообразно вокруг указанных цехов устраивать на поверхности земли неармированные бетонные или легко армированные плиты (тюфяки); они могут быть использованы для устройства тротуаров, а также в ка-

НБ УДАНТ (ДПТ)

честве изоляционного слоя, предохраняющего фундамент и окружающий его грунт от замачивания и размывания атмосферными водами.

§ 70. Стены

Основные требования, которые предъявляются к стенам производственных зданий, сводятся в следующему:

1. Стены должны соответствовать статическим и теплотехническим нормам и противопожарным требованиям.

2. Стены должны обладать достаточной сопротивляемостью атмосферным влияниям.

3. Стены должны иметь наименьший вес, быть простыми и экономичными в выполнении.

Классификация стен

1. По функциональному назначению стены депо разделяются на следующие основные группы:

а) Наружные стены, несущие полностью или частично нагрузку от перекрытий и крыш и являющиеся оболочкой, ограждающей помещение от климатических и атмосферных влияний.

б) Внутренние капитальные стены, которые одновременно разделяют пространства здания на отдельные помещения и несут нагрузку. Если капитальная стена проходит через чердачное помещение и возвышается над крышей на 70 *см*, то она является противопожарным брандмауером.

в) Внутренние легкие стены-перегородки, которые делят здание на отдельные помещения.

2. По своей конструкции стены депо могут быть следующие:

а) Составные из отдельных крупных или мелких искусственных камней (кирпич, шлакобетонные камни и др.).

б) Монолитные из литого бетона или набивные.

в) Каркасного типа, состоящие из каркаса в виде отдельных колонн, несущих нагрузку, и легкого крупноблочного заполнителя из местных строительных материалов.

3. В отношении пожарной безопасности стены делятся на: огнестойкие, несгораемые, защищенные от возгорания и сгораемые:

а) К огнестойким стенам относятся кирпичные толщиной не менее 25 *см*, стены из пустотелых камней толщиной не менее 40 *см* и шлакобетонные состава 1 6 с арматурой толщиной не менее 15 *см*.

б) К несгораемым стенам относятся кирпичные толщиной менее 25 *см* и стены из пустотелых камней менее 40 *см*.

в) К стенам, защищенным от возгорания, относятся деревянные стены, покрытые слоем известковой штукатурки толщиной 2 *см*, цементной штукатурки толщиной 3 *см* по металлической сетке или несгораемыми плитами.

г) К сгораемым стенам относятся деревянные.

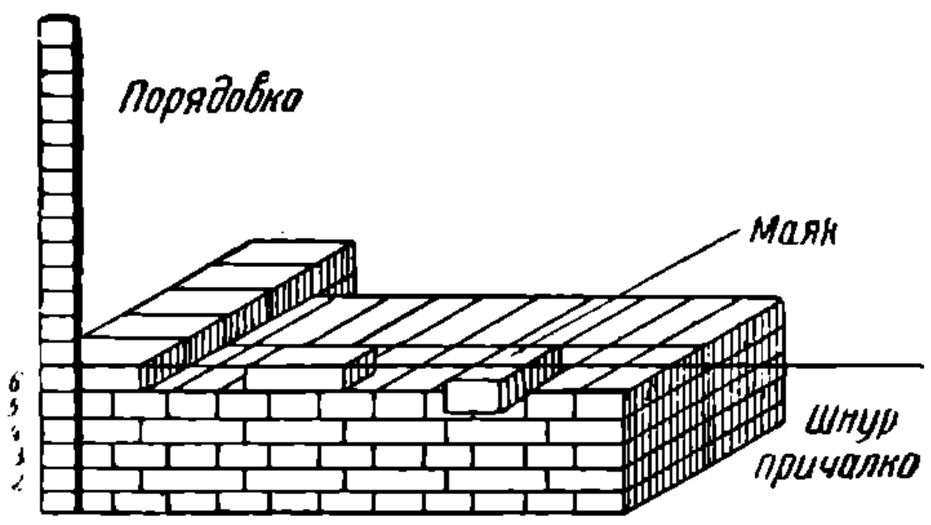
Кирпичные стены. Для кирпичных стен употребляются красный или силикатный кирпичи стандартного размера $25 \times 12 \times 6{,}5$ *см*. Красный кирпич изготовляется из глины путем обжига в специальных печах на заводах. Нормально обожженный красный кирпич имеет яркокрасный цвет и при ударе издает чистый звук. Пережженный кирпич (железняк) имеет синевато-серый цвет и большей частью неправильную форму. Указанный кирпич прочнее красного. Для кладки стен железняк не употребляется, так как не поддается теске, плохо вяжется с раствором и имеет неправильную форму. Он является хорошим материалом для фундаментов. Силикатный кирпич изготовляется из смеси кварцевого песка с измельченной гашеной известью путем запарки в специальных котлах под давлением, доходящим до 9 *ат*. Цвет его белый или серый.

Кроме указанных сортов кирпича на заводах изготовляются так называемые эффективные пустотелые кирпичи разных видов. Эти сорта кирпичей

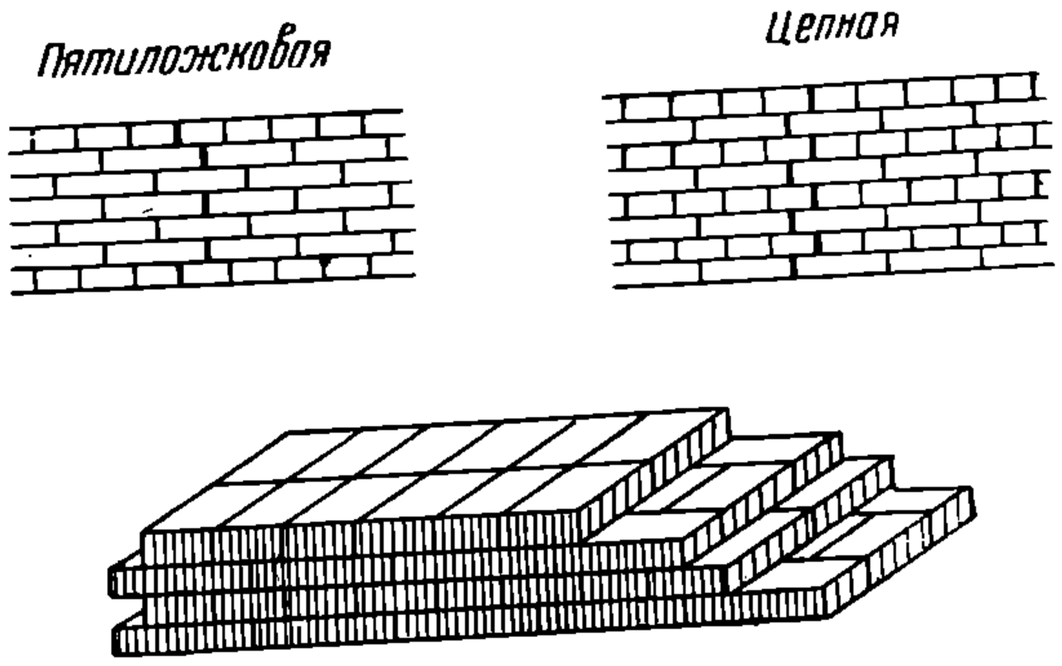
НБ УДУНТ (ДПТ)

по соображениям повышенной влажности в помещениях депо применять не рекомендуется.

Кладка стен ведется по шнуру, правилу, отвесу и порядовкам. Шнур-причалка натягивается с одной стороны стены, а порядовки устанавливаются по углам и против стен лестничных клеток (фиг. 333). Перевязка вертикальных швов



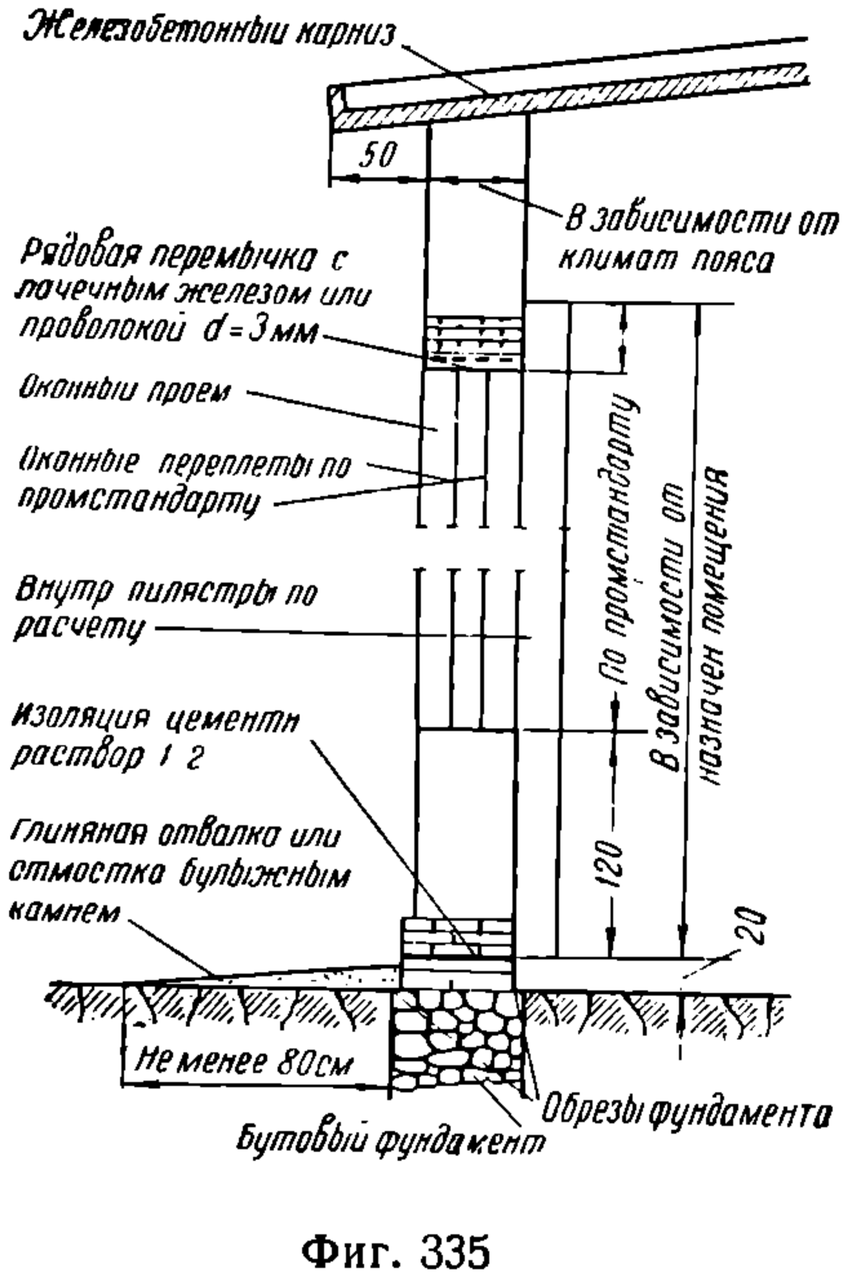
Фиг. 333



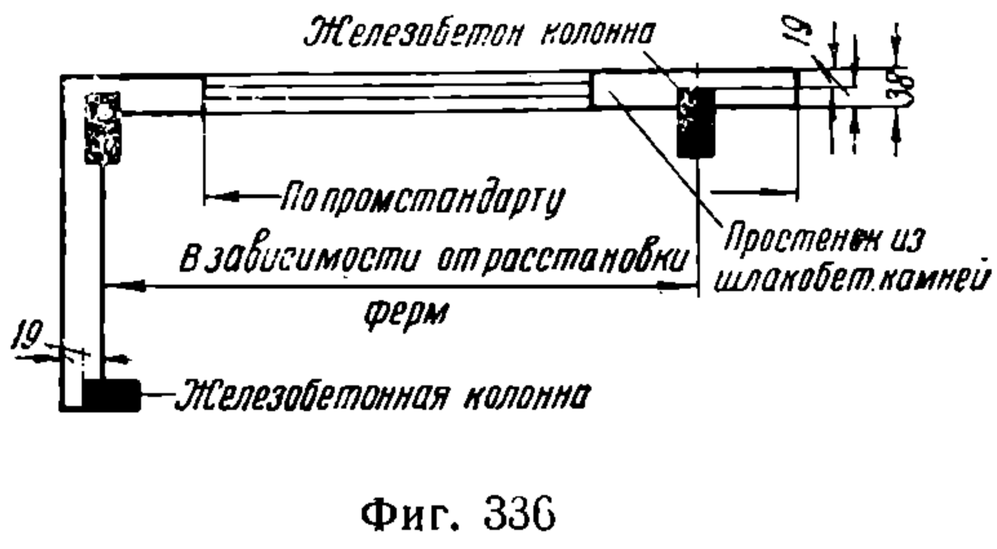
Фиг. 334

кирпичной кладки осуществляется одним из указанных на фиг. 334 способов. Раствор при кирпичной кладке применяется большей частью смешанный 1 1 9 (цемент известь песок). На фиг. 335 показан вертикальный разрез наружной стены. Нижняя часть стены с выступом в 4—6 *см* называется цоколем. В жилых и общественных зданиях цоколь обычно облицовывается материалами из твердых пород или оштукатуривается цементным раствором. Это делается, с одной стороны, для предохранения нижней части стены от сырости и механических повреждений, с другой, — по архитектурным соображениям. Оконные проемы в деповских помещениях обычно закладываются на высоте 120 *см* с пола. Величина проема определяется светотехническим расчетом применительно к промстандарту оконных пе-

Вертикальный разрез кирпичной стены



Фиг. 335



Фиг. 336

реплетов. Оконные проемы сверху перекрываются рядовыми или железобетонными перемычками. Верхняя часть стены называется карнизом. Карниз предохраняет стену главным образом от стока воды с крыши.

Ширина простенка делается по расчету в зависимости от высоты здания и расстановки ферм и балок.

Для придания устойчивости большой стене в ней устраиваются местные утолщения — пилястры.

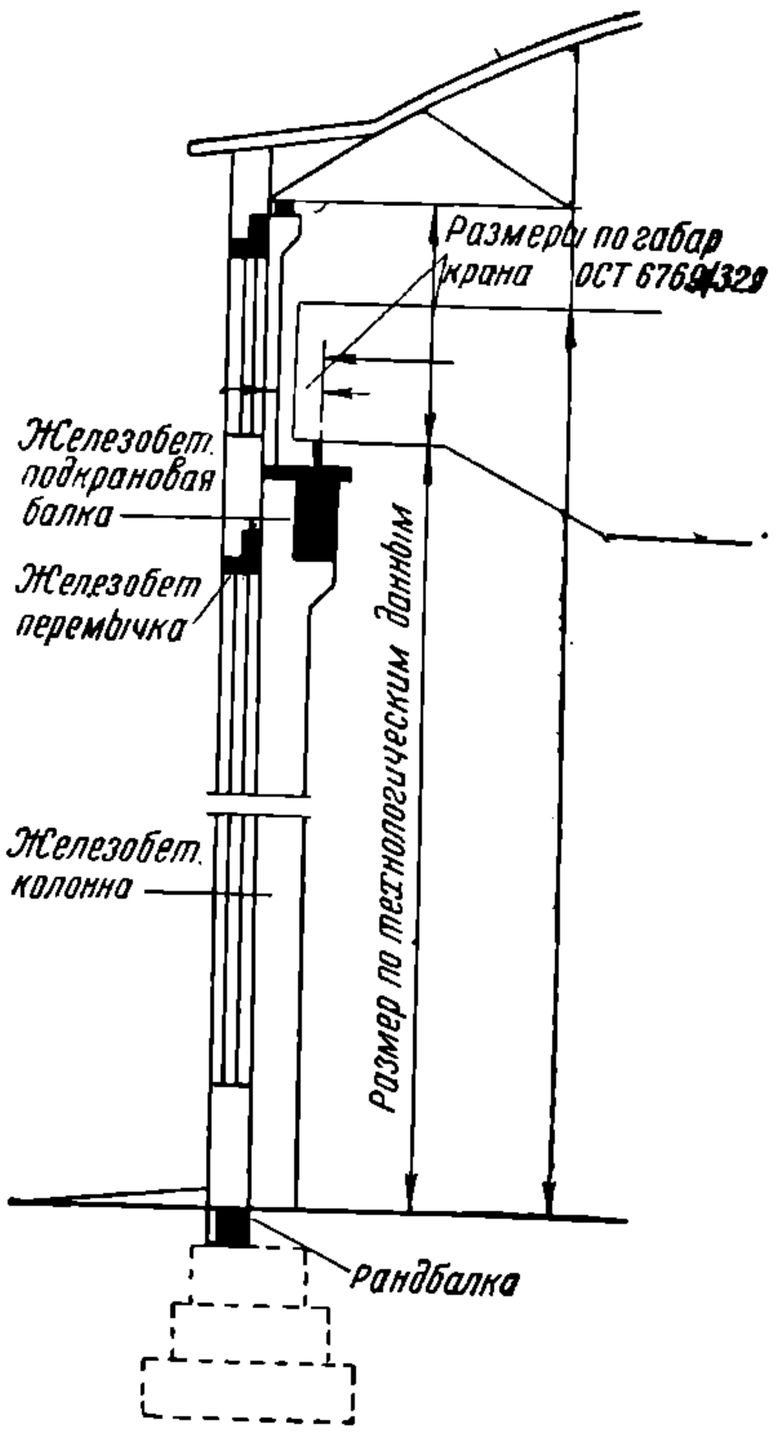
НБ УДУНТ (ДШТ)

Стены каркасного типа. В помещениях, имеющих большую высоту и крановое оборудование, как например стойла для подъемки паровозов, стены целесообразнее делать каркасного типа. Конструкция такой стены, показанная на фиг. 336, состоит из железобетонных или металлических колонн, несущих нагрузки от покрытия, кранового оборудования и заполнителя, являющегося лишь оболочкой, ограждающей помещение от климатических и атмосферных явлений. Расстояние между колоннами при деревянных фермах принимается 5—6 *м*, а при металлических может быть увеличено до 9 *м*. По конструктивным соображениям нельзя нарушать принятый шаг между колоннами за исключением крайних пролетов. Так например, при длине здания 53 *м* расстановка колонн при деревянных фермах может быть принята:

I вариант по 4 *м* крайние пролеты и по 5 *м* остальные;
II вариант по 5,5 *м* крайние пролеты и по 6 *м* остальные;
II вариант по 5 *м* один из крайних пролетов и 6 *м* остальные.

Это обстоятельство особенно нужно учитывать в паровозоремонтных заводах и ремонтных мастерских, где расстановку колонн приходится увязывать с расположением оборудования и транспортировочными путями. Заполнение между колоннами производится теплобетонными искусственными камнями. Стандартные размеры камней следующие:

Длина в *см*	Толщина в *см*	Высота в *см*
57,5	38	21,5
38,0	38	21,5
25,0	38	21,5
18,5	38	21,5
12,0	38	21,5



Фиг. 337

Камни длиной 57,5 *см* являются основными, а остальные применяются лишь как перевязочные в простенках и углах. При механизированном способе производства работ длина и высота камней могут быть увеличены.

По соображениям теплопроводности колонны с наружной стороны прикрываются теплобетонными камнями толщиной 18,5 *см*. В торцевой стене подъемных стойл железобетонные колонны устанавливаются по граням проема ворот и являются необходимым конструктивным элементом для укрепления ворот и для устойчивости стены.

На фиг. 337 показан вертикальный разрез каркасной стены. Железобетонные колонны опираются на отдельные фундаменты. Для поддержания и передачи веса стены на указанные фундаменты служит железобетонная рандбалка.

Оконные проемы перекрываются железобетонными балками, которые одновременно являются по отношению к каркасу обвязочными. Крановое оборудование опирается на железобетонные подкрановые балки. При проектировании и постройке каркасных стен подъемочных стойл необходимо обращать особое внимание на размеры, связанные с крановым оборудованием. Размеры от верха подкранового пути до низа конструкции покрытия и от оси подкранового пути до грани колонны необходимо принимать исключительно по ОСТ.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Мероприятия по обеспечению обороноспособности. В отношении обеспечения условий обороноспособности к стенам (оболочке) зданий предъявляются следующие требования:

а) наиболее быстрая и легкая восстанавливаемость оболочки;

б) беспрепятственное выпадание стенных заполнений наружу при взрывах как внутри помещения, так и вне его;

в) наименьшие повреждения находящихся вблизи здания предметов при выпадении наружу стенных заполнений;

г) быстрое проведение дегазационных мероприятий в производственных помещениях со сквозным проветриванием их;

д) наименьшая газопроницаемость в производственные помещения сквозь стены здания.

Стены зданий, выполняющие функции несущих элементов, не могут быть признаны с точки зрения противовоздушной обороны удовлетворительными, так как разрушение таких стен неизбежно влечет за собой обвал здания; поэтому нужно строго ограничить функции стен здания, возложив на них только защиту помещений от внешних температурных и атмосферных воздействий. Функции же их как несущих элементов должны быть переданы специальным несущим конструкциям. В этом случае ограждающая оболочка и несущая конструкция выполняются и работают независимо друг от друга.

Расчленение функций у внешних вертикальных ограждений помимо целесообразности в производственно-эксплуатационном отношении имеет следующие положительные факторы в оборонном отношении:

а) Наименьшая уязвимость несущих конструкций при действии на сооружение (депо) воздушных ударных волн от взрыва авиабомбы снаружи, так как давление от удара взрывной волны будет первоначально сообщено вертикальному ограждению, которое сразу разрушится, не повредив при этом несущие конструкции.

б) Наименьшая уязвимость несущих элементов при взрыве внутри, так как внешние вертикальные ограждения, выпадая наружу, в значительной мере ослабляют давление от взрыва и этим способствуют сохранению несущих элементов каркаса.

в) Легкая восстанавливаемость стен сооружения.

г) Быстрая дегазация сквозным проветриванием производственных помещений, так как остекленные поверхности оболочки можно устраивать в виде сплошных по длине здания лент, открываемых с помощью особых централизованно управляемых механизмов.

д) Достижение ослабления разрушительного эффекта взрыва благодаря размещению производственных процессов в просторных производственных помещениях, так как расчлененное выполнение ограждающих оболочек, разгружая несущий каркас от стенных нагрузок, допускает применение относительно больших пролетов, а следовательно и устройство наиболее просторных помещений.

Общее разрушение конструкции следует ожидать не в результате ударно пробивного действия, а в результате действия взрыва.

Наиболее надежным типом железобетонных конструкций является тип монолитного каркаса, который способен хорошо противостоять действию взрывных волн и сотрясению грунта.

Эти положительные свойства каркасной железобетонной конструкции обусловливаются ее монолитностью, которая создает условия работы, весьма близкие к условиям работы пространственных систем, обладающих наибольшей жесткостью и устойчивостью.

Вследствие того что в современных депо значительные по площади остекленные поверхности не только возможны, но и необходимы в целях аэрации, нельзя к внешним ограждающим оболочкам зданий предъявлять требования полной их газонепроницаемости.

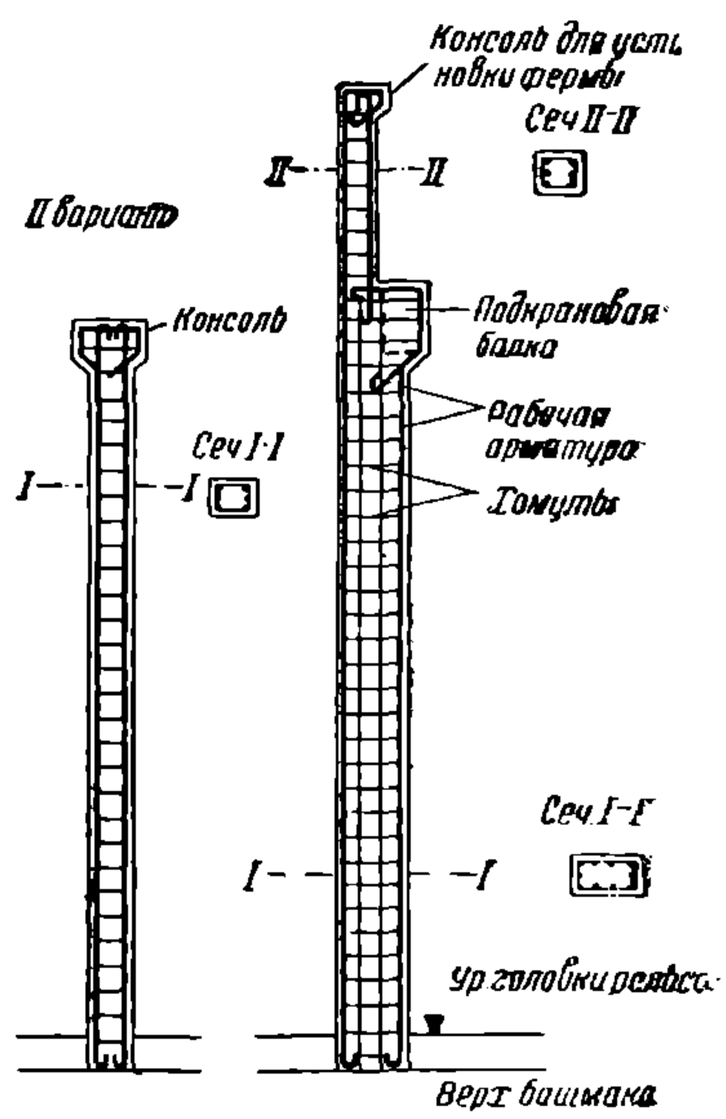
Газонепроницаемость материалов, применяемых для стенных заполнений в каркасных системах зданий депо, весьма незначительна по сравнению с газопроникание в производственные помещения непосредственно сквозь различного рода (даже самые мельчайшие) отверстия, щели и трещины, неизбежно имеющие место

НБУВ УНТ (ДІТ)

в открываемых участках остекленных поверхностей, поэтому при выборе материала для внешних ограждающих оболочек производственных зданий надлежит прежде всего максимально удовлетворять все другие оборонные требования, ранее предъявленные к ограждениям (помимо соблюдения требования газонепроницаемости стенного материала).

§ 71. Железобетонные колонны и подкрановые балки

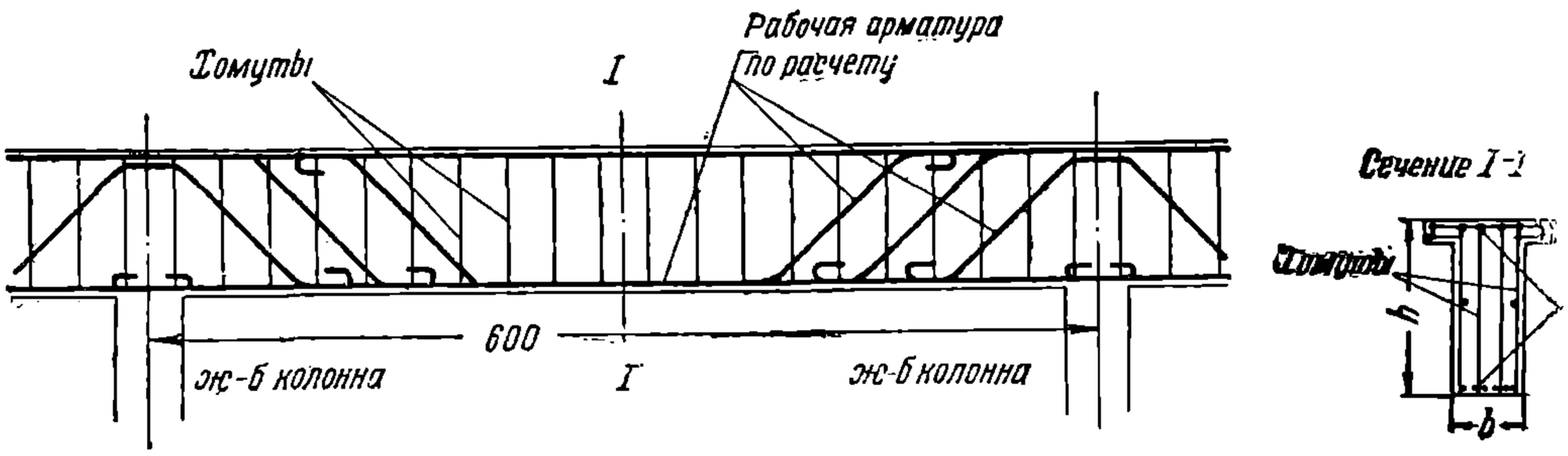
На фиг. 338 показаны два варианта железобетонных колонн: первый вариант применяется в подъемочных стойлах, а второй — в веерной секции для поддержания покрытия. Материалом для железобетонных конструкций служат бетон и сортовая сталь.



Фиг. 338

В состав бетона входят цемент, гравий и песок. Дозировка составных частей бетона зависит от марки бетона. Необходимая форма железобетонным конструкциям придается при помощи опалубки из досок. В опалубку сначала укладывают арматуру из прутковой круглой стали и скрепляют ее с хомутами вязальной проволокой. Затем формы заполняют бетоном и в таком состоянии оставляют на 28 дней до полного затвердения бетона. На фиг. 339 показана железобетонная подкрановая балка. Подкрановая балка составляет одно целое с железобетонной колонкой (фиг. 338). Высота балки h и ширина b принимаются по расчету. Крепление рельса подкранового пути показано на фиг. 340. На уширенной верхней полке железобетонной балки укладываются дубовые шпалы через 35 *см*. Скрепление шпал с балкой осуществляется при помощи болтов. Рельс прикрепляется к шпалам или шурупами или костылями. Кроме того через 70 *см* устанавливаются с двух сторон крючки, имеющие нарезку и гайки.

В отношении обороноспособности наиболее надежным материалом для выполнения несущих конструкций являются железобетон надлежащего состава и соответствующая конструкция арматуры. Так например, не следует допускать применения бетонов с известковой камневидной



Фиг. 339

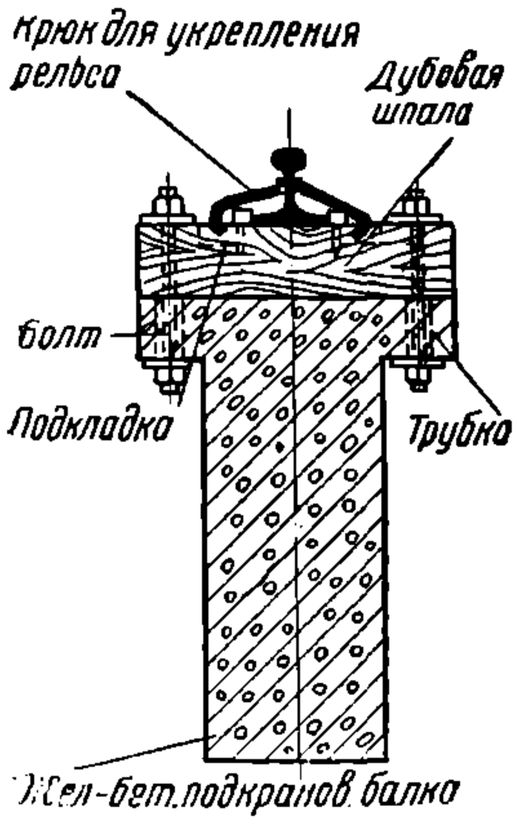
составляющей (как плохо огнестойкий) для выполнения горизонтальных несущих элементов, перекрытий и различного рода сопряжений, могущих явиться местами скопления горящих электрона и расплавленного термита.

Конструкция арматуры в несущих железобетонных элементах имеет существенное значение, так как из опытов пожаров известно, что разрушение железобетонных перекрытий происходило вследствие недостаточного заанкирования стержней, т. е. вследствие того, что концы стержней арматуры не имели крюков

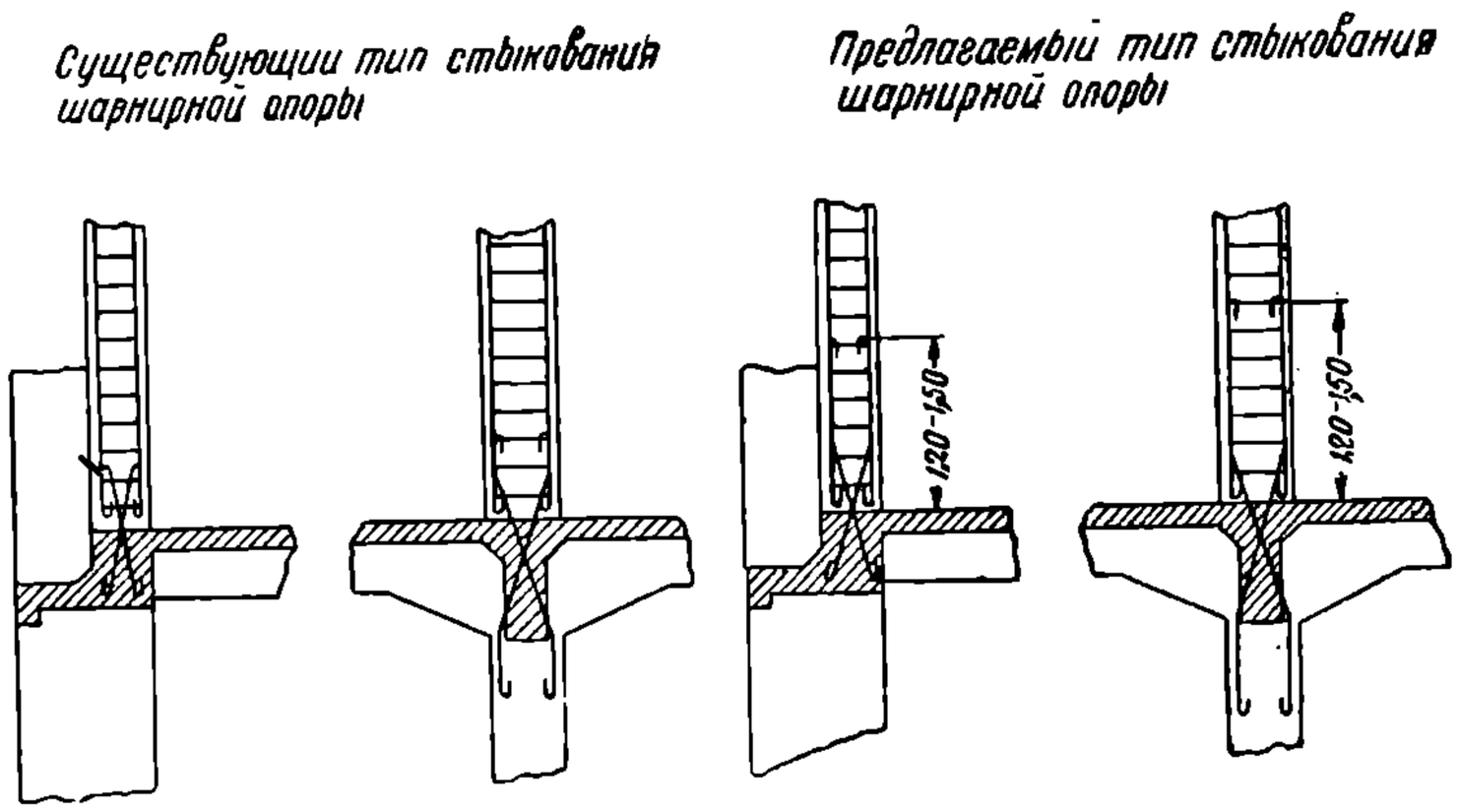
НБ УГЛТУ (ДГТ)

«консидора». Поэтому в железобетонных конструкциях тех депо, в которых осуществляются оборонные меры, следует категорически не допускать оставление концов стержней без крюков консидора.

При этом часть стержней арматуры пролета (до 50%) надлежит пропускать за края опоры на величину полной заделки с обязательным устройством на них крюков консидора.

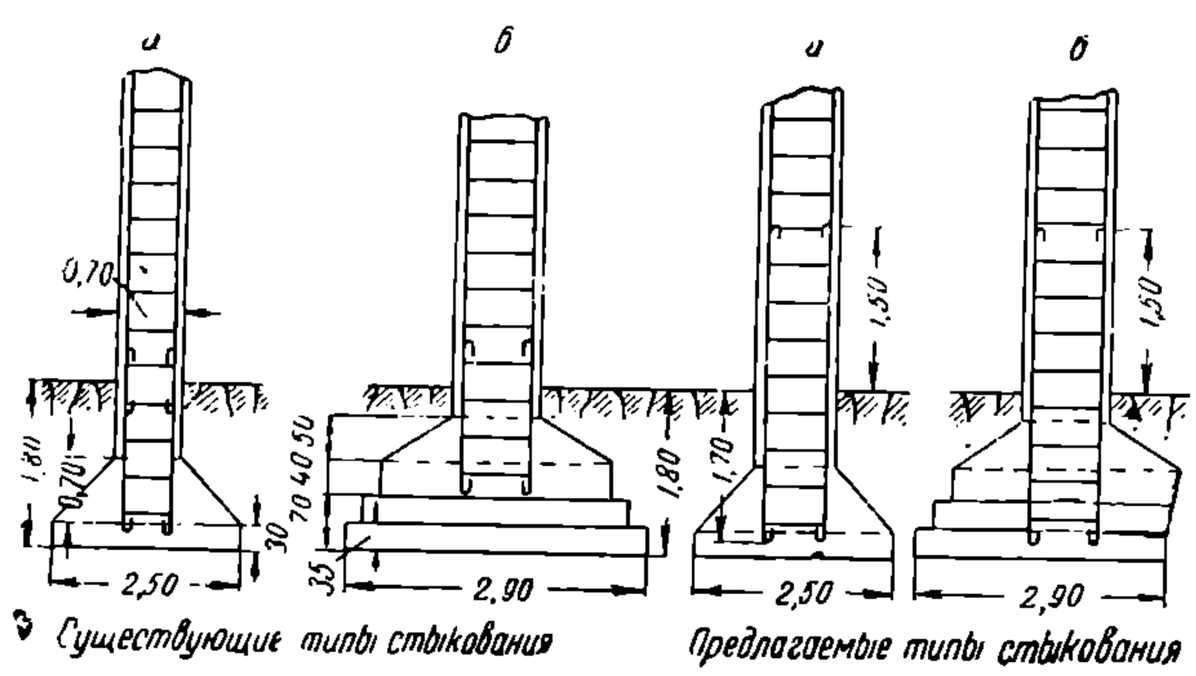


Фиг. 340



Фиг. 341

Такая конструктивная мера в отношении несущих железобетонных элементов не допускает вырывания арматуры из своих опор, что весьма важно для предотвращения разрушений, происходящих вследствие возникновения температурных напряжений.



Фиг. 342

Для повышения сопротивляемости железобетонных колонн фугасному действию следует не производить стыкование арматуры у их подошв, так как возможные разрушения наиболее вероятны в их нижних участках. Наиболее рациональным размещением стыков арматуры железобетонных стоек будет такое, при котором горизонтальные оси стыков удалены от уровня пола на расстояние не меньше 1,20—1,50 *м* (фиг. 341 и 342).

Форма башмака железобетонной колонны имеет существенное значение в отношении ее уязвимости авиабомбой. Нашедшие за последнее время большое распространение ступенчатые фундаменты под отдельные колонны не могут быть с оборонной точки зрения по своей форме признаны удовлетворительными.

§ 72. Полы

Общие сведения

При выборе типа и материалов для полов необходимо учитывать технологические, санитарно-гигиенические и эксплуатационные особенности отдельных помещений депо и мастерских, а также экономические факторы. В связи с этим полы должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Полы должны быть достаточно устойчивы как в смысле восприятия ударов от падающих деталей и материалов, так и в отношении истирания. Соблюдение последнего фактора диктуется не только с точки зрения сохранности пола, но и с гигиенической.

НБ УГУНТ (ДШТ)

2. Соответствовать технологическому характеру производства и мероприятиям по оздоровлению труда. Так например, в механической мастерской, где рабочие находятся в условиях работы на одном месте, нельзя делать теплопроводные и жесткие стирающиеся полы, которые вызывают простуду и усталость ног и тем самым снижают производительность труда. Кроме того стирающиеся полы благодаря большему выделению пыли сокращают амортизационный срок службы станочного оборудования. В промывочных паровозных стойлах необходимо при выборе типа пола учитывать сырость и более интенсивный износ полов и междупутья.

3. Полы должны быть по возможности просты в выполнении, обеспечивать содержание помещений в чистоте и дешевы.

Элементы конструкции пола

В полах на грунте необходимо различать следующие три элемента конструкции: одежда, основание и подстилающий грунт.

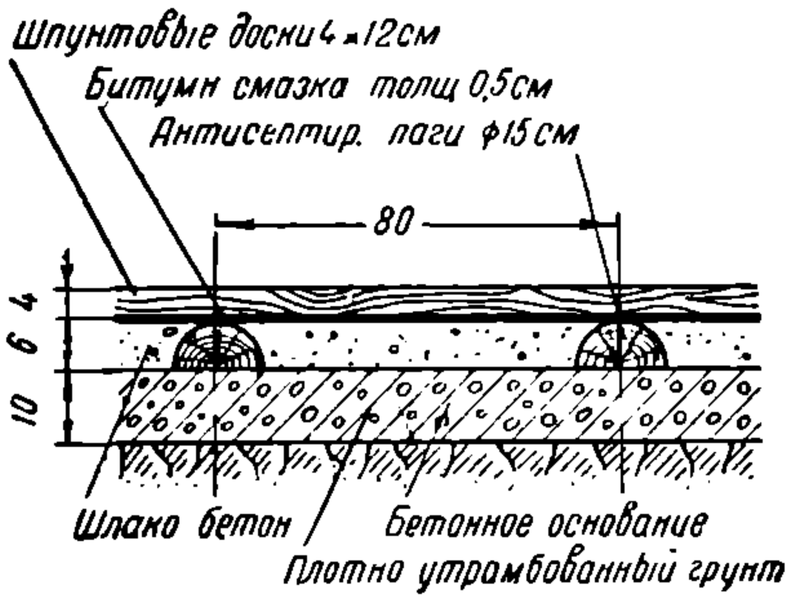
О д е ж д о й называется верхняя часть конструкции пола, расположенная на основании. Материал, применяемый для одежды, зависит от типа и назначения пола. Так например, в метлахских полах одеждой являются метлахские плиты, в асфальтовых — слой асфальта, уложенный по бетонному основанию, и т. д.

О с н о в а н и е м называется элемент конструкции пола, несущий нагрузку, передаваемую через одежду. В связи с этим при устройстве полов необходимо обращать особое внимание на выбор и выполнение этого элемента, так как неудовлетворительное основание снижает устойчивость и срок службы пола. Обычно основание устраивается в виде цементного или бесцементного бетонного слоя толщиной по расчету согласно техническим условиям.

П о д с т и л а ю щ и м с л о е м является грунт строительного участка. На обработку этого элемента необходимо также обращать самое серьезное внимание, так как от этого зависит устойчивость основания. В случае нетронутого надежного грунта обработка подстилающего слоя ограничивается снятием растительного слоя и тщательной втрамбовкой в верхний слой грунта щебня. При грунтовых водах и сырости подстилающий слой должен быть подвергнут поверхностной обработке битумными материалами. В этом случае и в бетонное основание необходимо ввести гидравлические добавки. При грунтовых водах с отметкой выше уровня пола гидроизоляция устраивается по принципу подземных сооружений.

Типы полов

Д о щ а т ы е п о л ы н а л а г а х (фиг. 343). По пожарным соображениям дощатые полы рекомендуется устраивать беспустотными. Одежда пола состоит из шпунтованных досок 4 × 12 *см*, антисептированных снизу. Доски при-



Фиг. 343

Фиг. 344

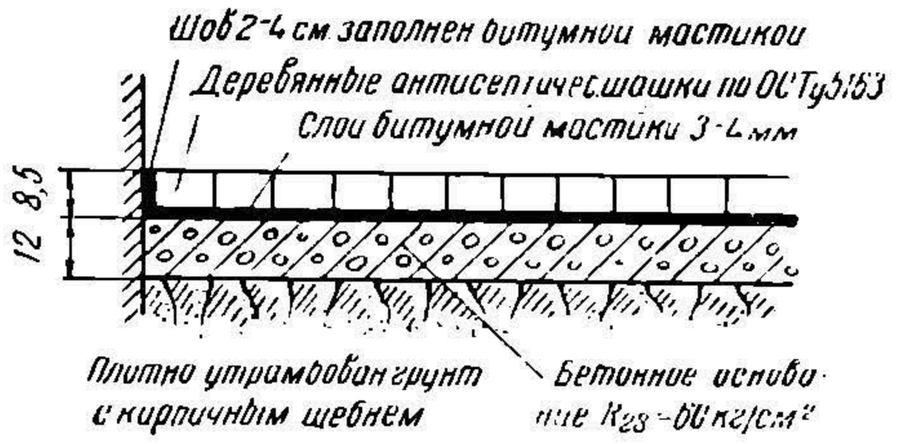
шиваются гвоздями к антисептированным лагам из пластин диаметром 15 *см*. Пространство между досками и бетонным основанием заполняется теплоизоляционным слоем шлакобетона толщиной 6 *см*. Шлакобетонный слой должен иметь

НБ УНТ (ДПТ)

поперечные температурные швы 0,5 *см* через каждые 10 *м* и сверху покрыт битумной смазкой толщиной 0,5 *см*. Температурные швы предохраняют пол от выпучивания, а битумная смазка — от проникновения сырости в шлакобетон.

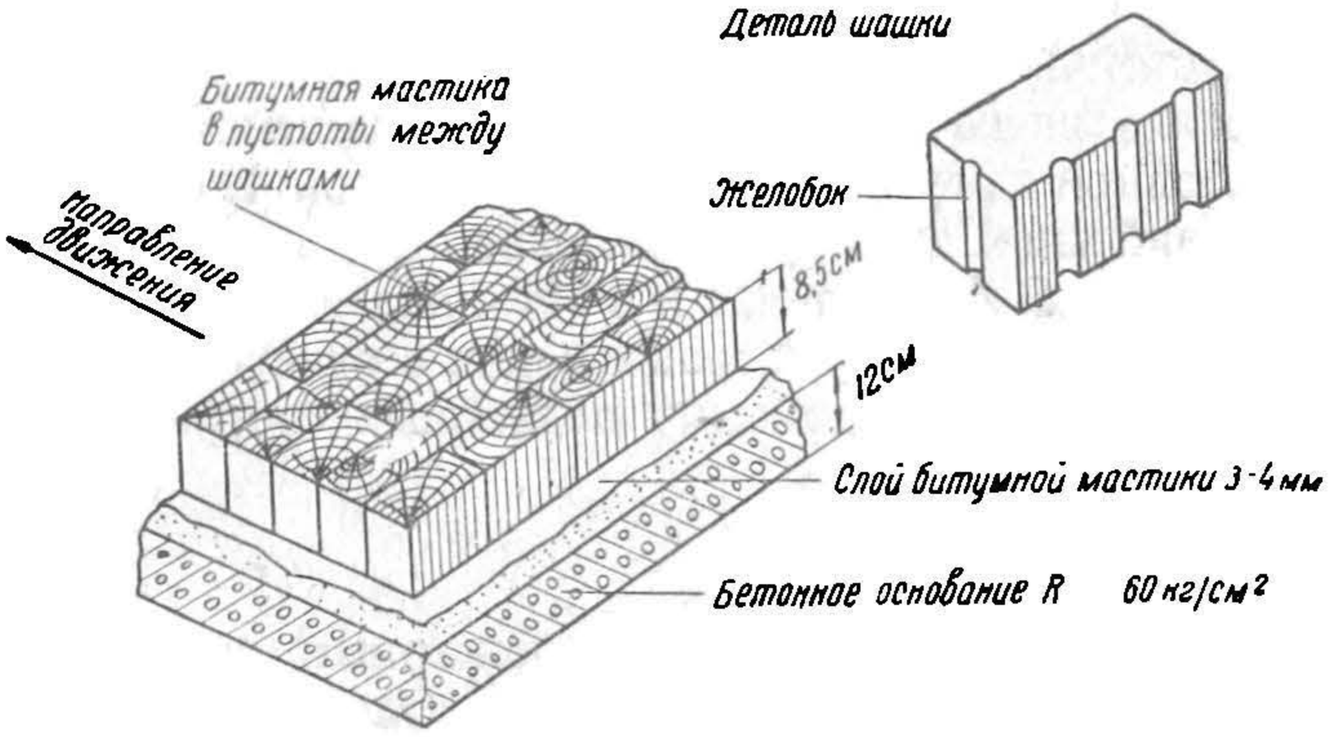
Бетонные полы (фиг. 344). Одежда и основание бетонных полов представляют собой одно целое в виде цементного бетона толщиной 15 *см*. Временное сопротивление бетона принимается $R_{28}=45$ *кг/см²* или $R_{28}=60$ *кг/см²* в зависимости от нагрузки на полы. Составными частями бетона являются цемент,

Фиг. 345



Фиг, 346

песок и гравий. Бетон укладывается в три приема с утрамбовкой катками до появления на поверхности влаги. Окончательное выравнивание поверхности бетона производится после подсушки под правило деревянными терками без применения цементной затирки. После 24 час. полы должны быть покрыты слоем песка толщиной 2—4 *см* и поддерживаться в течение последующих 10 дней во влажном состоянии. В эксплуатацию полы должны передаваться не раньше как через 28 дней после полного затвердения бетона. Подстилающий слой благодаря разности отметок пола и земли в деповских условиях в 20 *см* осуществляется из плотно утрамбованного насыпного грунта с кирпичным щебнем. Бетонные полы отличаются устойчивостью, огнестойкостью, простотой выполнения и дешевизной. Недостатками бетонных полов являются теплопроводность, жесткость и значительное выделение пыли.



Фиг. 347

Асфальтовые полы (фиг. 345). Одеждой асфальтовых полов является слой литого асфальта толщиной 2—2,5 *см*. Основание и подстилающий слой в указанных полах аналогичны с бетонными полами. Асфальтовые полы имеют следующие преимущества: малая теплопроводность, непроницаемость для воды, ровная и нескользкая поверхность и простота выполнения. К недостаткам этих полов необходимо отнести их мягкость, особенно при повышенной температуре, и слабую сопротивляемость химическим воздействиям смазочных веществ. Последний недостаток в деповских условиях имеет почти решающее значение.

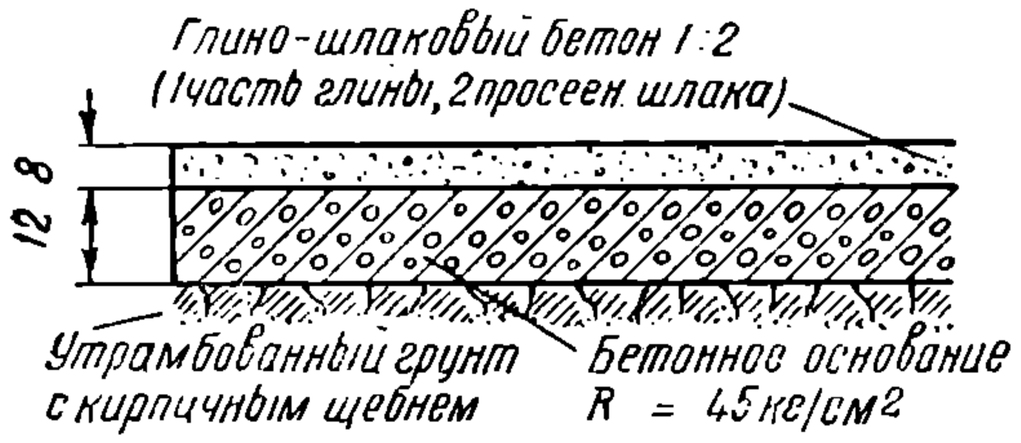
Торцевые полы (фиг. 346). Одежда торцевых полов состоит из деревянных шашек, пропитанных креозотом. Форма, размер и качество шашек принимаются по ОСТ 5163. Обычно в деповских условиях шашка берется длиной 16 *см*, шириной 8 *см* и высотой 8,5 *см*. Шашки укладываются по горизонтально выравненному гладкому бетонному основанию, покрытому слоем битумной мастики толщиной 3—4 *мм*, параллельными рядами с соблюдением шахматного расположения стыков в отдельных рядах (фиг. 347). По длине шашки располагаются

НБ УГЛТУ (ДГТ)

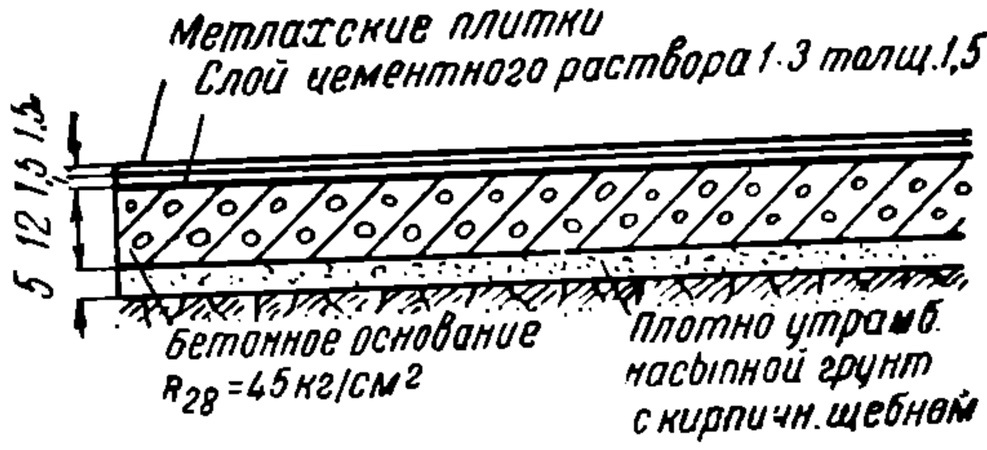
нормально к направлению движения. Пустоты между шашками заполняются мастикой, причем для более тщательной заливки рекомендуется в шашках делать, как указано на фигуре, вертикальные желобки шириной по диагонали 5—6 *мм*.

Для предупреждения явлений выпучивания шашек по линии стен депо и мастерских необходимо делать швы. Это осуществляется путем закладки вдоль стен досок толщиной 2—4 *см*. После окончания укладки шашек доски удаляются, а образовавшаяся пустота заполняется битумной мастикой.

Основанием торцевых полов является слой бетона толщиной 12 *см* с временным сопротивлением R_{28}=60 *кг/см*^{2}. Подстилающий слой обрабатывается путем тща-



Фиг. 348



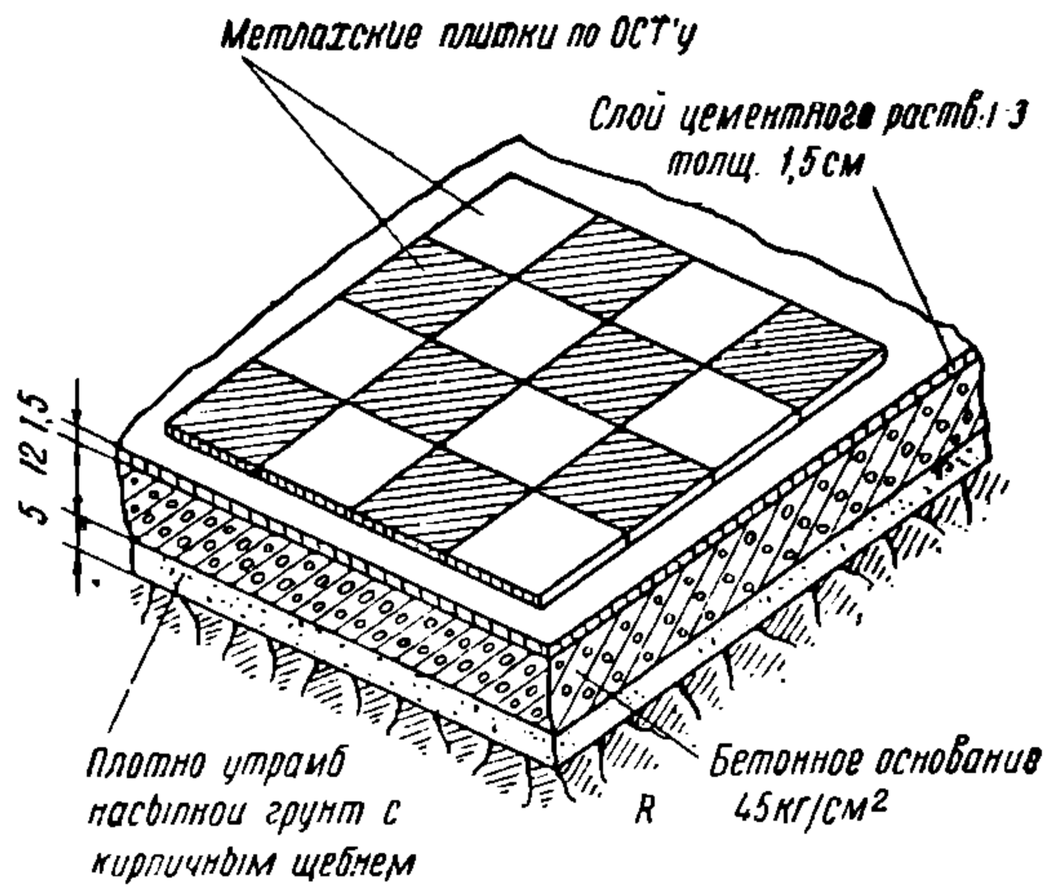
Фиг. 349

тельной утрамбовки грунта с кирпичным щебнем. Торцевые полы достаточно устойчивы, нетеплопроводны и невоспламеняемы. В эксплуатации поверхность их сравнительно быстро становится гладкой. Ремонт торцевых полов осуществляется очень легко путем замены отдельных испорченных шашек новыми. К недостаткам торцевых полов необходимо отнести сравнительную трудоемкость при выполнении и повышенную стоимость.

Шлакоглинобитные полы (фиг. 348). Одеждой шлакоглинобитных полов является глиношлаковый бетон, состоящий из 1 ч. глины и 2 ч. просеянного шлака. Глиношлаковый бетон укладывается с утрамбовкой катками на слой цементного бетона толщиной 12 *см* с временным сопротивлением R_{28}= =45 *кг/см*^{2}. Подстилающий слой в нормальных условиях обрабатывается путем тщательной утрамбовки грунта с кирпичным щебнем.

Шлакоглинобитные полы применяются главным образом в цехах с горячим и грубым производством.

Полы из метлахских плиток (фиг. 349 и 350). Одеждой этих полов служат метлахские плитки, изготовляемые в заводских условиях. Форма, размер, цвет и качество плиток принимаются по ОСТ. Плитки укладываются по слою цементного раствора 1 : 3 толщиной 1,5 *см*. Основание полов из метлахских плиток осуществляется из бетона с временным сопротивлением R_{28}=45 *кг/см*^{2}. Подстилающий слой в нормальных условиях обрабатывается путем тщательной утрамбовки насыпного грунта и кирпичным щебнем. Полы из метлахских плиток имеют приятный вид, гигиеничны и прочны.

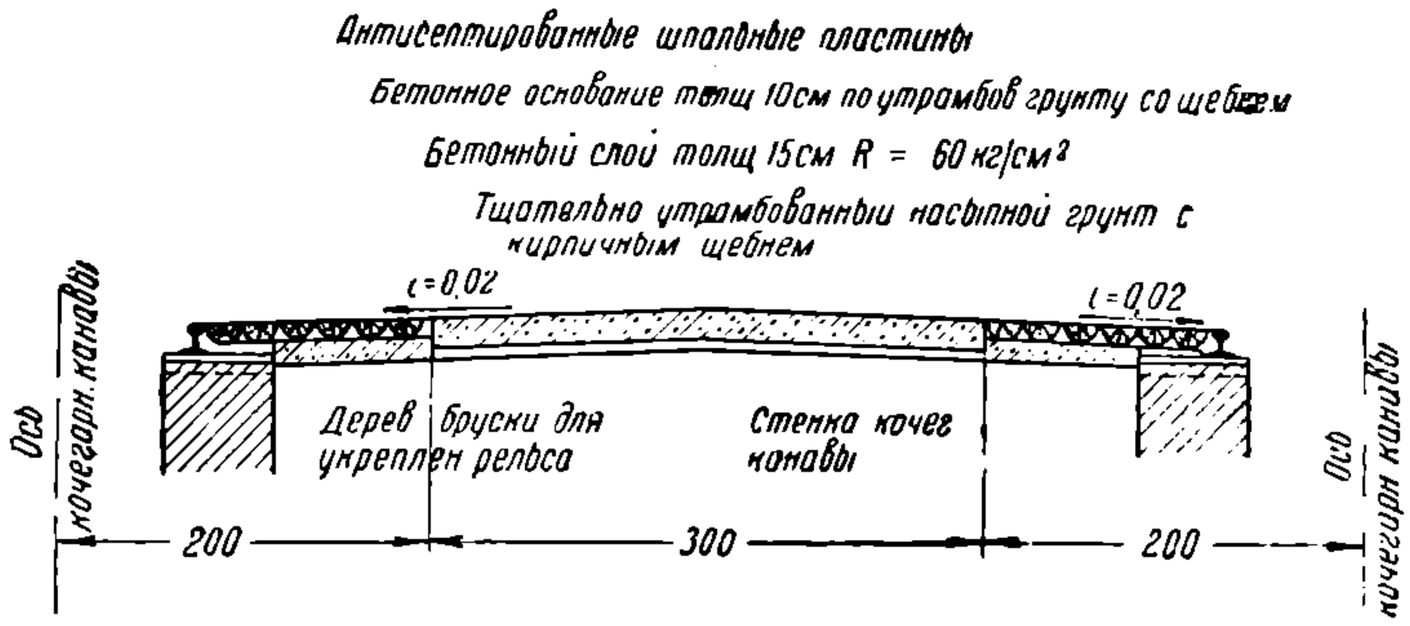


Фиг. 350

Полы смешанного типа (фиг. 351). При выборе типа полов для промывочных паровозных стойл необходимо учитывать: 1) переменную влажность в помещении, 2) неравномерный износ полов в средней части междупутья, вызывающийся транспортировкой деталей и материалов, и 3) постоянное пребывание на одном месте рабочих, занятых вдоль железнодорожных путей ремонтом паровоза. В связи с этим в указанных стойлах рекомендуется в средней части междупутья устраивать твердые гладкие полы, а вдоль путей — теплые

НБ УДУНТ (ДПТ)

мягкие полы, предохраняющие рабочих от простуды и усталости ног, а также от порчи деталей и инструмента при падении на пол. Этим требованиям в значительной степени удовлетворяют полы смешанного типа, указанные на фиг. 351.



Фиг. 351

Одеждой этих полов в средней части междупутья служит верхняя часть бетонного основания, выравненная под правило деревянными терками (см. бетонные полы), а вдоль железнодорожных путей — антисептированные шпальные пластины. Ширина твердого пола принимается равной 3 *м*, а деревянного—1,2 *м*. Основанием полов смешанного типа является бетон с временным сопротивлением R_{28} = =60 *кг/см*². Шпальные пластины пришиваются гвоздями к антисептированным брускам, втопленным в бетонное основание. Подстилающий слой в нормальных условиях обрабатывается путем тщательной утрамбовки насыпного и нетронутого грунтов с кирпичным щебнем. В промывочных стойлах полы должны иметь уклон i =0,02 по направлению к кочегарным канавам для стока воды. Применение полов в различных помещениях указано в табл. 90.

Таблица 90

Применение различных типов полов

№ п/п	Типы полов	Наименование помещений	Примечания
1	Дощатые полы на лагах	Отделения мастерских: инструментальное, хозяйственное, столярное, жестяночное, точных приборов, электротехническое; комнаты: дежурного по депо, нарядчика, паровозных бригад и бытовые во втором этаже за исключением уборных, душевых и умывальных	В первых трех помещениях иногда применяются торцевые полы
2	Бетонные полы	Отделения мастерских: испытательное, малярное, выварочное, газогенераторное; в шахтах машинного отделения; коридор, уборная, душевая, сушилка и умывальня	Вместо бетонных полов могут быть применены асфальтовые
3	Торцевые полы	Отделения мастерских: подъемочного ремонта, механическое, автоматно-арматурное и кладовые	
4	Шлакоглинобитные полы	Отделения мастерских: кузница, горячее котельное, бандажное, электросварочное, газосварочное, заливочное, медницкое и трубное	
5	Полы из метлахских плиток	Компрессорная, машинное отделение за исключением шахт, лаборатория, приемная медпункта, уборная, душевая и умывальня	
6	Полы смешанного типа	Промывочные паровозные стойла	

§ 73. Покрытия

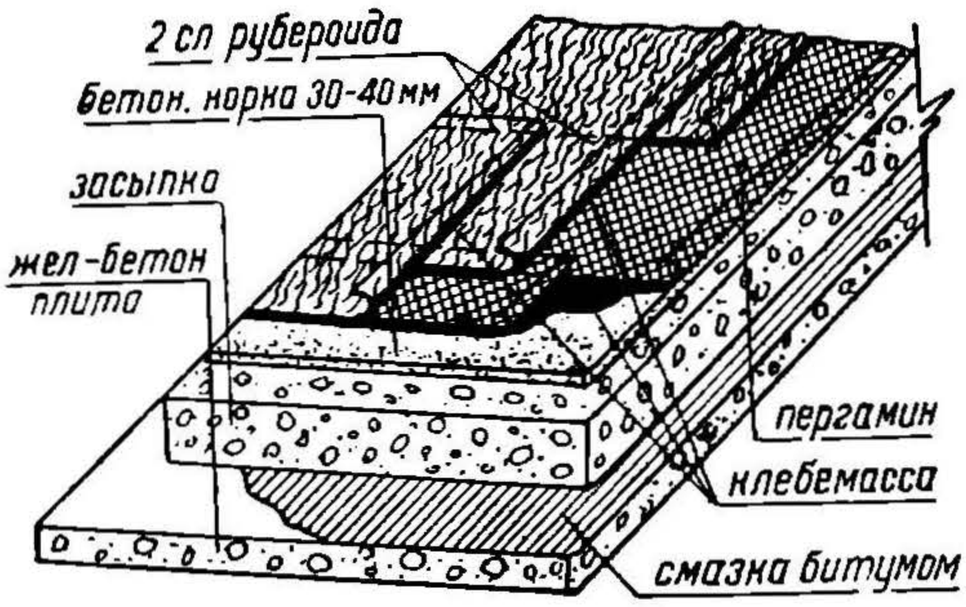
В состав покрытия входят два следующих элемента:

1. Ограждающая часть — кровля.
2. Несущая часть, которая поддерживает кровлю.

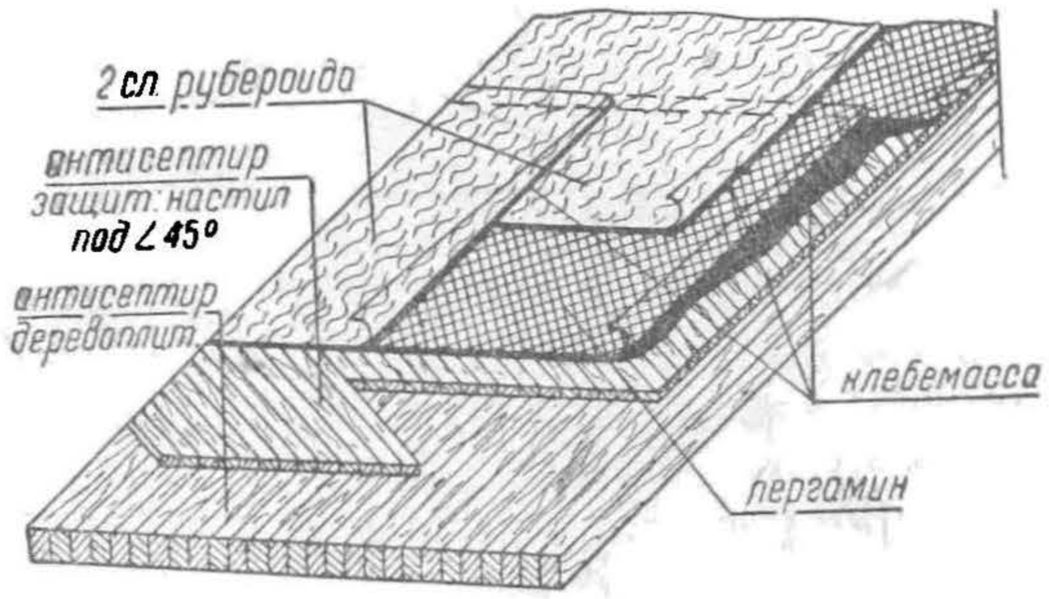
НБ УДУНТ (ДИТ)

К р о в л я

В отличие от жилых зданий кровля в депо и мастерских устраивается теплой без чердачных помещений. Это делается с целью получения большей кубатуры помещения и по пожарным соображениям. Если сделать потолок в паровозных стойлах путем подшивки по нижнему поясу фермы с соответствующей защитой ее снизу от возгорания и утеплением сверху, то помимо потери не-

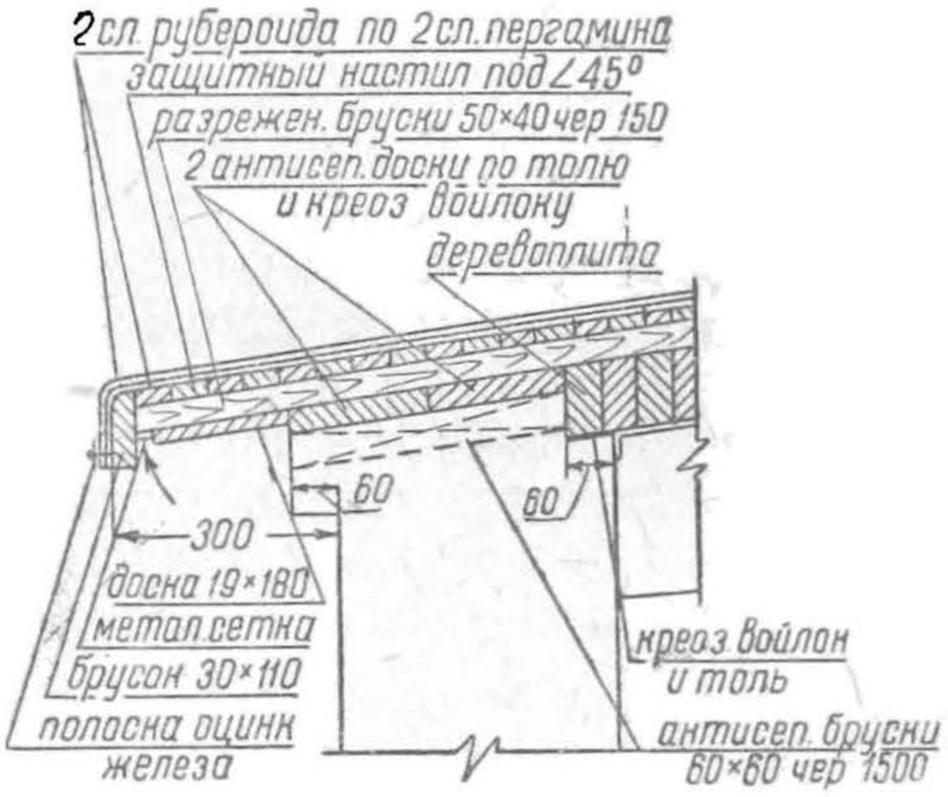


Фиг. 352

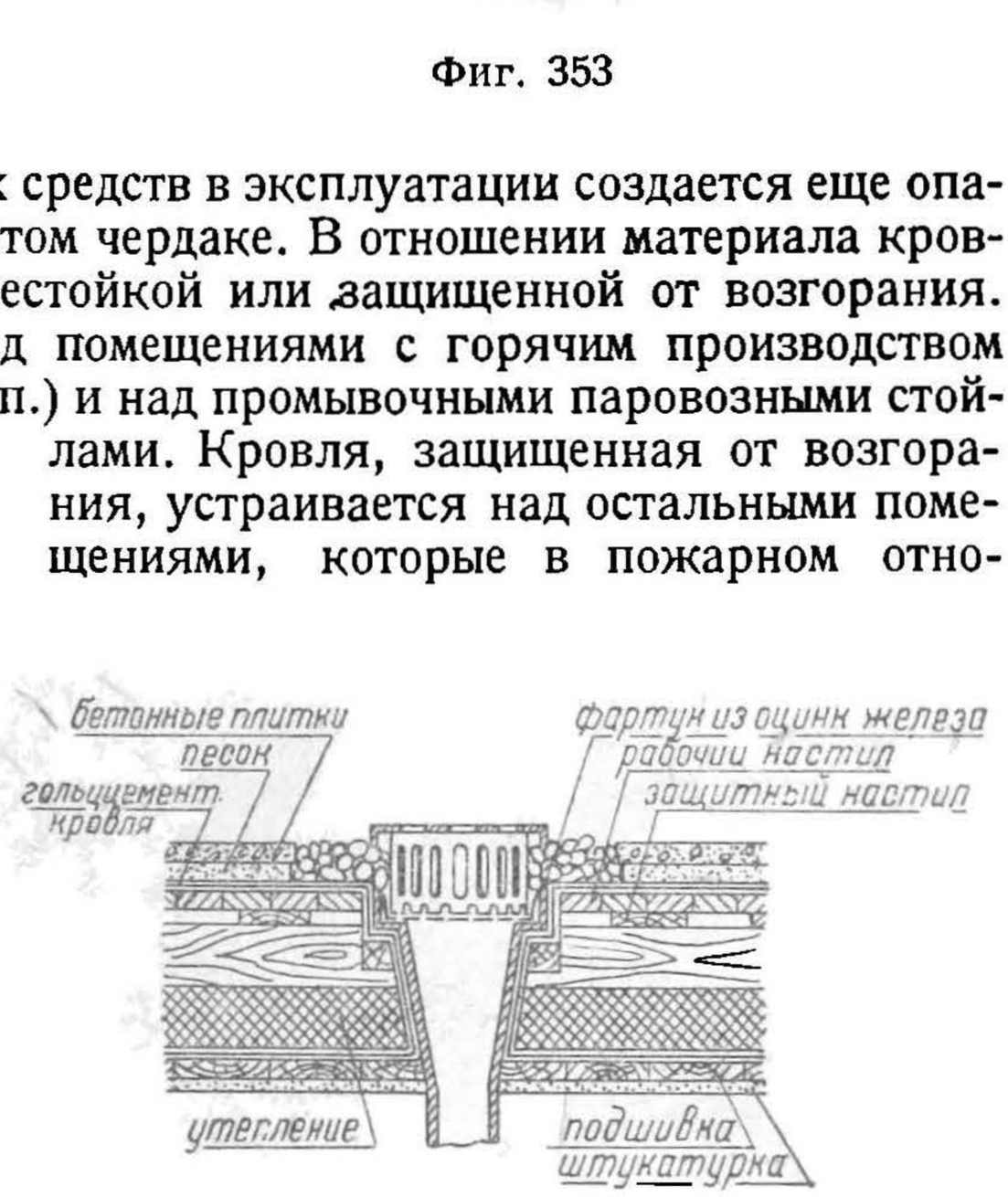


Фиг. 353

обходимой кубатуры и затраты лишних средств в эксплуатации создается еще опасность возникновения пожара на закрытом чердаке. В отношении материала кровля в депо и мастерских делается огнестойкой или защищенной от возгорания. Огнестойкая кровля устраивается над помещениями с горячим производством (кузница, бандажная, заливочная и т. п.) и над промывочными паровозными стойлами. Кровля, защищенная от возгорания, устраивается над остальными помещениями, которые в пожарном отно-



Фиг. 354



Фиг. 355

шении не представляют опасности (механическая, инструментальная, автоматно-арматурная и т. п.).

На фиг. 352 показана конструкция огнестойкой кровли, состоящая из железобетонной плиты, утепленной засыпкой по битумной смазке. Сверху засыпки делается бетонная корка, на которую наклеивают в последовательном порядке пергамин и рубероид в один или два слоя.

П е р г а м и н о м называется кровельно подкладочный материал, изготовленный на специальных заводах, путем пропитки толевого картона нефтяными битумами, т. е. продуктами, полученными после отбора из нефти всех ее низкокипящих частей.

Р у б е р о й д о м называется кровельный или изоляционный гибкий материал, состоящий из пропитанного мягкой битумной смесью картона, покрытого с обеих сторон твердой битумной смесью с присыпкой минеральным порошком или песком. Руберойдная клебемасса представляет собой клейкую мастику из смеси нефтяных битумов. По металлической несущей части покрытия вместо

НБ УГУНТ (ДГТ)

сплошной железобетонной плиты, показанной на фиг. 352, обычно укладывают отдельные железобетонные плитки толщиной 5—6 *см*. В качестве утеплителя вместо засыпки шлаком очень часто применяют пено- или шлакобетоны.

На фиг. 353 показан вариант конструкции беспустотной деревянной кровли, состоящей из сплошного антисептированного брусчатого настила (дерево-плиты), толщиной по статическому и теплотехническому расчетам. Сверху по дерево-плите пришивается гвоздями под углом 45° антисептированный защитный настил из досок толщиной 1,9 *см*, предохраняющий водоизолирующий слой (пергамин и рубероид) от порчи при деформации дерево-плиты. По защитному настилу приклеиваются руберойдной клебемассой пергамин и один или два слоя, в зависимости от класса сооружения, руберойда. Снизу дерево-плита подшивается вагонкой или защищается от возгорания штукатуркой.

В помещениях с повышенной влажностью рекомендуется устраивать деревянную кровлю с продухами. Циркуляция воздуха осуществляется при помощи карнизных, коньковых и фонарных продухов (фиг. 354). Воздух поступает в карнизный щелевой продух, проходит между брусками, пришитыми к дерево-плите, и выходит в бортовые продухи у фонаря или в коньковый. По пожарным соображениям продухи между дерево-плитой и защитным настилом должны быть разделены на отдельные изолированные секции с целью предупреждения распространения огня по всему покрытию. Уклон руберойдной кровли в деповских зданиях обычно принимается равным $^1/_8$ или $^1/_{10}$ от горизонтального проложения ската покрытия. Отвод дождевых и талых вод с покрытия бывает наружный и внутренний в зависимости от профиля кровли. Наружный отвод воды осуществляется при помощи карнизов, указанных на фиг. 335. При внутреннем отводе воды устраиваются ендовы (желобы) с повышенным коэфициентом общей теплопередачи сравнительно с принятым для кровли. Поперечный уклон ендовы принимается 3—5%, а продольный — 2—3%. Для сбора и пропуска через здание дождевых и талых вод в ендовах устанавливаются воронки (фиг. 355), которые соединяются с трубами, проходящими через здание. Расстояние между воронками принимается в зависимости от профиля кровли, причем на одну воронку с трубой диаметром 100 *мм* должно приходиться около 300 $м^2$ покрытия. При эксплуатации руберойдной кровли необходимо обращать особое внимание на состояние водоизолирующего слоя (пергамин и руберойд) и не допускать проникания воды в деревянные конструкции.

Пребывание людей на кровле разрешается лишь в необходимых случаях, связанных с ремонтными работами или очисткой, и обязательно в мягкой обуви. Очистка снега с руберойдной кровли разрешается лишь при больших завалах, причем она должна вестись деревянными лопатами с оставлением слоя снега толщиной 10—15 *см*.

Несущая часть покрытия

В зависимости от технологических процессов в помещениях депо и мастерских несущая часть покрытия делается огнестойкой, несгораемой и защищенной от возгорания. На фиг. 356 показана огнестойкая конструкция в виде ребристого покрытия, состоящая из железобетонных балок и железобетонной плиты.

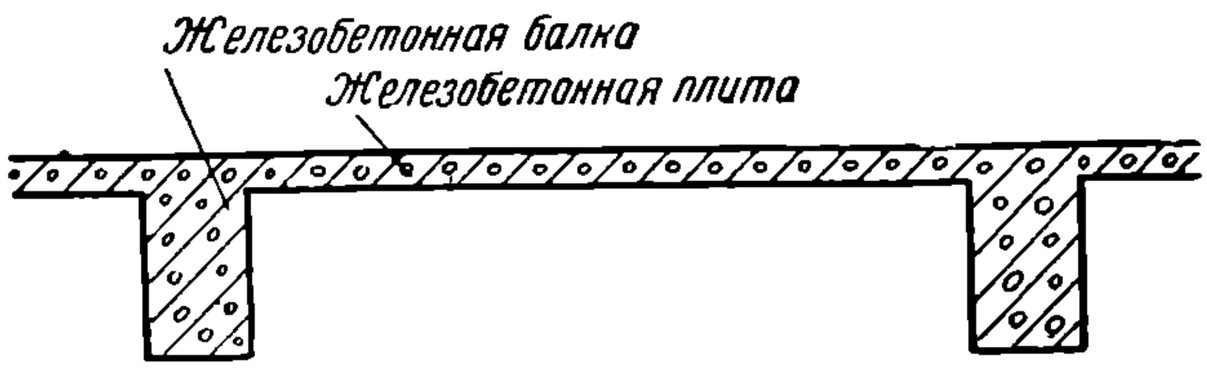
Сопротивляемость железобетонных несущих элементов воздействию высоких температур может быть значительно увеличена за счет небольшого утолщения (до 3—4 *см*) защитного слоя бетона в некоторых наиболее ответственных несущих элементах.

Повышая конструктивными мерами и соответствующим подбором состава бетона способность железобетонных несущих элементов противостоять воздействию зажигательных (термитных и электронных) зарядов, нельзя в строительстве депо претендовать на непробиваемость этих элементов авиабомбами. Небольшие по своей толщине плиты железобетонных перекрытий, применяемые в некоторых случаях, всегда будут пробиваться всеми калибрами авиабомб (за исключением, быть может, только очень мелких зажигательных), так как защита от прямого

НБ УИИТ (ДИТ)

попадания авиабомб потребовала бы чрезмерной толщины железобетонных перекрытий, поэтому, проектируя депо, в некоторых случаях возможно ставить вопрос только лишь о сопротивляемости железобетонных перекрытий ударному действию мелкокалиберных зажигательных авиабомб и осколков.

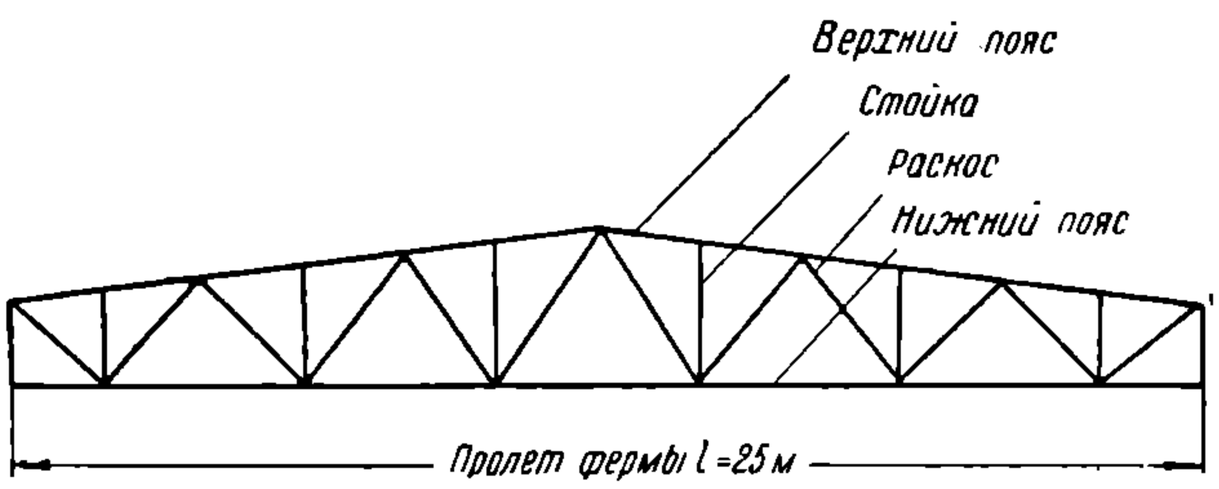
Основным требованием к конструкциям депо является создание таких условий, при которых частичное или полное разрушение одного или нескольких несущих элементов не смогло бы за собой повлечь обвала всего здания и вместе с тем обеспечивало бы возможность наиболее быстрого проведения ремонтно-восстановительных работ.



Фиг. 356

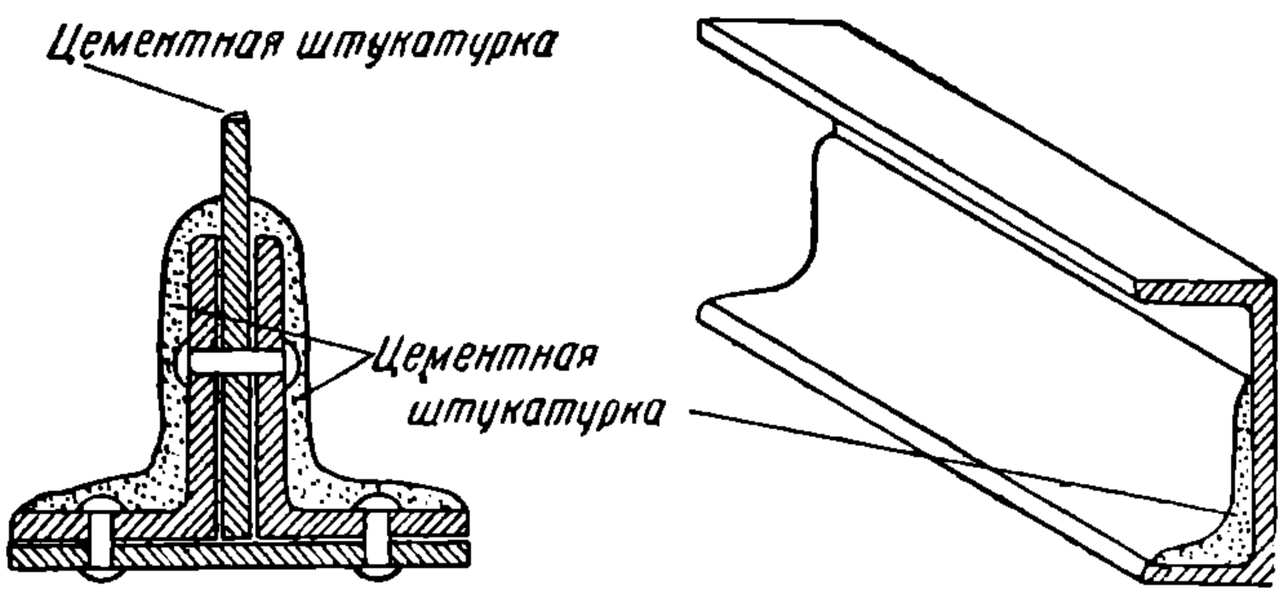
При проектировании и строительстве депо необходимо стремиться к тому, чтобы, если один или несколько несущих элементов железобетонной или другого вида конструкции окажутся разрушенными, то, чтобы эти разрушенные элементы не только не могли вызвать обрушения всего сооружения в целом, но и чтобы они не причинили своим падением последующих серьезных повреждений.

Конструктивные размеры железобетонных элементов определяются статическим расчетом. Этот вид покрытия устраивается над помещениями с горячим производством. Несгораемая несущая часть покрытия осуществляется в виде металлических ферм и балок. На фиг. 357 показана схема металлической фермы, применяемая для покрытия промывочных паровозных стойл. Сечения верхнего и нижнего поясов, а также раскосов и стоек определяются статическим расчетом. Кровля по металлическим фермам устраивается огнестойкой.



Фиг. 357

Применение металла в качестве основного строительного материала не всегда является целесообразным, поэтому в тех случаях, когда несущие конструкции сооружения (депо) по производственно-эксплуатационным и технологическим требованиям должны быть обязательно металлическими и когда по депо проводятся оборонные меры, следует еще при проектировании самих конструкций предусматривать специальную защиту металлических элементов от действия термитных и электронных авиабомб.



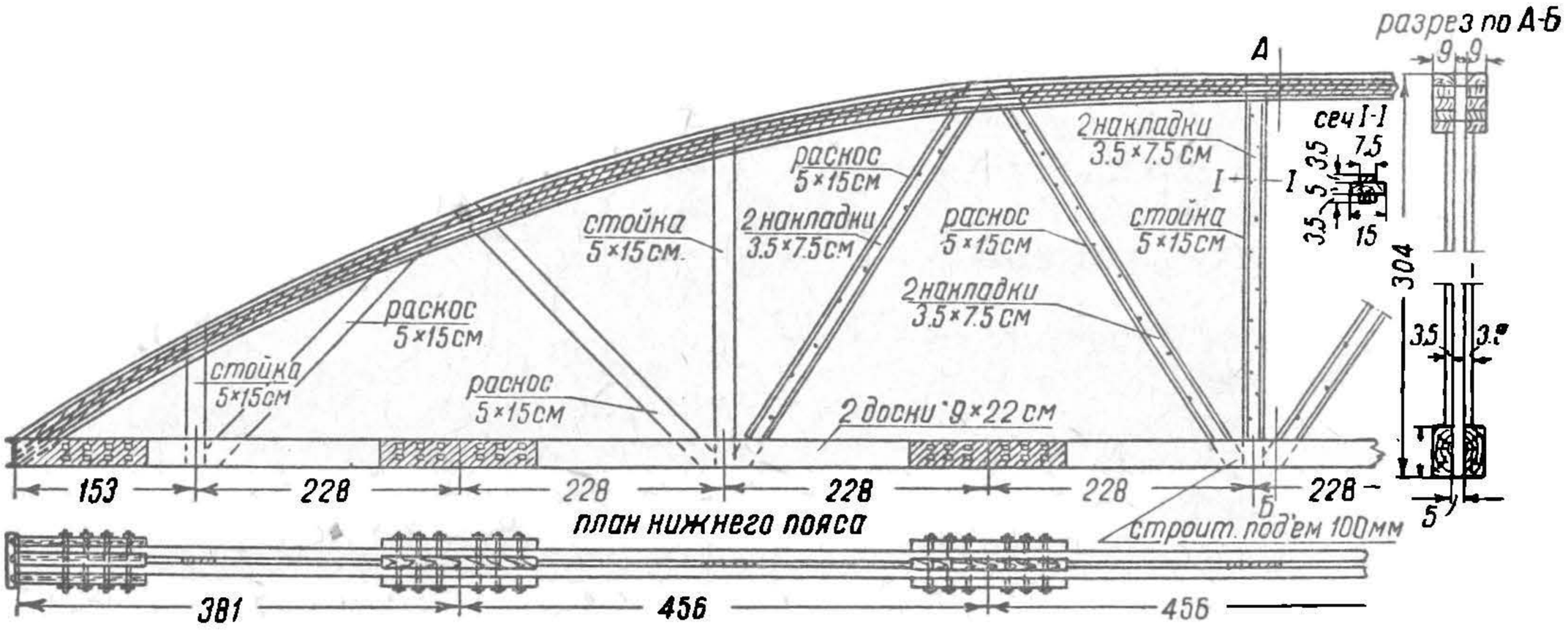
Фиг. 358

Защита металлических конструкций от прямого воздействия на них высокотемпературных зажигательных веществ осуществляется нанесением тонкого цементного слоя (толщиной в 0,5—1 *см*) на те участки поверхности металла, на которых могут задерживаться или скопляться горящий термит и электрон (фиг. 358).

Особое внимание при покрытии металлических элементов слоем цементной штукатурки должно быть уделено сопряжениям в узлах, где обычно имеются щели, в которые может затекать расплавленный горящий термит.

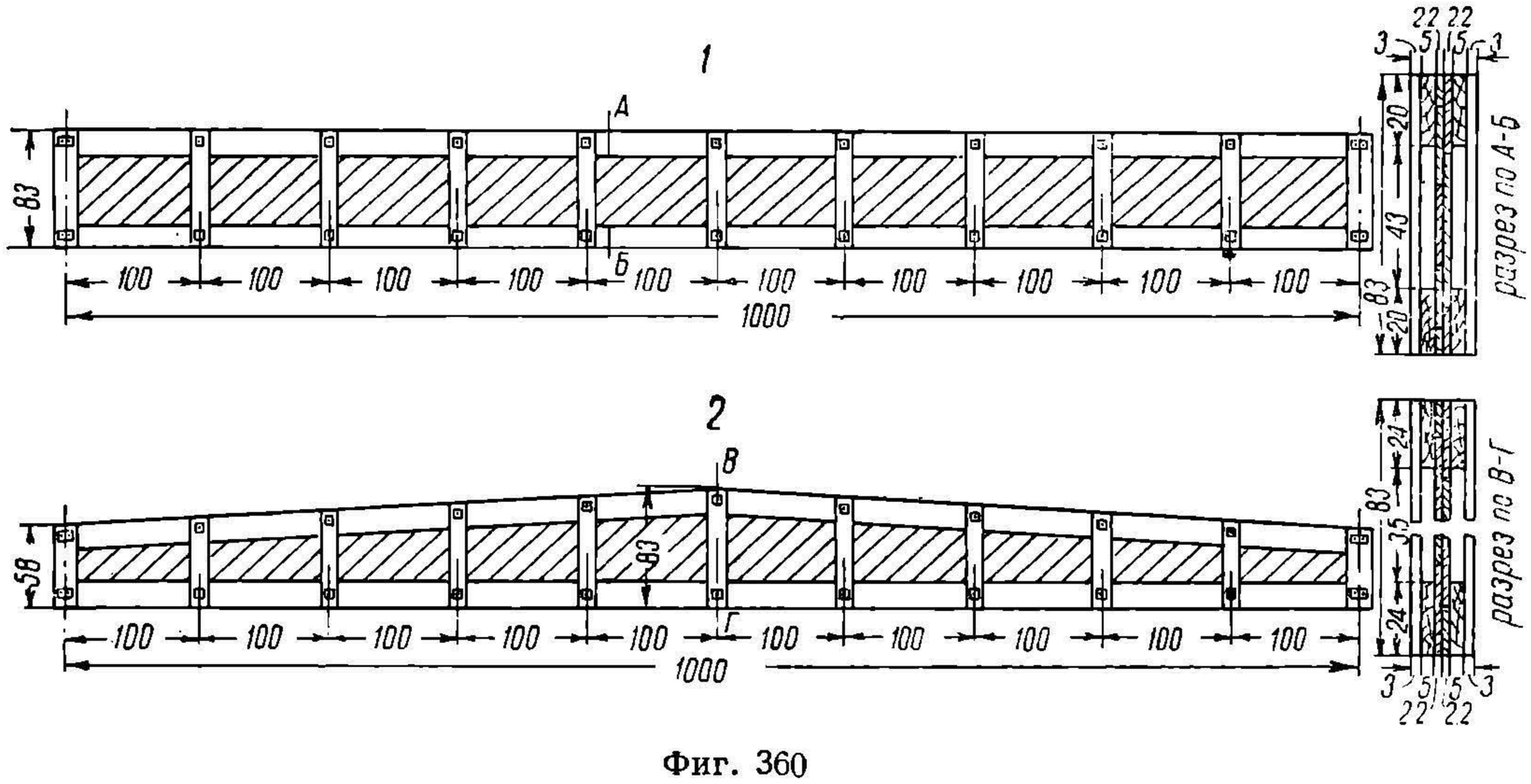
НБ УИИНТ (ДШТ)

На фиг. 359 показана деревянная сегментная ферма, применяемая для покрытия подъемочных стойл и рабочих помещений с холодным производством. Верхний пояс фермы имеет криволинейное очертание и состоит из двух пакетов гнутых плашмя брусков, а нижний пояс, стойки и раскосы — из досок.



Фиг. 359

Конструктивные размеры отдельных элементов фермы определяются по расчету. Строительная высота деревянных сегментных ферм принимается обычно равной $\frac{1}{7}$, а металлической $\frac{1}{8}$ пролетов фермы. Рабочие помещения с холодным произ-



Фиг. 360

водством и небольшими пролетами (до 10—12 *м*) перекрываются деревянными гвоздевыми балками (фиг. 360). Строительная высота гвоздевых балок принимается обычно равной $\frac{1}{11} - \frac{1}{12}$ пролета. Применение гвоздевой балки или фермы в зависимости от пролета здания определяется экономическими и архитектурными соображениями. При постройке и эксплуатации здания необходимо обращать особое внимание на опорные узлы деревянных ферм и гвоздевых балок, которые должны быть тщательно защищены от промерзания и конденсата.

НБ УГХТ (ДГТ)

Дерево, являясь достаточно распространенным в сооружениях строительным материалом, вовсе не обладает способностью противостоять воздействию зажигательных авиабомб, хотя может неплохо сопротивляться удару взрывных волн на расстоянии.

Применение дерева в качестве строительного материала для выполнения несущих конструкций для тех депо, в которых предусматриваются оборонные меры, рекомендовано быть не может.

В тех же случаях, когда по тем или иным принципам приходится все же осуществлять деревянные несущие конструкции, необходимо предусмотреть обязательное применение огнезащитных покрасок, придающих деревянным элементам искусственные свойства невозгораемости.

Профилактические противопожарные средства для деревянных сооружений

Как профилактические противопожарные средства для деревянных сооружений можно рекомендовать в некоторых случаях применение нижеприводимых огнезащитных красок, обмазок и пропитки.

Огнезащитные краски:

Силикатная краска (химик М. И. Хигерович):

Мел отмученный	9	весовых частей
Глина красная отмученная	4	»
Трепел молотый (сито 900 *отв/см²*)	3	»
Земляная краска (мумия, сурик железный)	4	
Растворимое натровое стекло 45° Боме	40	
Вода	20	

Приготовление. Смешать всухую твердые вещества, смесь тщательно промочить жидким стеклом и затем разбавить водой. Дерево прокрасить 2—3 раза через каждые 30 мин.

Доломитно-силикатная краска (химик М. И. Хигерович):

Жидкое стекло 15° Боме	1 *л*
Мел	1,5 *кг*
Магнезит каустический	0,5 »

Приготовление. В сухую смесь мела и магнезита влить жидкое стекло, промешать и добавить воды, пока состав будет иметь консистенцию густой сметаны. Дерево красить 2—3 раза с промежутками по 30 мин.

Силикатные краски (инж. А. А. Брюшков).

Просушенное дерево пропитывают в течение суток 5%-ным раствором сернокислого алюминия или раствором алюминиевых квасцов не ниже 5—7%.

Пропитанное дерево вновь просушивают и окрашивают раствором «шоссейного» селика с большим содержанием кремнекислоты или силикатной краской.

Шоссейный раствор крепостью около 34° Боме (имеется в МКХ). Его следует разбавлять 5—6 объемами воды и прибавлять 10% мела.

Силикатная краска:

Жидкое стекло 50° Боме	44	весовых частей
Тальк	30	» »
Мел	14	» »
Вода	12	» »

НБ УДУНТ (ДНТ)

Покрытие кистью два раза. Применяется исключительно для внутренней окраски.

Краска для наружной окраски (инж. С. Г. Веденкин):

Льняная олифа	28%
Сикатив	4%
Сурик	28,5%
Порошкообразный асбест	29%
Бура	0,5%
Бензин	10%

Эта окраска представляет собой тестообразную обмазку. Возможность нанесения ее ровным слоем зависит от качества асбеста.

Теплые штукатурки (наружные) (инж. Е. В. Костырко):

а) Портланд-цемент с 10% извести-пушонки. Заполнители: шлак котельный или гранулированный, пемзовая мелочь (состав 1 2 3).

б) Известь воздушная с добавкой 15% портландского цемента, шлак котельный или гранулированный. Состав тот же.

в) Портланд-цемент с 10% извести-пушонки. Заполнители: древесная мука и сфагнум.

г) 1 ч. извести-пушонки с 15% портланд-цемента и 1 ч. молотого трепела. Заполнители: древесная мука, сфагнум (3 объема на 1 объем известкового теста).

д) Алебастр (1 ч. по объему). Заполнители: мелкий шлак (3 ч.) или древесная мука 1 ч.). Штукатурка наносится в 2—4 приема по 2 *см* толщины каждый раз.

Пропиточные составы (инж. А. Г. Введенский):

Хлористый аммоний (нашатырь)	15	весовых	частей
Вода	85	»	»
Сернокислый аммоний	20	»	»
Вода	80	»	»

В обоих случаях примесь 5% буры и 4% фосфорнокислого аммония или натрия значительно увеличивает огнезащитные качества составов.

Способы введения растворов:

а) вымочка в течение 2—3 суток при нормальной температуре 15—20°; при повышенной температуре срок вымочки сокращается до одних суток;

б) горячая (90°) и холодная ванна;

в) пропитка под давлением;

г) нанесение состава кистью; в этом случае состав применяется более крепкий и прибавляется клей; покрывать 4—5 раз.

К покрытиям в депо, в которых предусматриваются оборонные меры, предъявляются следующие основные требования:

а) оболочка покрытия должна затруднять проникание авиабомб мелких калибров (зажигательных) внутрь здания, т. е. в производственные помещения;

б) оболочка покрытия должна хорошо сопротивляться зажигательному действию термитных и электронных авиабомб, т. е. она должна выполняться, как правило, из несгораемых и неплавящихся материалов и лишь в крайних случаях из материалов трудносгораемых;

в) оболочка покрытия должна хорошо противостоять ударным нагрузкам, допуская при этом только местные разрушения без общих обвалов всего покрытия;

г) оболочка покрытия должна легко отделяться от ее несущих элементов и свободно выпадать наружу в случае взрыва авиабомб внутри производственного помещения с тем, чтобы разрушение оболочки не повлекло за собой и разрушения ее несущих конструкций;

д) оболочка покрытия должна обеспечивать быстрое проведение ремонтно-восстановительных работ.

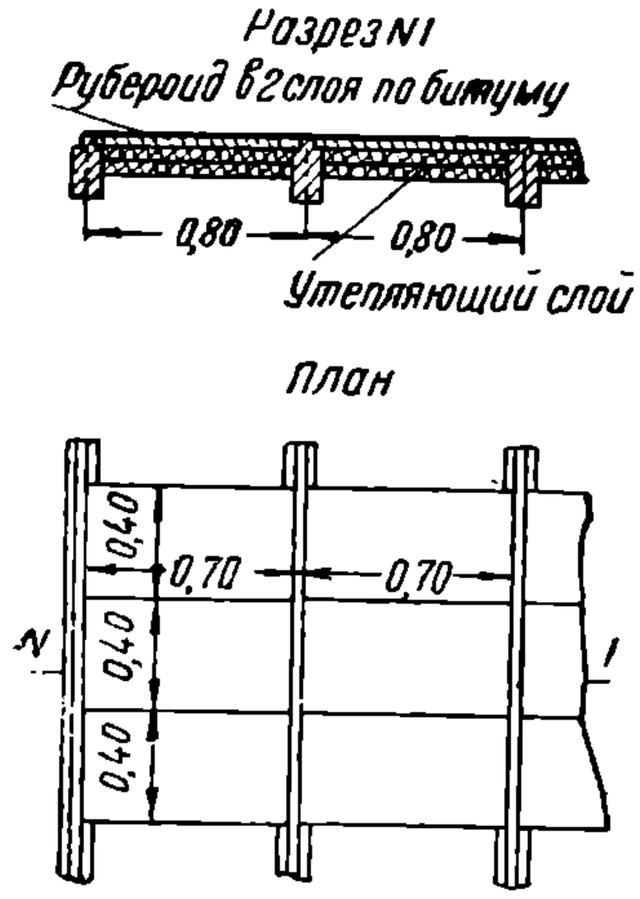
НБ УДУНТ (ДШТ)

В соответствии с перечисленными требованиями наиболее надежным видом покрытия для производственного сооружения являются наклонные железобетонные ребристые перекрытия со свободно лежащими плитами небольших размеров.

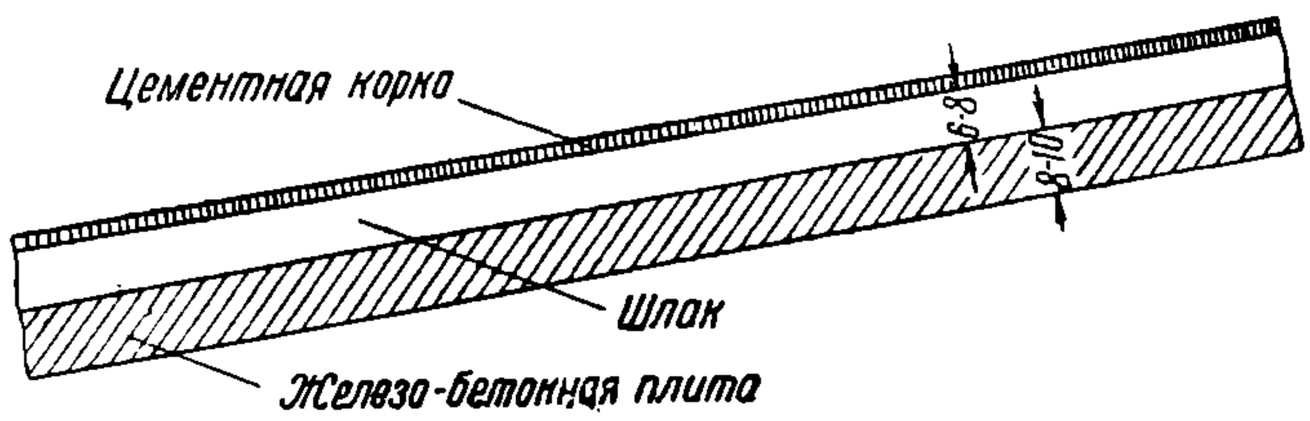
Такое железобетонное покрытие, являясь покрытием несгораемым, обладает в то же время и достаточной сопротивляемостью пробиванию его мелкими средствами поражения с воздуха, т. е. зажигательными мелкокалиберными бомбами, крупными осколками фугасных авиабомб, пулями с самолетов и шрапнельными стаканами.

В случае же попадания фугасной авиабомбы внутри перекрываемого им помещения отдельные (монолитно не связанные с несущим каркасом) панели выкидываются давлением воздушной волны наружу без разрушения несущих элементов железобетонного каркаса (фиг. 361).

Кроме того такое покрытие позволяет быстро восстановить поврежденные участки путем укладки резервных панелей на неразрушенный несущий каркас.



Фиг. 361



Фиг. 362

Достаточно надежными согласно перечисленным требованиям для депо в некоторых случаях могут явиться покрытия типа наклонных неразрезных железобетонных плит в 10—12 *см* толщины (фиг. 362).

Существенным недостатком такого монолитного железобетонного покрытия являются значительные затруднения в быстром проведении восстановительных работ.

Целесообразно применять в производственных зданиях пространственные конструкции покрытий каркасного типа с заполнением их отдельными мелкими железобетонными или этернитовыми плитами с тем, чтобы в случаях взрыва авиабомбы внутри помещения не происходило обвала всех несущих оболочку конструкций, а разрушения ограничивались бы только выбрасыванием наружу некоторой части этих плиток.

Не рекомендуется применение деревянных покрытий в производственных цехах депо, в которых проводятся оборонные меры. Однако в производственных помещениях, имеющих второстепенное значение, деревянная оболочка, выполненная в виде дерево-плиты или так называемого безреберного настила, все же может быть применима, причем обязательным условием для применения дерево-плиты является соблюдение следующих требований:

а) огнезащитная покраска всех элементов покрытия;

б) оштукатуривание известково-алебастровым раствором всех нижних открытых участков;

в) толщина плиты не должна быть менее 18 *см*.

Дерево-плита обладает следующими положительными качествами:

а) пониженной по сравнению с другими типами деревянных покрытий интенсивностью горения;

б) для воспламенения дерево-плиты необходимо относительно большое по времени воздействие на нее зажигательного вещества, что обусловливает возможность успешного использования противопожарных средств;

НБ УИИНТ (ДПТ)

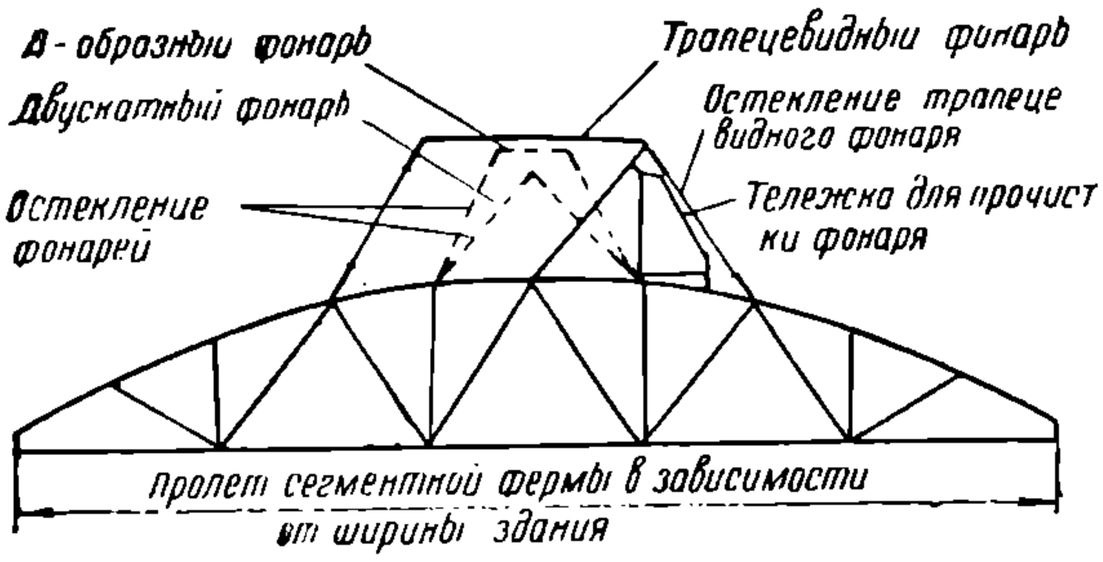
в) повышенной по сравнению с другими типами деревянных покрытий сопротивляемостью проникновению авиабомб;

г) сравнительно легкой и быстрой восстанавливаемостью при разрушении отдельных участков.

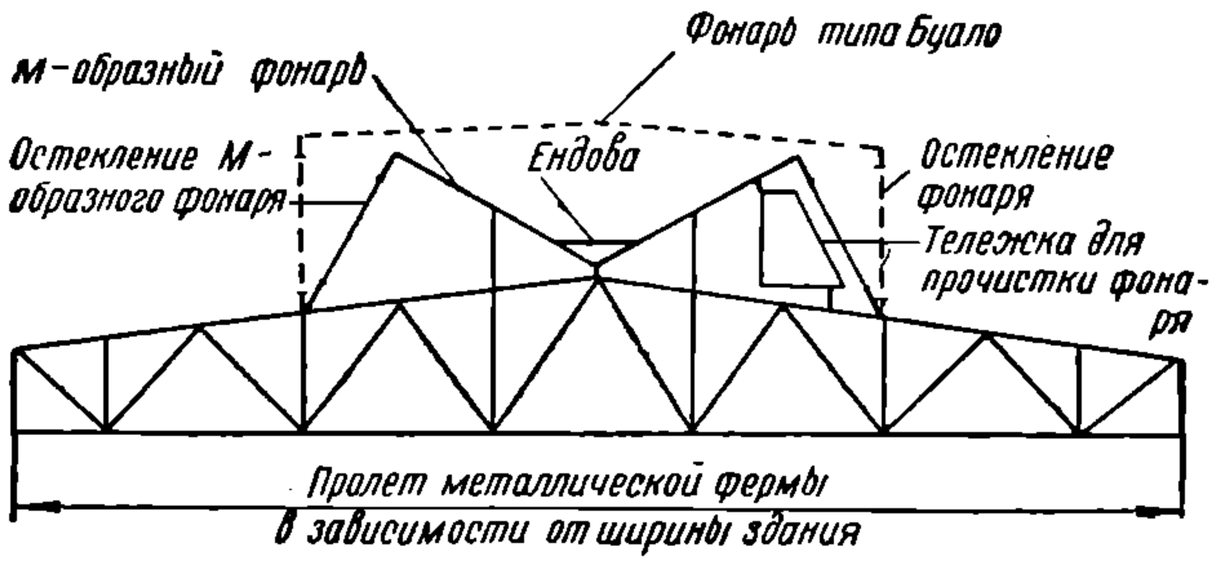
Применение деревянных покрытий других типов кроме дерево-плиты как покрытий, совершенно не удовлетворяющих оборонным требованиям, не допускается.

§ 74. Световые фонари

При выборе, конструировании и устройстве световых фонарей необходимо учитывать светотехнические, эксплуатационные и вентиляционные факторы. Для уменьшения светопотери необходимо до минимума сокращать в пролете остекленной части фонаря деревянные конструкции. Для прочистки фонаря необходимо устраивать передвижные тележки. Фонари нужно располагать вдоль конька кровли. Отдельные поперечные фонари по соображениям неудобства эксплуатации их применять не рекомендуется. Для устранения причин возникновения капели необходимо в фонарях устраивать водосборные лотки. Для предупреждения проникновения прямых солнечных лучей внутрь помещения и использования фонарей для естественной вентиляции здания необходимо при проектировании и постройке обращать особое внимание на ориентацию фонарей в отношении стран света и господствующих ветров, а также на тип фонаря.

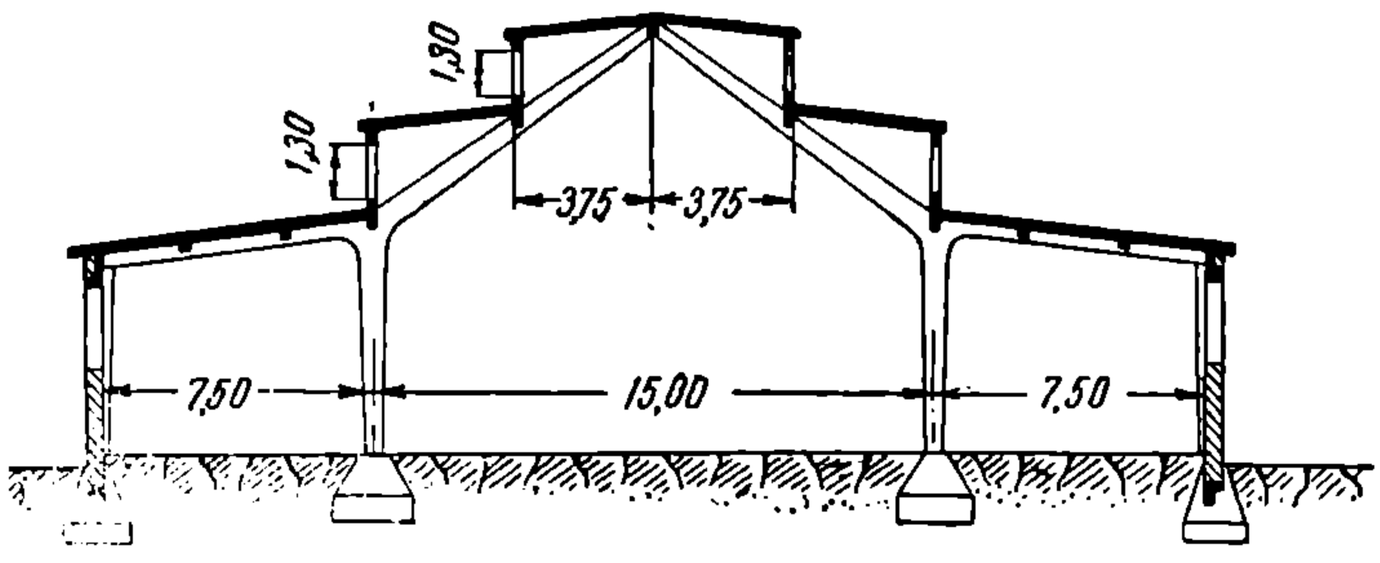


Фиг. 363



Фиг. 364

Типы фонарей. На фиг. 363 показано сплошными линиями расположение на сегментной ферме трапециевидного фонаря, а пунктиром—А-образного и двускатного. Ширина трапециевидного фонаря принимается в зависимости от пролета здания. Обычно фонарь начинается с третьего узла от опоры. При таком расположении фонаря в трехпутной паровозной секции на металлической ферме горизонтальная проекция остекления фонаря совпадает с междупутьями. А-образный тип фонаря делается в двухпутных паровозных секциях для освещения междупутья. В рабочих помещениях с боковым и верхним светом большей частью применяются двускатные фонари. На фиг. 364 показано сплошными линиями расположение М-образного фонаря на металлической ферме. Этот тип фонаря применяется в кузнечных и литейных цехах по соображениям естественной вентиляции здания. Отвод воды с



Фиг. 365

НБУВ УКНТ (ДНТ)

этого фонаря внутренний. М-образный фонарь устраивается и с вертикальным остеклением типа «Понд». Пунктиром на фиг. 364 показан фонарь с вертикальным остеклением типа «Буало». Этот тип фонаря применяется главным образом в южных районах с целью уменьшения инсоляции (проникновения прямых солнечных лучей в помещение) и радиации (перегрев помещения в летнее время от тепловой энергии солнца, проникающей в помещение через остекление). Остекление всех типов фонарей в I климатическом поясе делается двойное, а в остальных трех поясах — одинарное.

Для обеспечения условий обороноспособности световые фонари, устраиваемые на крышах депо, должны иметь вертикальное остекление (фиг. 365) с тем, чтобы было возможно без особых затруднений осуществить меры светомаскировки.

Оболочки производственных сооружений, в которых протекают «горячие» производственные процессы, характеризующиеся выделением наружу раскаленных газов, должны иметь специальные дополнительные поглощающие световой эффект устройства, выполняемые из несгораемых материалов.

Таблица 91

Ориентировочные данные для выбора типа фонарей по данным ЦНИПС и материалам обследования депо МИИТ

Тип фонаря	Интенсивность освещения	Условия инсоляции и радиации	Естественная вентиляция	Загрязнение остекления	Примечания
Трапециевидный	Хорошая и равномерная	Относительно кратковременные при ориентации остекления на юг и север	Удовлетворительная	Значительное	Подъемочные и промывочные паровозные стойла и рабочие помещения с большими пролетами и холодным производством во всех районах кроме южного
«Буало»	Удовлетворительная и равномерная	Незначительные при ориентации остекления на юг и север	Удовлетворительная	Меньше, чем в трапециевидном фонаре	То же в южных районах
А-образный и двускатный	Хорошая, но менее равномерная, чем в трапециевидном фонаре	Значительные и продолжительные, особенно в южных районах	Удовлетворительная	Больше, чем в трапециевидном фонаре	Двухпутные паровозные стойла и рабочие помещения с верхним светом
М-образный и типа «Понд»	Хорошая	В зависимости от ориентации фонаря по условиям аэрации могут быть значительные	Хорошая	Быстрое и значительное вследствие интенсивного движения воздуха при аэрации	Главным образом над горячими цехами паровозоремонтных заводов

§ 75. Ворота

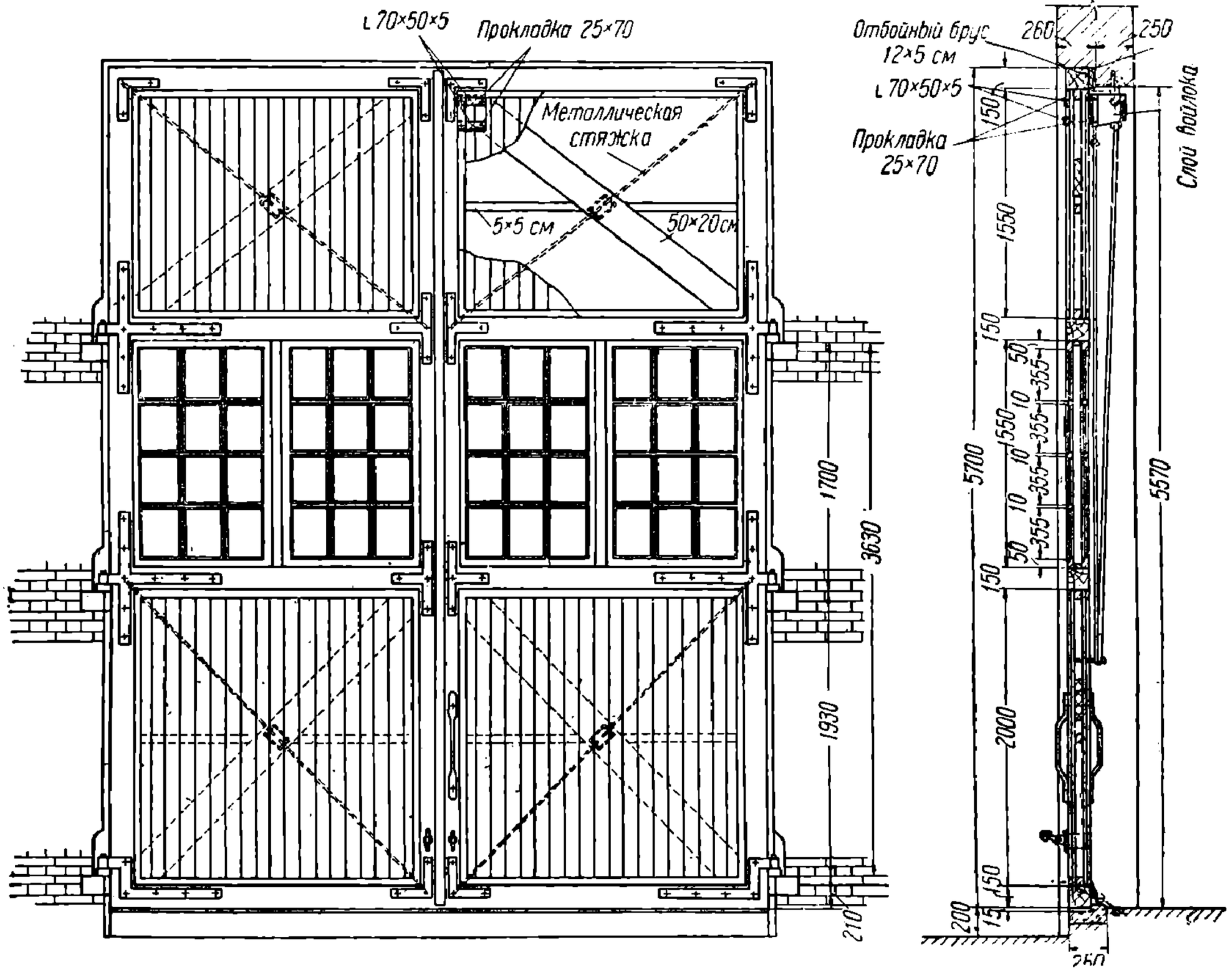
На фиг. 366 показана конструкция железнодорожных ворот. Размеры проема для ворот в кирпичной кладке паровозных депо должны быть следующие:

НБ МИИТ (ДШТ)

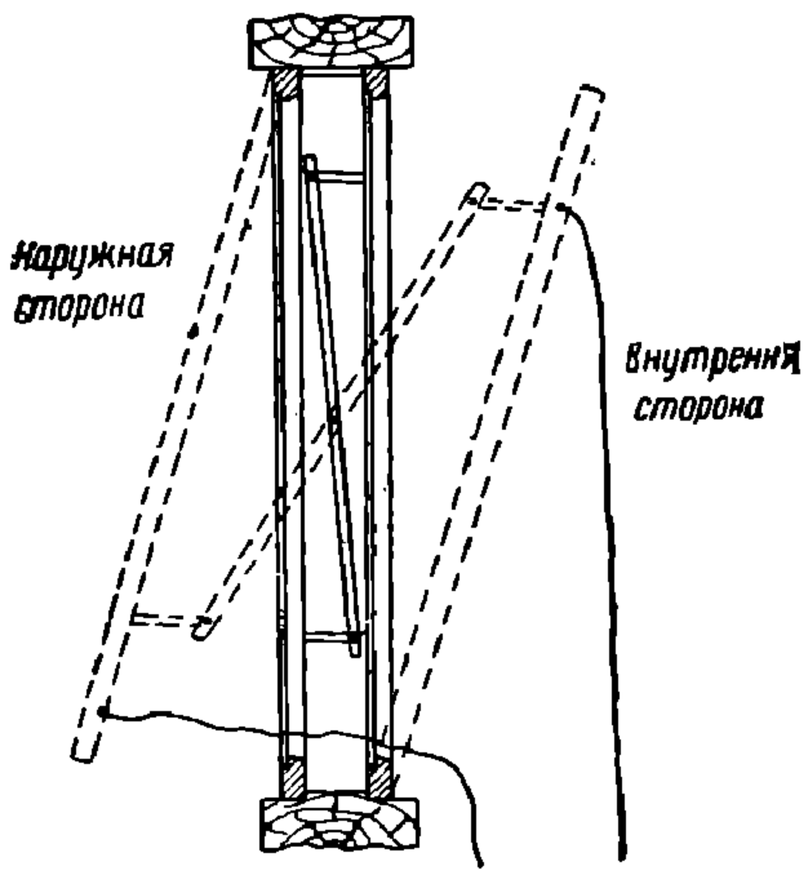
Таблица 92

Наименование	Ширина в *см*	Высота в *см*
В четвертях .	440	570
В свету .	414	555

В I и II климатических поясах ворота должны быть отеплены. Нижняя часть ворот должна иметь устройства, хорошо закрывающие щели снизу при закрытых воротах. Установка ворот должна быть такой, чтобы они не закрывались самопроизвольно. Для закрепления ворот в открытом положении должны быть поставлены предельные столбики с крючками или соответствующими приспособлениями для запирания.



Фиг. 366



Фиг. 367

Малые ворота и двери. В рабочих помещениях размеры малых ворот и дверей принимаются по технологическим соображениям применительно к промстандарту. Ширина применяемых в депо малого типа ворот и промстандартных дверей следующая (в сантиметрах):

Двери:	75	85	90	133	149	169 и 179
Малые ворота:	200	250	300	и	350	

§ 76. Оконные переплеты

В I и II климатических поясах оконные переплеты должны быть двойные, а в остальных—одинарные. Внутренние оконные переплеты для удобства очистки стекол от копоти и грязи должны быть открывающиеся или съемные. Размеры

НЕ ДЛЯ ПРОДАЖИ (ДЛТ)

оконных переплетов должны соответствовать промстандарту с размером стекол 525 × 350 *мм*. Для естественного проветривания помещений оконные переплеты должны иметь открывающиеся с пола верхние части. На фиг. 367 показана схема рационального открывания фрамуг, гарантирующая от попадания в помещение дождевых вод и направляющая холодные потоки воздуха, поступающего в помещение, кверху.

§ 77. Мероприятия по противохимической защите помещений

Для противохимической защиты личного состава деповского хозяйства от заражения ОВ должны быть обеспечены снабжение личного состава индивидуальными противохимическими средствами защиты и возможно быстрое переоборудование деповской душевой в обмывочный пункт.

Одним из основных предупредительных мероприятий является герметизация помещений. Герметизация некоторых помещений депо имеет своей целью изолировать работающих в них людей и находящегося там чувствительного к ОВ оборудования от внешнего зараженного воздуха.

В случае необходимости герметизация некоторых деповских помещений достигается:

1) герметизацией ворот, дверей, окон и верхних фонарей;

2) устройством тамбуров;

3) созданием повышенного давления воздуха путем устройства фильтро-вентиляционной установки;

4) техническими мероприятиями против взрывной волны, осколков и осколочно-химических бомб и ампул, способных выбить стекла и произвести другие разрушения, нарушающие герметизацию помещений;

5) временным, но надежным закрытием разного рода отверстий, допускающих проникновение внешнего воздуха помимо фильтра.

Герметизация помещений производится средствами и способами, рекомендуемыми официальными источниками.

Для обеспечения бесперебойной работы депо имеется предложение устраивать при депо тамбуры из шлакобетона длиной, достаточной для постановки локомотива. Устройство тамбуров позволяло бы, не открывая ворот непосредственно в станцию или секцию, сначала ввести паровоз в тамбур. После закрытия наружных герметических ворот тамбура локомотив в случае его легкого заражения при прохождении через зараженный участок парами иприта подвергается в тамбуре дегазации, обычно паром и растворителями.

После этого с помощью вытяжного вентилятора из тамбура должны быть удалены как зараженный воздух, ворвавшийся в тамбур при вводе в него локомотива, так и пары иприта, возникшие в процессе дегазации.

По окончании дегазации и вентилирования локомотив вводится в стойло.

Ввод сильно зараженных локомотивов (например пораженных капельным или ампульным ипритом или ипритовыми бомбами) в тамбур, а тем более в депо не допускается. Такие локомотивы должны отправляться на дегазационный пункт, где должна быть произведена полная дегазация установленными средствами и способами.

Устройство тамбуров при депо сложно и дорого и пока не применяется.

Герметизация фонарей верхнего освещения против проникновения капельного иприта внутри депо достигается посадкой стекол на резиновые прокладки.

Мероприятий против взрывной волны для фонарей верхнего освещения не требуется, но необходимо учитывать возможность пробивания стекол ампулами, что требует особых предохранительных устройств.

§ 78. Освещение помещений естественным светом

Архитектурная организация деповских зданий включает в себя не только вопросы создания красивой и рациональной оболочки, обеспечивающей наилучший технологический процесс, но и вопросы наилучшего трудового режима. В связи

НВЗ ДГУНТ (ДИИТ)

последним фактором правильное разрешение вопроса естественного освещения помещений имеет громадное значение как в смысле повышения производительности труда, так и в смысле уменьшения травматизма. Вопросы рационального освещения помещений естественным светом разрешаются на базе светотехники. В деповских помещениях встречаются два вида освещения естественным светом:

1. Боковое через оконные проемы, расположенные в наружных стенах.
2. Комбинированное боковое и верхний свет через световые фонари, расположенные на кровле.

Степень освещенности помещений с боковым освещением определяется по существующим единым нормам строительного проектирования (ОСТ 4508—4515) путем вычисления отношения площади остекления к площади пола, а комбинированного путем определения коэфициента естественной освещенности (сокращенно КЕО) графическим методом, основанном на математическом анализе.

КЕО есть отношение освещенности точки в помещении к одновременной освещенности точки под открытым небом. Величина указанного коэфициента нормируется в процентах.

В проекте новых норм по естественному освещению предполагается ввести нормирование бокового освещения также по КЕО.

Если в рабочем помещении депо принять за H высоту от пола до верха окна B — ширину помещения, то отношение $\frac{B}{H}$ называется глубиной заложения.

В табл. 93 даны нормативные данные при боковом освещении и в табл. 94 — при комбинированном освещении.

Таблица 93

Зависимость степени освещенности помещений от глубины заложения

№ п/п	Наименование	Глубина заложения		Степень освещенности	
		от	до	по существующим нормам	проектируемые нормы
				Площадь стекла: / Площадь пола	КЕО
1	В лестничных клетках и коридорах	—	—	0,08	0,3
2	В рабочих помещениях, в которых производятся грубые работы, а также в кладовых, уборных, умывальных, душевых и раздевальнях, если последние имеют непосредственное естественное освещение . .	1,5	2,0	0,10	0,5
		2,0	3,0	0,15	—
3	В рабочих помещениях, в которых производятся средние работы, требующие различения крупных и средних деталей, а также в конторах, культурно-просветительных помещениях и в комнате для принятия пищи	1,5	2,0	0,15	—
		2,0	3,0	0,20	1,0
4	В рабочих помещениях, в которых производятся мелкие и точные работы, требующие различения мелких деталей (механическая, автоматная, инструментальная и помещения для ремонта точных приборов)	1,5	2,0	0,20	—
		2,0	3,0	0,25	1,5

Примечания: 1. При исчислении освещенности световая площадь окон принимается равной площади оконных отверстий, измеряемой между притолками по внешней стороне стены, за вычетом оконных переплетов.

2. Помещения, имеющие боковое освещение с двух или нескольких сторон, разбиваются в плане на несколько площадей, освещенных с одной стороны, при-

НБ УДУНТ (ДИТ)

чем каждая такая отдельная площадь рассматривается при определении освещенности как площадь пола помещения, освещенного естественным светом с одной стороны.

3. Во всех местностях Союза, расположенных севернее 60° и южнее 45° параллели, нормы освещенности должны быть согласованы с органами охраны труда.

Большое значение в отношении освещения имеют окраска стен и содержание их в чистоте. Темная краска или грязные стены поглощают большое количество света. В этом отношении целесообразна окраска стен краской светлого песочного цвета.

Таблица 94

Средние значения КЕО при комбинированном освещении

№ п/п	Характер производства	Среднее расчетное значение КЕО в %
1	Грубое производство .	2—3
2	Работы средней точности	3—5
3	Точные работы .. .	5—7

§ 79. Искусственное освещение

Требования к искусственному освещению паровозного депо

В паровозном депо, как и в других производственных предприятиях, должно быть создано такое искусственное освещение, которое обеспечивало бы наиболее благоприятные условия для работы глаз.

Следствием благоприятных условий работы глаз рабочих являются: а) большая производительность труда, б) уменьшение числа несчастных случаев, в) уменьшение процента брака, г) сохранение зрения у работающих, д) улучшение общих санитарно-гигиенических условий в помещениях для работ.

Благоприятные условия для работы глаз обеспечиваются при выполнении нижеследующих требований к искусственному освещению:

1. Достаточная освещенность рабочих поверхностей, т. е. тех поверхностей, на которых сосредоточено внимание работающего во время выполнения того или иного производственного процесса.

2. Достаточная равномерность освещения рабочей поверхности.

3. Отсутствие слепящего действия от источников света, находящихся в поле зрения рабочего.

4. Отсутствие резких теней, главным образом на рабочих поверхностях.

5. Отсутствие резкой разницы в яркости рабочей поверхности и окружающего фона (стены, пол).

6. Постоянство величины освещенности на рабочих поверхностях в течение всего времени работы.

Наиболее распространенным и рациональным искусственным освещением депо и мастерских и других помещений является электрическое освещение.

Электрическое освещение локомотивного депо должно устраиваться с учетом перечисленных требований и на основании «Правил устройства искусственного освещения на железных дорогах» НКПС и «Правил искусственного освещения промышленных предприятий».

Кроме указанных качественных требований электроосвещение локомотивного депо должно также удовлетворять требованиям экономичности устройства и эксплуатации и безопасности эксплуатации.

Устройство электроосвещения локомотивного депо должно также обеспечивать безопасность некоторых специальных работ, как-то: работ в канавах, в будках паровозов, внутри паровозных котлов и т. п. Наравне с внутренним освещением депо должно быть устроено наружное освещение деповской территории, обеспечивающее нормальную работу локомотивного хозяйства в темное время.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Величины освещенностей

Величины нормированных освещенностей для различного рода работ и различных помещений приводятся в вышеуказанных «Правилах искусственного освещения».

Наименьшее значение освещенностей, допускаемых по нормам в помещениях локомотивного депо, указано в табл. 95.

Система освещения

Из трех основных систем освещения: общего равномерного, сосредоточенного и комбинированного для локомотивного депо и его мастерских, наиболее подходящей является первая система, т. е. общего освещения с равномерным распределением светильников по всей площади освещаемого помещения.

Эта система вполне применима в следующих случаях:

а) когда на рабочих поверхностях не требуется создания больших освещенностей (более 75 *лк*);

б) когда машины и станки, где сосредоточены рабочие поверхности, симметрично и достаточно густо заполняют площадь пола;

в) когда на любой части площади помещения может производиться работа.

Большинство помещений локомотивного депо и мастерских имеет эти условия.

Вторая система сосредоточенного освещения, применяемая в тех случаях, когда машины и станки расположены несимметрично, вследствие неудобства монтажа, а также зачастую вследствие архитектурных препятствий (перекрытия) как не дающая в условиях депо заметных преимуществ, не должна там иметь места.

Третья система комбинированного освещения, состоящего из общего равномерного (25% полной освещенности) и местного (75% полной освещенности) освещения, более экономична по расходу энергии, нежели одно общее равномерное освещение. Вообще комбинированное освещение выгодно применять:

а) когда требуется на рабочей поверхности создать относительно высокие освещенности (более 75 *лк*, например точная обработка металлов);

б) когда площадь рабочих поверхностей составляет незначительный процент от общей площади помещения;

в) когда общее освещение создает тени на рабочих поверхностях (штампы).

В некоторых отделениях мастерских при локомотивном депо (арматурное, автоматное, заготовительное и т. п.) комбинированное освещение может иметь место, несмотря на то, что при применении местного освещения (а с ним и комбинированного) встречаются затруднения. Затруднения эти следующие:

а) большие капитальные затраты на устройство рационального местного освещения (материал и монтаж). Если прокладывать проводку по потолку, то необходимо устраивать много длинных спусков, безобразящих помещения. Прокладка в полу специальных для местного освещения кабелей и установка кронштейнов на стенках очень дороги;

б) местное освещение станков при помощи светильников, закрепленных на кронштейнах, требует понижения напряжения до 12—36 *в*.

Типы светильников

Как правило, общее освещение в производственных помещениях обычно осуществляется светильниками прямого света, т. е. такими светильниками, которые весь свой световой поток направляют вниз непосредственно на освещаемую поверхность. Применение этих светильников обусловливается тем, что потери светового потока здесь являются наименьшими, а следовательно расход электроэнергии также наименьший. С другой стороны, рассчитывать на хорошее отражение светового потока потолком и стенами нельзя, так как последние в производственных помещениях обычно запылены или закопчены; в паровозных депо кроме того обычно существует задымление.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Таблица 95

Род производимой работы, наименования освещаемых рабочих поверхностей помещений	Минимальное освещение E_{min} в *лк*
1. Внутреннее освещение	
Депо:	
а) Горизонтальная освещенность рабочих мест	60
б) Вертикальная освещенность ходовых частей	60
Токарно-слесарные и механические цехи:	
а) Обработка крупных предметов	60
б) Тонкая обработка на станках и в тисках мелких медных, латунных и других частей светлых тонов	75
в) Тонкая обработка на станках и в тисках мелких частей из черных металлов (стальных, чугунных и т. п.)	100
Кузницы:	
а) Грубая кузнечная работа	30
б) Мелкая кузнечная работа	60
Литейные:	
а) Грубое литье	30
б) Мелкое литье	60
Столярные и деревообделочные цехи:	
а) Грубая работа	45
б) Мелкая работа	75
Малярные цехи:	45
Электрические станции и подстанции:	
а) Обслуживание топок в котельных помещениях	15
б) Надзор за общим ходом машин	30
в) Распределительные щиты и измерительные приборы	75
Конторы и чертежные:	
а) Письменные столы	75
б) Чертежные столы	100
Во всех мастерских и рабочих помещениях: опасные и вместе с тем доступные для прикосновения части обрабатываемых предметов машин и т. д. (например резцы, сверла, лезвия ножниц, зубчатые колеса, электрические токопроводящие части и т. п.). При размерах этих частей не более 5 × 5 *см*, а также условные знаки и объявления, предупреждающие об опасности	100
То же при размерах опасных частей больше 5×5 *см*	60
Вспомогательные помещения:	
а) Раздевальни (на полу)	25
б) Уборные, умывальные, души (на полу)	20
Проходные помещения, входы и выходы, лестницы и лестничные площадки:	
а) На полу (в горизонтальной плоскости)	8
б) На стенках (в вертикальной плоскости) на высоте 1,5 *м* от пола	3
2. Наружное освещение	
Тракционные пути	1
Поворотные круги	2
Топливные склады:	
а) С ручной погрузкой	2
б) С механизированной погрузкой	5
Кочегарные канавы, гидроколонки	1

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таким образом в производственных помещениях локомотивного депо и мастерских должны применяться светильники прямого света. К светильникам прямого света относятся светильник «Глубокоизлучатель», применяемый для помещений высотой 6—8 *м*, светильники «Универсаль» и «Конус» для обычных производственных помещений высотой до 5 *м*. В зданиях локомотивных стойл, где высота равна 7—8 *м*, следует применять «Глубокоизлучатель» (железный эмалированный), в мастерских депо — «Универсаль» и «Конус». В паровозных депо рекомендуется применять также светильник «Наружного освещения» как пригодный для неотапливаемых влажных помещений с дымом и копотью, где требуется производить частую чистку светильников.

Для местного освещения рабочих мест у станков, машин, тисков, верстаков и т. п. применяются светильники «Альфа», обычно устанавливаемые на специальных кронштейнах, верстачных бра или подвешенные над рабочим местом.

Освещение канав в стойлах может быть осуществлено светильниками типа «Кососвет».

Освещение служебных помещений депо (контор, помещений для служащих по обслуживанию паровозов и депо, помещений для отдыха бригад и бытовых помещений) должно осуществляться при помощи светильников полуотраженного света типа «Люцетта» или «Шар молочный».

Все указанные типы светильников изготовляются в СССР.

Методы светотехнических расчетов освещения

При расчетах электрического освещения обычно применяются два метода: а) метод коэфициента использования («расчет по световому потоку») в разработке Гаррисона и Андерсона и б) точечный метод («расчет по силе света»).

Светотехнический расчет закрытых помещений может быть произведен как по методу коэфициента использования, так и по точечному методу. Если расчет ведется на среднюю освещенность по всему освещаемому помещению, то применяют метод Гаррисона и Андерсона. При расчете на минимальную освещенность по нормам в определенных точках данной рабочей поверхности пользуются точечным методом.

В расчетах освещения закрытых помещений преимущественно применяется метод коэфициента использования, в расчетах освещения открытых пространств (наружное освещение) — исключительно точечный метод.

а) Метод Гаррисона и Андерсона

Сущность метода Гаррисона и Андерсона заключается в определении светового потока лампы, которую необходимо установить в данный тип светильника, чтобы получить на рабочей поверхности требуемую среднюю освещенность. Последнюю принимают равной минимальной для данного помещения освещенности согласно нормам.

Формула Гаррисона и Андерсона такова:

$$F = \frac{E_{cp} SK}{n\eta} \text{ люменов,}$$

где F — расчетный световой поток одной лампы в люменах;

E_{cp} — заданная освещенность в люксах;

K — коэфициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы по мере ее старения, загрязнение светильника, понижение напряжения лампы против нормального, загрязнение стен и потолка; K берется от 1,3 до 2; для помещений с нормальной пыльностью $K = 1{,}5$;

S — площадь освещаемого помещения в кв. метрах;

n — число светильников (световых точек);

η — коэфициент использования осветительной установки, зависящей от типа светильников, геометрических размеров площади освещаемого помещения (длины и ширины), высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью, окраски стен и потолка.

Зависимость коэфициента использования от размеров помещения устанавливается через индекс или показатель помещения ρ.

Величина ρ определяется по формула:

1) для квадратного помещения со стороной a:

$$\rho = \frac{a}{2h},$$

где h — высота подвеса светильников над рабочей поверхностью;

НБ УДУНТ (ДИТ)

2) для прямоугольного помещения со сторонами a (длина) и b (ширина) индекс помещения определяется дважды: один раз в предположении, что помещение квадратное со стороной a, второй раз то же, но со стороной b:

$$\rho_a = \frac{a}{2h}; \quad \rho_b = \frac{b}{2h}.$$

По каждому из этих индексов, определенных для фиктивных помещений, находится по таблицам данного светильника соответствующий коэфициент использования осветительной установки.

Действительный коэфициент использования равен:

$$\eta_{прямоуг} = \frac{1}{3}\,\eta_a + \frac{2}{3}\,\eta_b.$$

Пример. Размеры паровозного депо на 6 стойл: $a = 60$ *м*, $b = 20$ *м*, $h = 7$ *м* (рабочая поверхность на уровне пола):

$$\rho_a = \frac{60}{2 \cdot 7} \approx 4{,}3; \quad \rho_b = \frac{20}{2 \cdot 7} \approx 1{,}4.$$

По таблице для светильника «Глубокоизлучатель» находим при коэфициенте отражения потолка 10% и стен 10%:

$$\eta_a = 0{,}49; \quad \eta_b = 0{,}39,$$

откуда

$$\eta = \frac{1}{3} \cdot 0{,}49 + \frac{2}{3} \cdot 0{,}39 = 0{,}42.$$

Приктически можно определять ρ проще по формуле:

$$\rho = \frac{S}{h\,(a+b)},$$

где S — площадь помещения в кв. метрах.

Значения коэфициента использования при этом получаются мало отличающиеся от значения при более точном подсчете ρ, как указано выше.

Например для тех же условий, что и в предыдущем примере:

$$\rho = \frac{20 \cdot 60}{7\,(20+60)} = 2{,}1$$

и по таблице

$$\eta = 0{,}43.$$

Выбор высоты h подвеса светильников над рабочей поверхностью производится по следующим соображениям. Низкая подвеска светильника над рабочей поверхностью требует меньшую мощность лампы для создания заданной освещенности. Наоборот, чем выше подвешен светильник, тем большую мощность лампы надо иметь для создания той же освещенности. Лампы большой мощности применять выгоднее, так как их световая отдача (*лм/вт*) и экономичность (*вт/св*) выше, чем у маломощных ламп. Мощные лампы устанавливать выгоднее еще и потому, что число светильников при этом получается меньшим.

Слишком низкому подвешиванию светильников, а также увеличению мощности отдельных ламп мешают требования: а) допускаемой блескости и б) допускаемой неравномерности освещения.

В условиях паровозного депо и мастерских требования допускаемой блескости будут соблюдены, если светильники будут подвешиваться на высоте не менее 4 *м* от пола.

Установлено, что неравномерность освещения получается допустимой, если соблюдается условие:

$$l \leqslant 2\ h,$$

где l — расстояние между соседними светильниками в метрах.

Имея в виду это условие, можно правильно выбрать число светильников для данного помещения.

Высота h определяется высотой помещения и высотой рабочей поверхности над полом. Последняя принимается обычно равной 1 *м*. В отдельных случаях высота рабочей поверхности может быть и менее 1 *м*, например в самом депо рабочая поверхность должна считаться на уровне пола. Длина спуска, считая от уровня потолка (или точки закрепления спуска) до светового центра светильника, делается обычно равной 0,5—1 *м*.

Выбор числа светильников нужно производить так, чтобы это число было наименьшим и чтобы была обеспечена требуемая равномерность освещенности.

Для примера возьмем цех с размерами — длина 21 *м*, ширина 15 *м*, высота 5 *м*. Рабочая поверхность предполагается на высоте 1 *м* от пола. Высота светильников над рабочей поверхностью:

$$h = 5 - 1 - 0{,}5 = 3{,}5\ м.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Максимально допустимое расстояние между светильниками:

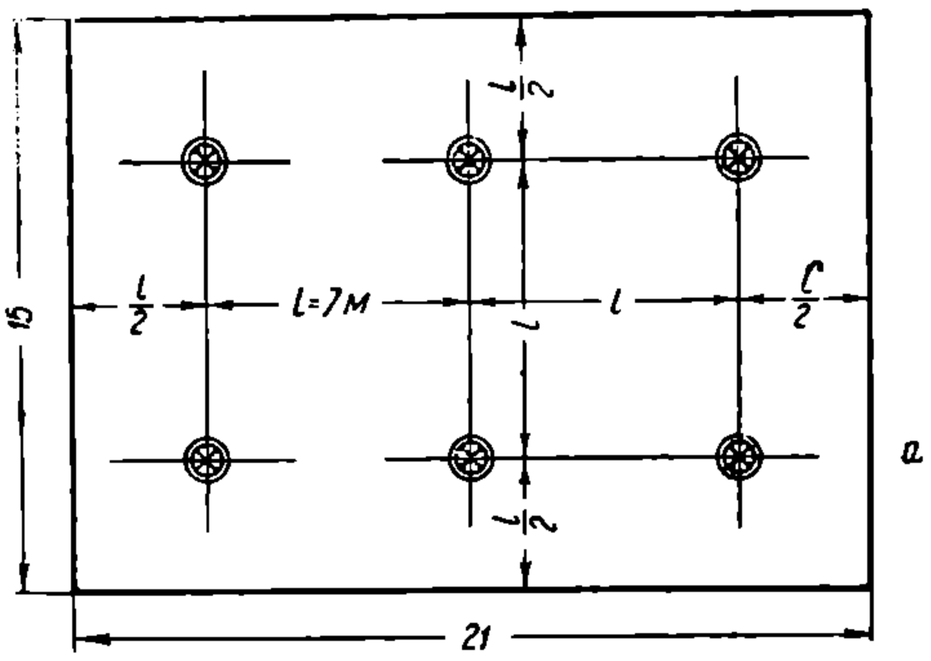
$$l = 2h = 7 \text{ м},$$

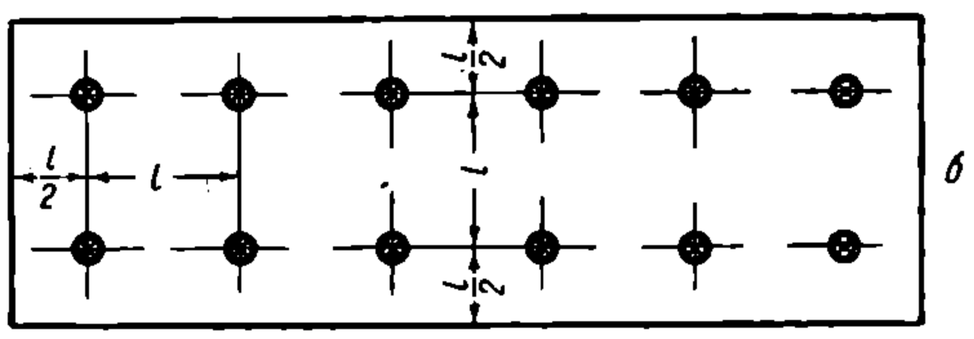
следовательно вдоль цеха надо подвесить по три светильника в ряду. Число рядов светильников два, так как расстояние между светильниками, измеряемое поперек цеха l_1, также должно удовлетворять условию:

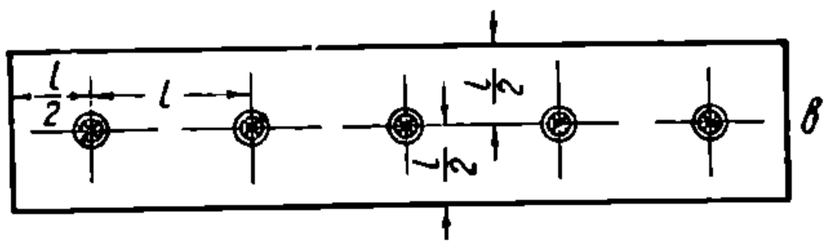
$$l_1 \leqslant 2h.$$

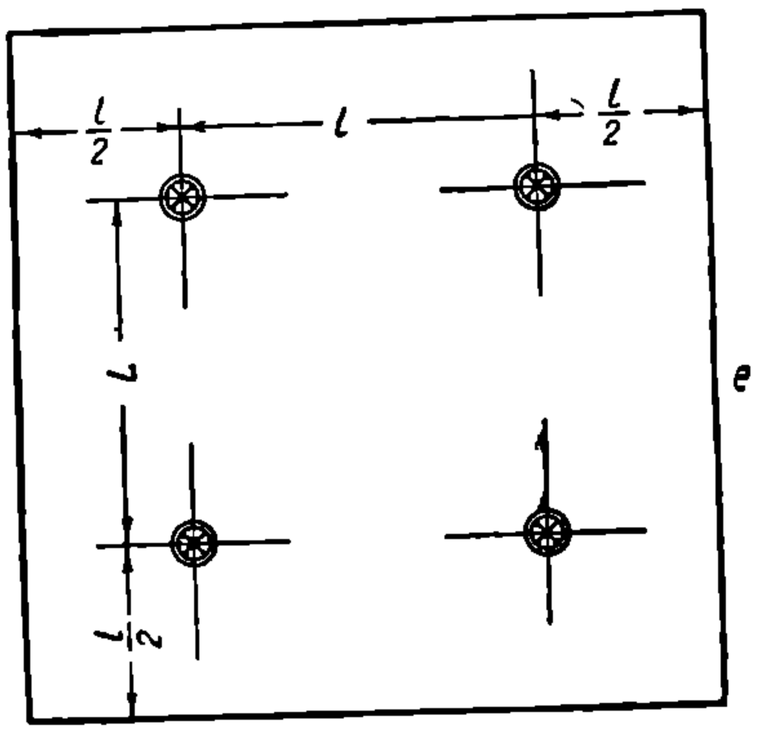
Один ряд допустим в том случае, если расстояние от продольных стен до линии светильников не более $\frac{l}{2}$, в противном случае надо брать число рядов 2—3 и более, в зависимости от ширины помещения. Вообще расстояние светильников от стен берется от $^1/_3$ до $^1/_2$ расстояния между светильниками в перпендикулярном к данной стене направлении.

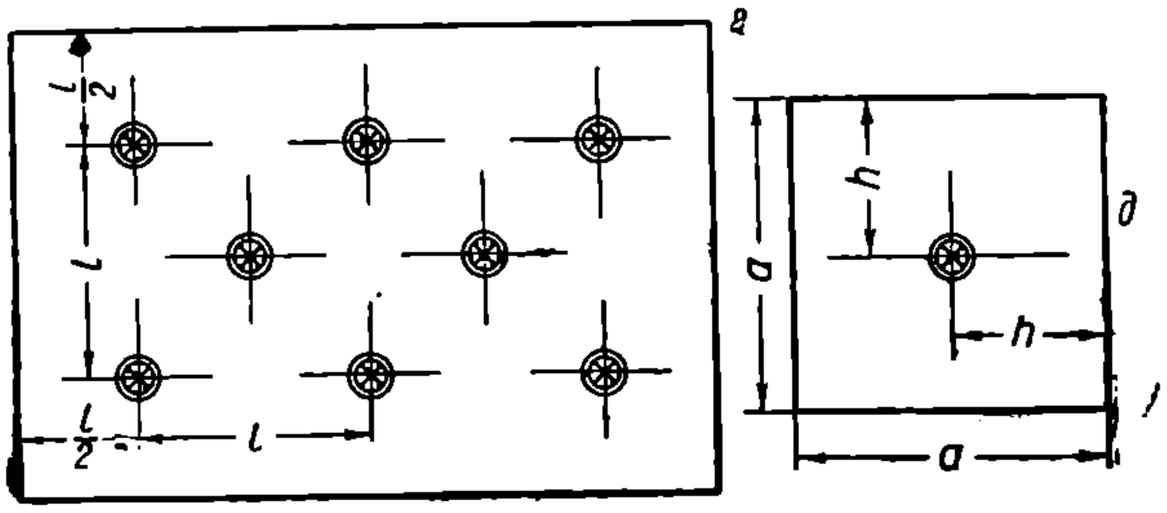
Вышеизложенное иллюстрируется прилагаемыми схемами фиг. 368, *а—ж*, где приводятся различные варианты расположения светильников. Схема *а* соответствует приведенному выше примеру цеха с размерами 21 × 15 × 5 *м*. На схеме *д* показано расположение



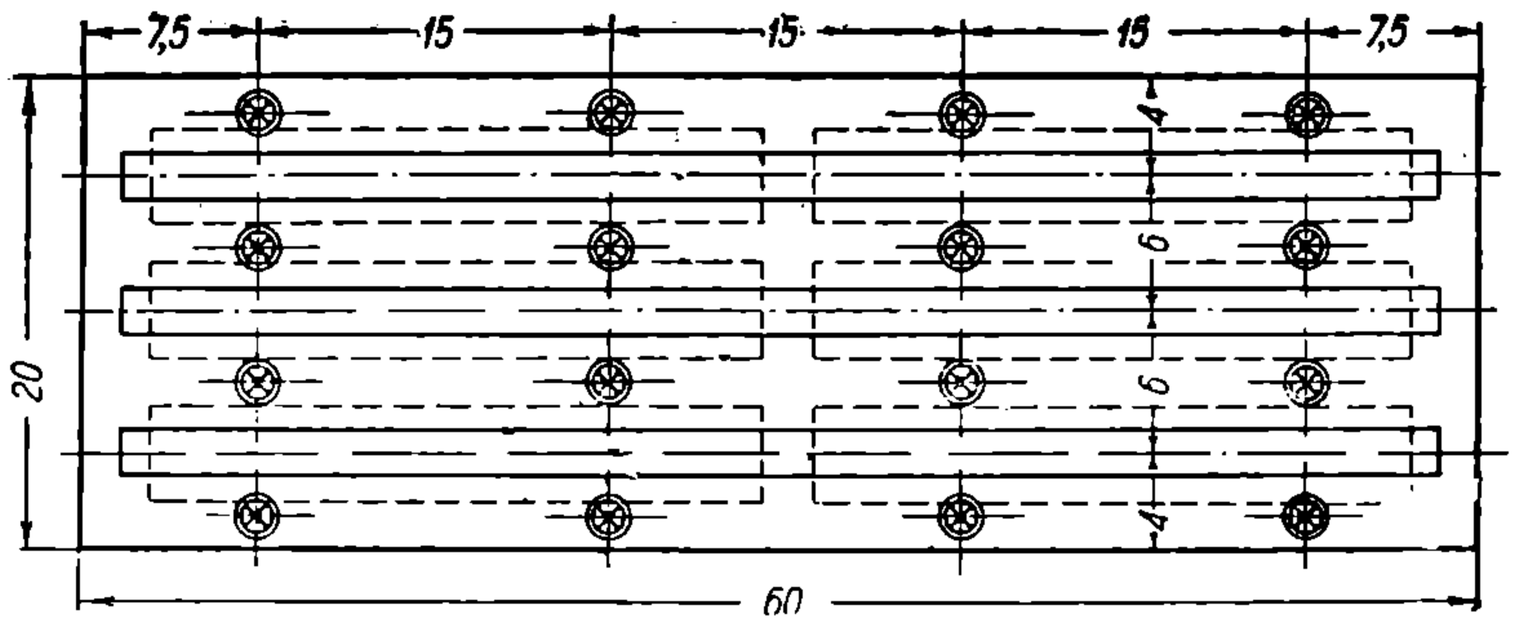








Фиг. 368



Фиг. 369

НБ УДУНТ (ДПТ)

одного светильника в квадратном помещении. Это возможно лишь в том случае, если сторона квадрата не превышает 2 *h*, в противном случае нужно иметь несколько светильников, как на схемах *е* и *ж*. На схеме фиг. 369 дается пример расположения светильников в здании прямоугольного паровозного депо на шесть стойл, а на схеме фиг. 370—то же в веерном депо.

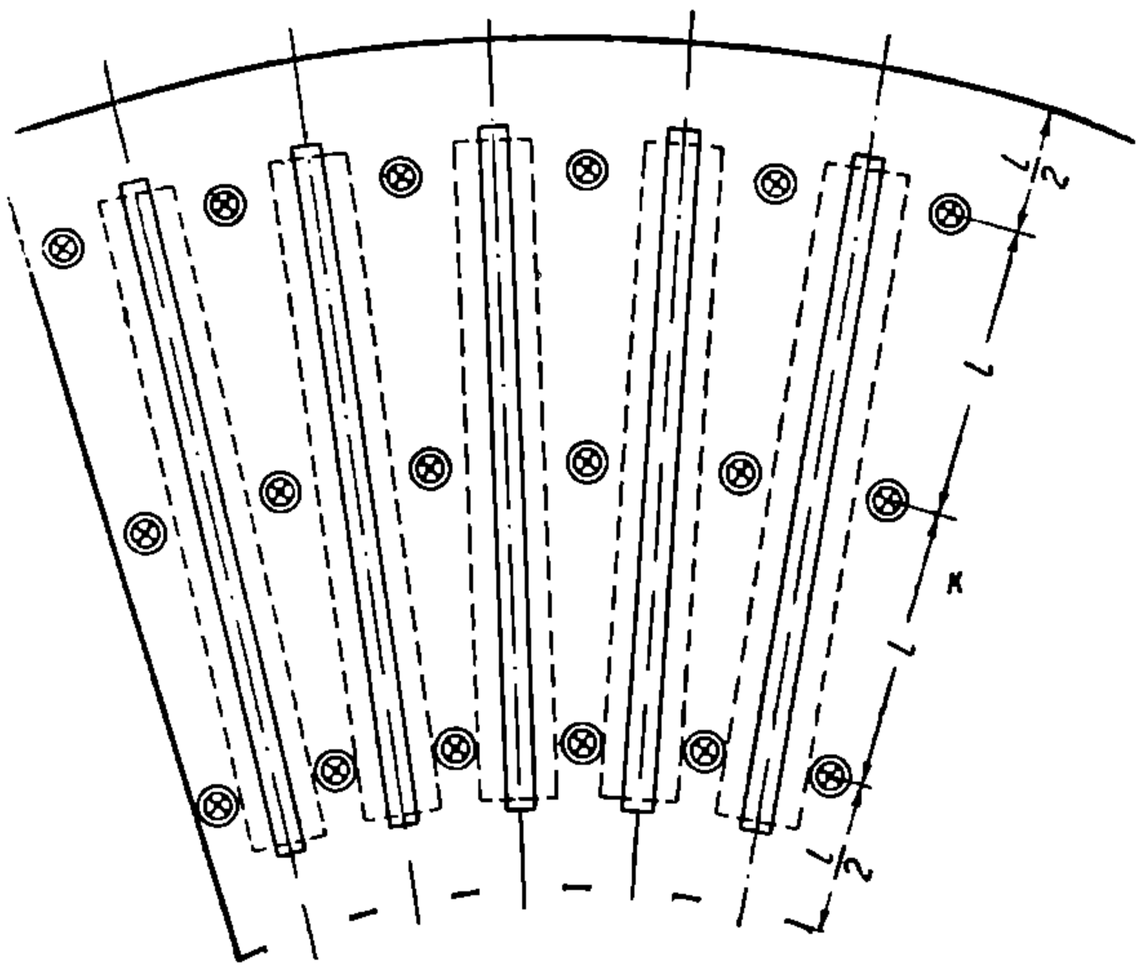
Светотехнический расчет сводится в сводную табл. 96.

Графы 1—6 пояснений не требуют.

Графы 7 и 8. Коэфициенты отражений выбираются в зависимости от окраски, а также наличия копоти или пыли. В таблицах коэфициентов использования для светильников ВЭТ приводятся только три значения коэфициентов отражений, из которых и надо выбирать соответствующую величину для данного помещения. Эти три значения следующие: 10, 30 и 70%.

Графа 9. Указывается характер помещения в отношении пыльности, влажности, копоти и т. п., например «сухое чистое», «влажное», «копоть».

Графы 10—14. См. соответствующие пояснения, изложенные выше.



Фиг. 370

Графа 15. Коэфициент использования находится из таблиц ВЭТ по известным типу светильника, индексу помещения и коэфициентам отражения стен и потолка.

Таблица 96

Светотехнический расчет

№ п/п	Наименование помещения	Размеры помещения: длина в *м*	ширина в *м*	площадь в *м²*	высота в *м*	Коэфициенты отражения: стен в %	потолка в %	Характер помещения	Коэфициент запаса	Освещенность по нормам в *лк*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Прямоугольное депо . . .	60	20	1 200	7	10	10	Задымление	2	60
2	Столярное отделение .	5	6	30	5	30	30	Нормально пыльное	1,5	45
3	Столовая .	5	8	40	5	70	70	Чистое	1,3	50

Продолжение табл. 96

Тип светильника	Высота светового центра над рабочей поверхностью в *м*	Индекс помещения	Коэфициент использования	$\frac{E_{min}}{E_{ср}}$	Число светильников	Расчетный поток одной лампы в *лм*	Потребная мощность в *вт*: одной лампы	всех ламп	Действительная освещенность в *лк*	Удельный расход мощности в *вт/м²*	Примечания
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
«Глубокоизлучатель» . . .	6	2,5	0,45	0,83	20	19 300	1 000	20 000	61	16	Лампы 120 *в*
«Универсаль» с затемнителем .	3,0	0,9	0,30	0,70	4	2 400	200	800	47	27	Лампы 220 *в*
«Люцетта» .	3,5	0,9	0,39	0,88	4	2 460	200	800	51	20	Лампы 220 *в*

НБ УДУНТ (ДПТ)

Графа 16. Вычисляется поправочный коэфициент:

$$Z = \frac{E_{\min}}{E_{cp}},$$

который должен быть введен в знаменатель формулы Гаррисона и Андерсона; эта формула приобретает вид:

$$F = \frac{E_{\min} SK}{n \eta Z}.$$

Введением коэфициента Z исправляется ошибка, заключающаяся в том, что в формулу вместо E_{cp} подставляется $E_{\min}$ (по нормам); Z находится из табл. 97 в зависимости от отношения $\frac{l}{h}$. Наивыгоднейшим значением является наибольшее и приближающееся к единице (наибольшая равномерность освещения).

Таблица 97

Коэфициенты $Z = \frac{E_{\min}}{E_{cp}}$, подсчитанные Московским институтом охраны труда под руководством инж. В. В. Мешкова

Наименование светильника	$l:h$						
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,75	2,0
Конус с матовой лампой . .	0,637	0,746	0,905	0,925	0,945	0,848	0,760
«Глубокоизлучатель» эмалированный	0,657	0,775	0,907	0,983	0,990	0,907	0,830
«Универсаль» с матовой лампой . .	0,630	0,770	0,896	0,950	0,977	0,875	0,828
«Универсаль» с полуматовым затемнителем	0,600	0,700	0,870	0,900	0,870	0,832	0,807
«Универсаль» с молочным затемнителем	0,650	0,770	0,938	0,975	0,975	0,912	0,845
«Люцетта» цельно-молочного стекла	0,545	0,660	0,786	0,915	0 867	0,734	0,595
«Люцетта» сборная, преимущественно прямого света	0,518	0,680	0,875	0,892	0,906	0,908	0,890
«Люцетта» наружного освещения с опаловым стеклом	0,540	0,620	0,720	0,800	0,850	0,920	0,880
Арматура преимущественно прямого светораспределения . .	0,476	0,630	0,790	0,910	0,925	0,920	0,915
Плафон двухламповый .	0,480	0,600	0,770	0,890	0,940	0,940	0,900

Графа 17. Определение числа светильников пояснено выше.

Графа 18. Расчетный световой поток одной лампы определяется из рассмотренной выше формулы Гаррисона и Андерсона с учетом поправки по графе 16.

Графа 19. По полученному световому потоку лампы (графа 17) находим из таблицы стандартных ламп лампу соответствующей мощности, дающую наиболее близко приближающийся по величине световой поток к потоку графы 17.

Графа 20 — произведение графы 16 на графу 18.

Графа 21 — полученный расчетом поток лампы очень редко совпадает с действительным потоком выбранной стандартной лампы вследствие наличия известного диапазона между мощностями ламп, поэтому действительная освещенность будет отличаться от заданной в графе 11. Величина этой действительной освещенности вычисляется по формуле:

$$E_д = \frac{F_л n \eta}{SK},$$

где $E_д$ — действительния освещенность в люксах;

$F_л$ — световой поток выбранной стандартной лампы в люксах.

Остальные обозначения те же, что и в предыдущих формулах.

Расхождение $E_д$ от заданной не должно быть больше 5% в сторону меньших значений. По соображениям экономии в расходе электроэнергии на освещение уклонение $E_д$ от E по нормам в сторону больших значений нежелательно.

Графа 22. Удельный расход мощности определяется делением данных графы 20 на данные графы 5. Эта величина является характеристикой запроектированной осветительной установки в смысле экономичности. По данным Московского отделения б. ВЭО удельная мощность на металлообрабатывающих предприятиях составляет от 11 до 20 *вт/м²*. Такого же порядка расхода мощности следует придерживаться и в производственных помещениях паровозного депо.

В прилагаемой таблице светотехнического расчета приведены примеры расчета по методу коэфициента использования.

НБ УГЛТУ (ДШТ)

б) Точечный метод

Этим методом производится расчет искусственного освещения для отдельных точек рабочей поверхности (фиг. 371).

В основу точечного метода положена формула:

$$E_A = \frac{I_\alpha \cos^2\alpha}{r^2} \text{ люксов,}$$

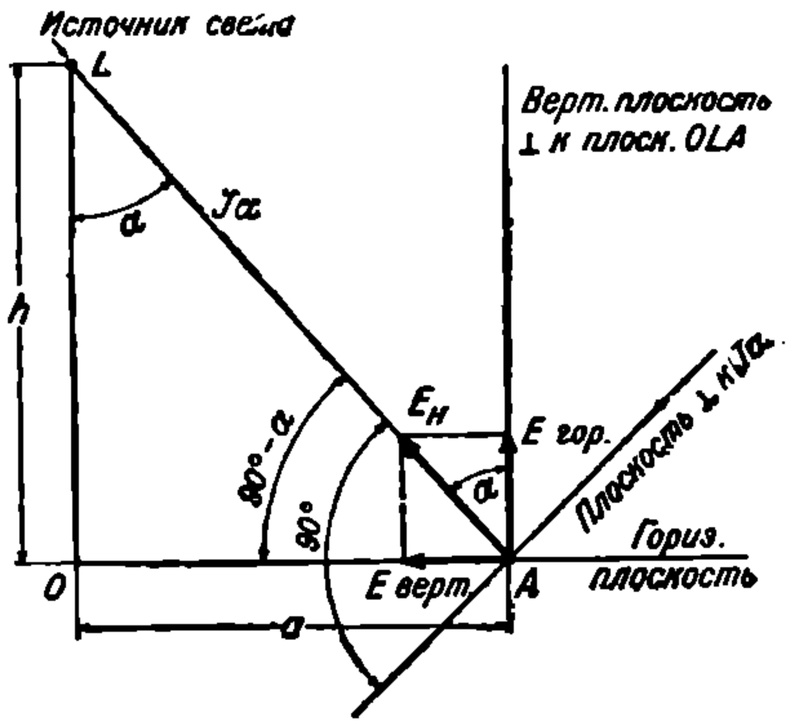
где E_A — освещенность в данной точке A в люксах,

I_α — сила света источника в данном направлении в свечах;

α — угол между направлением силы света I_α и нормально к освещаемой поверхности в данной точке A;

r — расстояние от светового центра источника до данной точки A в метрах.

Точка A может принадлежать к различным плоскостям; соответственно будем иметь освещенности (фиг. 371):



Фиг. 371

1. Освещенность в точке A, принадлежащей к плоскости, перпендикулярной к направлению луча, — нормальная освещенность:

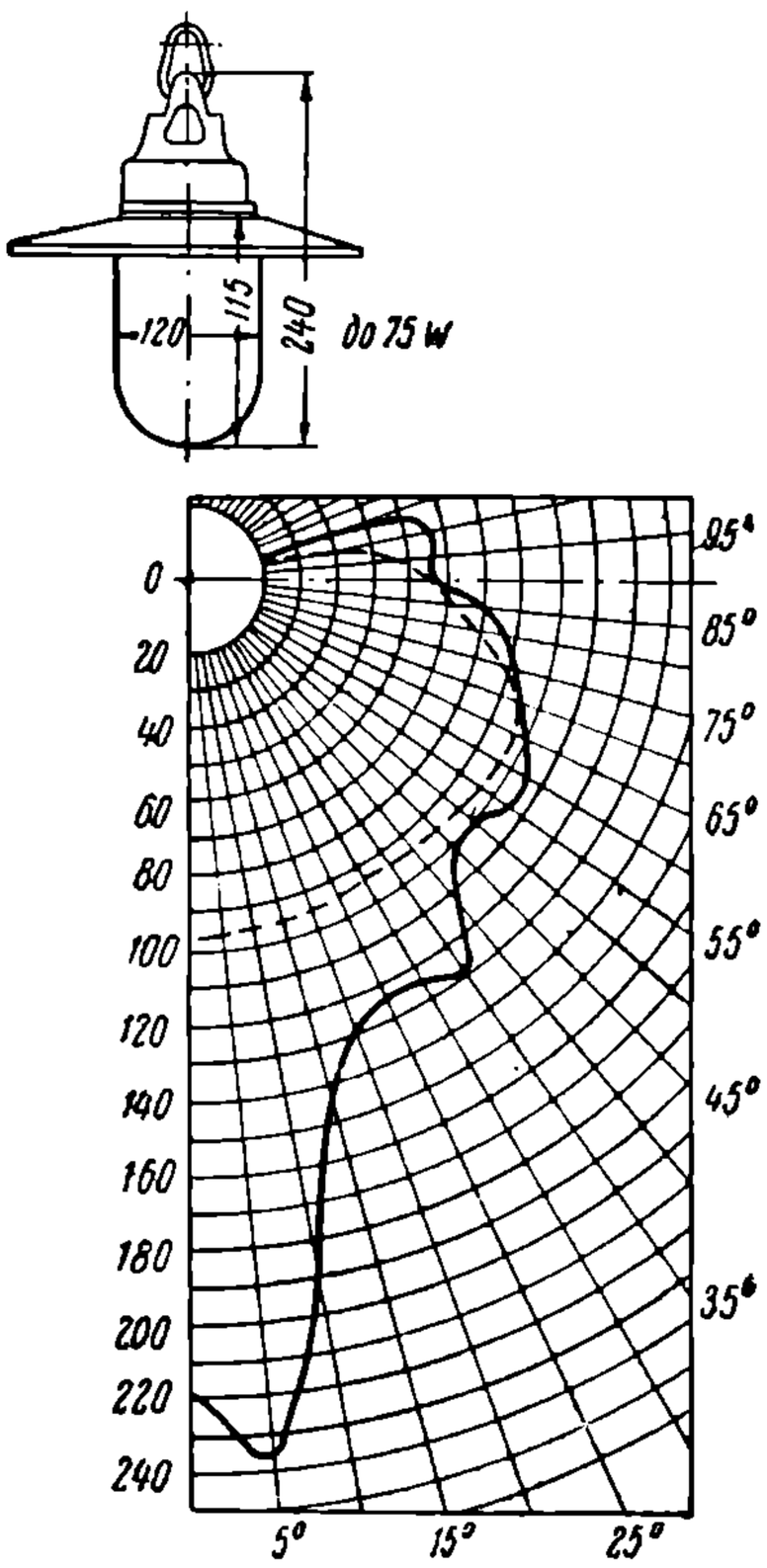
$$E_н = \frac{I_\alpha \cos^2\alpha}{h^2} \text{ люксов.}$$

2. Освещенность в точке A, принадлежащей к горизонтальной плоскости, — горизонтальная освещенность:

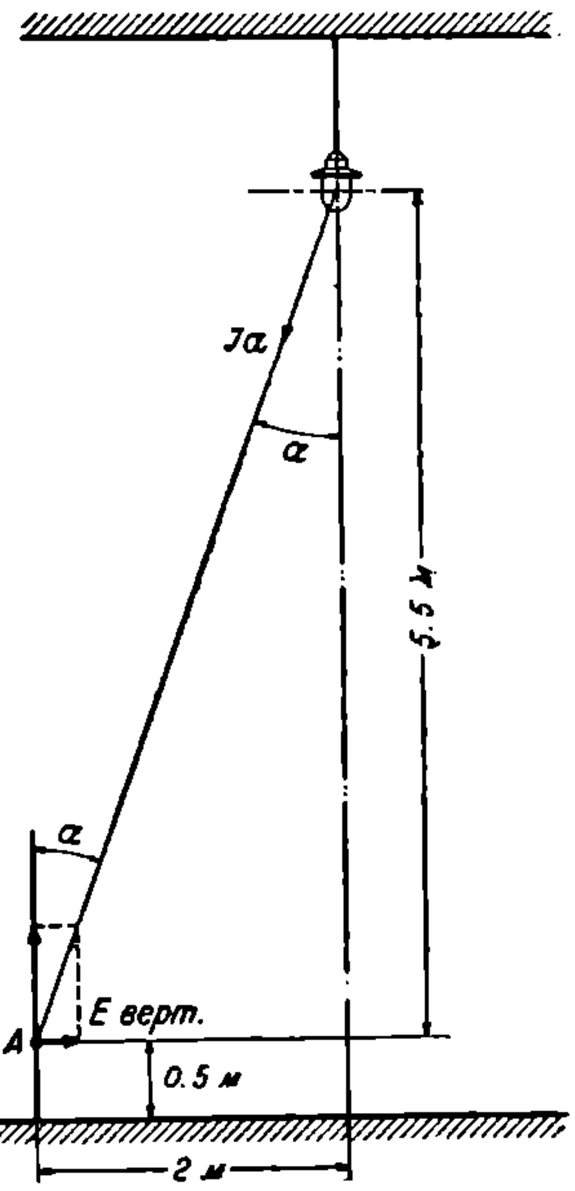
$$E_{гор} = \frac{I_\alpha \cos^3\alpha}{h^2} \text{ люксов.}$$

3. Освещенность в точке A, принадлежащей к вертикальной плоскости:

$$E_{верт} = \frac{I_\alpha \cos^3\alpha}{h^2} \operatorname{tg}\alpha = E_{гор} \cdot \operatorname{tg}\alpha.$$



Фиг. 372



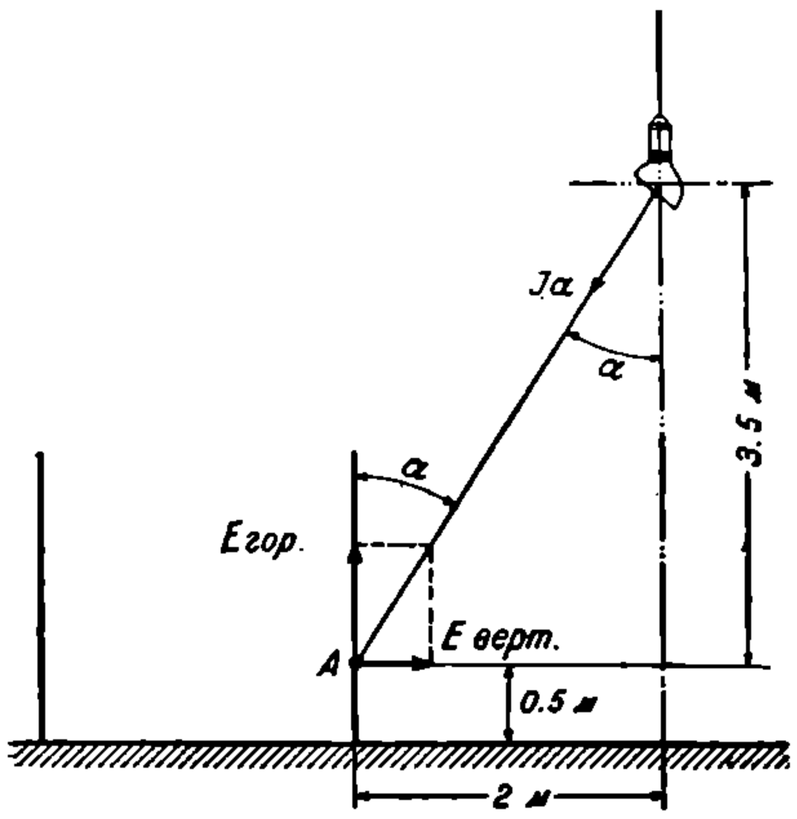
Фиг. 373

При пользовании формулами должны быть известны h и a, по которым находится $\operatorname{tg}\alpha = \frac{a}{h}$ и далее по таблицам тригонометрических величин $\cos\alpha$ и α.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Сила света I_α берется из кривой светораспределения данного светильника под углом α. На фиг. 372 и 373 приводятся эскиз и кривые светораспределения светильника «Альфа», применяемого для местного освещения.

Кривые светораспределения светильников строятся для условной лампы, дающей световой поток 1 000 *лм*, поэтому при вычислении освещенности в вышеприведенные формулы подставляется коэфициент:



Фиг. 374

$$\beta = \frac{F_{cm}}{1\,000},$$

где F_{cm} — световой потол стандартной лампы.

В формулы также вставляется коэфициент запаса K, о назначении которого уже говорилось выше.

Окончательно формулы для расчета освещения по точечному методу принимают следующий вид:

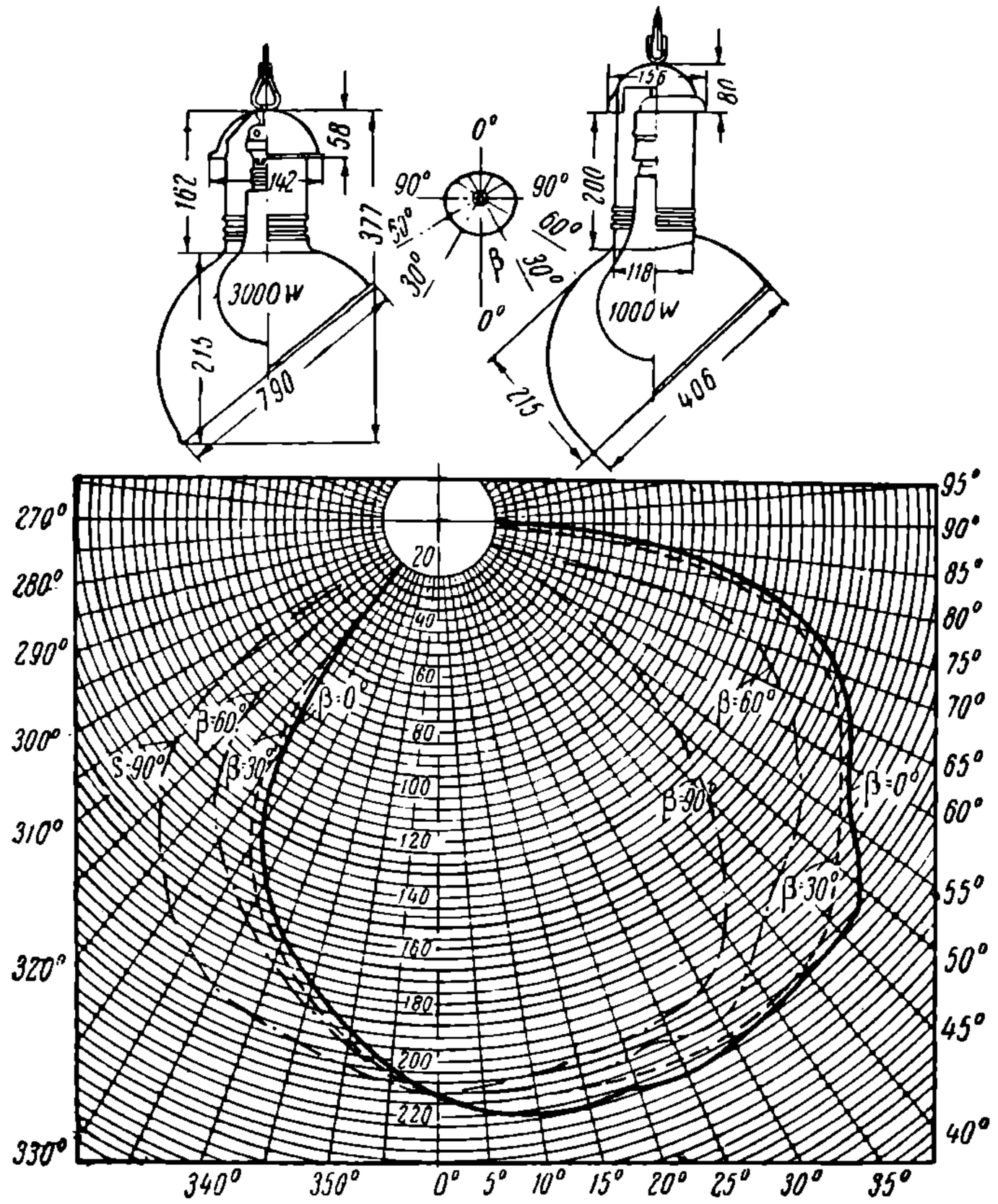
$$E_н = \beta \frac{I_\alpha \cos^2 \alpha}{K \cdot h^2} \text{ люксов;}$$

$$E_{гор} = \beta \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{K \cdot h^2} \text{ люксов;}$$

$$E_{верт} = E_{гор} \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Если данная точка освещается несколькими светильниками, то полная освещенность в этой точке складывается из освещенностей, создаваемых отдельными светильниками, т. е.:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \quad +$$



Фиг. 375

НБ УДУНТ (ДИТ)

Примеры расчета точечным методом

1. Определить освещенности горизонтальную и вертикальную в точке A на ходовых частях паровоза (фиг. 373) от светильника «Альфа» железного эмалированного с лампой 1 000 *вт*, подвешенного согласно схеме на высоте 5,5 *м* от пола.

По условию $h = 5{,}5$ *м*; $a = 2$ *м*; $\operatorname{tg}\alpha = \frac{2}{5{,}5} = 0{,}364$; $\alpha = 20°$; $\cos^3\alpha = 0{,}830$; $I_\alpha =$ = 130 свечей; $\beta = \frac{F_{cm}}{1\,000} = \frac{17\,200}{1\,000} = 17{,}2$; лампа 1 000 *вт*; 210 *в*; $K = 1{,}8$:

$$E_{гор} = \beta \frac{I_\alpha \cos^3\alpha}{K \cdot h^2} = 17{,}2 \frac{130 \cdot 0{,}830}{1{,}8 \cdot 5{,}5^2} = 34 \text{ лк};$$

$$E_{верт} = E_{гор} \cdot \operatorname{tg}\alpha = 34 \cdot 0{,}364 = 12{,}4 \text{ лк}.$$

Как видно, одного светильника недостаточно. Точка A должна получать освещенность еще и от других ламп.

2. Та же задача, но со светильником Кососвет» с лампой 750 *вт*, 220 *в*, подвешенной на высоте 3,5 *м* от пола (фиг. 374).

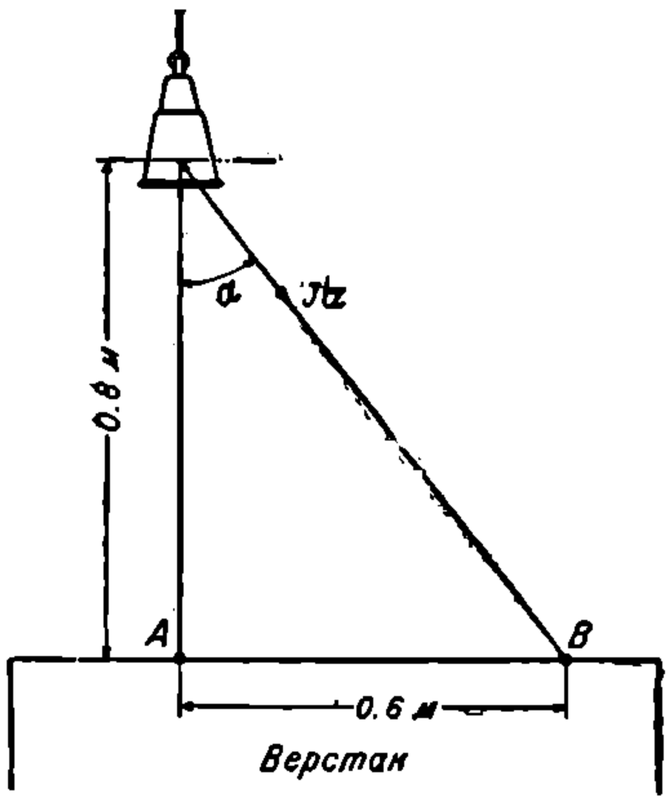
По условию $h = 3$ *м*; $a = 2$ *м*; $\operatorname{tg}\alpha = {}^2/_3 = 0{,}666$; $\alpha = 34°$; $\cos^3\alpha = 0{,}570$; $I_\alpha = 220$ свечей (фиг. 375); $\beta = 12{,}2$:

$$E_{гор} = \frac{12{,}2 \cdot 220 \cdot 0{,}570}{1{,}8 \cdot 3^2} = 93 \text{ лк};$$

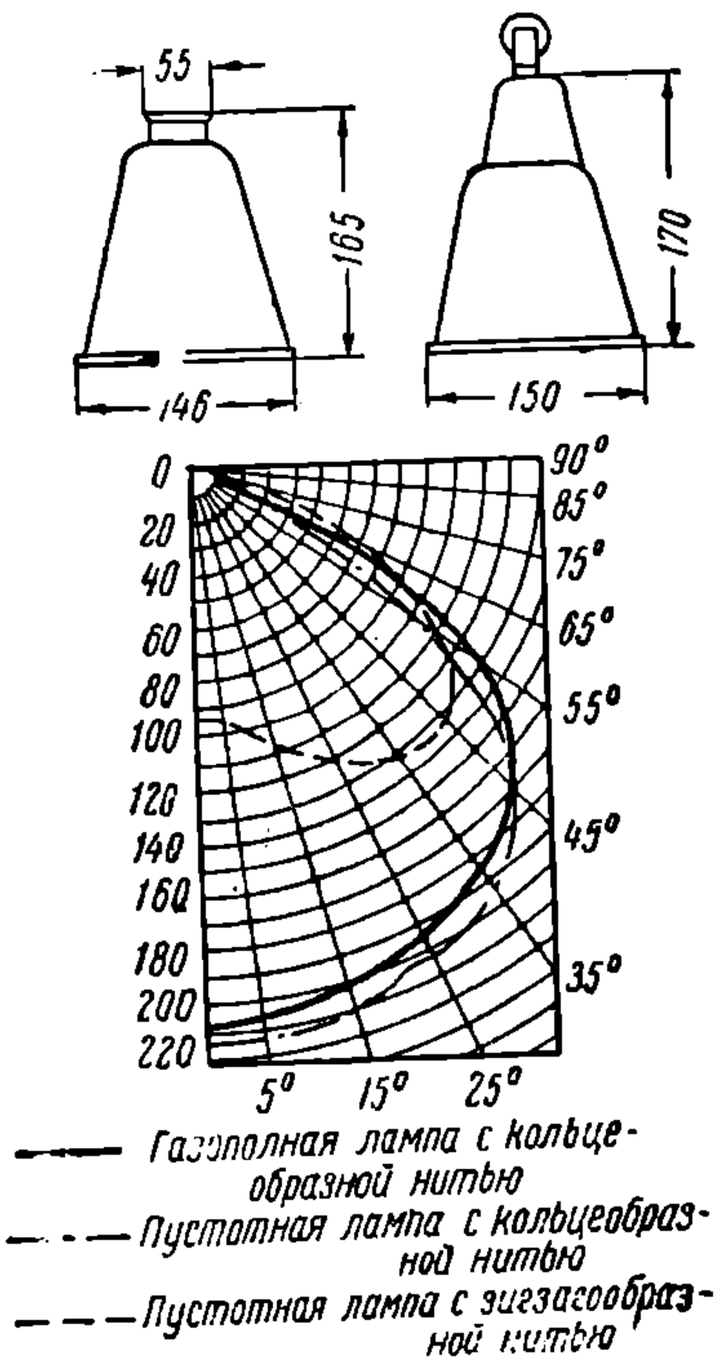
$$E_{верт} = 93 \cdot 0{,}667 = 62 \text{ лк}.$$

В этом случае один светильник создает освещенность по нормам.

3. Определить горизонтальную освещенность на рабочей поверхности верстака в точках A и B от светильника «Глубокоизлучатель» с лампой 40 *вт*, 120 *в*, подвешенного согласно схеме фиг. 376.



Фиг. 376



Фиг. 377

Имеем для точки B по условию $h = 0{,}8$ *м*; $a = 0{,}6$ *м*; $\operatorname{tg}\alpha = \frac{0{,}6}{0{,}8} = 0{,}750$; $\alpha = 37°$; $\cos^3\alpha = 0{,}509$; $K = 1{,}5$; $I\alpha = 170$ свечей (фиг. 377):

$$\beta = \frac{380}{1\,000} = 0{,}38;$$

$$E_B = \frac{0{,}38 \cdot 170 \cdot 0{,}509}{1{,}5 \cdot 0{,}8^2} = 34 \text{ лк}.$$

Для точки A имеем $h = 0$; $a = 0$; $\cos^3\alpha = 1$; $K = 1{,}5$; $I_{\alpha=0}$ 205 свечей; $\beta = 0{,}38$:

$$E_A = \frac{0{,}38 \cdot 205}{1{,}5 \cdot 0{,}8^2} = 81 \text{ лк}.$$

НБ УДУНТ (ДШТ)

Освещение безопасности

В локомотивном депо и мастерских согласно существующим правилам искусственного освещения б. НКТ и НКПС кроме рабочего освещения должно быть предусмотрено освещение безопасности. Освещение безопасности должно создавать достаточную освещенность (не менее 0,3 *лк*) на линиях проходов в случае выключения рабочего освещения и тем самым давать возможность рабочим беспрепятственно найти выход из помещения.

Светильники освещения безопасности должны быть включены в особую сеть, питающуюся от отдельного специального источника тока (аккумуляторной батареи, трансформатора).

Во время работы депо в темное время включены оба освещения: рабочее и освещение безопасности. Если в ночное время работа не производится, то остается одно только освещение безопасности, которое в этом случае будет играть роль дежурного освещения. Освещение безопасности выполняется: а) светильниками, выделенными из числа светильников рабочего освещения, или б) специально устанавливаемыми светильниками.

Выбор первого или второго варианта зависит от местных условий (например числа смен) и может быть разрешен путем параллельного экономического подсчета. Вообще же при работе в одну смену более экономично в смысле расхода энергии иметь специальные светильники, которые обычно имеют маломощные лампы (40—60 *вт*). При работе в 2—3 смены первый вариант устройства освещения безопасности представляется более выгодным.

В условиях локомотивного депо ряд помещений работает всю ночь (помещения депо), ряд помещений работает в одну или в две смены (помещения мастерских), соответственно должен решиться вопрос об устройстве освещения безопасности (проходов, выходов).

Электрическая сеть

Электрическая сеть освещения локомотивного депо должна быть запроектирована так, чтобы по выполнении она оказалась простой, дешевой, с минимальным количеством меди и надежной в эксплуатации.

Величина эксплуатационного напряжения сети освещения депо определяется наличием того или иного питательного пункта (электростанции или подстанции) в месте расположения депо и напряжением этого питательного пункта. В большинстве случаев напряжение осветительной сети депо равно 220 *в* на фазе и в линии или 220 *в* на фазе и 380 *в* в линии (380/220 *в*) при переменном токе и 220 и 2×220 *в* при постоянном токе (старые установки).

Система магистральной проводки при переменном токе, очевидно, должна быть трехфазной без нуля или трехфазной с нулевым проводом, при постоянном токе — двухпроводной.

Групповая проводка в локомотивном депо может выполняться или трехфазной при напряжении 120—220 *в*, или по трехфазной системе с нулем при напряжениях 220/120 и 380/220 *в*, или наконец по системе две фазы и нуль при последних же напряжениях. При постоянном токе групповая проводка в локомотивном депо выполняется обычно двухпроводной.

Групповая проводка вспомогательных цехов, служебных и бытовых помещений за редким исключением выполняется однофазной при переменном токе и двухпроводной — при постоянном токе. Если магистральная проводка трехфазная с нулем, то эта групповая проводка выполняется одним фазным и нулевым проводом.

Распределительные щитки как вводный, так и групповые должны располагаться приблизительно в центре нагрузок. Количество распределительных щитков в депо и мастерских равно 5—7.

Число групп в отдельных щитках выбирается так, чтобы каждая группа не была загружена более чем на 3,3 *квт* при 220 *в* и пробках 15 *а*, 1,5—2 *квт* при 220 *в* и пробках 10 *а*. Соответственно при 120 *в* при пробках 15 *а* — 1,8 *квт* и пробках 10 *а* 1—1,2 *квт*. Эти величины загрузок отдельных групп относятся

НБ УДУНТ (ДПТ)

к двухпроводным группам. Группы трехфазные могут быть загружены больше и иметь пробки до 25 *а*.

В служебных и бытовых помещениях устанавливаются групповые щиты с пробками 6 или 10 *а*. Нагрузки на каждую группу должны быть не больше при пробках 6 *а* и 120 *в* — 0,6—0,7 *квт* и 220 *в*—1—1,2 *квт*. При пробках 10 *а* значения нагрузок групп те же, что и для вспомогательных цехов.

Как вводный ящик, так и групповые распределительные ящики в локомотивном депо следует устанавливать закрытые металлические типов VL и VK, изготовляемые ВЭТ. В ящики типа VL предохранители могут быть вставлены до 15 *а*, в ящики типа VK — до 25 *а*. В ящиках типа VL кроме пробок имеются на каждую группу по одному выключателю на силу тока до 15 *а*.

Расчет проводов магистральной и групповой сети локомотивного депо может производиться по формулам, приводимым ниже.

Обозначения в формулах для расчета проводов следующие:

P — нагрузка в ваттах;
l — плечо нагрузки в метрах (расстояние от щитка до данной нагрузки);
U — напряжение фазовое в вольтах;
p — потеря фазового напряжения в процентах от U;
q — сечение провода в кв. миллиметрах, равное:

а) однофазное ответвление или двухпроводная линия постоянного тока:

$$q = 3{,}51\,\frac{\Sigma Pl}{U^2 p};$$

б) трехфазная линия без нулевого провода:

$$q = 1{,}75\,\frac{\Sigma Pl}{U^2 p};$$

в) трехфазная линия с нулевым проводом:

$$q = 0{,}585\,\frac{\Sigma Pl}{U^2 p};$$

сечение нулевого провода q_0 берется равным половине сечения фазного провода, т. е.:

$$q_0 = \frac{q}{2}.$$

г) линия две фазы и нуль:

$$q = 1{,}32\,\frac{\Sigma Pl}{U^2 p};$$

здесь все три провода берутся одинакового сечения.

Величина потери напряжения p в процентах должна быть предварительно выбрана. Располагаемая величина потери напряжения в сети депо (от вводного ящика до последней лампы каждой группы) может быть разделена на две части: 1) потеря в магистральных проводах и 2) потеря в групповых проводах. При расчетах сети депо достаточно правильно будет брать обе потери по 2%, т. е. при расчете магистральной линии принимать $p = 2$ и при расчете групповой линии также принимать $p = 2$.

Пример расчета проводов. Рассчитаем провода части электросети депо. На фиг. 378 представлена схема электрической сети, которую требуется рассчитать. Магистраль № 2 трехфазная 220 *в*, а групповые линии, идущие от щитка № 5, двухпроводные однофазные. На проводах проставлены длины отдельных участков в метрах. Провода медные, потеря напряжения в магистрали № 2 $p = 2\%$, в каждой группе $p = 2\%$.

На той же фиг. 378 представлены расчетые схемы заданных групп № 1, 2 и 3 соответственно *а*, *б*, *в* и магистрали № 2 — *г*.

Формула для расчета однофазных групп:

$$q = 3{,}51\,\frac{\Sigma Pl}{U^2 p}.$$

Группа № 1:

$$q = 3{,}51\cdot\frac{750}{220^2\cdot 2}\,(20 + 28 + 36 + 50) = \frac{3{,}51\cdot 750\cdot 134}{220^2\cdot 2} = 3{,}7\ мм^2.$$

Группа № 2:

$$q = 3{,}51\,\frac{1\,000}{220^2\cdot 2}(20 + 30 + 40) = \frac{3{,}51\cdot 1\,000\cdot 90}{220^2\cdot 2} = 3{,}3\ мм^2.$$

Группа № 3:

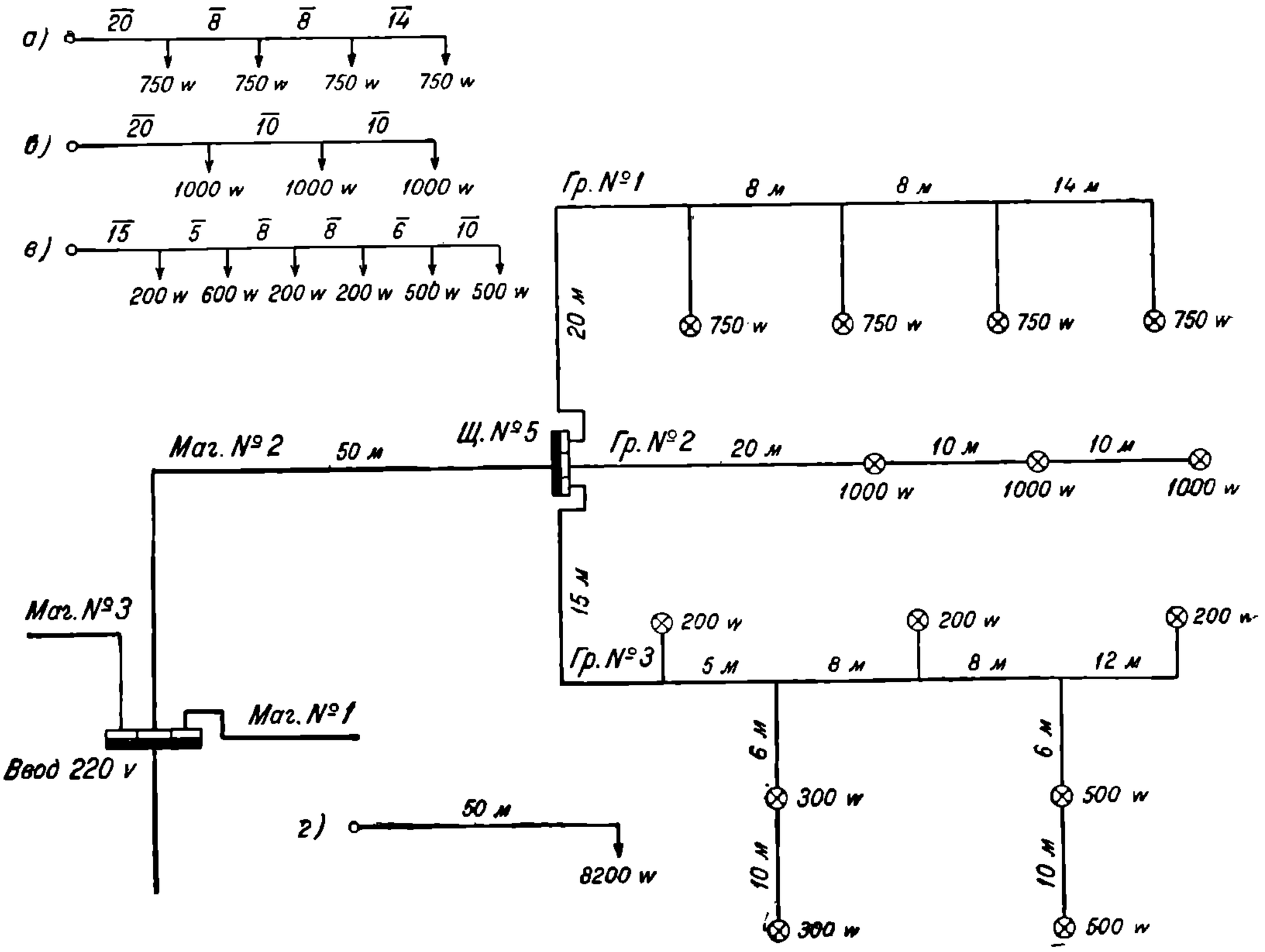
$$q = 3{,}51\,\frac{100}{220^2\cdot 2}\,(2\cdot 15 + 6\cdot 20 + 2\cdot 28 + 2\cdot 48 + 5\cdot 42 + 5\cdot 52) = \frac{3{,}51\cdot 100\cdot 772}{220^2\cdot 2} = 2{,}8\ мм^2.$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

Магистраль № 2:

$$q = 1{,}75\frac{\Sigma Pl}{U^2 p} = 1{,}75\frac{8\,200 \cdot 50}{220^2 \cdot 2} = 7{,}5 \text{ мм}^2.$$

Расчет проводов сводится в табл. 98 прилагаемой формы.
Графы 1—6 пояснений не требуют.



Фиг. 378

Таблица 98

Расчет проводов

Наименование помещений	№ группового щитка	№ группы	Система проводки	Мощность группы в *вт*	Сила тока в *а*	Сечение по расчету в *мм²*	Сечение по нагреванию в *мм²*	Принятое сечение в *мм²*	Сила тока предохранения в *а*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5	1	Однофазная	3 000	13,7	3,7	1,5	4	20
		2	»	3 000	13,7	3,3	1,5	4	20
		3	»	2 200	10	2,7	1	2,5	15
Магистраль		2	Трехфазная	8 200	37,4	7,5	10	10	35

Графа 7. Сила тока, идущая по проводу, определяется из формул для однофазного тока и постоянного тока:

$$I = \frac{P}{U};$$

для трехфазного тока:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U}.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

В графе 8 проставляется полученное расчетом сечение.

В графе 9 проставляется сечение провода по условиям допустимого нагрева.

Это сечение выбирается из табл. 99 допускаемых нагрузок по нормам по силе тока графы 7. Этим делается необходимая проверка на нагрев.

Графа 10. Сечение принимается большим из сечений граф 8 и 9 и выбирается по стандарту проводов.

Графа 11. Из той же табл. 99 допускаемых нагрузок на провода выбирается предохранитель для данного провода по его сечению.

Таблица 99

Наибольшие допустимые с точки зрения нагревания нагрузки, изолированные медные провода и непроложенные в земле освинцованные кабели

Сечение провода в *мм²*	Наибольшая допуск. продолжительная нагрузка в *а*	Номинальная сила тока предохранителя в *а*	Сечение провода в *мм²*	Наибольшая допуск. продолжительная нагрузка в *а*	Номинальная сила тока предохранителя в *а*
1	11	6	50	160	125
1,5	14	10	70	200	160
2,5	20	15	95	240	225
4	25	20	150	325	260
6	31	25	185	380	300
10	43	35	240	450	360
16	75	60			
25	100	80			

Групповая проводка освещения в локомотивном депо и мастерских может выполняться обычными изолированными проводами марки ПРН (провод с резиновой изоляцией по нормам) на роликах, а также и гибким освинцованным кабелем марки СРГИ (освинцованный с резиновой изоляцией гибкий по нормам) на скобах.

Магистральная проводка может выполняться также указанными проводами и кроме того подземным освинцованным и бронированным кабелем марки СБ.

Меры безопасности

Для работы с ручными лампами обязательно применять низковольтное освещение. В условиях депо наилучшим разрешением этого вопроса будет применение переносных однофазных трансформаторов 220/12 *в* мощностью до 100 *вт*. В депо должна быть предусмотрена постановка соответствующего количества штепсельных розеток. В качестве ручных ламп надлежит применять специальные лампы низковольтного освещения с сеткой, изготовляемые промышленностью.

В целях безопасности металлические части осветительной установки (стальные колпаки светильников, выключатели, корпуса распределительных щитков) должны быть при монтаже заземлены (заземление) или присоединены к нулевому проводу, если таковой употребляется (зануление), по правилам, предусмотренным в электротехнических нормах.

ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ПАРОВОЗНЫХ ДЕПО И МАСТЕРСКИХ

§ 80. Основные задачи и основные принципы отопления и вентиляции паровозных депо и мастерских

Основными задачами отопления и вентиляции депо и мастерских, как и вообще всех производственных зданий, являются: 1) поддержание в помещении постоянной нормальной температуры, обеспечивающей здоровое самочувствие рабочих и связанную с этим высокую производительность труда, 2) поддержание и сохра-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

нение в помещении чистого воздуха определенной влажности — обстоятельство, также заметно влияющее на самочувствие и производительность труда рабочих.

По характеру производственных процессов, происходящих в депо, все помещения депо могут быть подразделены на следующие три основные категории:

1) стойловая часть (секция теплой промывки и периодического ремонта и секция подъемки) с механическими матерскими;

2) дымные отделения (кузница, заливочная, медницкая, сварочная, бандажная, трубная и т. д.);

3) бытовые и служебные помещения.

В соответствии с особенностями температурного и влажностного режима каждое из перечисленных помещений депо имеет свои особенности в части отопления и вентиляции.

§ 81. Отопление паровозных депо и мастерских

Применяемые системы отопления

Применяемые ныне в депо системы отопления с краткой характеристикой их таковы:

1. Печное отопление, т. е. отопление местными печами чугунными и кирпичными, устанавливаемыми в разных местах депо, чаще всего по углам здания вблизи ворот.

2. Центральное паровое отопление низкого и повышенного давления.

В первом случае давление в системе до 0,5 *ат*, во втором — до 1,0—2,0 *ат*. Вследствие простоты устройства и эксплуатации паровое отопление имеет в настоящее время большое распространение в депо.

3. Паро- и водовоздушное отопление: а) от центральных воздушных систем и б) отдельными агрегатами.

По характеру теплоносителя — пар или вода — системы соответственно называются паровоздушным и водовоздушным отоплением. Область применения воздушного отопления главным образом для отопления помещений большой кубатуры (стойла промывки, подъемки), не имеющих производственных вредностей.

4. Комбинированная система отопления: паро- или водовоздушное отопление, совмещенное с обычным паровым отоплением местными нагревательными приборами.

5. Центральное водяное отопление повышенного давления с применением в качестве теплоносителя перегретой воды, приблизительно 130° Такая система требует поддержания в сети постоянного заданного давления, обеспечивающего невозможность вскипания воды в системе, что не всегда представляется возможным, почему такая система насегодня применяется сравнительно редко.

1. Применяемые системы вентиляции

Применяемые системы вентиляции могут быть подразделены на:

1) естественную вентиляцию, где движение воздуха производится в виде естественных токов воздуха, обусловленных наличием разности давлений в одной или другой точках помещения, и искусственную вентиляцию, где перемещение воздуха производится при помощи механических устройств— вентиляторов;

2) приточную и вытяжную вентиляцию, смотря по тому, производится ли нагнетание воздуха в помещение или вытяжка его оттуда;

3) общую вентиляцию и местные отсосы: в первом случае действие вентиляции распространяется на все помещение в целом, а во втором — действию вентиляции бывают подвержены отдельные пункты или места производственных процессов, сопровождающиеся выделением вредностей, на устранение которых и направлено действие вентиляции.

НБ УГЛТУ (ДШТ)

2. Определение тепловых потерь зданием депо

1. Потери тепла ограждающими конструкциями (стены, пол, потолок, окна, двери) определяются в соответствии с указаниями ОСТ 6232 — 6233 по формуле:

$$W = \Sigma KF\,(t_в - t_н),$$

где W — количество тепла в *кал/час*;

F — поверхность, отдающая тепло, в кв. метрах;

K — всеобщий коэфициент теплопередачи в *кал/м² час* °С;

$t_в$ — внутренняя температура помещения;

$t_н$ — наружная температура.

Обмер теплоотдающих поверхностей производится следующим образом (ОСТ 6232, стр. 4):

1. Для окон и дверей по наименьшему строительному проему окна или двери.

2. Для наружных стен: длина стены от оси одной внутренней стены до оси другой такой же стены; при наружных стенах от наружной поверхности одной стены до наружной поверхности другой наружной стены. При входящем в помещение наружном угле от линии пересечения внешних поверхностей наружных стен, составляющих угол, до внешней стороны другого наружного угла или же до оси внутренней стены. Высота стены от пола данного этажа до пола вышележащего этажа или до верха засыпки на чердаке. При неотапливаемых подвалах в высоту включать толщину перекрытия над подвалами.

Для полов и потолков:

а) ширину полов и потолков от внутренней поверхности наружной стены до средней линии внутренней поверхности противоположной наружной стены;

б) длину полов и потолков от средней линии поперечной стены до средней линии другой такой же стены;

в) при угловых помещениях размеры для полов и потолков брать как по ширине, так и по длине от внутренних поверхностей наружных стен до средних линий внутренних стен.

Измерение охлаждающих поверхностей тамбуров и световых фонарей подробно указано в ОСТ 6232, стр. 4.

Всеобщий коэфициент теплопередачи ограждающ к конструкции K есть количество калорий, теряемых 1 $м^2$ поверхности охлаждения пр разности температур в 1 °С.

Величина коэфициента K для наиболее распростра нных типов ограждений приведена в табл. 100.

Для тех ограждений, для которых нет готовых коэфициентов K, величина его определяется по формуле:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{\delta_и}{\lambda_и} + \frac{1}{\lambda_н},$$

где $\alpha_в$ — коэфициент тепловосприятия внутренней поверхности ограждения в *кал/м² час* °С;

$\alpha_н$ — коэфициент теплоотдачи наружной поверхностью стены в *кал/м² час* °С;

$\frac{1}{K} = R$ — величина, обратная всеобщему коэфициенту теплоотдачи; называется общим термическим сопротивлением и выражается в *м²/час* °С;

$\frac{1}{\alpha_в} = R_в$ — сопротивление тепловосприятию в *м²/час* °С (обычно принимается $R_в = 0{,}067$);

$\frac{1}{\alpha_н} = R_н$ — сопротивление теплоотдаче в *м²/час* °С (обычно $R_н = 0{,}133$) [1];

δ — толщина слоя материала, входящего в состав стены;

λ — коэфициент теплопроводности материалов в *кал/м² час* °С.

$t_н$ — расчетная наружная температура; берется из того же ОСТ 6232, стр. 48 применительно к тому городу или населенному пункту, в котором находится отапливаемое здание или к которому оно ближе всего расположено;

$t_в$ — внутренние расчетные температуры; принимаются для бытовых и конторских помещений по ОСТ, для производственных помещений могут быть приняты следующие:

---

[1] Подробнее о коэфициентах тепловосприятия и теплоотдачи указано ОСТ 6232, стр. 6.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Секция периодического ремонта паровозов	16°
Секция тепловой промывки	18°
Секция подъемки	16°
Механическая мастерская	16°

Кузница, медницкая, заливочная, сварочная, бандажная, газогенераторная, хромировочная (дежурное отопление) 12°.

Малярная, столярная, мастерская точных приборов, электромонтажная и запасные помещения 16°.

Расчетная разность температур для потолков первых этажей, над которыми расположены неотапливаемые чердачные помещения с железной кровлей, принимается в 80% от расчетной разности для наружных стен: при кровле черепичной или шиферной в 70% и при кровле гольцементной в 60% (подробнее см. ОСТ 6232, стр. 45).

Термическое сопротивление воздушных прослоек принимается на основе опытных данных табл. 101.

Таблица 101

Толщина воздушной прослойки до	Поток тепла снизу вверх или по горизонтали	Поток тепла сверху вниз
1	0,14	0,17
2	0,16	0,19
3	0,17	0,21
4	0,18	0,22
8	0,20	0,23
15	0,22	0,24

Таблица 100

Всеобщий коэфициент теплопередачи K и общее термическое сопротивление R для стен наиболее распространенных конструкций

№ п/п	Конструкция стены	Толщина стены в кирпичах	Общая толщина в *см*	Общее термическое сопротивление R	Всеобщий коэфициент теплопередачи K	Примечания
1	Из красного кирпича ОСТ 5998 на холодном растворе со штукатуркой с двух сторон по 1,5 *см* толщиной. Объемный вес кладки 1 700 *кг/м*³	1,5	41	0,79	1,27	
		2,0	54	0,97	1,03	
		2,5	67	1,16	0,86	
		3,0	80	1,35	0,75	
2	То же, но с одной стороны внутренней штукатуркой	1,5	39,5	0,77	1,30	
		2,0	32,5	0,95	1,05	
		2,5	65,5	1,14	0,88	
		3,0	78,5	1,33	0,76	
3	Из красного кирпича на теплом растворе; объемный вес $\gamma=1\,200$ *кг/м*³ с одной внутренней штукатуркой толщиной 1,5 *см*	1,5	39,5	0,92	1,07	λ теплого раствора равна 0,40
		2,0	52,5	1,15	0,87	
		2,5	65,5	1,39	0,72	λ кладки на теплом растворе равна 0,55
4	Бутовая кладка с объемным весом $\gamma=1\,800$ *кг/м*³ на холодном растворе с холодной штукатуркой с внутренней стороны толщиной 1,5 *см*	Размер камня				
		66	67,5	1,10	0,91	λ кладки из песчаника равна 0,75
		51	52,5	0,90	1,11	
5	То же с холодной штукатуркой с обеих сторон по 1,5 *см*	66	69	1,12	0,89	
		51	54	0,92	1,08	

НБ УДУНТ (ДИТ)

Теплопотери сплошными полами, находящимися на уровне земли, при внутренних температурах в 15—20° следует определить по зонам, считая, что:

1) для поверхностей полов, расположенных на протяжении двух первых метров от наружной стены, потери эти составляют 20 *кал/м² час*;

2) для поверхностей, расположенных на следующих двух метрах (от 2 до 4 *м*) от наружной стены, 10 *кал/м² час*;

3) для поверхностей, расположенных на протяжении следующих двух метров в глубь помещения, 5 *кал/м² час*;

4) для дальнейшей внутренней площади пола 2 *кал/м² час* (подробное указание дано в ОСТ 6232, стр. 46).

Добавки к нормальным теплопотерям отапливаемых зданий

К нормально подсчитанным теплопотерям зданий следует делать добавки, учитывающие увеличение теплопотерь вследствие некоторых специфических условий. Такие добавки делаются на:

1. Страны света (на стены, окна и вертикальные проекции наклонных крыш):

а) север и северо-восток 10%;
б) северо-запад и восток 8%;
в) юго-восток и запад 5%;
г) юго-запад 3%;
д) юг 0%.

2. Добавки на открытое помещение и обдувание ветром для зданий, стоящих открыто или выступающих над другими зданиями, для наружных ограждений или частей, подверженных обдуванию ветром, принимать 5—10% по местным условиям.

3. Добавки на высоту помещения: для помещения высотой свыше 4 *м* принимать по 2% на каждый метр помещения, но не более 15%.

4. Добавки на двойные наружные двери принимать от 100 до 300% в зависимости от этажности здания и частоты открывания дверей, а именно:

для одноэтажных зданий 100%;
» двухэтажных » 200%;
» трехэтажных » 300%.

При частом открывании дверей добавки увеличиваются еще, но не свыше 50%, т. е. принимаются от 150 до 450%.

В целях систематизации и возможности легкой проверки произведенных подсчетов охлаждения здания через наружные ограждения эти расчеты (так называемый трансмиссионный расчет) производятся на специально заготовленных бланках по образцу табл. 102.

Таблица 102

Теплопотери здания (название здания с примерным заполнением)

Расчетная наружная температура —30°

№ помещений	Назначение помещения, название охлаждающих поверхностей и размеры их в *м*	Поверхность охлаждения	Внутренняя температура	Расчетная разность температур	Всеобщий коэфициент теплопередачи *K*	Потеря тепла в *кал/час*	Добавки			Примечание
							%	*кал*	полная потеря тепла	
1	Контора начальника станции — наружная стена 6,0×5,0 .	30,0	18°	48	0,86	1 240	10	124	1 364	

Тепловая характеристика здания депо

Если разделить найденную по трансмиссионному расчету максимальную величину теплопотерь здания депо W_{max} на внешнюю кубатуру того же здания V, выраженную в куб. метрах, полученная величина $\frac{W}{V} = X$ (так называемая тепловая строительная ха-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

рактеристика здания депо) покажет, как велика потеря тепла, приходящаяся на 1 $м^3$ этого здания.

На основании произведенных многочисленных подсчетов теплопотерь зданием депо с последующим выявлением их тепловых характеристик установлено, что среднее значение тепловой характеристики здания (по наружным ограждениям) колеблется для II климатического пояса в пределах 20—25 *кал/м³ час*.

Кроме потерь тепла внешними ограждениями следует предвидеть и учитывать следующие виды потерь тепла зданием депо:

1. На инфильтрацию, т. е. просачивание холодного воздуха через неплотности конструкции и поры строительных материалов в помещения.

2. На подогрев врывающегося через ворота наружного холодного воздуха.

3. На нагревание холодных частей паровозов.

Действие инфильтрации усиливается кроме того в зависимости и под влиянием направления дующих ветров.

Количество воздуха, проникающего в здание путем инфильтрации, определяется по опытным данным (американским) и выражается в следующих числах: на 1 $м^2$ притвора через фонари и створчатые одинарные окна проходит в среднем 10 $м^3/час$, а при двойных рамах — 5 $м^3/час$.

Количество тепла, потребного на нагрев инфильтрационного воздуха $W_{инф}$, определяется по формуле:

$$W_{инф} = U \cdot \gamma \cdot c\,(t_{пом} - t_{нар}),$$

что для $t_{нар} = -30°$ дает:

$$W_{инф} = U_1 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}24\ (t_{пом} + 30),$$

где U — количество инфильтрационного воздуха в куб. метрах,
γ — удельный вес воздуха в $кг/м^3$; $\gamma = 1{,}4$ для температуры 30°;
c — удельная весовая теплоемкость воздуха; $c = 0{,}24$ *кал/кг*;
$t_{пом}$ — температура помещения;
$t_{нар}$ — температура наружного воздуха.

Согласно практическим данным можно считать, что расход тепла на инфильтрацию составляет ориентировочно 20 -- 25% от W_{max}.

4. Расход тепла на подогрев врывающегося через ворота наружного воздуха. Врывание в депо через открытые ворота наружного холодного воздуха происходит при въезде и выезде паровоза из депо.

Часовое количество врывающегося наружного воздуха может быть определено по формуле:

$$Z_{врыв} = B \cdot H \cdot 0{,}75\,\eta_к \cdot V \cdot n \cdot 60\,m,$$

где B — ширина ворот (обычно $B = 4{,}4$ *м*);
H — высота открывающейся части ворот (обычно $H = 5{,}5$ *м*);
0,75 — высота расположения «нейтральной зоны»;
$\eta_к$ — коэфициент сужения струи при входе в отверстие (ворота);
V — скорость врывания воздуха (обычно $V = 1{,}0 - 1{,}5$ *м* в зависимости от наружной температуры и направления ветра);
n — продолжительность открытия ворот в минутах;
60 — число секунд в 1 мин.;
m — число открытий ворот в час.

Примечание. Высота расположения нейтральной зоны над полом депо принимается 0,75 H на основании практических данных. Самое понятие «нейтральная зона» уясняется на фиг. 379, где видно, что врывание воздуха идет ниже линии AA, выход воздуха из депо — выше той же линии AA. В плоскости самой линии AA ни врывания воздуха, ни выхода воздуха не замечается, почему эта зона называется «нейтральной зоной».

5. Охлаждение депо холодными частями паровозов. При расчете количества тепла, потребного для отопления депо, следует учесть:

а) тепло, поглощаемое холодными частями локомотива при их нагревании до температуры депо;

б) тепло, выделяемое нагретыми частями локомотива во время стоянки его в депо.

На основании произведенных расчетов расход тепла на нагрев паровоза серии ФД оказался равным:

$$W_{пар}^{охл} = 133\,000\ кал/час,$$

а тепловыделение того же паровоза оказалось равным:

$$W_{пар}^{отд} = 103\,000\ кал/час,$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

т. е. дополнительный расход тепла на нагрев холодных частей паровоза равен:

$$W_{нагр} = 133\,000 - 103\,000 = 30\,000 \text{ кал/час}.$$

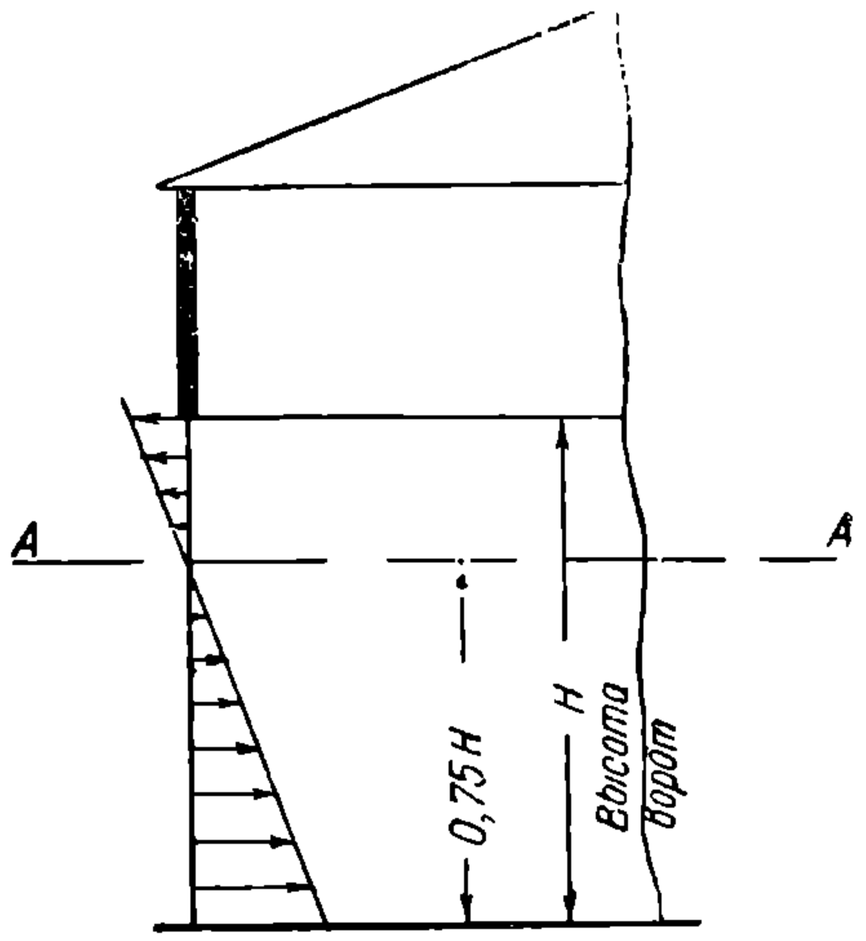
То же для паровозов серий Су и Э:

$$W_{нагр} = 17\,000 \text{ кал/час}.$$

Приведенные величины расходов тепла на нагрев холодных частей паровозов являются средними величинами и как таковые могут применяться при разработке проектов отопления депо.

Полная тепловая характеристика депо с учетом охлаждения ограждающими конструкциями, инфильтрацией, врыванием холодного воздуха через ворота и нагревом холодных частей паровозов может быть принята для II климатического пояса равной

$$X_{пол} \approx 40 \text{ кал/м}^3 \text{ час}.$$



Фиг. 379

3. Приборы отопления

В качестве приборов отопления в депо применяются гладкие трубы, ребристые трубы, радиаторы «Гамма» № 1 и 4, радиаторы «Польза» № 6 и 3 и радиаторы «Воко».

Гладкие трубы $D=50$ *мм* или $D=75$ *мм* применяются главным образом для установки в кочегарных канавах или под фонарем помещения.

Ребристые трубы с круглыми ребрами устанавливаются обычно у наружных стен под окнами в 1, 2, 3 и 4 ряда.

Таблица 103

Размеры ребристых труб и поверхность нагрева их

Длина трубы в *м*	1,0	1,5	2,0
Поверхность нагрева F в $м^2$	2,0	3,0	4,0
Внутренний диаметр $d_{вн}$ в *мм*	70	70	70
Диаметр ребра d в *мм*	175	175	175

Таблица 104

Размеры радиаторов и поверхность нагрева их

	«Гамма»		«Польза»		«Воко»
	№ 1	№ 4	№ 3	№ 6	
Строительные					
а) Высота в *мм*	500	1 100	500	980	515
б) Глубина в *мм*	185	185	185	185	200
в) Ширина в *мм*	80	80	80	80	62
Поверхность нагрева первого элемента в $м^2$	0,25	0,49	0,25	0,46	0,26
Вес одного элемента в *кг*	10,0	19,6	10,2	18,8	7,2

НБ УДУНТ (ДИТ)

Необходимая поверхность нагрева приборов отопления при теплоносителе в виде пара низкого давления определяется по формуле:

$$F = \frac{Q}{K(100 - t_{пом})} \text{ кв. метров,}$$

где Q — количество тепла, которое должен дать прибор, в *кал/час*;
K — коэфициент теплопередачи от прибора к воздуху помещения (табл. 105);
100 — температура пара в приборе;
$t_{пом}$ — темпераура воздуха помещения.

Таблица 105

Коэфициенты теплопередачи *K* паровых нагревательных приборов

Тип, размер и материал нагревательных приборов	Количество тепла K, передаваемое в час через 1 $м^2$ поверхности нагревательного прибора при 1° разности температуры пара и притекающего воздуха
а) Стальные приборы	
Одинарная горизонтальная труба с наружным диаметром:	
До 33 *мм* . .	13,0
От 33 до 100 *мм*	12,0
Свыше 100 *мм*	11,5
Одинарная вертикальная труба при паре низкого давления с наружным диаметром до 33 *мм*	13,5
От 33 до 100 *мм*	12,5
Свыше 100 *мм* .	12,0
С наружным диамером	
До 33 *мм* .	14,0
От 33 до 100 *мм*	13,0
Свыше 100 *мм*	12,5
Батарея, состоящая из горизонтальных или вертикальных труб:	
в один ряд	11,5
в два ряда . .	9,0
в четыре ряда . .	8,0
б) Чугунные приборы	
Радиаторы типа «Гамма»	
При паре низкого давления одно- и двухколонные в шесть и более элементов при расстоянии между центрами ниппелей	
500 *мм* .	8,5
700 » .	8,0
1 000 »	7,7
При числе элементов в одной батареи от трех до пяти величины K могут быть увеличены до 5%	
При паре высокого давления одно- и двухколонные в шесть и более элементов при расстоянии между центрами ниппелей	
500 *мм*	9,0
700 »	8,5
1 000 »	8,0
При числе элементов в одной батарее от трех до пяти величины K могут быть увеличены на 5%	
Ребристые трубы с круглыми ребрами	6,5

При теплоносителе пара высокого давления формула принимает вид:

$$F_{пр} = \frac{Q}{K\left(\frac{t_{пар} + 0{,}9\,t_{пар}}{2}\right) - t_{пом}},$$

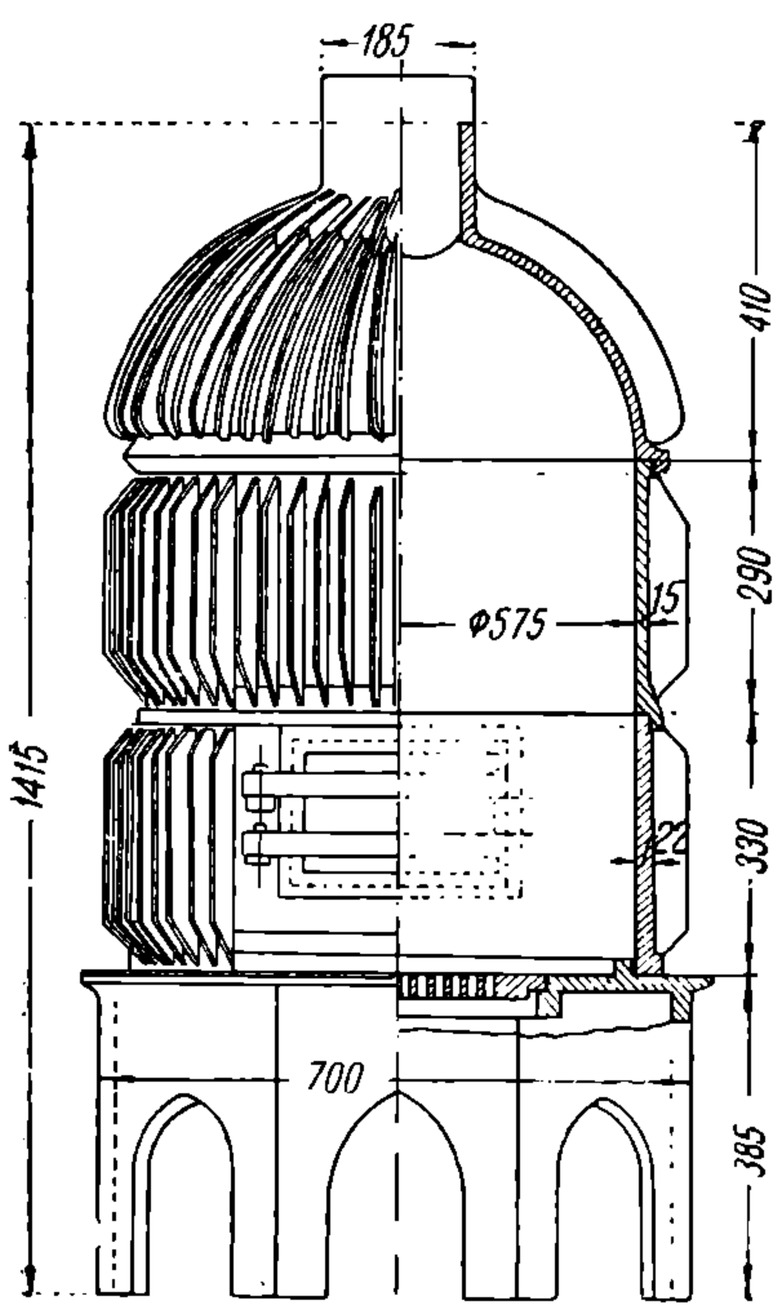
где кроме ранее принятых обозначений $t_{пар}$ — температура пара, соответствующая его давлению, а 0,9 $t_{пар}$ — температура конденсата.

После определения для каждого помещения необходимой поверхности нагрева приборов производится расстановка их по помещениям.

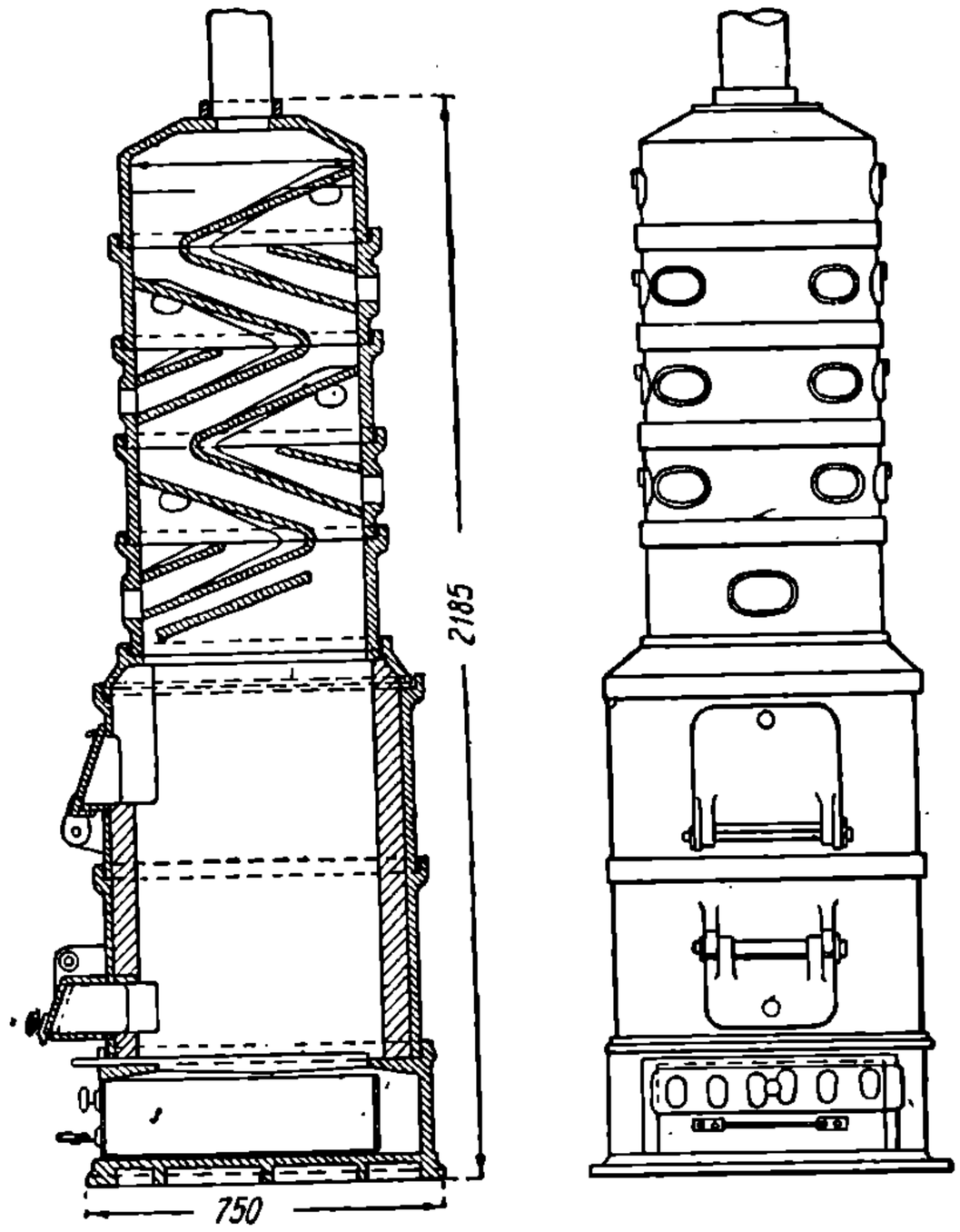
НБ УДУНТ (ДПТ)

4. Системы отопления

1. Печное отопление. Печное отопление применяется в депо в редких случаях, а именно для отопления малых депо (оборотных) на 2, 3, 4 стойла и то лишь при условии отсутствия поблизости какой-либо котельной. Недостатки этого вида отопления ясны сами по себе: 1) неудобство эксплуатации (наличие нескольких огневых точек, требующих обслуживания), 2) опасность в пожарном отношении, 3) неизбежное стеснение печами полезной площади пола, 4) негигиеничность (здесь разумеются печи железные или чугунные, имеющие на поверхности высокие температуры, свыше 120—150°).



Фиг. 380



Фиг. 381

Обычно применяются железные или чугунные печи с футеровкой или без футеровки с внутренней стороны. Кирпичные печи как более громоздкие и менее эффективные в смысле теплоотдачи вряд ли могут быть допущены к установке в депо.

Подбор печей производится, исходя из произведенного трансмиссионного расчета, причем предполагается, что ввиду малой теплоемкости металлических печей топка их в морозные дни должна производиться круглые сутки, и лишь при более высоких наружных температурах допускается делать некоторые перерывы в топке.

Теплоотдача с 1 $м^2$ чугунных печей принимается примерно 3000—4000 *кал/час*.

Определение необходимой поверхности нагрева печи производится по формуле:

$$F = \frac{W_{max}}{K}$$

где K — указанная выше теплоотдача с 1 $м^2$ печи.

В целях более равномерного обогрева помещения следует устанавливать не одну печь на все депо, а две-три или более, располагая их по разным углам или сторонам депо.

Как образец чугунных печей приводятся чертежи двухсекционных печей. Поверхность нагрева их может быть увеличена путем вставки между нижней и и верхней секциями нужного количества однотипных секций (фиг. 380 и 381).

НБУВ/УНТ (ДІТ)

2. Центральное паровое отопление. Центральное паровое отопление является насегодня наиболее распространенной системой отопления депо.

По величине допускаемого давления различаются:

а) паровое отопление низкого давления;

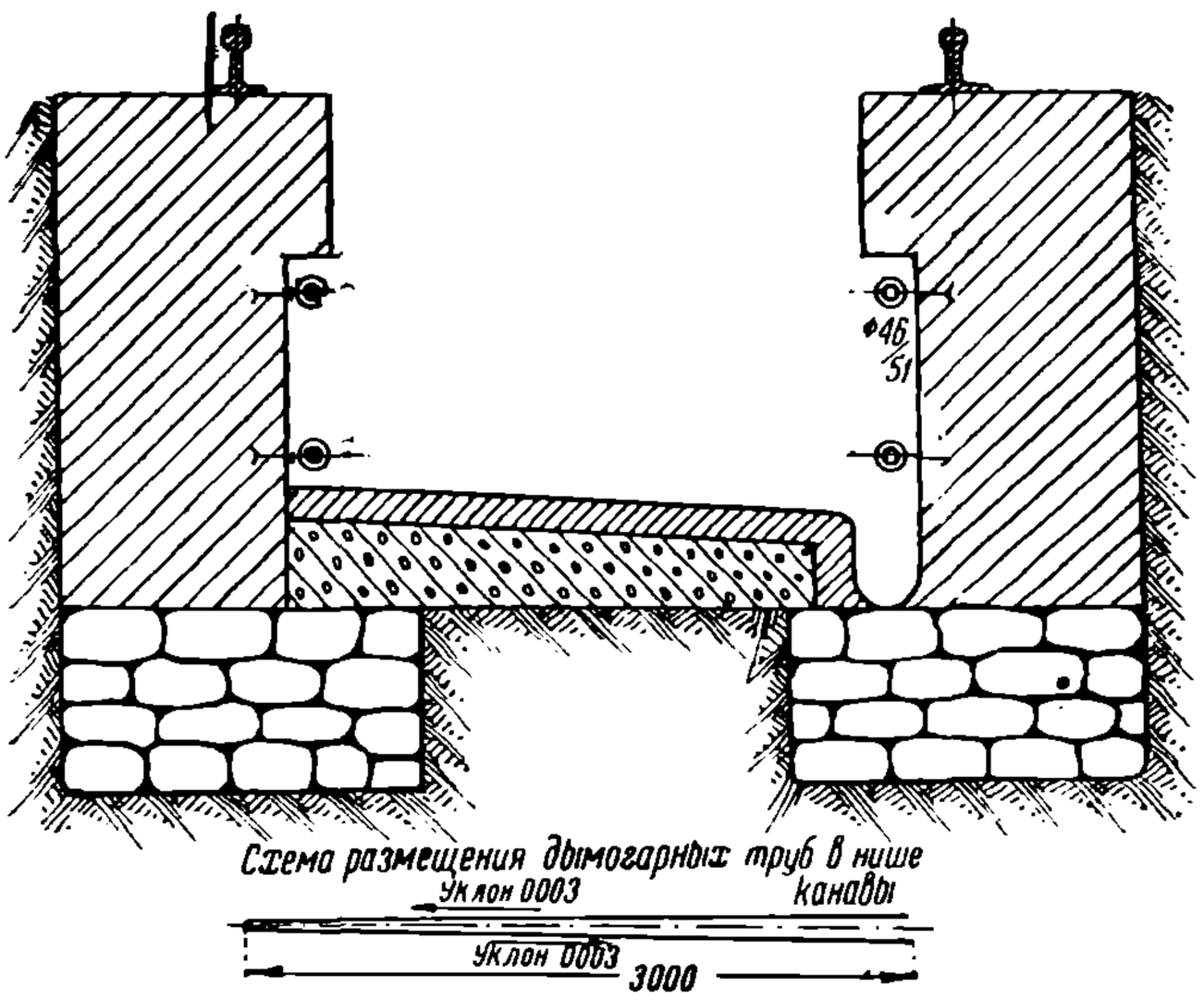
б) паровое отопление повышенного давления.

Для первого (низкого давления) верхним пределом служит давление в 0,5 *ат*, для второго (повышенного давления) таковым пределом являются 2 *ат*.

Области применения той или иной системы отопления не могут быть четко разграничены.

Чатто они определяются в зависимости от того, какие котлы имеются в котельной, и от величины допускаемого в них давления.

При наличии в котельной чугунных котлов, не допускающих давление свыше 0,7 *ат*, отопление должно быть запроектировано низкого давления, при котлах иных, позволяющих иметя давление до 4 *ат* и более, отопление может быть запроектировано повышенного давления. Преимуществами отопления низкого давления являются:



Фиг. 382

1. Более легкая регулировка работы всей системы.

2. Меньшее сравнительно с системой высокого давления образование шумов.

3. Большая гигиеничность, так как температура нагревательных приборов не превосходит 100°.

Преимущества системы высокого давленния:

1. Меньшие диаметры паропроводов вследствие большей скорости движения и бо́льшего удельного веса пара, допускаемых в паропроводах.

2. Экономичность в части нагревательных приборов, так как с повышением начальной температуры повышается и теплоотдача приборов, а следовательно поверхность их сокращается.

Общие положения

Прежде чем перейти к детальному описанию устройства систем парового отопления низкого и повышенного давления и способов расчета их, необходимо отметить основные принципы применения их для деповских зданий.

Распределение тепловых нагрузок и расстановка приборов отопления

По выявлении расхода тепла на отопление здания, произведенного на основании трансмиссионного расчета и тех дополнительных перерасчетов, которые определяют потери тепла на инфильтрацию, врывание наружного воздуха через ворота и нагрев холодных частей паровозов, производится распределение тепловых нагрузок между отдельными группами приборов, устанавливаемых в разных местах здания, имея в виду получить по всему депо заданную нормами равномерную температуру. Такими группами являются:

1. Ребристые трубы, расположенные вдоль наружных стен, преимущественно над окнами.

НБ УДУНТ (ДИТ)

2 Гладкие трубы диаметром 2″ расположенные вдоль кочегарных канав в специально устраиваемых нишах по две трубы с каждой стороны канавы (фиг. 382). Назначение этих труб — подогревать нижние наиболее холодные слои воздуха, при этом как раз в непосредственной близости от рабочих мест.

3. Гладкие трубы диаметром 3″, прокладываемые под потолком вдоль фонарей. Это мероприятие обеспечивает обогрев фонарей и устраняет намерзание на них льда.

При указанном способе размещения приборов отопления обычно оказывается так, что для покрытия полного расхода тепла под окнами приходится устанавливать до 5—6 круглых ребристых труб одна над другой, что нельзя признать целесообразным.

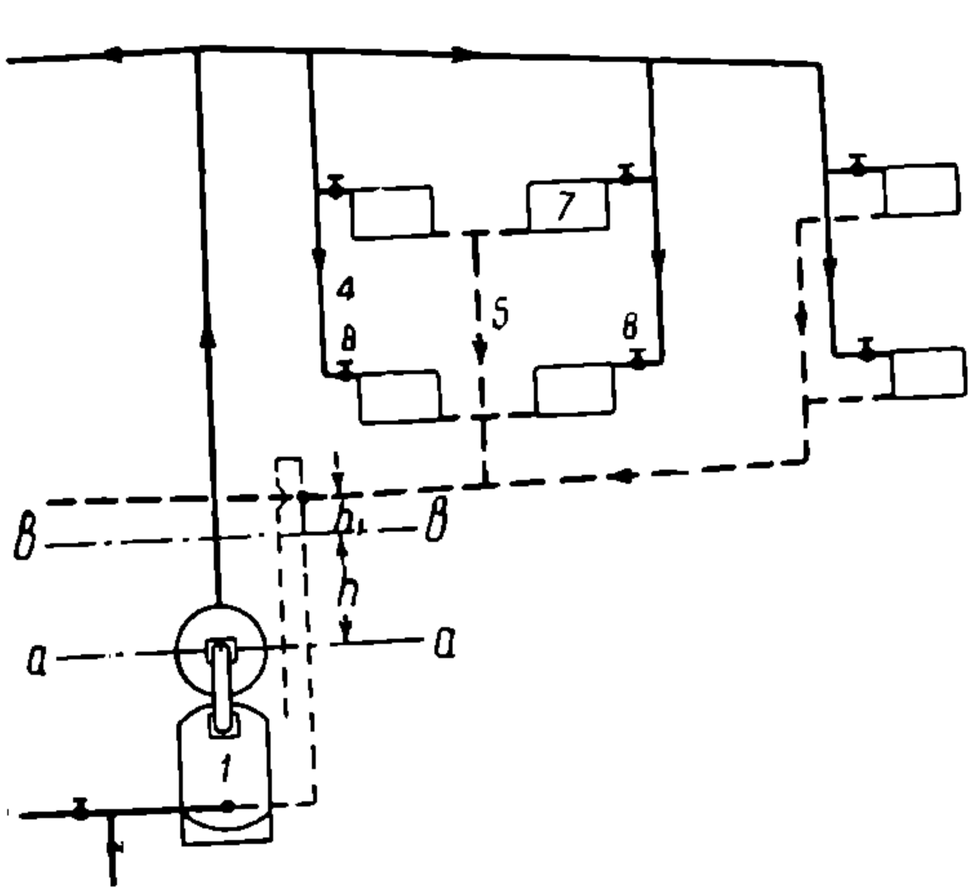
Сказанное относится к стойловым частям депо, что же касается мастерских и депо подъемки, то в них ребристые трубы размещаются на общих основаниях под окнами (в секции подъемки кроме того приходится применять воздушные настенные агрегаты).

а) Паровое отопление низкого давления. Паровое отопление низкого давления характеризуется тем, что применяемое там давление пара не превосходит 0,5 *ати*. В зависимости от протяженности системы выбор давления производится по следующим правилам:

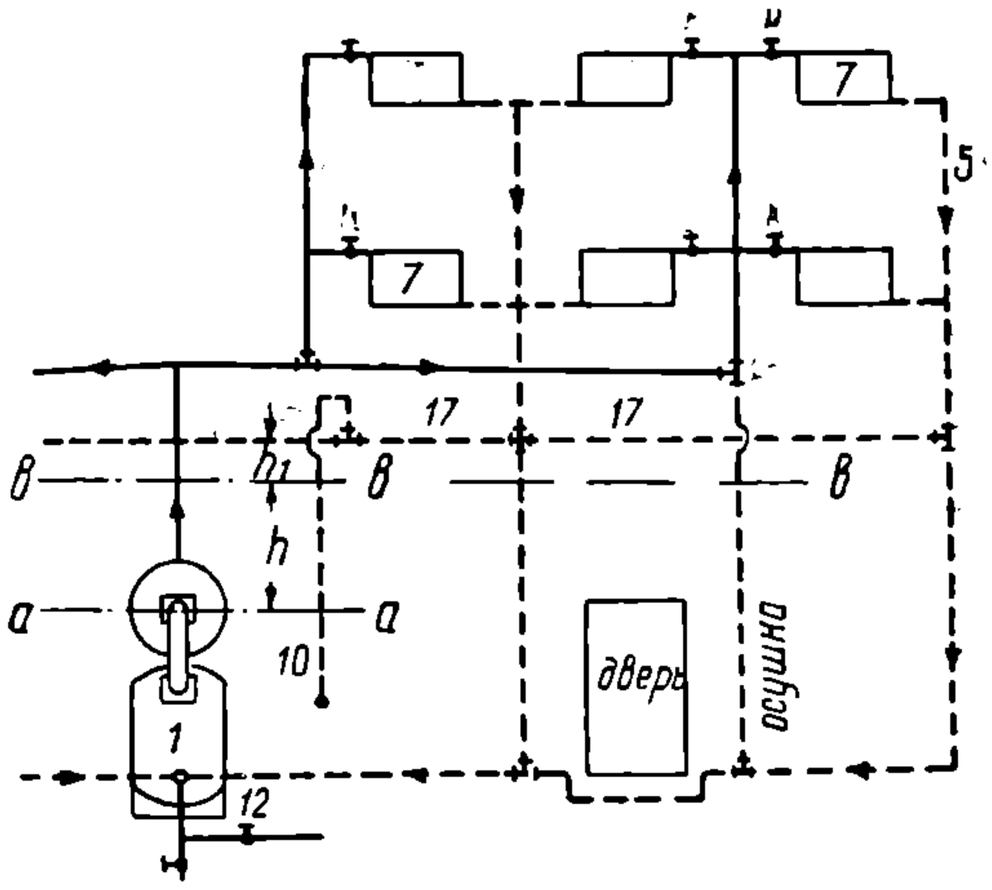
p от 0,05 до 0,1 *ати*	при	системах	с	горизонтальным	протяжением	200	*м*
p до 0,15	»	»	»	»	»	300	»
p » 0,20	»	»	»	»	»	500	»

Конструирование и расчет схем отопления

Конструирование схемы отопления заключается в том, что после нанесения в изометрии на планы приборов отопления в масштабе $^1/_{100}$ системы паропроводов и связанных с ними приборов отопления на полученные участки трубопроводов наносят затем так называемые тепловые нагрузки, показывающие количество тепла, передаваемое паром на данном участке (участками называются такие отрезки трубопроводов, на протяжении которых тепловая нагрузка не меняется).



Фиг. 383



Фиг. 384

Применяются верхняя и нижняя разводки пара: при верхней разводке распределительные магистрали проходят по верху помещения (на чердаке или под потолком); при нижней разводке паровая разводящая магистраль прокладывается у пола или под полом помещения. Конденсационные трубопроводы в обоих случаях проходят понизу. Преимущество верхнего распределения перед нижним: при верхнем происходит свободное движение пара в восходящем стояке; во всех остальных стояках конденсат течет по направлению движения пара; при правильном расчете трубопровода получается надежная и практически бесшумная работа.

Недостатками системы с верхней разводкой являются сравнительно большая стоимость из-за большей протяженности стояков (от низа до верха помещения) и большая стоимость эксплуатации благодаря потере тепла на чердаке или по разводящим трубопроводам у потолка.

НБУВ/УНТ (ДІТ)

Применяется верхняя разводка при большой протяженности системы с развитой сетью. Удаление воздуха производится через точку, которая должна лежать выше высшего уровня воды в котле на высоту, соответствующую высшему давлению пара в котле плюс некоторая прибавка из осторожности.

Воздух как более тяжелый стремится занять низшее положение в системе и как бы сливается в низшие ее точки, почему и удаление его идет через специальную воздушную линию ниже приборов отопления, прокладываемую несколько выше высшего уровня воды в котле.

Конденсатопровод может быть проложен двояким способом: или выше уровня воды в котле, тогда он оказывается лишь частично заполнен стекающим конденсатом и служит для отвода и удаления воздуха из системы (сухой конденсатопровод, фиг. 383), или же он проходит ниже уровня воды в котле, тогда он оказывается целиком заполненным водой (мокрый конденсатопровод, фиг. 384), а для отвода воздуха в этом случае прокладывается специальная воздушная линия, идущая выше уровня воды в котле.

Перечисленные системы разводки трубопроводов отопления, представляя с котлом одно сплошное замкнутое кольцо, называются замкнутыми системами в отличие от разомкнутым систем, когда конденсатопровод на пути от последнего прибора к котлу разрывается и сообщается с конденсационным баком. Такая система конденсатопровода называется разомкнутой и применяется главным образом в тех случаях, когда заданное давление пара в системе является большим (0,4—0,5 *ат*).

Все паропроводы, проходящие в неотапливаемых помещениях в подвале или около наружных дверей, должны быть изолированы.

Расчет системы отопления

Расчет трубопроводов заключается в определении диаметров их, исходя из количества проходящего по ним пара и из заданной скорости движения пара.

При движении по трубам пар преодолевает:

1. Сопротивление от трения и двухместные сопротивления, зависящие от поворотов, сужений и пр., причем следует знать, что сопротивления растут пропорционально квадрату скорости, а скорость в свою очередь обусловливается имеющимся перепадом пара на котле и у прибора.

Величина потери на трение, приходящаяся на 1 *пог. м* трубопровода, обозначаемая обыкновенно буквой R, определяется по формуле:

$$R = 6{,}4 \cdot 10^6 \frac{\xi}{\gamma} \quad \frac{g^2}{d^5} \text{ мм вод. ст.},$$

где γ — вес 1 $м^3$ воды в $кг/м^3$;
g — часовое количество проходящей воды в $кг/час$;
d — диаметр трубы в миллиметрах;
ξ — коэфициент сопротивления.

На основании последней формулы составлены таблицы, позволяющие по заданной величине и заданному количеству тепла (пара) находить необходимый диаметр паропровода.

Наличие указанных таблиц сводит всю задачу расчета паропроводов по определению их диаметров к весьма простым и несложным манипуляциям.

Порядок расчета следующий: в зависимости от протяженности системы выбирается давление в котлах и определяется допускаемая средняя величина удельной потери на трение для самого отдаленного от котла прибора.

При этом на основании опытных данных принимают, что на преодоление сопротивления трения может быть израсходовано около 66% от действующего напора, а остальные 34% идут на покрытие местных сопротивлений. Таким образом искомая величина R определяется по формуле:

$$R = \frac{0{,}66\ (p_1 - p_2)}{e},$$

где p выражено в $кг/м^2$ или в *мм* вод. ст.

Имея на схеме паропроводов тепловые нагрузки по участкам и определив среднюю величину допускаемой удельной потери на трение, подбирают по таблице диаметр трубопроводов.

Произведенный расчет является ориентировочным. В дальнейшем расчет следует уточнить, проверив действительную возможность покрытия всех имеющихся потерь в паропроводах располагаемым напором.

Для удобства ведения записей и возможности проверки расчетов применяются таблицы по образцу прилагаемой табл. 106.

Потери напора на местные сопротивления определяются по следующей, потвержденной опытами формуле:

$$Z = \xi \frac{v^2}{2g} \text{ мм вод. ст. (или } кг/м^2),$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица 106

№ участка	Подбор диаметров			Поверочный подсчет потери напора						
				По предварительным диаметрам						
	тепловая нагрузка Q в *кал/час*	длина участка l в *м*	предварительн. α в *мм*	v	R	Rl	ξ	$\frac{v^2}{2g}\gamma$	Z	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

где Z — потери на местные сопротивления;

ξ — коэфициент, учитывающий характер местного сопротивления (безразмерная величина);

v — скорость движения пара в *м/сек*;

g — ускорение силы тяжести.

Определение величины Z производится по готовым таблицам, где эта последняя величина дается как функция скорости пара и величины ξ.

Расчет системы считается законченным, когда проверочным расчетом установлено, что ни по одному из колец трубопроводов не имеется перерасхода располагаемого напора.

Расчет трубопровода для отвода конденсата и выпуска воздуха

Конденсационные трубопроводы служат как для отвода конденсата, полученного из пара, так и воздуха, вытесняемого из системы отопления. Если конденсатопровод «сухой» (фиг. 383), то значнительая часть его свободна от воды.

В «мокром» (фиг. 384) конденсатопроводе все его сечение залито водой.

Определение и подбор диаметра конденсатопроводов производят по специальным таблицам, составленным в зависимости от того количества тепла, которое выделено паром, а также в зависимости от того, является ли данный конденсатопровод «сухим» или «мокрым», вертикальным или занимает горизонтальное положение.

Горизонтальные участки конденсатопроводов укладываются с уклоном в $^1/_{200}$ или 0,005, т. е. 5 *мм* на 1 *пог. м* трубопровода.

Количество конденсата, протекающее по любому участку конденсатопровода, соответствует количеству образовавшего его пара, а это количество в свою очередь соответствует определенному количеству тепла, выделенному при конденсации.

Определение размеров конденсационного бака и подбор питательных насосов

Емкость конденсационного бака берется обыкновенно равной 1—2-часовому расходу пара котлом.

Питательный насос следует установить такой производительности, чтобы он мог часовой расход воды из котлов вернуть в котлы в течение 5 мин.

Напор, развиваемый насосом, должен равняться давлению пара в котле плюс высота уровня стояния воды в котле над осью насоса и плюс гидравлическое сопротивление в питательном трубопроводе.

Мощность двигателя к насосу следует определять, принимая к. п. д. самого насоса не более 0,45.

б) Центральное паровое отопление повышенного давления. Паровое отопление повышенного давления характеризуется пределами допускаемого давления пара от 0,5 до 3 *ат*. Оно менее гигиенично, чем паровое отопление низкого давления, именно потому, что при паре повышенного давления температура поверхности нагревательных приборов значительно выше и достигает 115—120° и более; за то оно и дешевле, чем паровое отопление низкого давления, благодаря тем же повышенным температурам на приборах и большей упругости пара высокого давления, что соответственно уменьшает необходимую поверхность нагрева приборов и позволяет делать паропровод меньшего диаметра.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Радиус действия паровых систем повышенного давления достигает нескольких километров.

В части монтажа паровое отопление повышенного давления требует более тщательной сборки системы, применения клингеритовых, а не картонных прокладок в местах соединения деталей, постановки двух вентилей у каждого прибора перед и за прибором, причем регулировка подачи пара ведется преимущественно вентилем на конденсатопроводе, а передний вентиль применяется главным образом для выключения прибора.

На общих сборных конденсационных трубопроводах в местах слияния их с конденсационной магистралью или в местах подхода к конденсационному баку устанавливаются конденсационные горшки, служащие для выпуска конденсата и задержания пара.

Для бесшумной работы паровой системы повышенного давления необходимо проектировать паропроводы так, чтобы они имели уклон в сторону движения пара не менее 0,002, а вертикальные участки трубопроводов были обеспечены отводом конденсата либо через вблизи лежащий прибор, либо через специально установленный конденсационный горшок.

Конструирование схем отопления повышенного давления производится в основном по тем же принципам, как схема отопления низкого давления, с применением верхней и нижней разводки.

Верхняя разводка предпочтительнее нижней, так как при паре повышенного давления встречное движение пара и конденсата нежелательно.

При всех случаях схема повышенного давления должна быть разомкнутой, т. е. должна иметь конденсационный бак, устанавливаемый так, чтобы конденсат самотеком стекал в этот бак, располагаемый обыкновенно в котельной.

При невозможности разместить сборный конденсационный бак в котельной он устанавливается где-либо в отапливаемом здании, а конденсат по мере накопления перекачивается в котельную насосом.

Приборами отопления, применяемыми в повышенных системах отопления, являются гладкие трубы, ребристые трубы и реже радиаторы.

Во избежание образования в системе большого вакуума при прекращении подачи в нее пара необходимо предусмотреть возможность быстрого поступления воздуха в приборы, что достигается установкой на приборах автоматических воздуховпускателей.

Расчет трубопроводов системы отопления

Обозначим начальное давление пара в трубопроводе p_1, а давление пара перед наиболее удаленным прибором p_2.

Законы движения пара повышенного давления в трубопроводах остаются те же, что и для пара низкого давления, а потому и расчет паропровода повышенного давления в основном ведется по тем же формулам, как и паропровода низкого давления.

Но только в данном случае нельзя, как в паре низкого давления, принять какие-либо постоянные средние величины ξ и γ, так как вследствие большого различия давлений в начале и конце паропровода повышенного давления заметно изменяются величины ξ и γ.

Применять среднее значение ξ и γ оказывается возможным лишь для отдельных участков паропроводов, а не для всего паропровода в целом.

Знакомая из расчетов системы низкого давления величина потери на трение R заменяется здесь величиной R', равной $R' = \frac{p_1 - p_2}{e}\gamma_{ср}$, включающей, как видно, $\gamma_{ср}$ для одного определенного участка.

Если теперь величину R' рассматривать как переменную при переменных значениях p_1 и p_2 и соответствующих им средних значениях ξ и γ, то можно построить расчетную таблицу, связывающую часовой расход пара, диаметр паропровода и вспомогательную величину R'.

Такая таблица составлена, и на основе ее ведется расчет паропроводов повышенного и высокого давления.

Потери напора в местных сопротивлениях определяются по формуле:

$$Z = p_1 - p_2 = \xi \frac{v^2}{2g} \gamma \; кг/м^2.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

За первым ориентировочным расчетом системы трубопроводов следует второй, более точный, подтверждающий правильность принятых диаметров и скоростей движения пара в паропроводе [1].

3. Паровоздушное отопление Сущность паровоздушного отопления заключается в том, что обогрев помещения производится при помощи теплого воздуха (наружного или внутреннего), нагреваемого до 40—50° и подаваемого в помещение при помощи вентиляторов или же путем естественной тяги.

Охлаждаясь затем до температуры помещения (15—16°), воздух отдает тепло помещению.

Воздушное отопление применяется обычно для зданий с большой кубатурой и не имеющих вредностей. Отопление таких помещений местными нагревательными приборами не может обеспечить равномерной температуры по всему помещению, устранить падающие потоки холодного воздуха с потолка или ликвидировать охлаждение полами. Только воздушное отопление путем перемещения масс подогретого воздуха дает в этом случае благоприятные результаты.

Кроме того воздушное отопление удачно и просто комбинируется с вентиляцией помещения, а по начальным затратам стоит заметно ниже центрального парового отопления. Отмеченные положительные свойства воздушного отопления позволяют с успехом применять его для крупных деповских помещений: стойл промывки, подъемки или механических мастерских.

Количество и температура подаваемого воздуха и количество потребного тепла связываются следующим уравнением:

$$Q_{час} = g_{час}\, c_p\, (t_{от.в} - t_{пом})\ \ кал/час;$$

где $Q_{час}$ — максимальные часовые потери тепла зданием в калориях;
$g_{час}$ — часовое количество воздуха, проходящего через подогреватель, в *кал/час*;
c_p — весовая теплоемкость воздуха в *кал/кг*; равна примерно:

$$c_p = 0{,}24\ \ кал/кг;$$

$t_{от.в}$ — температура отопительного воздуха, равная 40—50°;
$t_{пом}$ — температура воздуха помещения.

Для нагревания воздуха обыкновенно применяются специальные приборы, называемые калориферами и состоящие из скомбинированных в одно целое нескольких рядов ребристых труб, по которым внутри проходит пар или горячая вода.

Необходимая поверхность нагрева калориферов (нагревателей) определяется по формуле:

$$F_{кал} = \frac{Q_{\max}}{K\,(t_{ср.пр} - t_{ср.в})}\ \text{кв. метров},$$

где $Q_{\max}$ — максимальная часовая потеря тепла помещением;

$t_{ср.пр}$ — средняя температура теплоносителя пара (100 — для пара низкого давления и $\frac{t+0{,}9t}{2}$ для пара повышенного давления);

$t_{ср.в}$ — средняя температура воздуха в калорифере, равная:

$$t_{ср.в} = t_{воз.вх} + t_{воз.ух};$$

K — коэфициент теплопередачи от калорифера к воздуху, определяемый по формуле;

$$K = 11{,}9\ (V_{ср} \cdot \gamma_{ср})^{0{,}46}\ кал/м^2\ час\ ^\circ C\ \text{(для пара)}$$

или

$$K = 12{,}2\ (V_{ср} \cdot \gamma_{ср})^{0{,}46}\ W_{ср}^{0{,}15}\ кал/м^2\ час\ ^\circ C\ \text{(для воды)},$$

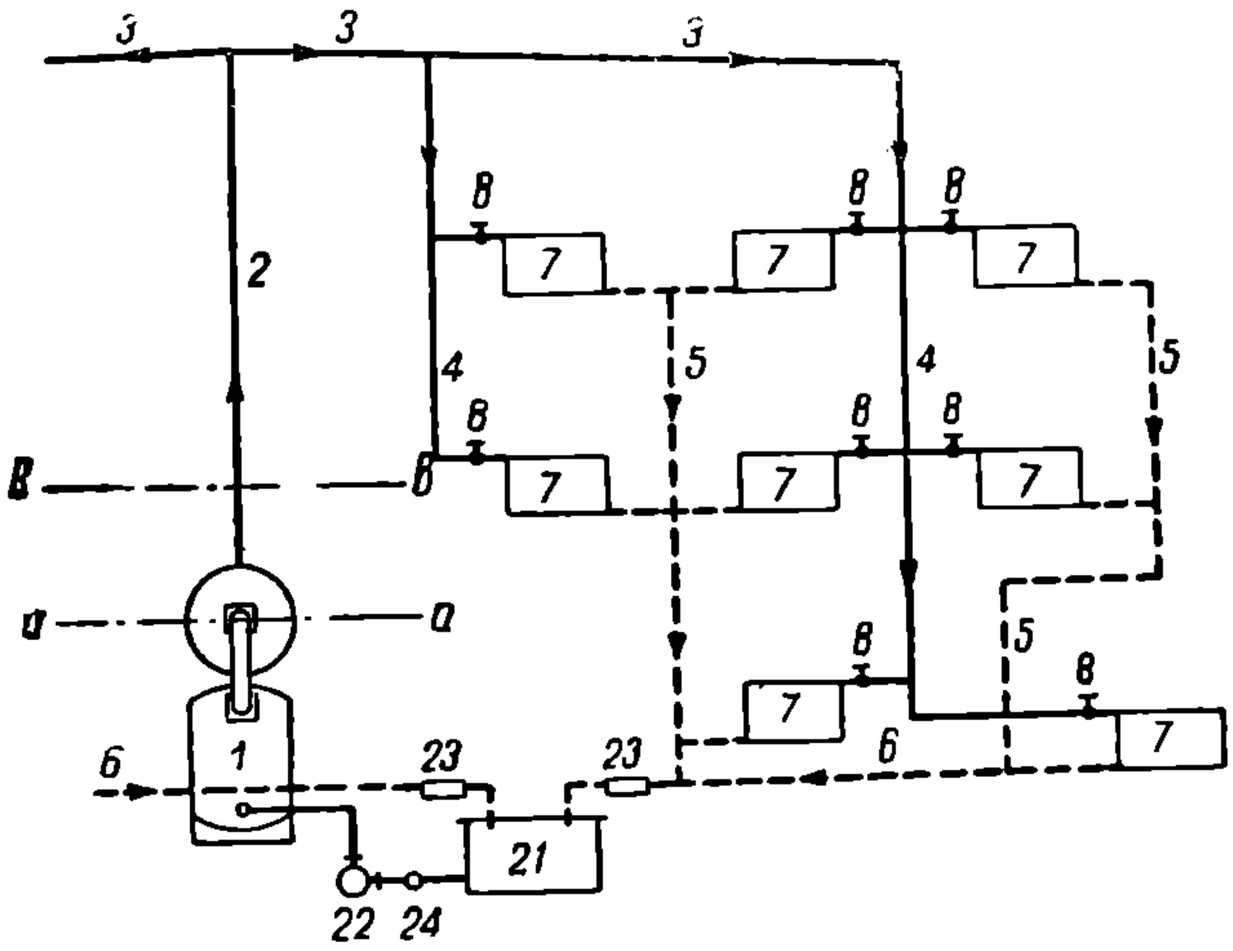
где $V_{ср}$ — средняя скорость воздуха в живом сечении калорифера;
$\gamma_{ср}$ — средняя плотность нагреваемого воздуха в *кг/м³*;
$W_{ср}$ — средняя скорость воды в нагревательных трубках калорифера в *м/сек*.
Скорости воздуха в калорифере принимаются порядка 5—10 *м/сек*.

---

[1] Расчет паропроводов повышенного давления см. подробнее проф. Аше «Курс отопления и вентиляции», т. 1, стр. 612—621.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Калориферы в зависимости от их мощности и потребной температуры нагрева воздуха устанавливают в один или два ряда (параллельно или последовательно).



Фиг. 385

Подбор калориферов может быть произведен по графикам Госсантехмонтажа или другой солидной проектной конторы.

В настоящее время наиболее ходовым калорифером являются калориферы типа Н (нормальный) и типа БН (больше нормального).

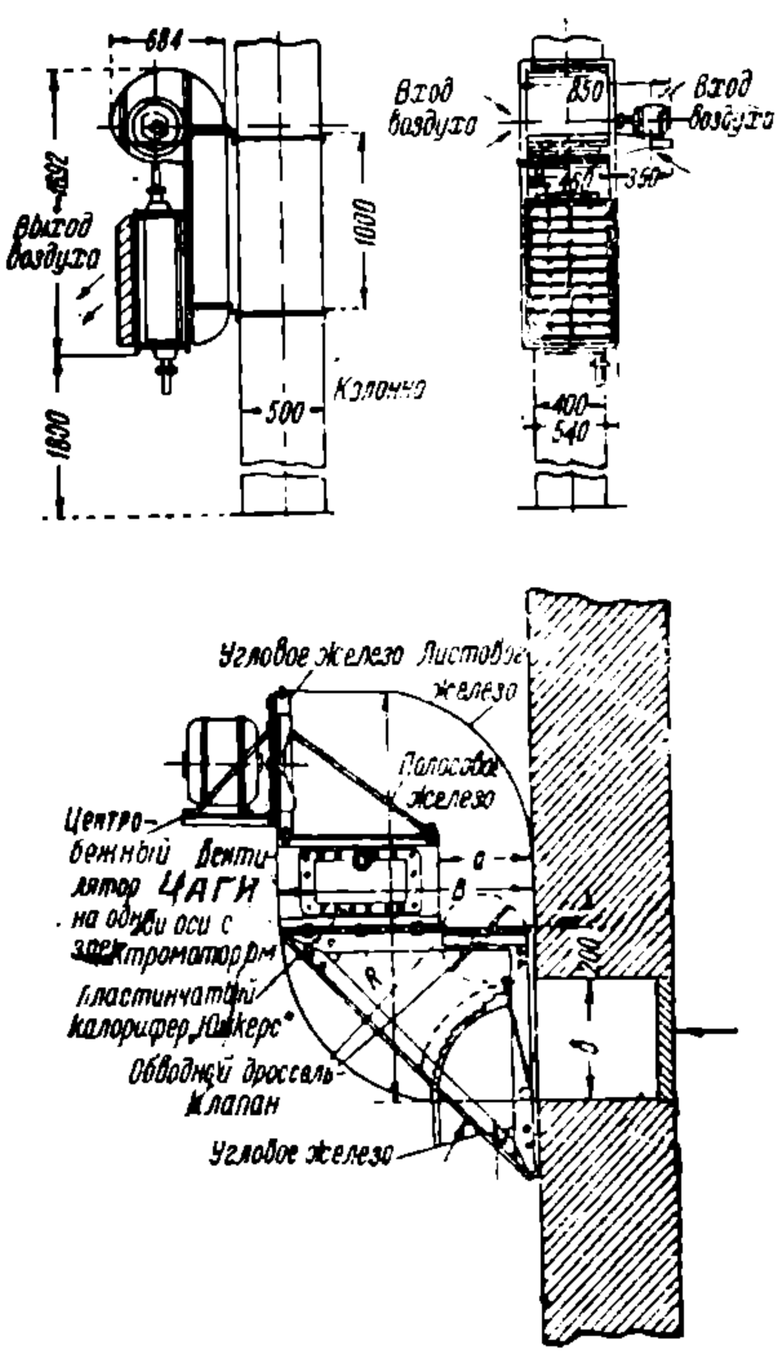
Установки воздушного отопления, так же как и вентиляционные установки, могут быть централизованными или децентрализованными. В первом случае подогрев воздуха производится в одной или двух-трех крупных установках, состоящих из калориферов и вентиляторов с моторами, располагаемых обычно на площадках или на полу или на чердаке помещения (фиг. 385).

Разводка и подача горячего воздуха в отдельные помещения или в разные места одного и того же помещения производятся по трубам, в деповских условиях чаще всего по металлическим, кирпичным или бетонным подземным с устройством выпусков воздуха в нижнюю зону помещения.

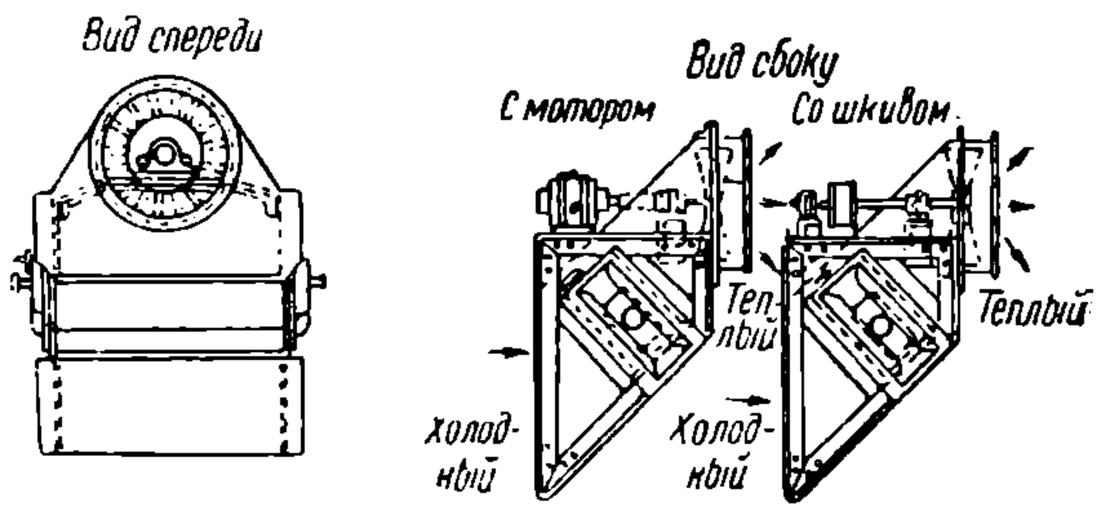
Децентрализованные воздушные системы отопления состоят из большого числа установленных раздельно так называемых отопительных настенных агрегатов, представляющих собой комбинацию калорифера и вентилятора с мотором, смонтированных на одном каркасе (фиг. 386 и 387).

Главный цех Лианозовского вагонного завода по проекту Госсантехмонтажа имеет до 300 шт. таких настенных агрегатов.

Настенные агрегаты бывают чисто отопительные с забором только внутреннего рециркуляционного воздуха и отопительно-вентиляционные с частичным забором и подмешиванием чистого наружного воздуха к рециркуляционному.



Фиг. 386

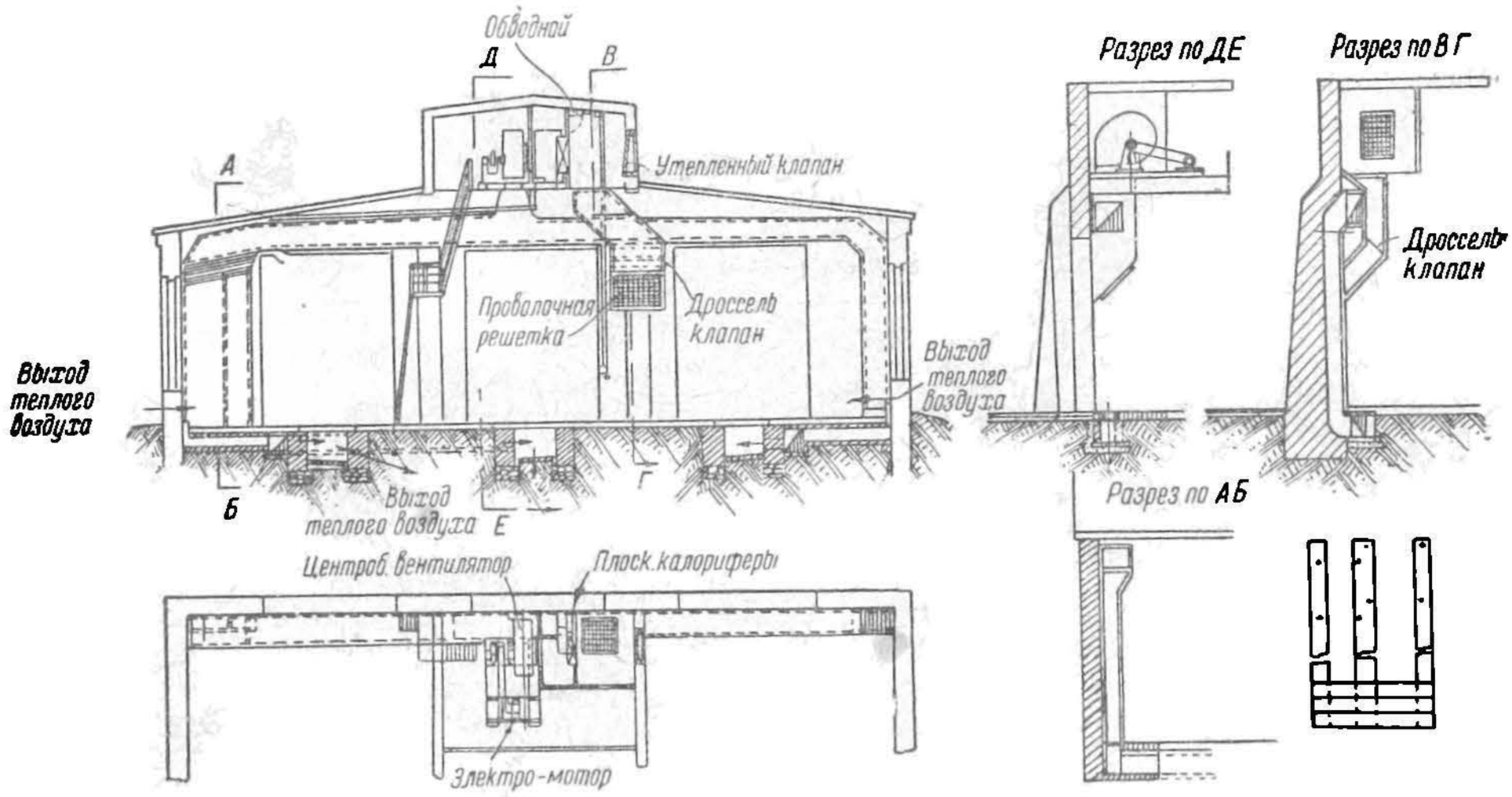


Фиг. 387

На фиг. 388 представлена система централизованного паровоздушного отопления депо на шесть стойл. Над воротами имеются площадки, на которых раз-

НБУДУНТ (ДИТ)

мещены и смонтированы две крупные воздушно-отопительные системы. Подогретый воздух разводится по депо подпольными каналами, прокладываемыми вдоль стенок кочегарных канав, а оттуда выводится частично в канавы, а частично к наружным стенам под окна, где и даются выпуски.



Фиг. 388

Кроме того в целях устранения врывания холодного наружного воздуха в депо через ворота при въезде или выезде паровоза (тот же горячий) воздух подпольными каналами подводится ко всем шести воротам и здесь выпускается через решетки.

Расчет воздуховодов

Расчет воздуховодов производится на основе тех же принципов, что и расчет трубопроводов отопления, и заключается в определении диаметров и величины сопротивления воздуховодов при перемещении по ним воздуха.

Зная количество перемещаемого воздуха и задаваясь скоростями (от 3 до 8 *м/сек*), определяют сечение воздуховодов, а затем и сопротивление воздухопроводов на трение и местные сопротивления.

Определение величины сопротивления на трение производится по таблицам, составленным на основании следующей эмпирической формулы:

$$h = 6{,}61 \frac{V \cdot 1{,}924}{d \cdot 1{,}281} \text{ мм вод. ст.},$$

где V — скорость движения воздуха в *м/сек*;
d — диаметр цилиндрического воздуховода.

Местные сопротивления (повороты, углы, сужения, расширения, а также решетки, сетки, клапаны и пр.) исчисляются также по специальным таблицам, составленным по той же формуле, что и для трубопроводов отопления, а именно:

$$Z = \Sigma \xi \frac{V^2}{2g} \gamma \text{ мм вод. ст.},$$

где Z — потери напора на преодоление местного сопротивления в *мм* вод. ст.;
ξ — коэфициент, характеризующий сопротивления;
V — скорость движения воздуха в *м/сек*;
g — ускорение силы тяжести;
γ — удельный вес воздуха.

В целях упорядочения дела и возможности легкой проверки расчетов последние ведутся в определенной последовательности с занесением основных данных в стандартные расчетные ведомости.

Так же, как и при расчете паропроводов, сначала производится предварительное определение величины сопротивлений, а затем последующим окончательным расчетом они уточняются.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Форму ведомости для расчета воздухопроводов с примерным заполнением— см. табл. 107.

Таблица 107

№ участка	Длина участка l в *м*	Расход воздуха в $м^3$	Скорость воздуха V в *м*	Диаметр труб участка d в *мм*	Потеря напора на 1 *пог.м* R в *мм* вод. ст.	Потеря напора на длине l Rl	Сумма местных сопротивлений $\Sigma\xi$	Потеря напора на местное сопротивление Z в *мм* вод. ст.	Общая потеря напора $Rl+Z$
1	8,30	0,3	6	260	0,14	1,16	1,0	2,20	3,36
2	14,90	0,75	6	400	0,09	1,34	1,7	3,74	5,08

Таблицы для расчета воздуховодов составлены для круглых металлических воздуховодов. При расчете воздуховодов прямоугольного сечения предварительно определяется эквивалентный прямоугольному круглый воздуховод, применительно к которому ведется расчет.

Примечание. Два воздухопровода считаются эквивалентными, если при перемещении по ним одинакового количества воздуха с одинаковыми скоростями они дают на 1 *пог. м* одно и то же сопротивление.

При расчете воздуховодов не металлических, а шлакоалебастровых, кирпичных, бетонных и пр. удельное сопротивление их считается в два раза большим, чем таких же металлических.

Потери напора в воздуховодах, приходящиеся на долю местных сопротивлений, ориентировочно даны в табл. 108.

Таблица 108

Размеры воздуховодов в *мм*	Доля участия местных сопротивлений в %	
	каналы из листовой стали	каналы из строймате-риалов
50 — 150	40	30
100 — 300	60	50
200 — 600	80	70
400 — 1 000	90	80
Свыше 1 000	95	85

Подбор вентилятора производится по тому же суммарному сопротивлению и максимальной производительности системы, какие определились при ее расчете. При этом не следует упускать из виду скоростной напор, расходуемый на создание скорости при выходе из воздуховода.

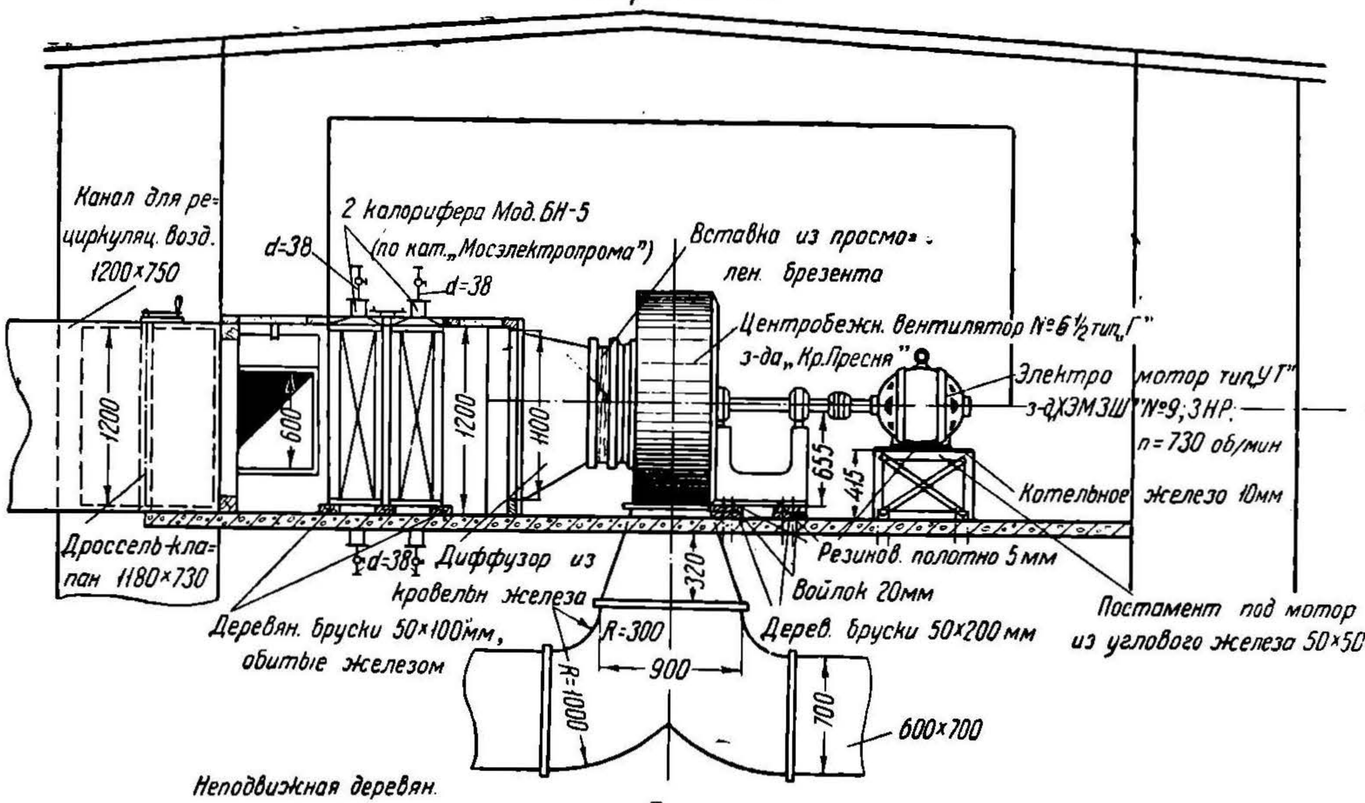
Подбор производится по каталогам вентиляторов, где указаны развиваемый вентилятором напор, производительность и потребная мощность мотора. Если вентилятор соединяется с мотором при помощи ременной передачи, то при определении мощности мотора это обстоятельство должно быть учтено введением к. п. д. ременной передачи $\eta = 0{,}80$.

Общая формула для определения мощности мотора такова:

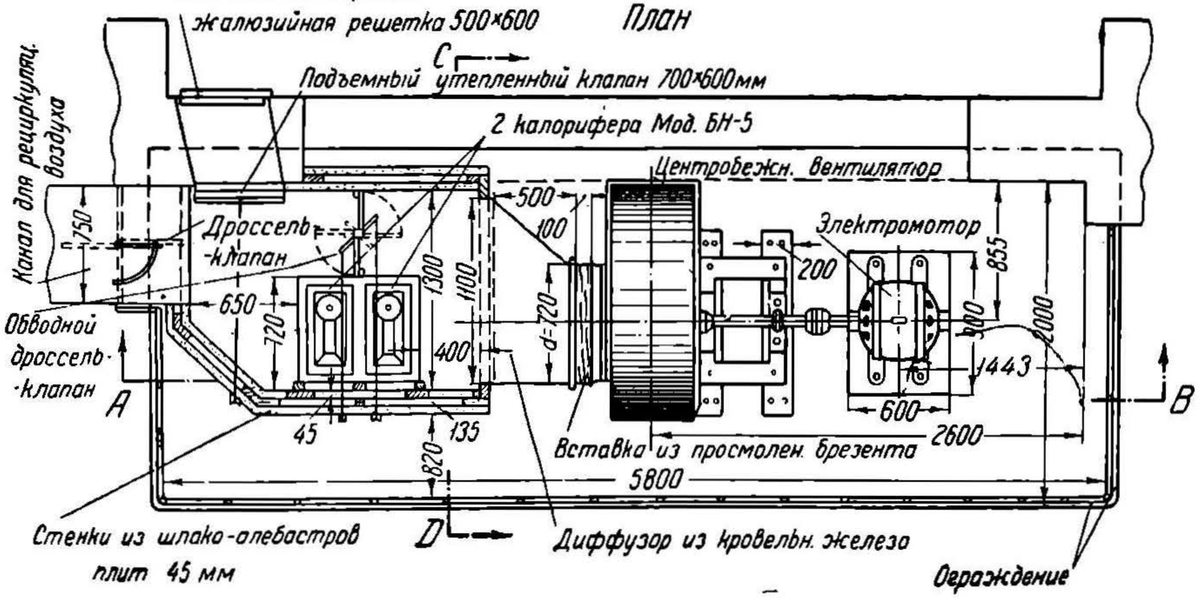
$$N = \frac{Q_1 \cdot H}{\eta_{вен} \cdot 75 \cdot \eta_{рем.\,пер}}$$

НБ УДУНТ (ДШТ)

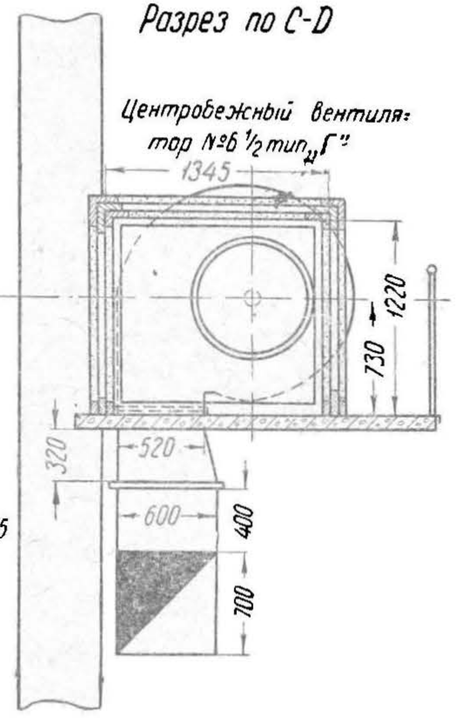
Разрез по А-В

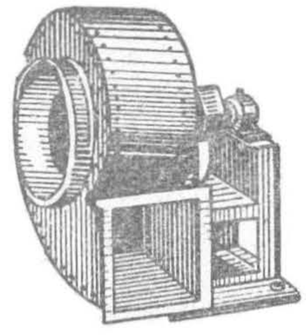


План

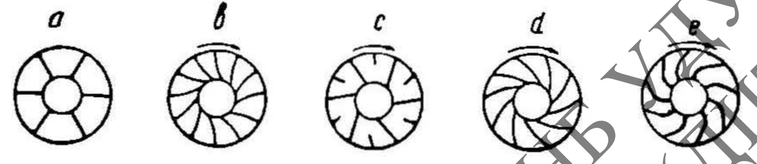


Разрез по С-D





Фиг. 389



НБ УЦУНТ (ДПТ)

где N — мощность мотора в лошадиных силах;
Q — секундное количество перемещаемого воздуха;
H — напор в *мм* вод. ст.;
$\eta_{вен}$ — к. п. д. вентилятора, равный от 0,3 до 0,6;
$\eta_{рем.пер}$ — к. п. д. ременной передачи, равный 0,80.

Найденная мощность напора должна быть увеличена согласно указаниям, имеющимся в нормах: на 100, на 50, на 25% и т. д.

Типы применяемых вентиляторов

Наиболее распространенными типами вентиляторов являются центробежные вентиляторы и осевые вентилятооы ЦАГИ (пропеллерного типа) (фиг. 389).

Характерной особенностью последних вентиляторов являются постоянство потребляемой мощности при изменяющейся производительности и большая экономичность по сравнению с центробежными.

Комбинированная система отопления местными нагревательными приборами и паровоздушное отопление

Ранее было отмечено, что для помещений с большими объемами система парового отопления с установкой одних лишь местных нагревательных приборов (гладких и ребристых труб и радиаторов) является не совсем рентабельной, а именно: не обеспечивает равномерной температуры по всему помещению, вынуждает устанавливать ребристые или гладкие трубы в 5—6 рядов и более один над другим, что заметно снижает к. п. д. их, не дает возможности устройства в воротах заградительной тепловой завесы и т. д.

Все эти недостатки с успехом устраняются воздушной системой отопления, однако и эта последняя в свою очередь имеет следующие существенные недостатки:

1. Она требует бесперебойного снабжения электроэнергией.
2. В эксплуатационном отношении требует неусыпного, внимательного надзора за рядом движущихся механизмов (вентиляторы, моторы), выход из строя которых влечет за собой перерыв в снабжении теплом отапливаемого здания.

Все это наводит на мысль о желательности и необходимости применения в крупных деповских помещениях комбинированной системы отопления, включающей в себя воздушное отопление и местные нагревательные приборы. Такая система оказывается лишенной до некоторой степени недостатков, присущих указанным двум первым системам, и потому является и более надежной и эффективной.

Сущность ее заключается в том, что наряду с ребристыми трубами, устанавливаемыми под окнами депо, и гладкими трубами в канавах и под фонарем в помещении депо (стойла промывки, аварийного ремонта) над воротами или возле них монтируется на площадках воздушная система отопления, состоящая из калориферов, вентиляторов и сети коротких воздуховодов (фиг. 390).

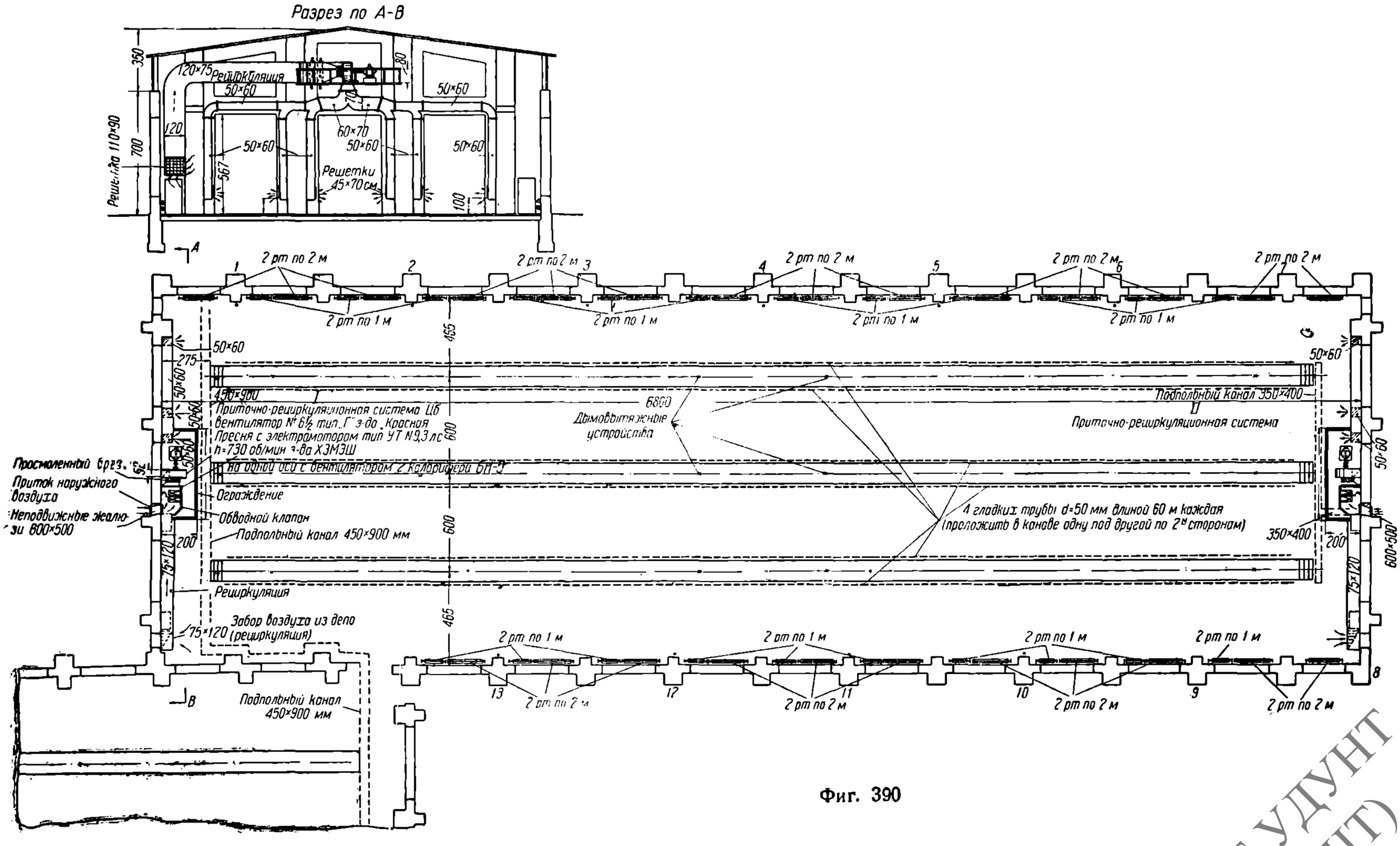
Распределение тепловых нагрузок между упомянутыми совмещенными системами отопления производится по следующему принципу: в первую очередь расставляются в помещении местные приборы парового отопления — ребристые трубы у наружных стен не более как в 2—3 ряда одна над другой, гладкие трубы в кочегарных канавах и гладкие трубы под фонарем; определяется количество тепла, сообщаемое помещению расставленными таким образом приборами, и затем выявляется остаток тепла, который и должен быть додан помещению воздушной установкой.

По количеству потребного тепла способом, указанным выше, определяются агрегаты воздушной установки.

Расчет и подбор отопительно-вентиляционного оборудования производятся на общих основаниях по способам, указанным выше.

Из фиг. 390 видно, что кроме гладких и ребристых труб над воротами запроектирована площадка с воздушной системой отопления. Подача горячего воздуха с температурой 50—45° производится по обеим сторонам ворот на высоте 0,7 *м* от пола с применением железных воздуховодов.

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 390

НБ УДУНТ (ДШТ)

Центральное водяное отопление повышенного давления

Система центрального водяного отопления повышенного давления отличается от известной всем системы отопления низкого давления тем, что в ней теплоносителем является перегретая до 110—130° вода; это обстоятельство влечет за собой необходимость держать всю систему под давлением выше атмосферного, именно несколько превышающим то давление, которое соответствует температуре перегретой воды (при температуре 130° $p=3{,}0\ am$), в противном случае может произойти вскипание воды в наивысших точках системы.

Получение необходимого давления достигается установкой расширительного сосуда на значительной высоте или применением особых резервуаров-гидрофоров, создающих в системе нужное давление, устанавливаемых в подвале помещения.

Система водяного отопления повышенного давления в связи с распространением у нас на транспорте теплофикации промышленных комбинатов от теплоэлектроцентралей начинает все более и более применяться для отопления производственных помещений вместо систем парового отопления повышенного давления.

Преимущества системы водяного отопления повышенного давления по сравнению с паровыми системами таковы: во-первых, возможность центральной регулировки подачи тепла в отопительные приборы в соответствии с наружной температурой с помощью изменения температуры подаваемой в систему воды и, во-вторых, значительно большая экономичность.

§ 82. Вентиляция депо и мастерских и дымоудаление

Как было указано выше, все помещения депо могут быть подразделены в отношении производственных процессов и выделяющихся при этом вредностей на три основные категории:

1. Стойловая часть (секция промывки, подъемки и периодического ремонта) с механическими мастерскими.
2. Дымные отделения (кузница, бандажная, заливочная, медницкая, сварочная и пр.).
3. Бытовые и конторские помещения.

В соответствии с особенностями производственных процессов и методы вентилирования указанных помещений депо различны.

1. Стойловая часть

а) Секция теплой промывки. Основными вредностями этого помещения депо являются продукты горения при растопке паровозов и выделение влаги, разбрызгиваемой при промывке паровозов и сопровождающейся образованием тумана в зимнее время.

При этом особенно неприятно и вредно отражается на самочувствии рабочих задымление помещения сернистыми газами, что наблюдается например при применении в качестве топлива для паровозов подмосковного угля или иного сорта угля, содержащего серу.

Методами борьбы с указанными вредностями являются правильно поставленное дымоудаление от труб паровозов (рациональные дымовытяжные устройства) и одновременно с этим создание в помещении небольшого воздушного подпора.

Последнее может быть осуществлено лишь при наличии правильно рассчитанного воздушного отопления.

При осуществлении в депо одной только вытяжки неизбежен усиленный подсос наружного холодного воздуха, что ведет к охлаждению помещения и образованию тумана.

Типы дымовытяжных устройств депо описаны в главе 2.

Применяемые ныне в депо дымовытяжные трубы в депо являются довольно примитивными устройствами, далеко не оправдывающими свое назначение.

Вместе с продуктами сгорания под зонт подсасывается большое количество воздуха помещения, что, с одной стороны, ослабляет тягу трубы, так как тем-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

пература такой дымовоздушной смеси оказывается весьма невысокой (всего 80—90°), а с другой стороны, это влечет за собой подсос снаружи холодного воздуха, расхолаживающего помещение и способствующего образованию тумана.

На основании теоретических подсчетов, подтвержденных практическими данными, принимают, что каждая дымовытяжная труба удаляет из помещения в зимнее время около 3 500—4 000 $м^3$ смеси воздуха и дыма.

Кратность обмена в депо (т. е. число, показывающее, сколько раз в час происходит полное обновление воздуха в помещении) оказывается достаточной в пределах 1,5—2.

Такого вентиляционного обмена оказывается достаточным и для того, чтобы удалить излишки влаги от промывки паровозов и предотвратить образование тумана при условии поддержания в секции нормальной температуры в 18°.

б) Секция периодического ремонта. Производственные процессы, протекающие в этой секции депо, по своему характеру в части вентиляционного и температурного режима весьма близки к тому, что происходит в секции теплой промывки.

Основным отличием от секции промывки здесь является значительно более частое открывание ворот, что сказывается главным образом на температурном режиме помещения. Образование тумана в секции периодического ремонта наблюдается в еще большей степени, чем в секции промывки. Все сказанное о вентиляции секции промывки в полной мере относится и к секции периодического ремонта.

в) Секция подъемки и механические мастерские. По характеру происходящего здесь производственного процесса оба цеха являются довольно безвредными, а потому и не требуют особой вентиляции. Обмен воздуха, осуществляемый путем естественной вытяжки с последующим подсосом свежего наружного воздуха через двери, окна и неплотности в строительных конструкциях, оказывается вполне достаточным для поддержания в цехе нормальных условий.

2. Дымные отделения

Дымные отделения оборудуются приточно-вытяжной системой вентиляции с устройством местных отсосов непосредственно от места образования вредностей. Общий принцип вентиляции, проводимый для всех дымных отделений, таков: вытяжка по расчету в полном объеме, но с учетом коэфициента одновременности работы технологических обустройств; приток в размере 0,80 от вытяжки с подачей большей части воздуха в самое отделение и остальной части — в соседние безвредные помещения. Приготовление теплового приточного воздуха производится в централизованной приточной системе (могут быть и две системы в зависимости от удобства и возможности охвата всех отделений от одной камеры) с разводкой металлических воздуховодов по помещению.

Расчетная температура — 30° для II климатического пояса.

а) Кузница. Оборудованием кузницы служат обычно один, два или три горна на один огонь или один или два двухогневых горна, нагревательная и рессорная печь.

Расход угля на горн в один огонь 6—8 *кг/час*, а на двухогневой — 14 *кг/час*, коэфициент загрузки принимаем равным единице.

Расход угля на нагревательную печь 45 *кг/час*

» » » рессорную » 60 »

Коэфициент загрузки печей условно принимаем в 0,6.

Вытяжка от горнов (фиг. 391) естественная с устройством телескопической части трубы, которая в момент разжога угля может надвигаться непосредственно на уголь.

Количество отсасываемых продуктов горения вместе с подсасываемым воздухом принимаем около 200—250 $м^3$/*час*, тогда отсос от горна на один огонь в смену $8 \cdot 200 = 1\,600$ *м*; от двухогневого горна $14 \cdot 200 = 2\,800$ $м^3$. Диаметр дымовытяжной трубы от одноогневого горна $D = 500$ *мм*, то же от двухогневого горна $D = 750$ *мм*.

НБ УГУНТ (ДПТ)

Отсос от кузнечной и рессорной печи (фиг. 392), где вредностями являются выбивающиеся продукты сгорания и теплоизлучения от печей, проектируется обыкновенно в виде зонта, укрывающего печь со всех сторон. Между зонтом и стенами печи оставлен зазор 5—6 *см*.

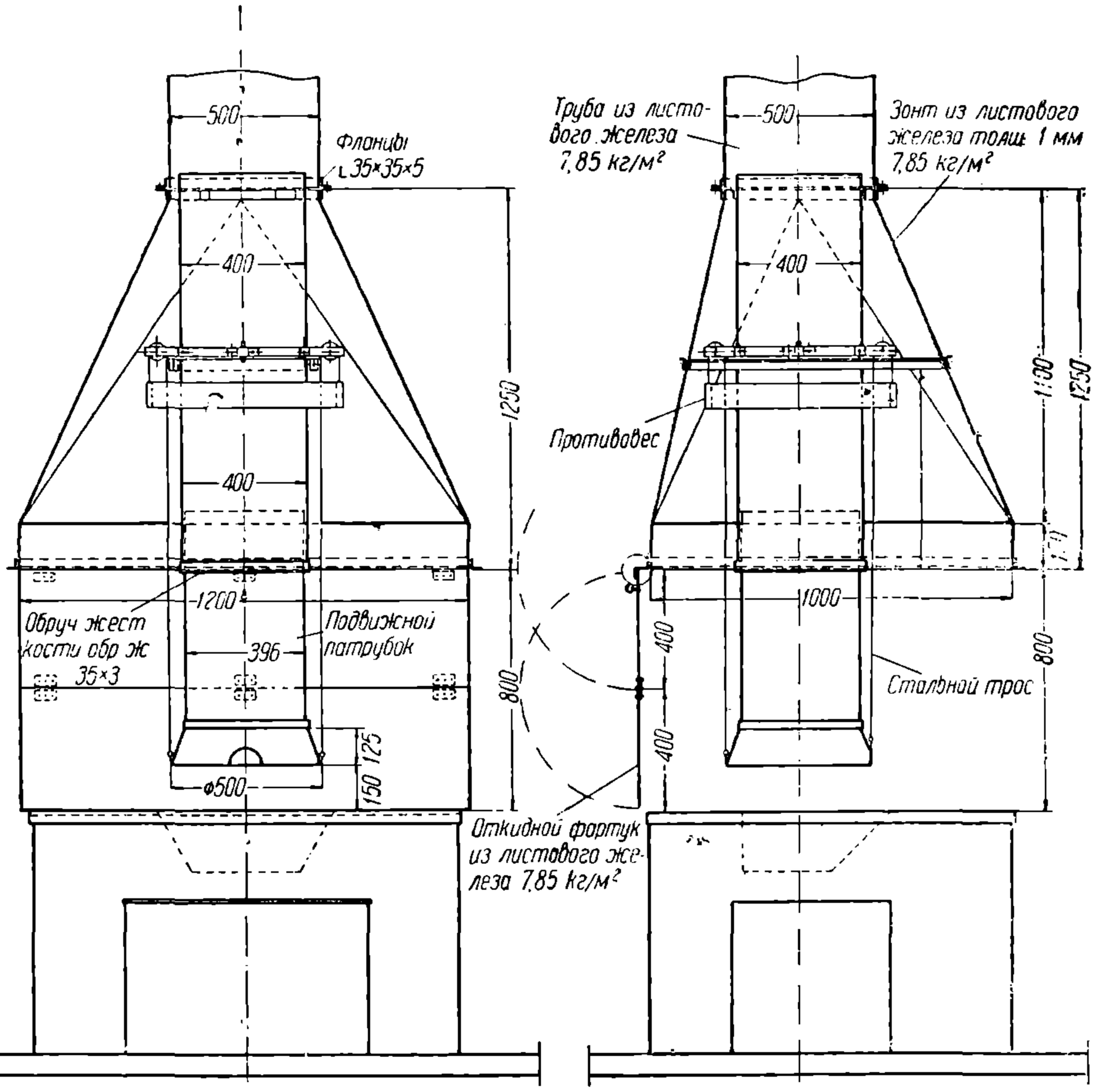
Стенки зонта служат экранирующей поверхностью, увеличивающей тягу.

Количество отсасываемого воздуха согласно общепринятым нормам принимается 60 *м*³ на 1 *кг* сжигаемого топлива (инж. Кучерук):

Вытяжка от кузнечной печи = 45 · 60 = 2 700 *м*³/*час*
» » рессорной » = 60 · 60 = 3 600 »

Всего 6 300 *м*³/*час*

Принимая коэфициент загрузки равным 0,6, получаем окончательно $Z = 0{,}6 \cdot 6\,300 \approx$ ≈ 800 *м*³/*час*. Кратность обмена по вытяжке около 5—6. Количество приточного воздуха оставляет около 0,75 от 3 800 *м*³. Температура подаваемого воздуха 12°.



Фиг. 391

б) С в а р о ч н а я. Оборудованием сварочной служат электро- и газосварочные агрегаты, из них первые являются более вредными в смысле происходящих них выделений, чем газосварочные. Основные вредности — продукты сварочной дуги и продукты сгорания ацетилена.

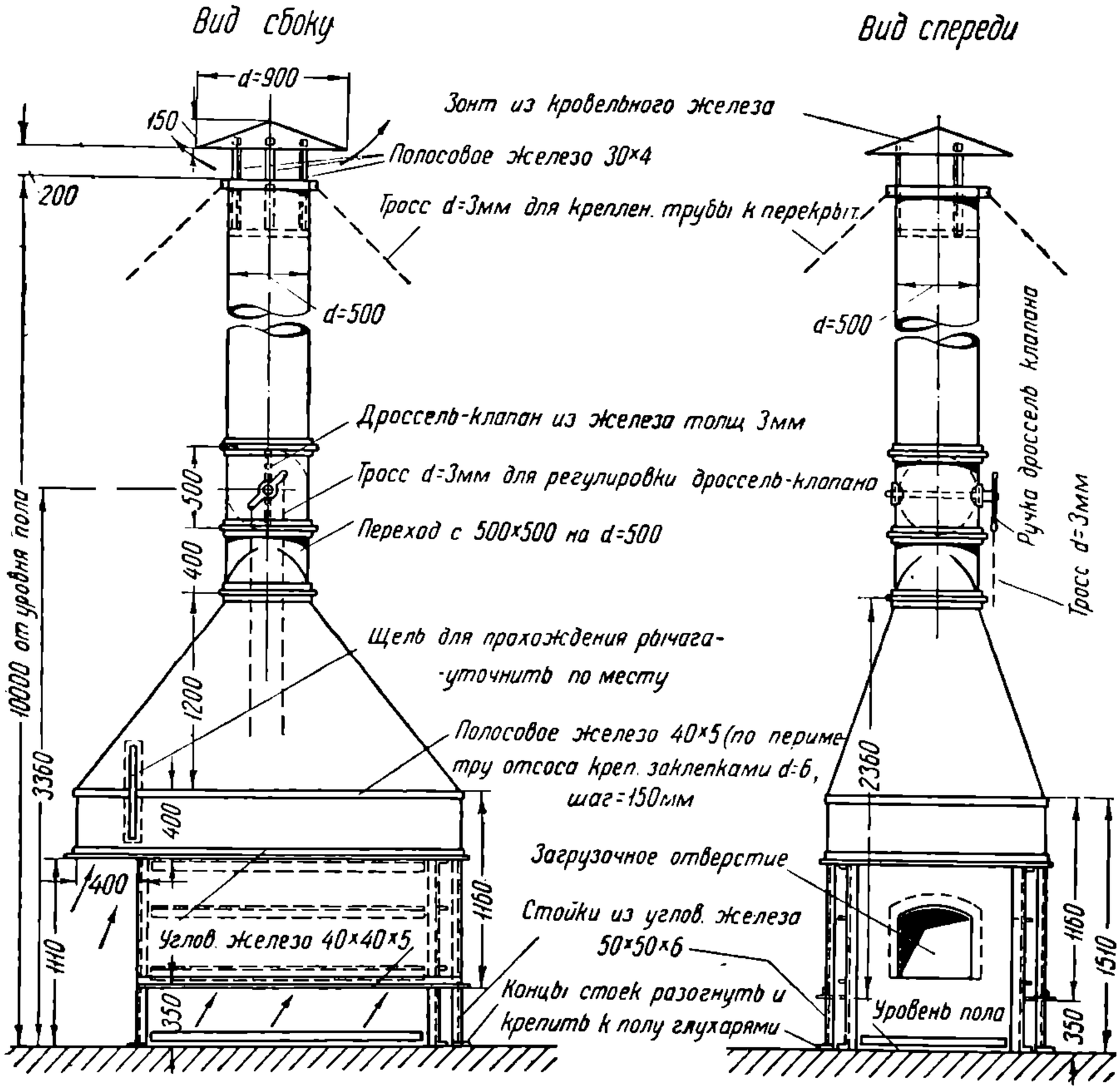
Отсосы запроектированы в виде сужающихся конусов с последующим присоединением их к всасывающему отверстию вентилятора (фиг. 393).

Скорость в месте откоса принята 3 *м/сек*.
Количество отсасываемого газа от каждой плиты 1 400 *м*³/*час*.

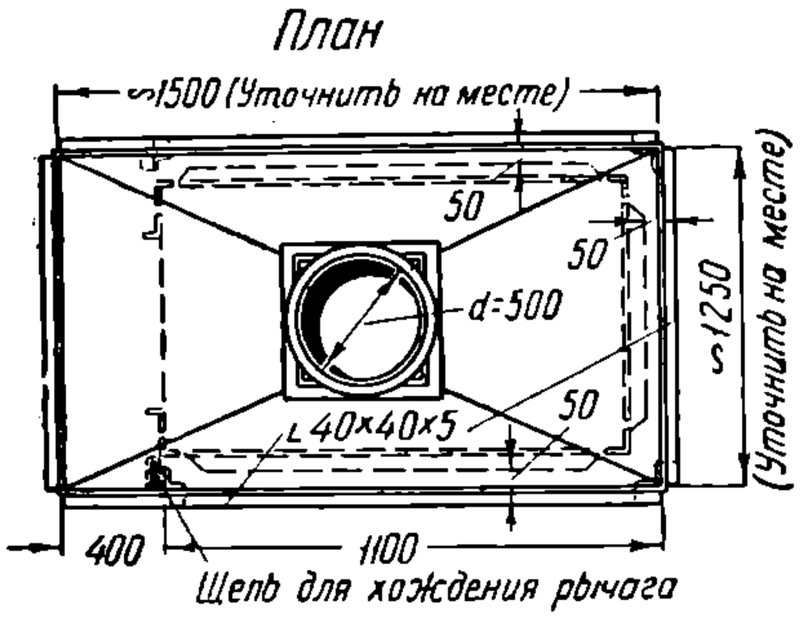
НБ УДУНТ (ДПТ)

Коэфициент использования обычно принят 0,7—0,8. В качестве вытяжного вентилятора может быть принят центробежный вентилятор «Сирокко» № 2 или 3 в зависимости от числа установленных плит.

Из верхней зоны помещения следует сделать общую вытяжку при помощи шахты. Кратность обмена 1—1,5.



Фиг. 392



в) З а л и в о ч н а я (фиг. 394). Заливочная оборудована обыкновенной печью для плавки кальциевого баббита, столом для формовки подшипников, балкой с блоком Людерса и другими вспомогательными устройствами, не представляющими вредности.

Основные вредности: выделение вредных газов при заливке подшипников и плавке кальция-баббита в тиглях, выделение топочных газов и тепловыделение.

Количество отсасывающих вредных газов принимаем следующее:

1) от муфеля для выплавки баббита из старых подшипников	1 000	*м³/час*
2) от стола для выбивки кальция-баббита из старых подшипников	2 000	»
3) от тигля для плавки кальция-баббита	1 000	»
4) от места заливки подшипников	2 000	»

Все места выделения вредных газов и пыли снабжаются местными отсосами. Подбор вентиляционного оборудования ведется из расчета одновременной работы максимально двух отсосов по 2 000 *м³/час*.

НБ УГЛУНТ (ДПТ)

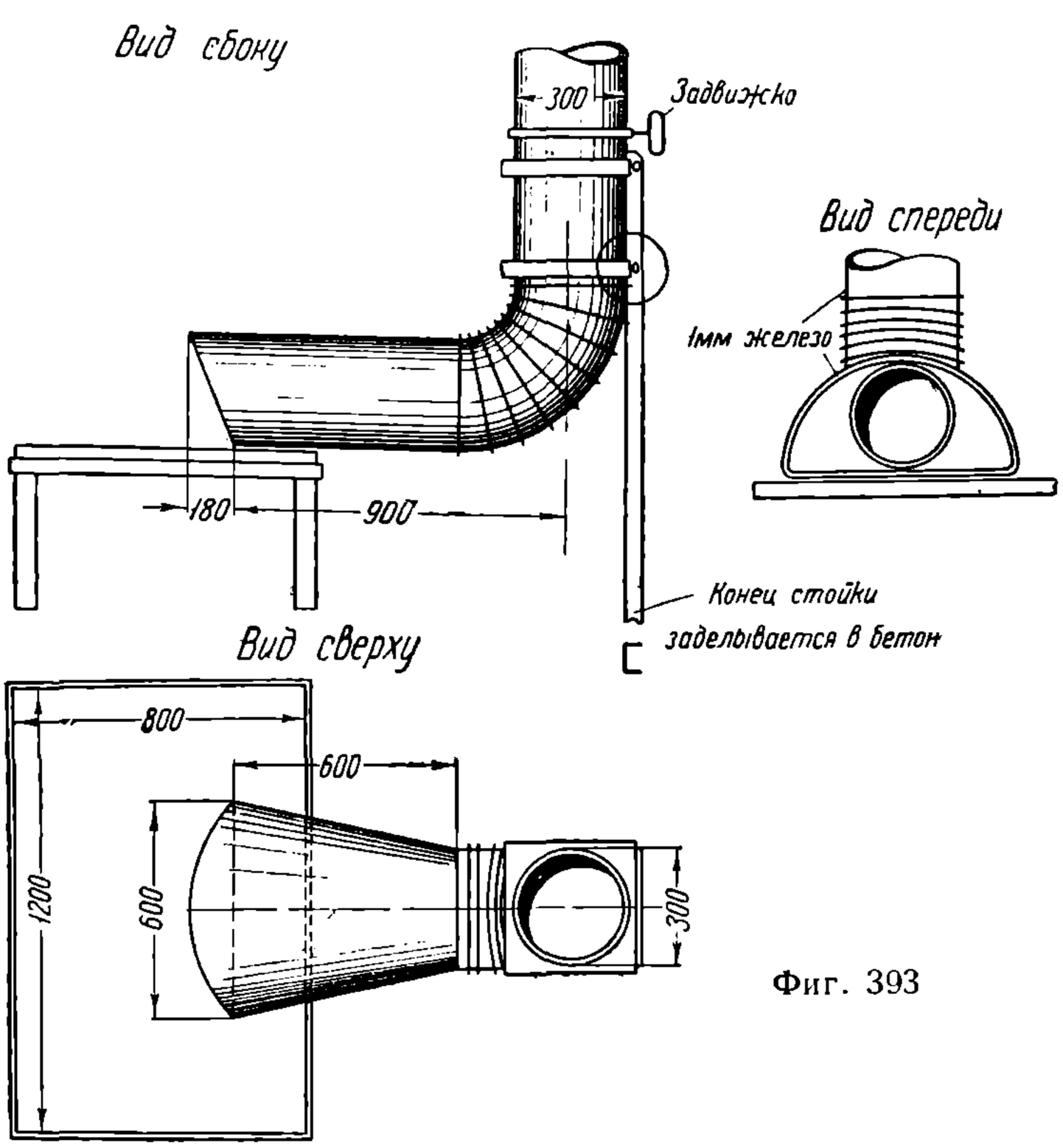
Все случайно вырывающиеся газы и дым ввиду их высокой температуры поднимаются вверх. Для их удаления над печью устраивают шахту, сечение которой определяется из формулы Рандаля:

$$Z = 417\sqrt{h\,(t_{пом} - t_н)} = 467\sqrt{4\,(25 - 10)} = 3\,240\ м^3/час,$$

где 4 — высота шахты (примерно взятая величина);
25 — температура в верхней зоне;
10 — наружная температура, когда еще не рекомендуется открывать окна для сквозного проветривания.

Вытяжка естественная и должна обеспечить приблизительно пятикратный обмен.

г) Б а н д а ж н а я. Оборудование — горн для нагрева бандажей. Горн работает на угле или нефти с расходом нефти около 40—50 *кг/час* (фиг. 395).



Фиг. 393

Коэфициент загрузки можно принимать около единицы.

Основными вредностями являются газы, выделяющиеся в процессе горения. Задача вентиляции сводится к тому, чтобы отвести продукты горения и предотвратить возможность выдувания их в помещение.

Расчет вентиляции основан на определении скоростей засоса внутреннего воздуха через шахту горна.

На основе произведенных подсчетов установлено, что общее количество смеси газов и воздуха, подлежащих отсосу от горна, оказывается равным около 8 500 *м³/час*.

Принимая во внимание полученный часовой объем отсасываемых через горн газов, а также сопротивление дымовых каналов, определяют размер вентилятора, количество оборотов и необходимую мощность мотора.

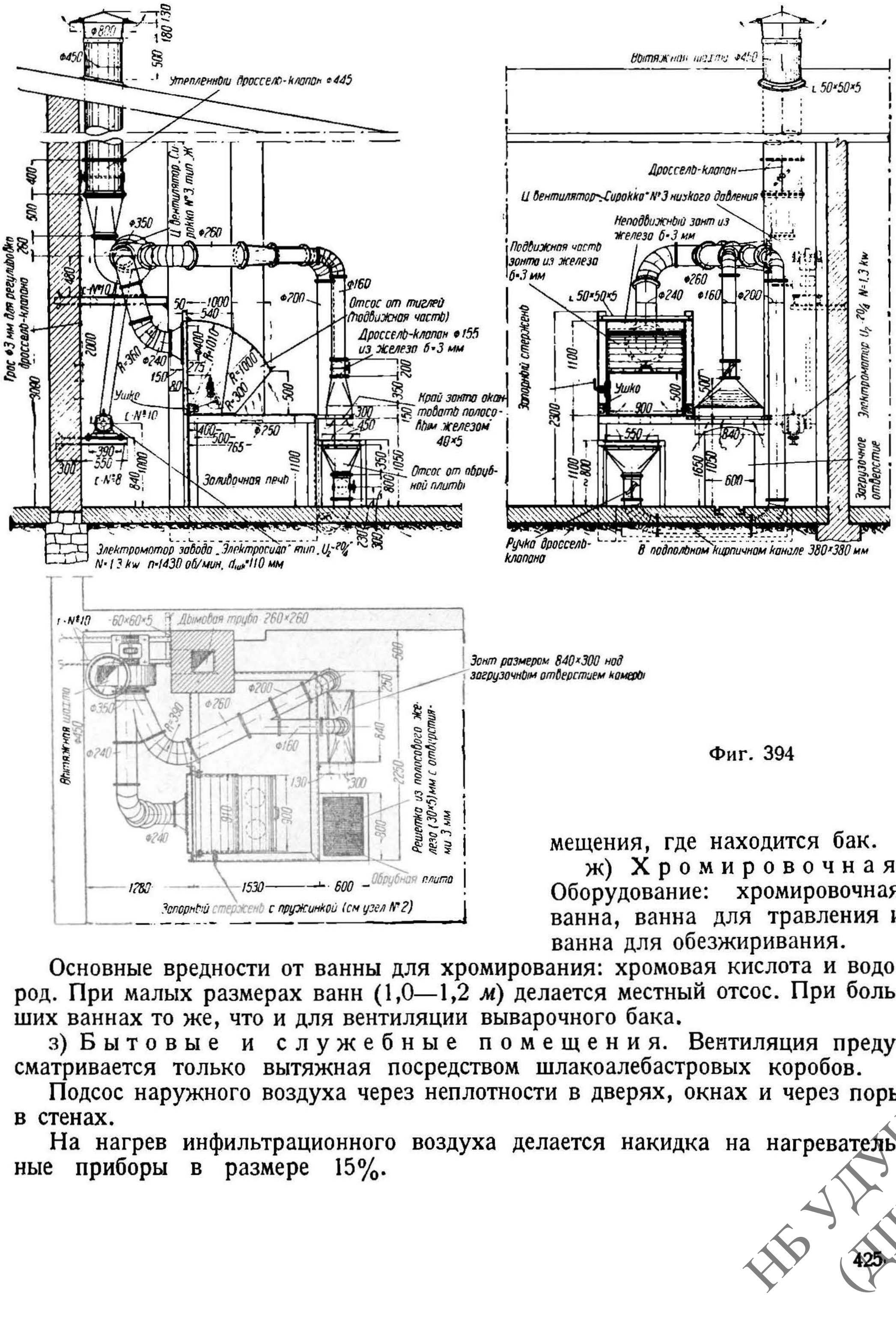
Кроме отсосов воздуха через шахту горна в высшей точке помещения бандажей устанавливаются еще вытяжные шахты для удаления прорвавшихся в помещение дымовых газов; 75—80% от всего количества удаляемого воздуха должно пополняться от соответствующей приточной системы. Недостающее количество воздуха подсасывается из соседних, менее вредных помещений.

НБ УДУНТ (ДШТ)

д) Газогенераторная. Вентиляция естественная при помощи вытяжной шахты с дефлектором Шанара. Кратность обмена около 8—10.

е) Выварочная. Основные вредности — пары при выварке деталей. При малых размерах бака возможно применение бортовых отсосов с присоединением их к вытяжному вентилятору. Ширина щелей отсосов может быть принята 2,5—3 *см*. Скорость в щели 10—12 *м/сек*.

При больших размерах бака рекомендуется отделить его стеклянной перегородкой от прочего помещения и дать усиленную вытяжку из выделенного по-



Фиг. 394

мещения, где находится бак.

ж) Хромировочная. Оборудование: хромировочная ванна, ванна для травления и ванна для обезжиривания.

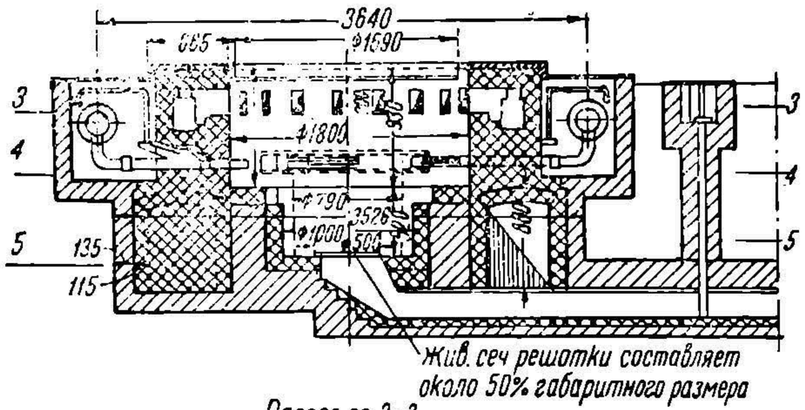
Основные вредности от ванны для хромирования: хромовая кислота и водород. При малых размерах ванн (1,0—1,2 *м*) делается местный отсос. При больших ваннах то же, что и для вентиляции выварочного бака.

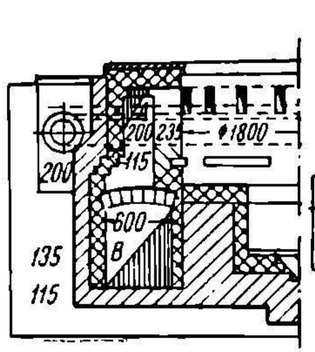
з) Бытовые и служебные помещения. Вентиляция предусматривается только вытяжная посредством шлакоалебастровых коробов.

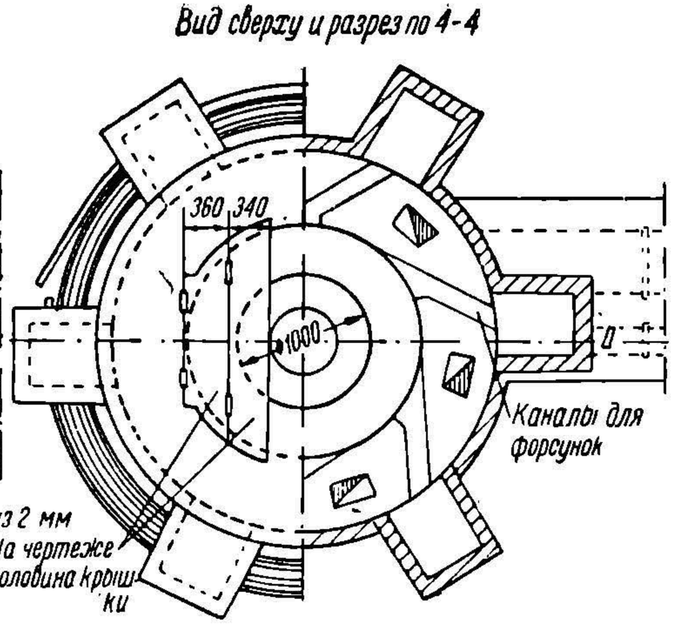
Подсос наружного воздуха через неплотности в дверях, окнах и через поры в стенах.

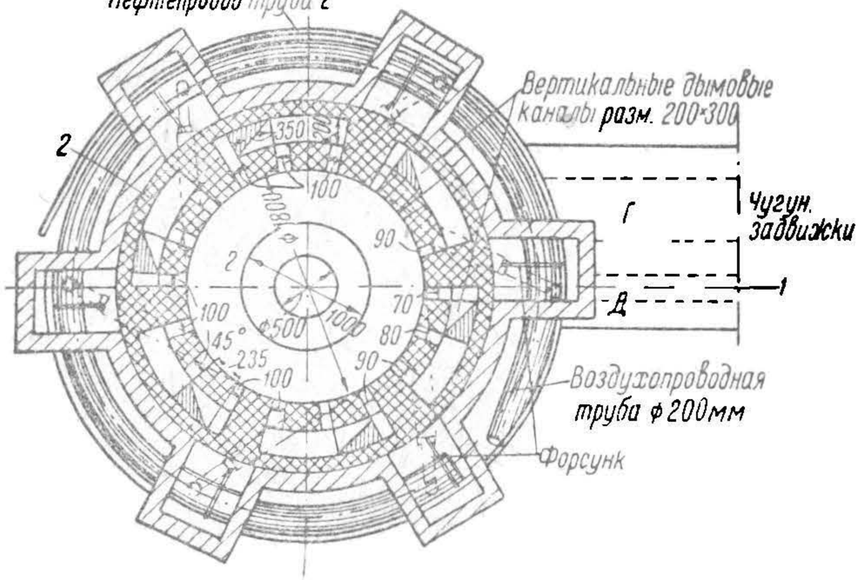
На нагрев инфильтрационного воздуха делается накидка на нагревательные приборы в размере 15%.

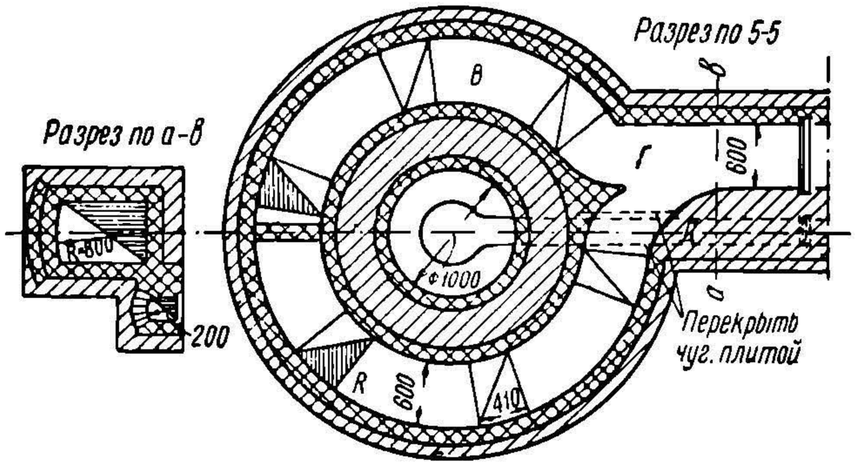
НБ УДУНТ (ДШТ)











Фиг. 395

НБ УДУНТ (ДИТ)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВТОРАЯ ЧАСТЬ

УСТРОЙСТВА ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

Предисловие 3

Глава 1

Основные понятия об устройствах локомотивного хозяйства

§ 1. Назначение устройств локомотивного хозяйства 4
§ 2. Виды локомотивных устройств распределение их по линии. Плечи обслуживания локомотивами . 4

Глава 2

Локомотивные здания (депо), технические, хозяйственные, служебные, санитарно-гигиенические и культурно-бытовые помещения

§ 3. Назначение локомотивных зданий и помещений при них 9
§ 4. Отделения депо 10
§ 5. Определение потребного числа стойл депо 12
§ 6. Определение площадей отделений мастерских, технических, хозяйственных и служебных помещений 16
§ 7. Типы депо 19
§ 8. Взаимное расположение отделений . 31
§ 9. Основные размеры помещений 41
§ 10. Устройство депо 44

Глава 3

Устройства для промывки паровозов

§ 11. Устройства для холодной промывки 58
§ 12. Устройства для горячей промывки 59
§ 13. Устройства для теплой промывки 63
Принципиальная схема устройства 63
Устройства, расположенные в пристройках к зданию депо по схеме Боженова, Давидсона и Якобсона 64
Устройства для теплой промывки в средних и малых депо 69
Тепловой процесс и к.п.д. теплой промывки . . 71
§ 14. Оборудование для устройств теплой промывки 74
§ 15. Инструменты и приспособления, применяемые для промывки и очистки котлов 88

Глава 4

Устройства для заправки паровозов

§ 16. Обычная огневая заправка 94
§ 17. Усовершенствованные способы огневой заправки 94
§ 18. Безогневая (паровая) заправка паровозов 96

Глава 5

Подъемочные и транспортные приспособления

§ 19. Обоснование выбора типов и определение потребного количества транспортных приспособлений 99
§ 20. Транспортные приспособления 100
§ 21. Подъемные приспособления 106
§ 22. Приспособления для передвижения локомотивов 115

Глава 6

Ремонтные средства (оборудование мастерских)

§ 23. Механическое отделение 116
§ 24. Кузнечное отделение . . . 133
§ 25. Колесно-бандажное отделение 135
§ 26. Трубное отделение 136
§ 27. Медницко-жестяночное отделение 137
§ 28. Заливочное отделение 137
§ 29. Арматурное и автоматное отделени 139
§ 30. Оборудование для электрической и газовой сварки 144
§ 31. Хромировочное отделение . 157

НБ УДУНТ (ДНТ)

§ 32. Пневматическое хозяйство . 161
§ 33. Электротехническое отделение 173
§ 34. Заготовительное отделение 173
§ 35. Стокерное отделение . 173
§ 36. Хозяйственное отделение . . 174
§ 37. Столярно-малярное отделение 174
§ 38. Инструментальное отделение . . 174
§ 39. Оборудование для очистки деталей 176
§ 40. Оборудование сборочного отделения 178
§ 41. Лаборатория 181

Глава 7

Экипировочные устройства. Топливоснабжение

§ 42. Углеснабжение 186
§ 43. Приготовление смесей и устройства для смешения угля 215
§ 44. Бункеры и затворы . 225
§ 45. Расчет склада топлива (угля) 231
§ 46. Экономические обоснования выбора типов устройств по механизации топливных складов 236
§ 47. Снабжение паровозов при нефтяном и дровяном отоплении . . 243
§ 48. Противохимическая и противопожарная защита складов топлива 244
§ 49. Смазочное хозяйство депо . 245
§ 50. Песочное хозяйство в депо . . . 248
§ 51. Устройства для чистки топок и уборки шлака и золы 292
§ 52. Совмещенная экипировка . . . 310
§ 53. Устройства для очистки дымогарных и жаровых труб 313
§ 54. Устройства для обмывки паровозов 314
§ 55. Устройства для продувки паровозных котлов 318

Глава 8

Устройства для поворачивания локомотивов

§ 56. Виды поворотных устройств 319
§ 57. Поворотные круги 320
§ 58. Поворотные треугольники 329
§ 59. Поворотные петли 331
§ 60. Поворотные пятиугольники . . 332
§ 61. Размещение поворотных средств на тяговой территории 333

Глава 9

Тяговая территория и тяговые пути

§ 62. Размещение тяговой территории на станции 335
§ 63. Связь тяговой территории со станцией . . 341
§ 64. Взаимное расположение отдельных устройств на тяговой территории 346
§ 65. Прочие устройства 349
§ 66. Пути у отдельных устройств на тяговой территории . 351
§ 67. Примеры решения планировки тяговой территории и планы тяговых путей 358

Глава 10

Строительные элементы зданий локомотивного хозяйства

§ 68. Виды элементов зданий 360
§ 69. Фундаменты 360
§ 70. Стены 363
§ 71. Железобетонные колонны и подкрановые балки 367
§ 72. Полы 368
§ 73. Покрытия 372
§ 74. Световые фонари 380
§ 75. Ворота 381
§ 76. Оконные переплеты . . . 382
§ 77. Мероприятия по противохимической защите помещений 383
§ 78. Освещение помещений естественным светом 383
§ 79. Искусственное освещение 385
§ 80. Основные задачи и основные принципы отопления и вентиляции паровозных депо и мастерских 399
§ 81. Отопление паровозных депо и мастерских 400
§ 82. Вентиляция депо и мастерских и дымоудаление 420

НБ УДУНТ (ДШТ)

Цена 7 р. 25 к.

Издания
Трансжелдориздата
высылаются наложенным
платежом
„Железнодорожная
книга — почтой"
Москва 9,
ул. Горького. дом 42/2
и продаются в магазинах
Книгообъединения ОГИЗа

Сканувала: Петренко О.А.

НБ УДУНТ (ДІІТ)